

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN KIMIA
MENGUNAKAN *COLLABORATIVE LEARNING* UNTUK
MELATIH KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF SISWA
PADA MATERI REAKSI REDOKS**

Abdul Gani

STIT Palapa Nusantara Lombok
abganaja@gmail.com

Abstract

The demands of 21st-century education emphasize the importance of mastering higher-order thinking skills, particularly creative thinking, which is crucial for problem-solving, generating new ideas, and adapting to change. However, conventional approaches in chemistry instruction, especially in redox reaction topics have yet to effectively foster the development of these skills. This study aims to develop a high school chemistry learning package based on a collaborative learning model to cultivate students' creative thinking skills in redox reaction material. A Design-Based Research approach was employed in five stages: needs analysis, instructional design, initial implementation, revision and validation, and limited trial. Data were collected through validation sheets, observations, creative thinking skill tests, and student response questionnaires. The results indicate that the developed learning package demonstrates high validity and practicality and significantly enhances students' creative thinking skills across four indicators: fluency, flexibility, originality, and elaboration. The implementation of the collaborative learning model fostered an interactive classroom environment, encouraged idea exchange, and deepened conceptual understanding. These findings suggest that the designed learning package is theoretically sound and effective for use in chemistry education. This study contributes to the innovation of instructional materials and recommends further exploration of digital media integration and long-term implementation.

Keywords: Collaborative Learning; Chemistry Learning Package; Creative Thinking; Redox Reactions; Design-Based Research

Abstrak: Tuntutan pendidikan abad ke-21 menekankan pentingnya penguasaan keterampilan berpikir tingkat tinggi, khususnya berpikir kreatif, yang krusial dalam memecahkan masalah, menghasilkan ide baru, dan beradaptasi terhadap perubahan. Namun demikian, pembelajaran kimia yang masih bersifat konvensional, terutama pada materi reaksi redoks, belum mampu mengoptimalkan pengembangan keterampilan ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran kimia jenjang SMA berbasis model pembelajaran kolaboratif guna melatih keterampilan berpikir kreatif siswa pada materi reaksi redoks. Pendekatan *Design-Based Research* digunakan dalam lima tahapan: analisis kebutuhan, desain perangkat, implementasi awal, revisi dan validasi, serta uji coba terbatas. Data dikumpulkan melalui lembar validasi, observasi, tes kemampuan berpikir kreatif, dan angket tanggapan siswa. Hasil menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan memiliki validitas dan kepraktisan yang tinggi serta mampu meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa secara signifikan pada keempat indikator: kelancaran, keluwesan, keaslian, dan elaborasi. Penerapan model pembelajaran kolaboratif menciptakan suasana kelas yang interaktif, mendorong pertukaran gagasan, dan memperkuat pemahaman konsep secara mendalam. Temuan ini menunjukkan bahwa perangkat yang dirancang memiliki dasar teoritis yang kuat dan efektif untuk diterapkan dalam pembelajaran kimia. Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan inovasi perangkat pembelajaran dan merekomendasikan eksplorasi lanjutan terhadap integrasi media digital serta implementasi jangka panjang.

Kata Kunci: Pembelajaran Kolaboratif; Perangkat Pembelajaran Kimia; Berpikir Kreatif; Reaksi Redoks; *Design-Based Research*

PENDAHULUAN

Perkembangan pendidikan di era abad ke-21 menuntut perubahan mendasar dalam metode pembelajaran. Kemajuan teknologi, arus globalisasi, dan tuntutan dunia kerja masa kini mengharuskan peserta didik tidak hanya unggul secara akademis, tetapi juga memiliki kemampuan berpikir kritis, kreatif, mampu bekerja sama, serta memiliki keterampilan komunikasi yang baik. Dalam konteks ini, kurikulum pendidikan global, termasuk di Indonesia, menempatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (*higher-order thinking skills*) sebagai salah satu elemen kunci yang harus dikembangkan dalam proses pembelajaran. Hal ini sejalan dengan tuntutan untuk mencetak generasi yang mampu menjadi problem solver dalam menghadapi berbagai persoalan kompleks di masa depan.

Salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi yang mendapat perhatian luas dalam dunia pendidikan adalah keterampilan berpikir kreatif. Kemampuan ini mencakup sejumlah aspek penting, seperti menghasilkan gagasan orisinal (*originality*), menghasilkan banyak ide secara lancar (*fluency*), melihat masalah dari berbagai perspektif (*flexibility*), dan mengembangkan ide secara rinci (*elaboration*) (Saputri et al., 2022);(Kiraga, 2023).

Keterampilan berpikir kreatif tidak hanya penting dalam ranah seni dan desain, tetapi juga dalam bidang sains, termasuk kimia, yang memerlukan pendekatan inovatif dalam memahami dan menyelesaikan masalah ilmiah yang kompleks.

Dalam konteks pembelajaran kimia, berpikir kreatif sangat penting karena siswa dihadapkan pada konsep-konsep abstrak yang seringkali tidak dapat diamati secara langsung. Kemampuan untuk mengembangkan representasi internal terhadap proses mikroskopik serta menghubungkannya dengan fenomena makroskopik dan simbolik merupakan proses kognitif yang menuntut kreativitas. Oleh karena itu, pendekatan pembelajaran yang mampu mendorong siswa untuk berpikir secara fleksibel dan orisinal menjadi sangat relevan untuk diadopsi.

Salah satu materi kimia yang tergolong kompleks dan menjadi sumber utama munculnya miskonsepsi adalah reaksi reduksi dan oksidasi (redoks). Materi ini menuntut pemahaman terhadap konsep transfer elektron, bilangan oksidasi, agen pengoksidasi dan pereduksi, serta hubungan antara aspek makroskopik, mikroskopik, dan simbolik dari reaksi kimia. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa sejumlah besar siswa menghadapi kendala dalam mempelajari konsep reaksi redoks, khususnya dalam menghubungkan berbagai bentuk representasi konsep yang terkait (Adu-Gyamfi & Ampiah, 2019). Sebagian siswa bahkan memisahkan reaksi oksidasi dan reduksi sebagai dua proses yang berdiri sendiri, bukan sebagai satu kesatuan sistemik. Kesenjangan pemahaman ini berdampak pada munculnya miskonsepsi yang menghambat proses belajar lebih lanjut.

Berbagai penelitian mengidentifikasi bahwa penyebab utama miskonsepsi dalam materi redoks tidak hanya berasal dari karakteristik materi yang abstrak, tetapi juga dari pendekatan pembelajaran yang masih konvensional dan kurang memberikan ruang kepada siswa untuk mengeksplorasi serta mengonstruksi pengetahuan secara aktif. Modul dan bahan ajar yang digunakan di sekolah seringkali tidak menampilkan representasi visual yang akurat dan tidak memfasilitasi keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran (Rosea Cristy & Nur Pamenang, 2023). Siswa cenderung menerima informasi secara pasif, tanpa diberi kesempatan untuk berdiskusi, bertanya, atau membangun pemahamannya sendiri.

Pendekatan pengajaran langsung (*direct instruction*) yang masih dominan juga menjadi hambatan dalam membangun pemahaman konseptual yang mendalam. Situasi ini semakin diperburuk oleh keterbatasan media pembelajaran yang dapat menggambarkan konsep perpindahan elektron atau proses dinamika reaksi redoks secara visual dan mudah dipahami

oleh siswa (Paik et al., 2017). Selain itu, pendekatan pembelajaran yang terlalu teoritis dan minim aplikasi praktis menyebabkan siswa kesulitan dalam menghubungkan konsep redoks dengan fenomena kehidupan nyata (de Goes et al., 2020). Bahkan pada konsep dasar seperti bilangan oksidasi, masih sering dijumpai kesalahan pemahaman yang berulang, terutama dalam membedakan antara bilangan oksidasi dengan muatan ion (Macciò et al., 2023).

Merespons permasalahan tersebut, sejumlah pendekatan pembelajaran berbasis konstruktivisme seperti *Problem-Based Learning* (PBL) dan *Project-Based Learning* (PjBL) telah diterapkan dan menunjukkan hasil yang menjanjikan. PBL, misalnya, terbukti dapat mendorong siswa untuk berpikir lebih dalam dan kreatif karena mereka dihadapkan pada situasi problematik yang menuntut integrasi berbagai pengetahuan dan keterampilan (Nursiwan & Hanri, 2022). Model PjBL juga terbukti dapat meningkatkan motivasi serta partisipasi aktif siswa dalam pembelajaran kimia melalui pelaksanaan proyek kolaboratif yang bersifat praktis dan relevan dengan kehidupan nyata (Sumarni & Kadarwati, 2020; Zulfifah et al., 2023). Namun demikian, penerapan dua pendekatan tersebut masih belum sepenuhnya mengatasi permasalahan pemahaman konseptual siswa secara merata, terutama dalam topik redoks yang sangat abstrak.

Salah satu pendekatan yang mulai banyak dilirik untuk menjawab tantangan ini adalah pembelajaran kolaboratif (*Collaborative Learning*). Melalui pendekatan ini, siswa belajar dalam kelompok kecil untuk berdiskusi, memecahkan masalah, dan bersama-sama merefleksikan pemahaman mereka. Kerja sama ini tidak hanya mempererat interaksi antar siswa, tetapi juga membantu memperjelas konsep melalui diskusi dan pertukaran makna. Pembelajaran kolaboratif yang dikombinasikan dengan media visual secara signifikan meningkatkan pemahaman siswa (Tonapa & Nur Pamenang, 2022).

Pendekatan pembelajaran kolaboratif juga mendukung penguatan keterampilan abad ke-21, termasuk kemampuan berkomunikasi, memimpin, dan bekerja dalam tim. (Sumarni & Kadarwati, 2020) menegaskan bahwa pembelajaran kolaboratif dapat mendorong siswa untuk lebih aktif, percaya diri, dan bertanggung jawab dalam proses pembelajaran. Dalam konteks STEM, pendekatan ini telah terbukti memperkecil kesenjangan prestasi antara kelompok siswa yang terpinggirkan, serta meningkatkan capaian akademik lintas disiplin (Eshaq, 2023; Guzey et al., 2016; Theobald et al., 2020).

Namun, efektivitas pendekatan kolaboratif sangat bergantung pada kualitas perangkat pembelajaran yang digunakan, serta kesiapan guru dalam merancang aktivitas kolaboratif yang bermakna. Tanpa dukungan perangkat ajar yang sesuai, pelaksanaan pembelajaran kolaboratif berisiko menjadi tidak terarah dan gagal mencapai tujuan pembelajaran. Oleh karena itu, pengembangan perangkat pembelajaran yang berbasis pada prinsip kolaboratif, kontekstual, dan visual menjadi sangat penting, khususnya dalam mengatasi kesulitan pemahaman materi redoks sekaligus meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa.

Sejauh ini, belum banyak penelitian yang secara khusus mengembangkan perangkat pembelajaran kimia berbasis *Collaborative Learning* yang ditujukan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa pada materi reaksi redoks. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang perlu diisi melalui pengembangan inovatif berbasis kebutuhan lapangan. Perangkat yang dikembangkan juga diharapkan tidak hanya mencakup aspek konten materi dan metode, tetapi juga strategi evaluasi yang mampu mengukur keterampilan berpikir kreatif siswa secara komprehensif.

Berdasarkan uraian tersebut Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran kimia berbasis *Collaborative Learning* yang dirancang secara khusus untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa SMA pada materi reaksi redoks. Pengembangan perangkat ini didasarkan pada prinsip-prinsip pembelajaran aktif, kolaboratif, dan kontekstual yang berorientasi pada pengembangan keterampilan abad ke-21. Diharapkan, perangkat pembelajaran ini mampu menjadi solusi alternatif dalam melatih keterampilan berpikir kreatif siswa serta memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan bahan ajar kimia yang relevan dengan kebutuhan pembelajaran modern.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan Design-Based Research (DBR) yang memungkinkan proses pengembangan perangkat pembelajaran secara iteratif dan berbasis konteks nyata di kelas. DBR dianggap sesuai untuk mengembangkan perangkat yang efektif dan adaptif karena melibatkan siklus berulang antara desain, implementasi, evaluasi, dan revisi (Vogelzang et al., 2021). Pendekatan ini memastikan perangkat pembelajaran tidak hanya dikembangkan secara teoritis, tetapi juga diuji langsung dalam kondisi pembelajaran

sebenarnya, untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa dalam kimia, khususnya pada materi reaksi redoks.

Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 1 Praya Timur Kabupaten Lombok Tengah, Kelas XI-2 Tahun Pelajaran 2024/2025 semester genap. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 3 sampai 27 Maret 2025. Penelitian ini berfokus pada perangkat pembelajaran kimia yang dirancang dengan pendekatan *Collaborative Learning*.

Produk utama yang dihasilkan berupa perangkat pembelajaran kimia berbasis kolaboratif, yang mencakup Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kegiatan Siswa (LKS), serta instrumen untuk menilai keterampilan berpikir kreatif. Perangkat tersebut disusun dengan mengacu pada prinsip-prinsip pembelajaran kolaboratif dan pendekatan kontekstual. Perangkat memuat aktivitas yang mendorong diskusi kelompok dan penyelesaian masalah secara kolektif untuk menumbuhkan keterlibatan kognitif dan afektif siswa. Selain itu, unsur teknologi dan visualisasi konsep kimia diperkuat dengan menggunakan media berbasis digital (Davenport et al., 2018).

Tahapan Pengembangan Perangkat

Pengembangan perangkat melalui empat tahap sesuai prosedur DBR:

1. Analisis Kebutuhan: Analisis dilakukan melalui studi literatur dan observasi pembelajaran di kelas. Hasil menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep reaksi redoks dan keterlibatan dalam pembelajaran masih rendah.
2. Desain Perangkat: Perangkat dirancang dengan pendekatan kolaboratif dan berbasis konteks, mengintegrasikan penggunaan LKS yang memfasilitasi kerja kelompok serta aktivitas berbasis proyek.
3. Implementasi dan Revisi Awal: Perangkat diujicobakan dalam pembelajaran selama tiga kali pertemuan dan dilakukan observasi serta pengumpulan data untuk evaluasi awal. Revisi dilakukan berdasarkan temuan implementasi awal.
4. Validasi dan Uji Coba Terbatas: Setelah revisi, perangkat divalidasi oleh tiga ahli dan diujicobakan kembali untuk menilai efektivitas serta keterterapan dalam pembelajaran kimia.

Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan:

- Observasi keterlaksanaan pembelajaran, untuk menilai kesesuaian perangkat dengan pelaksanaan di kelas.
- Angket validasi ahli, untuk menilai aspek kualitas isi, kebahasaan, penyajian, dan keterlaksanaan perangkat.
- Tes keterampilan berpikir kreatif, menggunakan indikator fluency, flexibility, originality, dan elaboration (Saputri et al., 2022).
- Lembar penilaian keterampilan berpikir kreatif, yang divalidasi dengan pendekatan Rasch Model (Rosha & Hidayat, 2023).

Teknik Analisis Data

- Analisis validitas perangkat dilakukan menggunakan teknik rata-rata penilaian dari validator, dengan kategori sangat valid jika skor $> 3,5$ dari skala 5.
- Analisis peningkatan keterampilan berpikir kreatif dilakukan menggunakan gain score dan kualitatif deskriptif berdasarkan indikator kreativitas (Sutaphan & Yuenyong, 2023).
- Analisis data observasi dilakukan secara deskriptif untuk menilai keterlaksanaan perangkat dan peran kerja kelompok selama pembelajaran.

Validasi dan Revisi

Validasi dilakukan oleh tiga ahli bidang pendidikan kimia dan instrumen, menggunakan format validasi dengan skala Likert 1–5. Proses validasi menilai kejelasan tujuan, kelayakan aktivitas kolaboratif, keterpaduan dengan konteks kimia, dan keefektifan alat penilaian berpikir kreatif. Proses revisi dilakukan setelah uji coba tahap awal dan masukan dari validator.



Gambar 1 Alur Tahapan Pengembangan Perangkat Menggunakan Pendekatan DBR

Gambar 1 menunjukkan bahwa alur pengembangan perangkat menggunakan DBR menunjukkan proses iteratif yang memungkinkan penyesuaian berkelanjutan terhadap kebutuhan lapangan. Setiap siklus revisi tidak hanya memperbaiki konten dan strategi instruksional, tetapi juga meningkatkan keterpaduan antara tujuan pembelajaran dan praktik pembelajaran kolaboratif.

Tabel 1. Ringkasan Instrumen Penelitian dan Tujuannya

Instrumen	Tujuan Penggunaan	Metode Analisis
Lembar Validasi Ahli	Menilai kelayakan isi perangkat	Analisis deskriptif (rata-rata skor)
Observasi Pembelajaran	Menilai keterlaksanaan perangkat	Deskriptif kualitatif
Tes Keterampilan Berpikir Kreatif	Mengukur pencapaian siswa	Gain score & indikator kreativitas
Angket Respon Siswa	Menilai penerimaan siswa terhadap perangkat	Persentase dan narasi terbuka

Berdasarkan tel 1 diatas dapat diketahui dengan jelas metode analisis, serta tujuan penggunaan untuk masing-masing instrumen dapat terbaca dengan jelas.

HASIL

Pengembangan perangkat pembelajaran dilakukan melalui pendekatan DBR sesuai dengan alur yang terdapat pada gambar 1 yang memungkinkan proses iteratif antara desain teoritis dan implementasi praktis. Hasil tahap awal menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran yang dirancang mencakup RPP, LKPD berbasis CL, dan instrumen penilaian keterampilan berpikir kreatif. Selama proses pengembangan, keterlibatan guru dan siswa menjadi aspek penting dalam menyesuaikan perangkat dengan konteks pembelajaran yang sebenarnya.

Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa

Instrumen penilaian keterampilan berpikir kreatif yang dikembangkan terdiri dari empat indikator: *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration*. Data kuantitatif yang terdapat pada tabel 2 menunjukkan peningkatan skor rata-rata keterampilan berpikir kreatif dari 62,5 pada pretest menjadi 78,2 pada posttest.

Tabel 2. Rata-rata Skor Keterampilan Berpikir Kreatif Sebelum dan Sesudah Pembelajaran

Indikator	Pretest	Posttest	Peningkatan
<i>Fluency</i>	63,1	78,8	+15,7
<i>Flexibility</i>	61,4	76,9	+15,5
<i>Originality</i>	60,7	77,1	+16,4
<i>Elaboration</i>	64,8	80,1	+15,3
Total Rata-rata	62,5	78,2	+15,7

Berdasarkan table 2 diperoleh informasi bahwa siswa mengalami peningkatan keterampilan berpikir kreatif dengan nilai rata-rata peningkatannya secara klasikal sebesar 15,7 (kategori sangat tinggi). Dengan adanya peningkatan rata-rata dari rendah menjadi tinggi menunjukkan bahwa pembelajaran yang menggunakan *collaborative Learning* dapat melatih ketrampilan berpikir kreatif.

Persepsi dan Respons Siswa terhadap Pembelajaran Kolaboratif

Data kualitatif yang diperoleh dari wawancara dan angket menunjukkan bahwa siswa merespons positif strategi pembelajaran kolaboratif. Mayoritas siswa merasa lebih termotivasi dan lebih memahami materi setelah belajar secara berkelompok. Beberapa kutipan dari wawancara siswa: "Belajar kelompok membuat saya lebih semangat, karena bisa saling bertukar ide." "Reaksi redoks jadi lebih mudah dipahami karena kami buat skema dan diskusi bersama."

Evaluasi Implementasi dan Efektivitas Perangkat

Implementasi perangkat pembelajaran dievaluasi berdasarkan tiga aspek utama: keterlaksanaan pembelajaran, keterlibatan siswa, dan efektivitas terhadap pencapaian keterampilan berpikir kreatif. Hasil observasi menunjukkan bahwa keterlaksanaan perangkat berada pada kategori "Sangat Baik" dengan rerata skor 88%. Tingkat keterlibatan siswa mencapai 91% selama pembelajaran berlangsung.

Tabel 3. Rangkuman Keterlaksanaan Perangkat dan Keterlibatan Siswa

Aspek Evaluasi	Skor Rata-rata (%)	Kategori
Keterlaksanaan Pembelajaran	88,0	Sangat Baik
Keterlibatan Siswa	91,0	Sangat Tinggi
Validitas Instrumen	92,5	Valid

Berdasarkan tabel 3 diatas diketahui bahwa keterlaksanaan pembelajaran berkategori sangat baik (88,0), begipun juga keterlibatan siswa Ketika pembelajaran berkategori sangat tinggi (91,0), sementa validitas instrument berkatagri vali (92,0).

Kendala dan Refleksi Implementasi

Beberapa kendala ditemukan selama implementasi awal, seperti perbedaan kemampuan komunikasi antar anggota kelompok, kesulitan dalam manajemen waktu saat diskusi, dan keterbatasan fasilitas laboratorium. Namun, melalui proses revisi dan umpan balik, perangkat disesuaikan agar lebih adaptif terhadap kondisi riil di lapangan. Guru sebagai fasilitator juga memberikan refleksi positif, menyatakan bahwa perangkat ini membantu mereka mengarahkan siswa secara lebih terstruktur dalam aktivitas kolaboratif.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan perangkat pembelajaran kimia berbasis Collaborative Learning (CL)) secara signifikan berkontribusi terhadap peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa. Proses pengembangan yang mencakup tahapan analisis kebutuhan, desain perangkat, implementasi awal, revisi dan validasi, serta uji coba terbatas, mengintegrasikan prinsip-prinsip kolaboratif dan metakognitif dalam pembelajaran kimia, khususnya pada topik reaksi redoks. Bagian ini akan membahas temuan tersebut secara mendalam, dengan membandingkannya terhadap literatur yang relevan serta mengeksplorasi implikasi teoretis dan praktisnya.

Analisis Temuan Utama

Data kuantitatif yang terdapat pada tabel 2 menunjukkan peningkatan skor rata-rata keterampilan berpikir kreatif dari 62,5 pada pretest menjadi 78,2 pada posttest. Kenaikan ini terdistribusi secara merata pada keempat indikator: *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration*. Temuan ini mendukung hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pembelajaran kolaboratif efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, termasuk kreativitas (Muntazhimah et al., 2020; Werle Almeida & Velozo Castro, 2023).

Gambar 1 menunjukkan alur pengembangan perangkat berbasis DBR menunjukkan proses iteratif yang memungkinkan penyesuaian berkelanjutan terhadap kebutuhan lapangan. Setiap siklus revisi tidak hanya memperbaiki konten dan strategi

instruksional, tetapi juga meningkatkan keterpaduan antara tujuan pembelajaran dan praktik pembelajaran kolaboratif. Hal ini sesuai dengan pendekatan DBR yang menekankan kolaborasi antara peneliti dan praktisi dalam menghasilkan solusi kontekstual dan efektif (Werle Almeida & Velozo Castro, 2023).

Keterkaitan dengan Strategi Kolaboratif dan Metakognitif

Kolaboratif learning terbukti menjadi kerangka yang mendukung penerapan strategi metakognitif secara eksplisit. Sebagaimana disampaikan oleh Werle Almeida & Velozo Castro, (2023), dalam pembelajaran kolaboratif, siswa tidak hanya berbagi informasi tetapi juga merefleksikan strategi berpikir mereka secara kolektif. Proses ini memungkinkan siswa menyadari dan mengatur cara mereka memahami konsep-konsep reaksi redoks. Dengan demikian, siswa tidak hanya memahami "apa" yang mereka pelajari, tetapi juga "bagaimana" cara mereka belajar.

Penerapan CL juga memperlihatkan dampak positif terhadap pengurangan kecemasan belajar, yang selama ini menjadi penghambat signifikan dalam pembelajaran sains. Hal ini mendukung temuan Werle Almeida & Velozo Castro, (2023) bahwa strategi metakognitif dapat mengurangi kecemasan belajar, meningkatkan keterlibatan kognitif, dan pada akhirnya berkontribusi pada pencapaian akademik yang lebih baik (Sandall et al., 2014). Pernyataan ini sejalan dengan temuan dari (Qiao et al., 2024; Teng, 2021; Yusnaeni et al., 2020) yang mengungkapkan bahwa pemberian scaffolding berupa pertanyaan pemicu dan perumusan tujuan yang jelas dapat mendukung siswa dalam mengawasi dan menilai tingkat pemahaman mereka secara berkelanjutan.

Implikasi terhadap Kemandirian dan Adaptabilitas Belajar

Salah satu temuan penting adalah peningkatan kemandirian belajar siswa selama proses kolaboratif. Dengan mengadopsi pendekatan berbasis proyek dan diskusi kelompok, siswa menunjukkan kemampuan lebih besar dalam menyusun strategi, mengevaluasi pemahaman, dan mengambil keputusan dalam pembelajaran. Hal ini menguatkan laporan (Yusnaeni et al., 2020) bahwa pengembangan keterampilan metakognitif melalui pembelajaran kolaboratif meningkatkan kemampuan adaptasi dan kontrol diri siswa dalam menghadapi tantangan belajar. Penyisipan scaffolding metakognitif sebagai bentuk intervensi selama pelaksanaan terbukti mampu meningkatkan kesadaran belajar siswa secara efektif.

Peran Konteks Pembelajaran

Keberhasilan strategi pembelajaran kolaboratif dalam penelitian ini juga sangat dipengaruhi oleh konteks pembelajaran, sebagaimana disoroti dalam studi Ahmed & Lataifeh, (2023); dan Wagino et al., (2023) Kelas eksperimen dilengkapi dengan lingkungan pembelajaran yang mendukung interaksi sosial dan kolaborasi, baik dari segi pengaturan ruang maupun ketersediaan sumber belajar. Dengan dukungan lingkungan yang kondusif, siswa dapat bekerja sama lebih efektif dan menunjukkan peningkatan pemahaman konseptual yang signifikan.

Instruksi yang digunakan mengadopsi prinsip aktif seperti CL dan PjBL, yang menurut Alanis-Funes et al., (2011) sangat relevan dalam meningkatkan keterlibatan siswa dan efektivitas pembelajaran. Desain perangkat yang terstruktur mengikuti prinsip Gagne (Yulinda et al., 2024) memberikan alur logis bagi aktivitas kolaboratif, mulai dari atensi, penyajian stimulus, hingga umpan balik dan evaluasi.

Tantangan Implementasi

Meski demikian, terdapat sejumlah tantangan yang perlu dicermati. Dinamika kelompok menjadi aspek kritis dalam efektivitas pembelajaran kolaboratif. Perbedaan kemampuan komunikasi, motivasi, dan dominasi individu dalam kelompok dapat menghambat proses kolaborasi. Hal ini sesuai dengan catatan Jaya et al., (2023) bahwa dinamika kelompok dalam setting inklusif memerlukan koordinasi lintas peran agar kolaborasi berjalan optimal.

Selain itu, kesiapan guru dan ketersediaan sumber daya menjadi faktor pembatas. Guru perlu memiliki keterampilan dalam memfasilitasi kerja kelompok, mengelola waktu, dan memberi umpan balik. O'Neill et al., (2010) menekankan pentingnya pelatihan bagi guru agar mampu menerapkan pembelajaran kolaboratif secara efektif. Tantangan sumber daya juga diamini oleh Stanojlović et al., (2023) yang menyatakan bahwa manajemen sumber daya yang buruk dapat menghambat aktivitas kolaboratif.

Implikasi Terhadap Retensi dan Transfer Konsep

Pembelajaran kolaboratif yang diterapkan juga menunjukkan kontribusi positif terhadap retensi dan transfer konsep ilmiah. Melalui interaksi sosial dan kegiatan reflektif, siswa mampu mengaitkan konsep reaksi redoks dengan kehidupan sehari-hari dan topik kimia lainnya. Hal ini mendukung temuan Adesope et al., (2016) dan Stanojlović et al.,

(2023) mengenai efektivitas strategi konstruktivistik dan penggunaan peta konsep dalam memperkuat pemahaman dan memori jangka panjang.

Kegiatan kolaboratif yang berulang (repetisi terjadwal) menciptakan efek *spacing*, sebagaimana dijelaskan oleh Versteeg et al., (2019) yang meningkatkan retensi informasi. Di samping itu, integrasi teknologi dalam bentuk simulasi dan media interaktif mendukung proses ko-konstruksi pengetahuan, seperti yang ditunjukkan oleh Tsourela et al., (2015). Oleh karena itu, kerja sama tidak hanya memperdalam pemahaman terhadap konsep yang telah dipelajari, tetapi juga membekali siswa dengan kemampuan untuk menerapkan pengetahuan tersebut dalam situasi atau konteks yang berbeda.

Keterbatasan Penelitian

Walaupun temuan penelitian ini menunjukkan hasil yang positif, masih ada sejumlah keterbatasan yang perlu dicermati. Pertama, generalisasi hasil dibatasi oleh konteks lokal tempat penelitian dilakukan. Hasil ini mungkin tidak dapat secara langsung diterapkan pada sekolah dengan karakteristik siswa, guru, atau fasilitas yang berbeda. Kedua, penelitian ini menggunakan sampel terbatas yang hanya mencakup satu sekolah, sehingga validitas eksternal perlu diuji dalam penelitian lebih lanjut dengan populasi lebih luas. Ketiga, meskipun data kuantitatif dan kualitatif telah dikumpulkan, durasi intervensi masih relatif singkat. Efektivitas jangka panjang perangkat dan model pembelajaran perlu dievaluasi melalui studi longitudinal. Terakhir, aspek afektif seperti perubahan motivasi, sikap, dan persepsi siswa terhadap kimia belum dieksplorasi secara mendalam.

Implikasi Praktis dan Teoretis

Dari sisi praktis, penelitian ini menunjukkan bahwa guru dapat mengembangkan perangkat pembelajaran yang efektif dengan mengintegrasikan prinsip kolaboratif dan metakognitif secara sistematis. Penyusunan perangkat berbasis DBR juga membuka peluang kolaborasi berkelanjutan antara praktisi dan peneliti dalam meningkatkan mutu pembelajaran.

Secara teoretis, temuan ini memperkuat pemahaman bahwa keterampilan berpikir kreatif bukan hanya dapat ditingkatkan melalui pendekatan individual, tetapi juga melalui interaksi sosial dalam kerangka kerja kolaboratif yang terstruktur. Penelitian ini turut menyumbangkan bukti empiris terhadap efektivitas model pembelajaran berbasis CL dalam konteks pendidikan kimia di tingkat menengah.

Secara keseluruhan, diskusi ini menegaskan bahwa perangkat pembelajaran kimia berbasis Collaborative Learning yang dikembangkan melalui pendekatan DBR efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa. Efektivitas ini didukung oleh integrasi strategi metakognitif, desain instruksional yang terstruktur, lingkungan belajar yang kondusif, serta pendekatan kolaboratif yang terencana. Meski masih terdapat tantangan implementasi dan keterbatasan studi, hasil ini memberikan pijakan yang kuat untuk penelitian lanjutan dan inovasi instruksional berbasis kolaborasi dalam pembelajaran sains.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan perangkat pembelajaran kimia berbasis *Collaborative Learning* (CL) melalui pendekatan *Design-Based Research* (DBR) efektif dalam melatih keterampilan berpikir kreatif siswa pada materi reaksi redoks. Proses pengembangan perangkat yang mencakup tahapan analisis kebutuhan, desain, implementasi awal, revisi, hingga uji coba terbatas, menghasilkan perangkat yang tidak hanya valid secara teoritis dan praktis, tetapi juga terbukti mampu meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa secara signifikan. Peningkatan terjadi secara konsisten pada seluruh indikator berpikir kreatif, yaitu kelancaran, keluwesan, keaslian, dan elaborasi.

Diskusi hasil mengungkap bahwa kolaborasi antar siswa dalam proses pembelajaran memungkinkan terjadinya pengolahan informasi yang lebih dalam, pertukaran ide yang kaya, dan peningkatan kesadaran metakognitif. Respon siswa yang positif terhadap pembelajaran kolaboratif memperkuat argumen bahwa CL menciptakan suasana belajar yang lebih interaktif, partisipatif, dan mendukung pembentukan pemahaman konseptual yang kuat. Selain itu, desain perangkat yang kontekstual dan fleksibel menjawab tantangan nyata di kelas kimia SMA yang selama ini cenderung berpusat pada guru.

Penelitian ini berkontribusi pada pengayaan khazanah pengetahuan di bidang pengembangan perangkat pembelajaran dan strategi pedagogi berbasis kolaborasi. Pertama, penelitian ini memperkuat bukti empiris bahwa CL dapat diintegrasikan secara efektif dalam pembelajaran kimia untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Kedua, pendekatan DBR dalam proses pengembangan perangkat memungkinkan penyesuaian yang kontekstual dan berkelanjutan sesuai dengan kebutuhan lapangan. Ketiga, perangkat yang dihasilkan dapat menjadi rujukan praktis bagi guru dalam menerapkan pembelajaran yang menumbuhkan kreativitas siswa.

Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan penelitian serupa dilakukan dalam skala yang lebih luas dengan durasi yang lebih panjang guna menguji keberlanjutan efek CL terhadap keterampilan berpikir lainnya seperti berpikir kritis dan pemecahan masalah. Penelitian lanjutan juga dapat mengeksplorasi pemanfaatan teknologi digital sebagai media pendukung kolaborasi siswa, serta keterlibatan guru dalam proses implementasi melalui pelatihan sistematis. Dengan demikian, hasil studi ini tidak hanya relevan secara teoretis, tetapi juga memberikan kontribusi nyata dalam praktik pendidikan kimia yang berorientasi pada keterampilan abad 21.

DAFTAR PUSTAKA

- Adesope, O., Cavagnetto, A., Hunsu, N., Anguiano, C., & Lloyd, J. (2016). Comparative Effects of Computer-Based Concept Maps, Refutational Texts, and Expository Texts on Science Learning. *Journal of Educational Computing Research*. <https://doi.org/10.1177/0735633116654163>
- Adu-Gyamfi, K., & Ampiah, J. G. (2019). Students' Alternative Conceptions Associated With Application of Redox Reactions in Everyday Life. *Asian Education Studies*. <https://doi.org/10.20849/aes.v4i1.590>
- Ahmed, N., & Lataifeh, M. (2023). Impact and Analysis of a Collaborative Augmented Reality Educational Environment. *Journal of Computers in Education*. <https://doi.org/10.1007/s40692-023-00275-x>
- Alanis-Funes, G. J., Neri, L., & Noguez, J. (2011). *Virtual Collaborative Space to Support Active Learning*. <https://doi.org/10.1109/fie.2011.6143078>
- Davenport, J. L., Rafferty, A. N., & Yaron, D. (2018). Whether and How Authentic Contexts Using a Virtual Chemistry Lab Support Learning. *Journal of Chemical Education*. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00048>
- de Goes, L. F., Costa Nogueira, K. S., & Fernández, C. (2020). Limitations of Teaching and Learning Redox: A Systematic Review. *Problems of Education in the 21st Century*. <https://doi.org/10.33225/pec/20.78.698>
- Eshaq, H. A. (2023). The Effect of Using STEM Education on Students Mathematics Achievement. *Journal of Pedagogical Research*. <https://doi.org/10.33902/jpr.202423476>
- Guzey, S. S., Moore, T. J., & Harwell, M. R. (2016). Building Up STEM: An Analysis of Teacher-Developed Engineering Design-Based STEM Integration Curricular Materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-Peer)*. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1129>
- Jaya, I., Maulidina, C. A., Kasirah, I., Taboer, M. A., Bahrudin, B., & Yusro, M. (2023). Collaboration in Education Services for Children With Special Needs Inclusive School. *Journal of Icsar*. <https://doi.org/10.17977/um005v7i22023p288>

- Kiraga, F. (2023). Literature Review: Efforts to Improve Creative Thinking Ability in Science Learning. *Integrated Science Education Journal*. <https://doi.org/10.37251/isej.v4i2.330>
- Macciò, D., Ottonelli, M., & Alloisio, M. (2023). Solving Redox Reactions: The Advantages of the Thermodynamic Method. *Journal of Chemical Education*. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c01151>
- Muntazhimah, M., Turmudi, T., & Prabawanto, S. (2020). *How to Apply Metacognitive Strategies in Collaborative Learning Setting?* <https://doi.org/10.4108/eai.12-10-2019.2296285>
- Nursiwan, W. A., & Hanri, C. (2022). Level of Creative Thinking Among Prospective Chemistry Teachers. *Jurnal Pendidikan Ipa Indonesia*. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i2.34572>
- O'Neill, S., Scott, M., & Conboy, K. (2010). A Delphi Study on Collaborative Learning in Distance Education: The Faculty Perspective. *British Journal of Educational Technology*. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2010.01132.x>
- Paik, S., Kim, S., & Kim, K. (2017). Suggestion of a Viewpoint Change for the Classification Criteria of Redox Reactions. *Journal of Chemical Education*. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00593>
- Qiao, L., Zhao, W., Liu, F., Xu, X., & Tao, J. (2024). Effects of Multilevel Metacognition on Group Performance and Regulation in Collaborative Learning. *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1419408>
- Rosea Cristy, L. V., & Nur Pamenang, F. D. (2023). Development of Ethnoscience-Based Student Worksheets of Redox Reactions, Volta Cells, and Corrosion Using Liveworksheets. *Jurnal Pendidikan Kimia*. <https://doi.org/10.24114/jpkim.v15i3.51211>
- Rosha, J. M., & Hidayat, A. (2023). Analysis of Creative Thinking Skill Instrument Test (CreaTSIT) on Renewable Energy Topic for Senior High School Student Using Rasch Model. *Journal of Physics Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2596/1/012066>
- Sandall, L., Mamo, M., Speth, C., Lee, D., & Kettler, T. (2014). Student Perception of Metacognitive Activities in Entry-Level Science Courses. *Journal of Natural Resources and Life Sciences Education*. <https://doi.org/10.4195/nse2013.06.0021>
- Saputri, M., Syukri, M., & Elisa, E. (2022). Analysis of Momentum and Impulse on Students' Creative Thinking Skill Through Project Based Learning Integrated STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). *Journal of Physics Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2193/1/012066>
- Stanojlović, M., O'Connell, M., Asby, D., Lanteri, S., Davidson, L., & Tondora, J. (2023). Implementing Person-Centered Recovery Planning: New England Mental Health Technology Transfer Center Learning Collaborative Evaluation Report. *Global Implementation Research and Applications*. <https://doi.org/10.1007/s43477-023-00078-3>
- Sumarni, W., & Kadarwati, S. (2020). Ethno-Stem Project-Based Learning: Its Impact to Critical and Creative Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan Ipa Indonesia*. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i1.21754>

- Sutaphan, S., & Yuenyong, C. (2023). Enhancing Grade Eight Students' Creative Thinking in the Water Stem Education Learning Unit. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*. <https://doi.org/10.21831/cp.v42i1.36621>
- Teng, M. F. (2021). The Effectiveness of Incorporating Metacognitive Prompts in Collaborative Writing on Academic English Writing Skills. *Applied Cognitive Psychology*. <https://doi.org/10.1002/acp.3789>
- Theobald, E. J., Hill, M. J., Tran, E. T., Agrawal, S., Arroyo, E. N., Behling, S., Chambwe, N., Cintrón, D. L., Cooper, J. D., Dunster, G. P., Grummer, J. A., Hennessey, K. M., Hsiao, J., Iranon, N. N., Jones, L. N., Jordt, H., Keller, M., Lacey, M. E., Littlefield, C. E., ... Freeman, S. (2020). Active Learning Narrows Achievement Gaps for Underrepresented Students in Undergraduate Science, Technology, Engineering, and Math. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. <https://doi.org/10.1073/pnas.1916903117>
- Tonapa, N., & Nur Pamenang, F. D. (2022). *The Development of Discovery Learning-Based Teaching Module to Support Student Concept Mastery on Redox*. <https://doi.org/10.1063/5.0113760>
- Tsourela, M., Paschaloudis, D., Garifallos, F., Athanasios, G., & Roumeliotis, M. (2015). Collaboration Learning as a Tool Supporting Value Co-Creation. Evaluating Students Learning Through Concept Maps. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.796>
- Versteeg, M., Hendriks, R. A., Thomas, A., C. Ommering, B. W., & Steendijk, P. (2019). Conceptualising Spaced Learning in Health Professions Education: A Scoping Review. *Medical Education*. <https://doi.org/10.1111/medu.14025>
- Vogelzang, J., Admiraal, W., & Driel, J. van. (2021). Scrum Methodology in Context-Based Secondary Chemistry Classes: Effects on Students' Achievement and on Students' Perceptions of Affective and Metacognitive Dimensions of Their Learning. *Instructional Science*. <https://doi.org/10.1007/s11251-021-09554-5>
- Wagino, W., Maksum, H., Purwanto, W., Krismadinata, K., Suhendar, S., & Koto, R. (2023). Exploring the Full Potential of Collaborative Learning and E-Learning Environments in Universities: A Systematic Review. *Tem Journal*. <https://doi.org/10.18421/tem123-60>
- Werle Almeida, L. M., & Velozo Castro, É. M. (2023). The Individual and the Collaborative Nature of Metacognitive Strategies and Their Unfoldings for Mathematical Modelling. *Acta Scientiae*. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.7564>
- Yulinda, D., Yundayani, A., & Juhana, J. (2024). Students' Perspective on the Implementation of Gagne's Nine Instructional Events in Collaborative Project-Based English Language Teaching. *Lectura Jurnal Pendidikan*. <https://doi.org/10.31849/lectura.v15i1.17249>
- Yusnaeni, Y., Corebima, A. D., Susilo, H., & Zubaidah, S. (2020). The Contribution of Metacognitive Skills and Creative Thinking Skills in 21st Century Learning. *Universal Journal of Educational Research*. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081805>
- Zulfifah, D. A., Titin Supriyanti, F. M., & Wahyu, W. (2023). Profile of Creative Thinking Skills of S1 Chemistry Students on the Topic of DNA Isolation Using Project Based Learning (PJBL). *Jurnal Syntax Transformation*. <https://doi.org/10.46799/jst.v4i11.781>