

Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Ditinjau dari Hasil Belajar dalam Pembelajaran *Process Oriented Guided Inquiry Learning* (POGIL) pada Materi Hukum-Hukum Dasar Kimia

Analysis of Students' Critical Thinking Skills in Terms of Learning Outcomes in Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL) on the Basic Laws of Chemistry

Marisa Lidia Anggarwati^{1*}, Ridwan Joharmawan^{1*}, Brian Anggriawan¹

¹ Pendidikan Profesi Guru, Sekolah Pascasarjana, Universitas Negeri Malang, Malang, Jawa Timur, Indonesia. 65145.

* ridwan.joharmawan.fmipa@um.ac.id

Received on:

24th May 2025

Revised till:

23th July 2025

Accepted on:

24th July 2025

Publisher version

published on:

28th August 2025

ABSTRACT

Critical thinking is a crucial competency in 21st century chemistry education, yet it remains underdeveloped particularly in abstract topics such as the basic laws of chemistry. Studies specifically examining the relationship between learning outcomes and critical thinking skills through the implementation of the Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL) model in this context are still limited. This study aims to analyze students' critical thinking skills on the topic of basic chemical laws, viewed from their learning outcomes through the application of the POGIL model. The research employed a descriptive qualitative approach with data triangulation techniques through the analysis of student worksheets (LKPD), classroom observation, and in depth interviews. Respondents were selected using purposive sampling to represent three learning outcome categories: high, moderate, and low. The results show that students with high learning outcomes mastered all five critical thinking indicators, interpretation, inference, explanation, analysis, and evaluation. Meanwhile, the moderate category mastered four indicators and students in the low category demonstrated mastery of only two indicators. These findings indicate that POGIL based learning effectively supports the development of critical thinking skills in alignment with students' academic achievement levels.

KEYWORDS

Critical thinking, POGIL, Basic Laws of Chemistry, learning outcomes

ABSTRAK

Keterampilan berpikir kritis merupakan kompetensi penting dalam pembelajaran kimia abad ke-21, namun kenyataannya masih tergolong rendah terutama pada materi abstrak seperti hukum-hukum dasar kimia. Penelitian yang secara spesifik mengkaji hubungan antara hasil belajar dan keterampilan berpikir kritis melalui penerapan model *Process Oriented Guided Inquiry Learning* (POGIL) pada materi tersebut masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi hukum dasar kimia ditinjau dari hasil belajar melalui penerapan model POGIL. Metode yang digunakan adalah pendekatan kualitatif deskriptif dengan teknik triangulasi data melalui analisis Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), observasi pembelajaran, dan wawancara mendalam. Responden dipilih secara purposive sampling mewakili tiga kategori hasil belajar, yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Hasil penelitian menunjukkan peserta didik dengan hasil belajar tinggi menguasai lima indikator keterampilan berpikir kritis, yaitu *interpretation, inference, explanation, analysis*, dan *evaluation*. Sedangkan peserta didik dengan hasil belajar sedang menguasai empat indikator berpikir kritis dan peserta didik dengan hasil belajar rendah hanya menguasai dua indikator berpikir kritis. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis POGIL secara efektif mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis yang sejalan dengan capaian hasil belajar peserta didik.

KATA KUNCI

Berpikir kritis, POGIL, hukum-hukum dasar kimia, hasil belajar



<https://doi.org/10.24036/ekj.vX.iY.a598>

1. PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menuntut peserta didik memiliki keterampilan komunikasi, kolaborasi, berpikir kritis, dan kreativitas^[1]. Keterampilan berpikir kritis penting karena mencerminkan kemampuan individu dalam menganalisis serta mengevaluasi berbagai peristiwa di sekitarnya^[2]. Namun, hasil survei PISA 2018–2022 menunjukkan skor sains peserta didik Indonesia menurun dari 396 menjadi 383 poin^[3], yang mengindikasikan rendahnya penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis.

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis dapat ditingkatkan melalui penerapan strategi pembelajaran yang tepat. Barnett dan Francis (2012) mengintegrasikan pertanyaan tingkat tinggi dalam proses pembelajaran dan menemukan bahwa pendekatan ini mampu memicu analisis mendalam serta meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa^[4]. Greenstein (2012) menegaskan bahwa penilaian autentik terhadap keterampilan abad ke-21, mencakup penguasaan pengetahuan, penerapan metode ilmiah, kemampuan menyelidiki, penalaran logis, termasuk berpikir kritis, menjadi kunci dalam mengukur keberhasilan pembelajaran bermakna^[5]. Penelitian lain oleh Guleker (2015) menunjukkan bahwa dosen yang menerapkan strategi pengajaran reflektif dapat menumbuhkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa^[6], sementara Rene dan Ocampo (2018) membuktikan bahwa pembelajaran berbasis pemecahan masalah memberikan dampak positif terhadap peningkatan keterampilan tersebut^[7]. Temuan-temuan ini menegaskan bahwa desain pembelajaran yang mendorong analisis, refleksi, dan pemecahan masalah berperan penting dalam memperkuat keterampilan berpikir kritis peserta didik sehingga peserta mampu berpikir kritis, mengidentifikasi kebenaran dari informasi yang mereka peroleh dan memecahkan isu-isu yang dihadapi.

Mata pelajaran kimia memiliki peranan penting dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik, karena karakteristiknya yang bersifat abstrak serta menuntut pemahaman konseptual yang mendalam. Laliyo dkk. (2020) menemukan bahwa peserta didik kerap mengalami kesulitan dalam memahami hukum-hukum dasar kimia yang bersifat abstrak, konkret, dan matematis, sehingga dibutuhkan pendekatan pembelajaran inkuiri terbimbing untuk membantu memecahkan masalah^[8]. Talanquer (2018) menegaskan bahwa hukum-hukum dasar kimia dan stoikiometri merupakan konsep prasyarat penting dalam memahami topik lanjutan seperti termokimia, laju reaksi, kesetimbangan, asam basa larutan^[9]. Dewi dkk. (2018) menunjukkan bahwa jika konsep prasyarat tidak dipahami dengan benar, peserta didik cenderung mengalami miskonsepsi dan kesulitan dalam menyelesaikan soal, terutama ketika pembelajaran hanya

berfokus pada ceramah tanpa pengalaman nyata^[10]. Hasil-hasil penelitian ini menegaskan bahwa desain pembelajaran yang mampu mengatasi sifat abstrak kimia sangat diperlukan agar peserta didik tidak mudah menyerah, melainkan terlatih menggunakan keterampilan berpikir kritis dalam menyelesaikan masalah, baik secara teoretis maupun dalam kehidupan sehari-hari.

Upaya mengatasi kesulitan peserta didik dalam memahami hukum-hukum dasar kimia yang bersifat abstrak memerlukan model pembelajaran yang tidak hanya menyampaikan informasi, tetapi juga membimbing peserta didik untuk aktif membangun pengetahuannya. Salah satu solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan ini adalah model pembelajaran *Process Oriented Guided Inquiry Learning* (POGIL), sebuah pendekatan inkuiri terstruktur dan kolaboratif yang memfasilitasi pembelajaran aktif. Model ini mengarahkan peserta didik melalui tahapan orientasi, eksplorasi, pembentukan konsep, hingga aplikasi, sehingga proses belajar tidak hanya berfokus pada penguasaan materi, tetapi juga pada pengembangan keterampilan berpikir kritis^{[11][12][16]}.

Sejumlah penelitian menunjukkan efektivitas POGIL dalam mengasah kemampuan berpikir tingkat tinggi. Anizarini dkk. (2020) menemukan bahwa penerapan POGIL pada materi larutan penyangga mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik^[13]. Hidayah dkk. (2023) mengembangkan LKPD berbasis POGIL yang berhasil menumbuhkan keterampilan berpikir kritis sekaligus keterampilan proses sains^[14] dan Sumanti dkk. (2023) menegaskan bahwa penggunaan POGIL dengan bantuan media animasi dapat memperkuat keterampilan proses sains serta kemampuan bekerja sama^[15]. Hasil-hasil ini memperlihatkan bahwa POGIL efektif digunakan dalam pembelajaran kimia karena mampu menumbuhkan keterampilan berpikir kritis dan kerja ilmiah peserta didik.

Efektivitas POGIL juga telah diuji dalam berbagai konteks. Samosir (2022) melaporkan bahwa POGIL meningkatkan pemahaman konsep sains, keterampilan proses, dan berpikir kritis^[17]. Şenol dkk. (2016) membuktikan dampak positif POGIL terhadap pemahaman elektrokimia peserta didik^[18]. Wongnai dkk. (2020) menemukan peningkatan signifikan pada pemahaman konsep dan keterampilan kolaborasi siswa sekolah dasar^[19], sedangkan Hartzell dkk. (2020) menegaskan bahwa penerapan POGIL secara konsisten meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemahaman konseptual dalam pembelajaran sains^[20]. Dengan demikian, berbagai temuan tersebut memperkuat posisi POGIL sebagai strategi pembelajaran yang tidak hanya relevan untuk mengatasi sifat abstrak materi kimia, tetapi juga untuk

mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik secara luas.

Pelaksanaan POGIL memungkinkan peserta didik mempelajari materi sekaligus mengembangkan keterampilan proses sains. Model ini berlandaskan konstruktivisme yang menekankan bahwa pembelajaran lebih efektif apabila peserta didik aktif berpikir, menganalisis data atau model, mendiskusikan temuan, bekerja dalam kelompok, merefleksikan pengetahuan, serta berinteraksi dengan guru sebagai fasilitator^[20]. Hanson (2006) mengemukakan tujuh elemen utama POGIL, yaitu kerja kelompok, aktivitas investigatif, pertanyaan pemicu berpikir kritis, pemecahan masalah, pelaporan hasil, refleksi metakognitif, dan tanggung jawab individu^[16].

Guru diharapkan mengembangkan bahan ajar yang sesuai dengan pendekatan ini, salah satunya LKPD. LKPD berbasis POGIL dirancang dengan pertanyaan terstruktur yang membimbing peserta didik menemukan konsep. Struktur kegiatan mengikuti tahapan *orientation* (penyajian masalah faktual), *exploration* (pengamatan, penyelidikan, dan diskusi data), *concept formation* (penemuan konsep), *application* (penerapan konsep untuk menyelesaikan masalah), dan *closure* (presentasi hasil diskusi). Melalui tahapan tersebut, peserta didik diarahkan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, sehingga lebih terampil dalam menganalisis informasi baru maupun menghubungkan berbagai konsep. Dengan demikian, penerapan POGIL efektif dalam melatih kemampuan bernalar logis sekaligus meningkatkan pemahaman konseptual. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian bahwa *guided inquiry* berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi^[21], sehingga relevan diterapkan pada pembelajaran kimia yang menuntut pemahaman konseptual dan analitis mendalam.

Sejumlah penelitian telah membuktikan efektivitas POGIL pada berbagai materi, namun penerapannya dalam pembelajaran kimia masih cenderung terbatas pada topik-topik tertentu. Kajian yang secara khusus menyoroti keterkaitan antara hasil belajar dan keterampilan berpikir kritis melalui POGIL pada materi hukum-hukum dasar kimia masih jarang dilakukan. Padahal, hukum-hukum dasar kimia merupakan konsep prasyarat yang sangat menentukan keberhasilan dalam memahami materi kimia lanjutan^[21]. Minimnya penelitian yang mengkaji hubungan keterampilan berpikir kritis dengan hasil belajar pada konteks ini menandakan adanya celah yang perlu diteliti lebih lanjut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis keterampilan berpikir kritis peserta didik ditinjau dari hasil belajar melalui peneapan POGIL pada materi hukum-hukum dasar kimia.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan rancangan deskriptif karena hanya memaparkan secara sistematis dengan menggunakan pendekatan kualitatif yang bertujuan untuk menganalisis keterampilan berpikir kritis peserta didik ditinjau dari hasil belajar dalam pembelajaran berbasis POGIL. Indikator berpikir kritis yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada kerangka yang dikembangkan oleh Facione, dimana terdapat 6 indikator berpikir kritis yaitu, *interpretation*, *analysis*, *inference*, *evaluation*, *explanation*, dan *self-regulation*^[2]. Namun, penelitian ini hanya menggunakan lima indikator pertama karena *self-regulation* lebih berfokus pada keterampilan metakognitif. Secara operasional, *interpretation* adalah kemampuan memahami dan menjelaskan makna informasi, seperti menguraikan data percobaan atau fenomena ilmiah ke dalam bentuk yang mudah dipahami. *Analysis* merujuk pada kemampuan mengidentifikasi hubungan antar bagian informasi, membedakan fakta dan opini, atau mengaitkan data percobaan dengan konsep kimia yang relevan. *Inference* berkaitan dengan kemampuan menarik kesimpulan logis berdasarkan bukti yang tersedia, misalnya memprediksi hasil reaksi kimia atau menafsirkan implikasi data. *Explanation* berhubungan dengan keterampilan mengomunikasikan hasil pemikiran secara runtut, menyajikan alasan yang logis, serta mendukung kesimpulan dengan bukti ilmiah. Sementara itu, *evaluation* menekankan kemampuan menilai kualitas argumen, memeriksa kredibilitas sumber, dan memastikan kesimpulan yang dibuat sudah tepat^[2].

2.1 Subjek dan Ruang Lingkup Penelitian

Subjek penelitian adalah peserta didik kelas X salah satu SMA negeri di Kota Malang pada semester genap tahun ajaran 2024/2025 dengan jumlah 28 orang. Seluruh peserta didik mengikuti pembelajaran berbasis POGIL, kemudian pada akhir pertemuan diberikan tes hasil belajar. Berdasarkan capaian tes, peserta didik dikelompokkan ke dalam tiga kategori, yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Dari masing-masing kategori dipilih satu peserta didik menggunakan teknik *purposive sampling* untuk dianalisis lebih mendalam keterampilan berpikir kritisnya. Pemilihan tiga responden ini bertujuan memberikan gambaran variasi capaian keterampilan berpikir kritis dalam konteks pembelajaran POGIL. Dengan demikian, temuan yang diperoleh dianggap representatif sesuai karakteristik penelitian kualitatif. Ruang lingkup penelitian difokuskan pada materi hukum dasar kimia, yaitu Hukum Kekekalan Massa (Hukum Lavoisier) dan Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust).

2.2 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian meliputi instrumen perlakuan dan instrumen pengukuran. Instrumen perlakuan berupa

rancangan pembelajaran (RPP), sedangkan instrumen pengukuran terdiri dari tes hasil belajar dan LKPD berbasis POGIL. Tes hasil belajar berbentuk pilihan ganda kompleks dengan lima butir soal, sementara LKPD dirancang untuk mengukur keterampilan berpikir kritis melalui pertanyaan-pertanyaan yang menuntun peserta didik dalam menemukan konsep. Seluruh instrumen, termasuk RPP, tes hasil belajar, dan LKPD, divalidasi oleh ahli sebelum digunakan. Validasi dilakukan menggunakan angket untuk memperoleh masukan kualitatif b

erupa saran perbaikan. Setelah dilakukan revisi sesuai masukan validator, seluruh instrumen dinyatakan layak digunakan sebagai alat pengumpul data penelitian.

2.3 Teknik Pengumpulan Data

Pembelajaran dilakukan selama empat kali pertemuan, dan di akhir pertemuan dilakukan posttest sebagai hasil belajar. Setelah perlakuan dan pengukuran, dilaksanakan wawancara melibatkan tiga responden. Responden I merupakan peserta didik dengan hasil belajar tinggi, responden II peserta didik dengan hasil belajar rendah, dan responden III peserta didik dengan hasil belajar sedang. Pemilihan ketiga responden ini dilakukan secara *purposive sampling* untuk mewakili setiap kategori capaian hasil belajar. Strategi ini digunakan untuk memperoleh gambaran menyeluruh tentang perbedaan penguasaan keterampilan berpikir kritis antar tingkat kemampuan akademik. Dengan membandingkan respons dari ketiga kategori ini, maka dapat mengidentifikasi pola-pola variasi keterampilan berpikir kritis dan menilai efektivitas pembelajaran POGIL dalam memfasilitasi keterampilan berpikir peserta didik.

2.4 Teknik Analisis Data

Data dianalisis melalui tiga tahapan, yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Reduksi data dilakukan dengan memilih dan memfokuskan data penting yang berkaitan dengan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Penyajian data dilakukan dalam bentuk deskripsi dan tabel klasifikasi hasil belajar serta penguasaan indikator keterampilan berpikir kritis. Selanjutnya, dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan keterkaitan data-data yang telah disajikan. Validitas data diperoleh melalui teknik triangulasi, yaitu membandingkan data dari LKPD, hasil observasi selama pembelajaran, dan wawancara mendalam dengan peserta didik. Apabila data antara LKPD, hasil observasi, dan wawancara diperoleh data yang konsisten maka data tersebut dinyatakan valid.

Analisis keterampilan berpikir kritis dilakukan berdasarkan indikator yang dikembangkan oleh Facione, yaitu *interpretation, analysis, inference, explanation, dan evaluation*^[2]. Data dianalisis dari hasil kerja peserta didik dalam LKPD, aktivitas selama pembelajaran, serta wawancara. Setiap indikator dinilai berdasarkan

ketercapaian yang ditunjukkan peserta didik dalam menjawab pertanyaan, menyelesaikan tugas, dan menjelaskan pemikiran secara logis. Identifikasi dilakukan dengan mencocokkan bukti dari ketiga sumber data terhadap lima indikator berpikir kritis tersebut. Analisis dilakukan secara deskriptif kualitatif untuk menentukan tingkat penguasaan keterampilan berpikir kritis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar siswa pada setiap siklus setelah diterapkan model pembelajaran *discovery learning* berbasis Google Sites.

Peningkatan tersebut terlihat dari rata-rata nilai siswa yang mengalami kenaikan secara konsisten dari siklus I hingga siklus III. Temuan ini mengindikasikan bahwa penggunaan Google Sites sebagai media pembelajaran dapat membantu siswa dalam memahami konsep titrasi asam-basa dengan lebih sistematis dan interaktif.

Hasil belajar yang didapatkan dari tes dikategorikan menjadi kategori tinggi, sedang, dan rendah. Pengelompokan ini mengacu pada prinsip asesmen menggunakan kriteria capaian minimal yang telah ditetapkan guru matapelajaran kimia di sekolah. Peserta didik dikategorikan tinggi apabila melampaui kriteria capaian minimal yang ditetapkan, sedang apabila setara, dan rendah apabila belum mencapai kriteria capaian minimal. Dalam penelitian ini, pengelompokan hasil belajar digunakan untuk menganalisis keterkaitan antara capaian belajar dan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Didapatkan sebanyak 61% peserta didik memiliki hasil belajar tinggi, 32% hasil belajar sedang, dan 7% hasil belajar rendah. Selanjutnya analisis berpikir kritis dilakukan melalui LKPD individu dan kelompok yang telah dilakukan, kemudian diambil satu responden yang mewakili masing-masing kategori hasil belajar. Peserta didik yang memiliki hasil belajar tinggi ternyata mampu menguasai 5 keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran POGIL yang telah dilakukan. Peserta didik yang memiliki hasil belajar sedang mampu menguasai 4 keterampilan berpikir kritis, sedangkan peserta didik yang memiliki hasil belajar rendah mampu menguasai 2 keterampilan berpikir kritis. Hasil yang didapat diperdalam dengan observasi pada aktivitas peserta didik di kelas dan pelaksanaan wawancara secara mendalam.

Peserta didik dengan hasil belajar tinggi menguasai seluruh indikator berpikir kritis. Mereka mampu mengidentifikasi masalah, menginterpretasi data, memberikan alasan logis, dan menarik kesimpulan berbasis bukti. Selain itu, mereka aktif dalam diskusi, menunjukkan pemahaman konseptual yang kuat, serta memiliki kemampuan reflektif dalam menjelaskan proses berpikirnya. Peserta didik dengan hasil belajar sedang menguasai sebagian besar indikator berpikir kritis. Mereka dapat memahami masalah dan data, namun kurang mendalam dalam mengembangkan argumen dan menyimpulkan informasi. Kelompok ini cukup aktif berdiskusi, tetapi masih membutuhkan

bantuan teman atau guru untuk menyelesaikan LKPD. Sementara itu, peserta didik dengan hasil belajar rendah hanya menguasai kemampuan dasar, seperti mengenali informasi yang tersedia. Mereka masih kesulitan menganalisis hubungan antar informasi, menyusun argumen logis, dan mengambil keputusan berbasis bukti. Keterlibatan dalam diskusi pun cenderung pasif dan bergantung pada arahan orang lain.. Temuan ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penerapan POGIL meningkatkan indikator berpikir kritis secara bertahap sesuai dengan tingkat capaian akademik peserta didik. Penelitian oleh Şenol dkk. menemukan bahwa peserta didik dengan pemahaman konseptual yang baik cenderung menguasai indikator *explanation* dan *evaluation*^[18]. Anizarini dkk. juga melaporkan bahwa aktivitas kolaboratif dan reflektif dalam POGIL meningkatkan kualitas berpikir kritis peserta didik^[13]. Sebaliknya, peserta didik dengan kemampuan sedang hanya menunjukkan perkembangan pada indikator dasar seperti *interpretation* dan *analysis*^[12], sedangkan peserta didik dengan kemampuan rendah mengalami hambatan pada indikator *inference* dan *evaluation*^[21].

Hasil pengerjaan LKPD dianalisis berdasarkan ketercapaian indikator berpikir kritis, sedangkan hasil tes belajar dikelompokkan menjadi tiga kategori: tinggi, sedang, dan rendah. Peserta didik dengan capaian tinggi menunjukkan penguasaan menyeluruh terhadap lima indikator berpikir kritis menurut Facione, yaitu *interpretation*, *analysis*, *evaluation*, *inference*, dan *explanation*^[2]. Data tersebut diperoleh melalui analisis terhadap LKPD, observasi selama proses pembelajaran berbasis POGIL, serta wawancara mendalam dengan dua responden. Responden I merupakan peserta didik dengan hasil belajar tinggi, sedangkan responden II memiliki hasil belajar rendah. Pada indikator *interpretation*, responden I mampu memahami serta memaknai informasi yang disajikan dalam LKPD, baik berupa fenomena, gambar eksperimen, maupun tabel data massa zat. Hasil wawancara dengan responden I memberikan cuplikan informasi sebagai berikut.

- Peneliti : Miss mau tanya tentang proses pembakaran kayu ini ya, menurutmu gimana massa kayu sebelum dibakar dan sesudah dibakar?
- Responden I : Massanya sama, kayu2 yang dibakar kalo dikumpulin jadi 1 massanya akan sama kayak kayu sebelum dibakar
- Peneliti : Sesuai gak sama hukum lavoisier
- Responden I : Sesuai miss
- Peneliti : Brrti klo di ruang tertutup atau ruang terbuka, bisa gak kita menjelaskan reaksi2 itu pakek hukum lavoisier?
- Responden I : Siap bisa miss
- Peneliti : Masih inget ini ga TNT yang bisa kita ledakkan 5kg, ternyata hasil serpihan ledakan yang bisa kita kumpulkan

- Responden I : 4,8 gram
- Peneliti : Nah itu masih inget fenomena itu, kemana sisanya?"
- Responden I : Hilang ke udara miss
- Peneliti : Dalam bentuk apa?
- Responden I : Dalam bentuk gas, kan terbuka miss
- Peneliti : Brrti dalam ruang terbuka atau tertutup gimana menurut Fikri masih sesuai ngga dengan hukum lavoisier?
- Responden I : Masih sesuai

Hal ini menunjukkan adanya keterampilan mengorganisasi informasi dan memahami konteks masalah, sebagai fondasi penting dalam berpikir kritis. Pada indikator *analysis*, peserta didik mampu membedakan antara informasi yang relevan dan tidak relevan, serta mengidentifikasi pola atau hubungan logis antara satu bagian informasi dengan bagian lainnya. Sebagai contoh, Responden I mampu mengidentifikasi bahwa dalam reaksi tertutup, perubahan massa tidak terjadi, dan mengaitkannya dengan hukum Lavoisier. Analisis ini tidak hanya muncul dari pengetahuan hafalan, tetapi dari proses pemahaman atas data empiris dalam LKPD. Mereka juga mampu membandingkan hasil diskusi dengan konsep yang sudah dipahami sebelumnya, serta mengevaluasi ketepatan argumen teman sekelompoknya. Berikut adalah cuplikan hasil wawancara:

- Peneliti : Sekarang gimana dengan reaksi yang terjadi di 2 keadaan ini, ada reaksi cuka dan soda kue di ruang terbuka dan tertutup, menurutmu gimana dengan massanya sebelum dan sesudah reaksi pada kedua percobaan?
- Responden I : Reaksi di ruang tertutup, massa sebelum dan sesudah reaksi sama, karena klo tertutup ketahan di dalam situ. Reaksi di ruang terbuka, massanya agak ringan dikit karena ada yang keluar-keluar dikit lah
- Peneliti : Yang keluar apa menurutmu?
- Responden I : Apa ya itu?"
- Peneliti : Coba kamu liat lagi persamaan reaksinya
- Responden I : karbon dioksida
- Peneliti : Iya bener, ada gas karbon dioksida ya?

Indikator *evaluation* terlihat dari kemampuan Responden I menilai kualitas argumen dan kredibilitas sumber informasi. Dalam diskusi kelompok, ia menanggapi argumen temannya dengan pertanyaan kritis, misalnya: "*Coba kamu cek jawabanmu? Menurutku jawabannya seperti ini.*" Sikap tersebut mencerminkan upaya menilai kekuatan dan validitas alasan dalam pengambilan keputusan, yang merupakan ciri penting berpikir kritis menurut Facione. Indikator *inference* juga tampak jelas melalui kemampuannya menarik kesimpulan logis berdasarkan bukti. Responden I dapat menyimpulkan hukum kekekalan massa dengan

baik, yang menunjukkan kemampuan menggeneralisasi informasi empiris dan menerapkannya pada prinsip ilmiah yang relevan. Sementara itu, indikator *explanation* tercermin dari kemampuannya menyusun argumen logis dan menjelaskannya secara runtut kepada kelompok. Penjelasan tersebut diperkuat dengan alasan konseptual dan data, sehingga ia tidak hanya mampu menjawab pertanyaan, tetapi juga mempertanggungjawabkannya dengan logika dan bukti ilmiah. Misalnya, ia menjelaskan bahwa massa gas dalam reaksi terbuka menguap sehingga terjadi selisih massa, namun hal ini tidak membantah hukum kekekalan massa jika sistemnya tertutup. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Sen & Yilmaz^[30] yang menunjukkan bahwa POGIL berkontribusi signifikan terhadap pencapaian keterampilan *inference* dan *evaluation*, khususnya pada peserta didik dengan kemampuan akademik tinggi^[25]. Selain itu, menurut Yang dkk., pembelajaran berbasis inkuiri yang dikombinasikan dengan kerja kelompok terstruktur meningkatkan keterlibatan peserta didik secara kognitif dan metakognitif^[26]. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa peserta didik dengan hasil belajar tinggi memiliki potensi besar untuk mencapai indikator berpikir kritis secara utuh.

Berbeda dengan responden I, hasil pengerjaan LKPD responden II serta wawancara mendalam menunjukkan temuan yang lain. Pada topik *Hukum Perbandingan Tetap* (Hukum Proust), responden II mampu menuliskan jawaban yang benar pada LKPD, namun tidak dapat memberikan alasan yang mendukung jawaban tersebut. Berikut adalah cuplikan hasil wawancara yang telah dilakukan.

- Peneliti : Miss mau tanya ni tentang hukum Proust yang kemaren kamu kerjakan, masih inget gak?
- Responden II : Yang mana miss?
- Peneliti : Coba lihat ini, setelah pembelajaran miss kasi pertanyaan-pertanyaan ini. Apabila kita mengambil air dari berbagai sumber, bagaimana komposisi H dan O dalam H₂O?
- Responden II : Sama.
- Peneliti : Kenapa kok kamu jawab sama? Belum kamu kasi penjelasan disini ya.
- Responden II : Sumbernya kan berbeda-beda ya miss, jadi ada campuran dari lainnya.
- Peneliti : Kalau ada campuran lainnya berartigimana komposisi H dan O?
- Responden II : Sama miss.
- Peneliti : Jadi walaupun ada campurannya komposisi H dan O tetap sama ya?
- Responden II : Siap, sama miss.
- Peneliti : Berapa perbandingan komposisi H dan O dalam H₂O?
- Responden II : Saya ndak tahu miss
- Peneliti : Coba hubungkan dengan massaatom relatifnya yang bisa kamu lihat di tabel periodik!
- Responden II : Gimana ya miss.

Peneliti : Iya gimana kemaren, menentukan komposisi H dan O dalam H₂O?

Responden II : Ndak paham miss saya.

Pada indikator *interpretation*, responden II menunjukkan pemahaman dasar terhadap konsep bahwa suatu senyawa memiliki komposisi unsur yang tetap, sesuai dengan Hukum Proust. Saat ditanya mengenai komposisi hidrogen dan oksigen dalam air yang diambil dari berbagai sumber, ia menyatakan bahwa komposisinya “sama,” yang mencerminkan kesadaran mengenai kesetaraan komposisi meskipun berasal dari sumber berbeda. Namun, saat diminta menjelaskan lebih lanjut, Responden II masih mengalami kebingungan, terutama dalam membedakan antara campuran dan senyawa. Ia menyebutkan bahwa “sumbernya kan berbeda-beda jadi ada campuran dari lainnya,” tetapi tetap berpegang pada kesimpulan bahwa komposisinya sama. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun pemahamannya belum mendalam, peserta didik sudah mulai mampu mengaitkan informasi empiris dengan konsep dasar dalam kimia, yaitu konsistensi perbandingan massa unsur dalam suatu senyawa.

Pada indikator *inference*, ia dapat menarik kesimpulan awal bahwa air dari berbagai sumber tetap memiliki komposisi unsur yang sama. Namun, ketika diminta menjelaskan atau menghitung perbandingan massa antara hidrogen dan oksigen menggunakan tabel periodik, ia menyatakan ketidapahamannya dalam konsep. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan untuk menarik kesimpulan logis dari data numerik atau konsep atomik masih terbatas. Meskipun demikian, keberaniannya menyampaikan bahwa komposisi tetap, meskipun tidak mampu mendukung argumennya dengan data kuantitatif, tetap mencerminkan proses berpikir kritis dalam bentuk awal. Dalam diskusi kelompok, Responden II masih cenderung pasif dan lebih banyak menerima pendapat dari teman-teman sekelompoknya. Ketika mendapatkan pertanyaan dari pengajar, ia sering menunjukkan kebingungan dalam memberikan jawaban sehingga membutuhkan bimbingan lebih lanjut. Meskipun demikian, Responden II mulai menunjukkan perkembangan pada indikator *interpretation* dan *inference* dalam bentuk yang sederhana. Hal ini mengindikasikan bahwa model pembelajaran POGIL tetap mampu memberikan ruang bagi peserta didik dengan hasil belajar rendah untuk mengonstruksi pemahaman dasar sekaligus memulai proses berpikir kritis, meskipun belum mencapai penguasaan secara menyeluruh terhadap seluruh indikator. Temuan ini memperkuat hasil penelitian Sen & Yilmaz^[30], bahwa POGIL meningkatkan pemahaman konsep dan mendorong perkembangan keterampilan berpikir kritis secara bertahap, terutama ketika peserta didik terlibat langsung dalam kegiatan eksploratif dan diskusi terbimbing^[25]. Oleh karena itu, peserta didik seperti responden II masih memiliki peluang untuk berkembang

lebih jauh melalui proses pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dan berbasis inkuiri.

Keterampilan berpikir kritis peserta didik tidak hanya dipengaruhi oleh strategi pembelajaran, tetapi juga erat kaitannya dengan kemampuan awal yang dimiliki. Dalam hal ini, Responden II menunjukkan penguasaan kemampuan awal yang masih lemah, khususnya pada konsep dasar penyetaraan reaksi. Keterbatasan ini berdampak langsung pada kesulitannya dalam memahami dan menghubungkan materi hukum-hukum dasar kimia secara menyeluruh. Sebagai contoh, ketika diminta menyetarakan persamaan reaksi, Responden II masih mengalami kesulitan dan memerlukan bimbingan lebih lanjut. Temuan ini diperoleh melalui hasil observasi kelas pada pembelajaran hukum-hukum dasar kimia yang melibatkan kegiatan penyetaraan reaksi, serta diperkuat oleh hasil wawancara. Berikut disajikan kutipan wawancara dengan Responden II.

- Peneliti : Ini miss tuliskan persamaan reaksi ya, bisa menyetarakan apa nggak?"
- Responden II : Hhmm kalo masih inget ya miss?
- Peneliti : Coba ini setarakan! (Reaksi yang diberikan $N_2 + H_2 \rightarrow NH_3$)
- Responden II : Yang diubah depannya kan miss?
- Peneliti : Yang di depan itu apa namanya?
- Responden II : Apa ya miss?
- Peneliti : Koefisien, itu namanya.
- Responden II : Oo koefisien, duh gimana ini rek?
- Peneliti : Gimana coba dulu.
- Responden II : Sudah ini, miss.
- Peneliti : Sudah setarakah ini? Coba dilihat lagi jumlahnya setiap atom ruas kiri sama kanan?
- Responden II : Gini ta miss
- Peneliti : Nah, iya gini baru bener. Susah ngga?
- Responden II : Lupa-lupa ingat miss.
- Peneliti : Ini penting lo ya persamaan reaksi, karena akan kita gunakan buat belajar hukum-hukum dasar kimia. Kalau menyetarakan reaksinya salah, otomatis mencari perbandingan volum di hukum Gay Lussac salah, perbandingan jumlah molekul di hukum Avogadro nanti juga salah. Jadi gimana udah paham belum?
- Responden II : Siap miss"

Dalam proses menyetarakan reaksi, Responden II memerlukan bimbingan langsung dan belum menguasai istilah dasar seperti *koefisien*. Bahkan setelah menyelesaikan penyetaraan, responden II masih ragu mengenai kebenaran jawabannya. Temuan ini menunjukkan bahwa konsep dasar yang menjadi prasyarat untuk memahami hukum-hukum dasar kimia belum sepenuhnya dipahami. Akhirnya, keterbatasan ini menjadi hambatan dalam pengembangan keterampilan berpikir kritis, khususnya dalam *analysis*, *evaluation*, dan *explanation*. Hal ini sejalan dengan pandangan

Ennis (2018) bahwa penguasaan konsep fundamental merupakan fondasi penting sebelum peserta didik dapat mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Oleh karena itu, dalam pembelajaran POGIL, penting bagi pendidik memastikan penguasaan konsep-konsep fundamental terlebih dahulu agar proses inkuiri yang dibangun dapat dimaknai secara utuh dan logis oleh seluruh peserta didik, terutama mereka dengan hasil belajar rendah^[27].

Peserta didik dengan kategori hasil belajar sedang disebut sebagai responden III menunjukkan penguasaan pada empat indikator keterampilan berpikir kritis, yaitu *interpretation*, *analysis*, *inference*, dan *explanation*. Pada indikator *interpretation*, ia mampu menjelaskan informasi yang disajikan dalam LKPD, baik berupa data eksperimen maupun fenomena kimia yang diamati. Kemampuan ini terlihat dari keberhasilannya mengaitkan data hasil reaksi dengan prinsip hukum kimia yang relevan, meskipun masih membutuhkan waktu lebih lama untuk berpikir dan berdiskusi dengan kelompok. Indikator *analysis* terlihat dari kemampuannya membandingkan data eksperimen misalnya antara reaksi dalam ruang terbuka dan tertutup dan mengidentifikasi perbedaan hasil reaksi berdasarkan kondisi tersebut. Responden ini mampu membedakan informasi penting dan menghubungkan satu bagian data dengan konsep kimia yang sudah dipelajari, meskipun tidak sedalam peserta didik dengan hasil tinggi. Pada indikator *inference*, ia dapat menarik kesimpulan logis berdasarkan data percobaan. Kemampuan *explanation* pada peserta didik dengan kemampuan sedang juga cukup baik yang ditunjukkan dengan penyampaian argumen yang disertai penjelasan konseptual, walaupun terkadang masih kurang rinci atau belum sepenuhnya konsisten. Ia dapat menjelaskan alasan dari jawaban yang diberikan dan menunjukkan bahwa jawaban tersebut didasarkan pada pengalaman belajar selama pembelajaran berlangsung. Namun, meskipun ia sudah menguasai empat indikator, *evaluation* masih menjadi area yang perlu diperkuat. Indikator ini berfokus pada kemampuan peserta didik dalam menilai kualitas argumen, mengecek kepercayaan sumber informasi, serta memastikan ketepatan kesimpulan^[28]. Selain itu, peserta didik dengan hasil belajar sedang masih sering kesulitan dalam mengevaluasi dan mengkritisi argumen dari teman atau sumber informasi yang tersedia. Dalam diskusi atau refleksi, mereka sering menerima penjelasan yang diberikan tanpa melakukan verifikasi terhadap kekuatan argumen yang diajukan. Keterbatasan ini kemungkinan besar disebabkan oleh kurangnya pengalaman atau latihan dalam berpikir kritis, yang biasanya membutuhkan waktu lebih lama untuk berkembang, terutama dalam konteks pembelajaran yang berbasis inkuiri seperti POGIL. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Facione yang menyebutkan bahwa kemampuan evaluasi sangat bergantung pada

pengalaman reflektif dan penguatan dalam pengambilan keputusan berbasis bukti^[29]. Oleh karena itu, peserta didik pada kategori hasil belajar sedang perlu diberikan kesempatan lebih banyak untuk memverifikasi informasi yang diperoleh melalui diskusi dan eksplorasi pengetahuan yang lebih mendalam.

Berdasarkan pengerjaan di LKPD juga terjadi perkembangan dalam kemampuan berpikir kritis pada setiap LKPD yang diberikan di tiap tahapan pembelajaran POGIL. Perkembangan keterampilan berpikir kritis teridentifikasi dari perbedaan jawaban peserta didik terhadap fenomena yang sama yang disajikan pada tahap *orientation* dan kembali ditampilkan pada tahap *concept formation* dan *application*. Berdasarkan aktivitas yang terdapat pada Tabel 1, jawaban peserta didik dari pertanyaan pada tahap *orientation* cenderung berdasarkan dugaan yang disebabkan pengetahuan awal yang terbatas. Namun setelah melalui tahapan *exploration* dan *concept formation* dalam POGIL, jawaban peserta didik menjadi lebih logis, mendalam, dan mencerminkan pemahaman berbasis konsep ilmiah.

Tabel 1. Aktivitas Belajar Peserta Didik Berdasarkan Sintaks POGIL yang Berorientasi Keterampilan Berpikir Kritis

Sintaks POGIL	Indikator Berpikir Kritis	Aktivitas Peserta Didik
Orientation	Interpretation	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengamati fenomena yang diberikan • Peserta didik menjawab pertanyaan-pertanyaan pemantik yang diberikan, dimana ketika menjawab pertanyaan tersebut akan timbul pertanyaan-pertanyaan baru yang diajukan oleh peserta didik
Exploration	Interpretation Inference Analysis	<ul style="list-style-type: none"> • Mengajukan hipotesis sementara berdasarkan interpretasi fenomena-fenomena yang ada • Mengidentifikasi variabel-variabel yang digunakan dalam percobaan berdasarkan tujuan percobaan • Menentukan prosedur percobaan yang akan dilakukan
Concept formation	Interpretation Analysis Explanation	<ul style="list-style-type: none"> • Menginterpretasi data-data yang telah didapat dari hasil percobaan • Menganalisis data-data hasil percobaan • Menjelaskan temuan hasil percobaan melalui kegiatan presentasi
Application	Analysis	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik

	Evaluation Explanation	mengevaluasi konsep yang telah mereka dapatkan dengan menjelaskan fenomena-fenomena yang terjadi <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menganalisis soal-soal yang diberikan
Closure	Evaluation	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menyimpulkan serta merefleksi pembelajaran yang telah dilakukan

Aktivitas pembelajaran tersebut terdapat dalam LKPD yang diberikan kepada peserta didik. Misalnya pada Hukum Kekekalan Massa atau Hukum Lavoisier, di fase *orientation* peserta didik diajak mengamati fenomena sehari-hari seperti pembakaran dupa dan reaksi yang terjadi pada sistem terbuka dan tertutup. Mereka membaca pengantar fenomena di LKPD dan menjawab pertanyaan pemantik, misalnya memprediksi perubahan massa zat sebelum dan sesudah reaksi berlangsung yang melatih indikator *interpretation*. Pada fase *exploration*, peserta didik bekerja secara kolaboratif dalam kelompok untuk merancang percobaan sederhana dengan menentukan variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol terlebih dahulu dan kemudian melaksanakan eksperimen sesuai desain mengenai hukum kekekalan massa menggunakan larutan cuka dan soda kue. Selama proses ini, peserta didik mengidentifikasi hasil pengamatan yang relevan, mencatat data massa sebelum dan sesudah reaksi. Kegiatan ini mengembangkan indikator berpikir kritis *interpretation*, *inference*, dan *analysis*. Pada fase *concept formation*, peserta didik menginterpretasi data yang diperoleh dari percobaan, menganalisis perbedaan hasil percobaan pada kondisi ruang terbuka dan tertutup, kemudian mendiskusikan kesimpulan yang mengarah pada hukum kekekalan massa. Peserta didik juga diminta menjelaskan hasil percobaan kepada teman sekelompok, sehingga indikator *interpretation*, *analysis*, dan *explanation* berkembang pada tahap ini. Pada fase *application*, peserta didik menggunakan konsep yang telah dipahami untuk menjawab pertanyaan lanjutan dalam LKPD yang masih berkaitan dengan fenomena awal (pembakaran dupa dan kebakaran hutan). Mereka menjelaskan alasan ilmiah mengapa massa tetap dalam ruang tertutup tetapi tidak pada ruang terbuka, sekaligus mengevaluasi jawaban kelompok lain. Aktivitas ini mengembangkan indikator berpikir kritis *analysis*, *evaluation*, dan *explanation*. Terakhir pada fase *closure*, peserta didik memverifikasi kebenaran jawaban yang telah mereka buat, menyimpulkan temuan penting pembelajaran hari itu, serta melakukan refleksi atas proses berpikir mereka selama kegiatan. Pada tahap ini, indikator berpikir kritis *evaluation* lebih ditekankan.

Penelitian ini menunjukkan bahwa hasil belajar peserta didik yang menggunakan LKPD berbasis POGIL memberikan pembelajaran yang lebih mendalam dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Peserta didik tidak hanya belajar tentang hukum dasar kimia, tetapi juga bagaimana menggunakan pengetahuan tersebut dalam memecahkan masalah nyata. Sejalan dengan penelitian Hartzell dkk.^[20], yang membuktikan bahwa penerapan POGIL dapat meningkatkan hasil belajar dan keterampilan berpikir kritis peserta didik, hasil penelitian ini juga menegaskan efektivitas model pembelajaran berbasis *inquiry*. Dengan demikian, POGIL terbukti mampu tidak hanya memperdalam pemahaman konseptual, tetapi juga meeningkatkan kemampuan peserta didik dalam berpikir secara analitis dan kritis^[20].

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran POGIL pada materi Hukum-Hukum Dasar Kimia mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan capaian yang bervariasi sesuai tingkat hasil belajar. Peserta didik dengan hasil belajar tinggi menguasai kelima indikator berpikir kritis, yaitu *interpretation, analysis, inference, evaluation, dan explanation*. Peserta didik dengan hasil belajar sedang hanya mencapai empat indikator, sedangkan peserta didik dengan hasil belajar rendah terbatas pada dua indikator. Temuan ini diperkuat oleh data observasi dan wawancara yang mengungkap proses berpikir reflektif dan analitis selama pembelajaran. Secara keseluruhan, POGIL terbukti membentuk pengalaman belajar bermakna, kolaboratif, dan konstruktif yang mendorong peserta didik untuk berpikir kritis dan konseptual. Oleh karena itu, guru disarankan mengembangkan dan menerapkan LKPD berbasis POGIL dengan memperhatikan sintaks pembelajaran dan indikator berpikir kritis, sehingga tujuan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan keterampilan berpikir tingkat tinggi dapat tercapai secara optimal dan berkelanjutan.

Acknowledgement

Terimakasih kami ucapkan kepada Program Studi Pendidikan Profesi Guru (PPG) Sekolah Pascasarjana Universitas Negeri Malang yang telah mendanai kegiatan ini

REFERENSI

[1] Partnership for 21st Century Skills-Core Content Integration. Partnership for 21st Century Skills Ohio Department of Education. Washington, DC; 2016.
 [2] Facione, P. A. Critical Thinking: What It Is and Why It Counts. *Insight Assessment*; 2011.

[3] OECD. PISA 2022 Results (Volume I). *The State of Learning and Equity in Education*. 2023; 1, 1-474.
 [4] Barnett, J. E., & Francis, A. L. Using Higher Order Thinking Questions to Foster Critical Thinking: A Classroom Study. *Educational Psychology*. 2012; 32(2), 201–211.
 [5] Greenstein, L. *Assessing 21st Century Skills a Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning* (H. Perigo (ed.)). Corwin; 2012.
 [6] Guleker. Instructional Strategies to Foster Critical Thinking: Self-reported Practices of the Faculty in Albania. *International Journal of Teaching and Education*. 2015; III(4), 6–14.
 [7] Rene, B., & Jose, Ocampo, J. Effecting Change on Students' Critical Thinking in Problem Solving. *Educare*. 2018; 10(2), 109–118.
 [8] Laliyo, Lukman A.R., Kau, Mian., Kilo, Jafar La. & Kilo, Akram La. Kemampuan Peserta didik Memecahkan Masalah Hukum-Hukum Dasar Kimia Melalui Pembelajaran Inkuiri Terbimbing. *AR-RAZI Jurnal Ilmiah*. 2020; 8(1), 1–8.
 [9] Talanquer, V. Progressions in Reasoning About Structure–Property Relationships. *Chemistry Education Research and Practice*. 2018; 19(1), 10–20.
 [10] Dewi, Wiwik Sulistiana., Supriadi, Nanang. & Putra, Fredi Ganda. Model Hands on Mathematics (HoM) Berbantuan LKPD Bernuansa Islami Materi Garis dan Sudut. *Desimal: Jurnal Matematika*. 2018; 1(1), 57-63.
 [11] Soltis, R., Verlinden, N., Kruger, N., Carroll, A., & Trumbo, T. Process-Oriented Guided Inquiry Learning Strategy Enhances Higher-Level Thinking Skills in a Pharmaceutical Sciences Course. *American Journal of Pharmaceutical Education*. 2015; 79(1), Article 11.
 [12] Susana, S., Kadaritna, N., & Tania, L. Efektivitas Model POGIL untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Keseimbangan Kimia. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*. 2019; 8(1), 101–110.
 [13] Anizarini, F., Budiasih E., Sukarianingsih, D. Effect of POGIL Learning Model toward Students' Critical Thinking Skills on Buffer Solution Material. *Jurnal Pembelajaran Kimia*. 2020; 5(2), 7-83.
 [14] Hidayah, N., Fitriani, D., & Widodo, W. Development of Process-Oriented Guided Inquiry Learning Worksheets (POGIL) to Improve Critical Thinking Skills and Science Process Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. 2023; 9(2), 312–320.
 [15] Sumanti, R., Anwar, C., & Sari, N. Improving Science Process Skills and Student Cooperation Skills Using The POGIL Model Assisted By Animated Media. *Journal of Language and Learning Studies*. 2023; 6(3), 469–478.
 [16] Hanson, D. M. *Instructor's Guide to Process-Oriented Guided-Inquiry Learning*. Lisle, IL. Pacific Crest; 2006.
 [17] Samsir, B. Implementation of Process Oriented Guided Inquiry Learning Model on Understanding of Science Concepts, Science Process Skills And Students' Critical Thinking Ability. *International*

- Journal of Multidisciplinary: Applied Business and Education Research*. 2022; 3(9), 1673–1682.
- [18] Şenol, Ş., Yılmaz, A., & Geban, Ö. The Effect Of Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL) On Eleventh Graders' Conceptual Understanding of Electrochemistry. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. 2016; 17(2), Article 5.
- [19] Wongnai, N., Intasingh, S., & Assapaporn, N. Effects Of Using POGIL On The Science Concepts and Collaborative Skills Of Grade 4 Students. *Community and Social Development Journal*. 2020; 21(3), 99–109.
- [20] Hartzell, S., Thompson, C., & Smith, J. Effectiveness of POGIL in Developing Critical Thinking. *International Journal of Science Education*. 2020; 42(4), 510-524.
- [21] Mairoza, Y & Fitriza Z. Deskripsi Keterampilan Berpikir Kritis (HOTS) Peserta Didik menggunakan Model Guided Inquiry pada Materi Hukum Dasar Kimia. *Edukimia*. 2021; 3(1).
- [22] Moog, R. S., & Spencer, J. N. *Process-oriented Guided Inquiry Learning: POGIL and the POGIL Method*. Oxford University Press; 2015.
- [23] Farrell, J. J., Moog, R. S., & Spencer, J. N. *Pogil: Process-oriented Guided Inquiry Learning In Chemistry*. Oxford University Press; 2019.
- [24] Becker, N. A., & Towns, M. H. The Impact of POGIL on Student Learning: A Systematic Review of Research Studies in Chemistry Education. *Journal of Chemical Education*. 2018; 95(8), 1417-1426.
- [25] Sahin, M., & Yılmaz, H. The Effect of Process-Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL) on Students' Critical Thinking Dispositions. *Science Education International*. 2020; 31(1), 50–58.
- [26] Yang, J., Zhang, L., & Ma, X. Inquiry-Based Learning and Critical Thinking: A Meta-Analysis of Student Outcomes in Secondary Education. *Journal of Educational Psychology*. 2023; 115(2), 233–247.
- [27] McConnell, D., Horan, E., & Zimmerman, H. T. Improving Critical Thinking and Conceptual Understanding in Chemistry Through Process-Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL). *Chemistry Education Research and Practice*. 2020; 21(3), 789–802.
- [28] Ozmen, H., & Yildirim, N. The Effect of Guided Inquiry Learning on Students' Conceptual Understanding and Critical Thinking in Chemistry. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 2021; 19(6), 1013–1031.
- [29] Facione, P. A. *Critical thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction (The Delphi Report)*. The California Academic Press; 2015.
- [30] Sen, Senol & Ayhan Yılmaz. The Effect of Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL) on 11th Graders' Conceptual Understanding of Electrochemistry. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 2016; 17(2).
- [31] Ennis, R.H. Critical Thinking Across the Curriculum: A Vision. *Topoi* 37, 165–184 (2018). <https://doi.org/10.1007/s11245-016-9401-4>