



## E-LKPD Berbasis *Culturally Responsive Transformative Teaching* Menggunakan *Liveworksheets* pada Materi Reaksi Redoks

Naura Lulu Nadhifa Athallah\*, Jimmi Copriady, Lenny Anwar

Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Riau, Indonesia

\* Korespondensi Penulis. E-mail: [naura.lulu0476@student.unri.ac.id](mailto:naura.lulu0476@student.unri.ac.id)

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan E-LKPD berbasis model CRTT (*Culturally Responsive Transformative Teaching*) menggunakan *Liveworksheets* pada materi reaksi redoks yang valid berdasarkan pakar dan menganalisis respon pengguna. Desain penelitian yang digunakan ialah R&D (*Research and Development*) dengan model pengembangan 4-D. Prosedur pengembangan yang dilakukan meliputi pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), dan pengembangan (*develop*). Tahap penyebaran (*disseminate*) tidak dilakukan, karena batas penelitian ini hanya sampai menghasilkan produk E-LKPD sesuai dengan tujuan penelitian. Hasil validasi diperoleh dengan persentase rata-rata terhadap keseluruhan aspek sebesar 95,26% dengan kriteria valid. Uji coba terbatas juga dilakukan kepada pengguna dengan hasil respon guru yang diperoleh sebesar 98,75% dengan kriteria sangat baik dan hasil respon peserta didik sebesar 97,69% dengan kriteria sangat baik. Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini diharapkan dapat membantu peserta didik dalam membangun pengetahuannya melalui konteks budaya lokal dan menciptakan proses pembelajaran yang lebih relevan dan bermakna secara efektif dan efisien.

**Kata Kunci:** CRTT, Materi reaksi redoks, Pengembangan E-LKPD

## *Student Worksheet Based on Culturally Responsive Transformative Teaching Using Liveworksheets on Redox Reaction Material*

### ABSTRACT

*This research aims to develop a CRTT (Culturally Responsive Transformative Teaching) model-based student worksheet using Liveworksheets on redox reaction material, which is validated by experts, and to analyze user responses. The research design used is R&D (Research and Development) with a 4-D development model. The development procedures carried out include define, design, and develop stages. The dissemination stage was not conducted, as the scope of this research was limited to producing a student worksheet product following the research objectives. Validation results were obtained with an average percentage across all aspects of 95,26% with valid criteria. Limited trials were also conducted with users, resulting in teacher responses of 98,75% with very good criteria and student responses of 97,69% with very good criteria. The product developed in this research is expected to help students build their knowledge through local cultural contexts, creating a more relevant and meaningful learning process that is both effective and efficient.*

**Keywords:** CRTT, Redox material, Student worksheet development

**How to Cite:** Athallah, N. L. N., Copriady, J., & Anwar, L. (2025). E-lkpd berbasis culturally responsive transformative teaching menggunakan liveworksheet pada materi reaksi redoks. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 13(2), 296–310. <https://dx.doi.org/10.21831/jpms.v13i2.86707>

**Permalink/DOI: DOI:** <https://dx.doi.org/10.21831/jpms.v13i2.86707>

### PENDAHULUAN

Masa depan setiap bangsa bergantung pada kualitas generasi penerusnya. Kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) yang baik dapat terjamin melalui mutu pendidikan. Suatu instansi

kependidikan bertanggung jawab atas terlaksananya kegiatan belajar mengajar di sekolah (Cholilah et al., 2023). Pembelajaran sains tingkat SMA/MA sederajat secara spesifik dibagi atas tiga kelompok, yaitu kimia, fisika, dan biologi. Pada pelajaran kimia dipelajari tentang

struktur, komposisi, sifat, perubahan dan energi yang menyertainya. Hakikat ilmu kimia meliputi dua bagian yang saling terhubung satu sama lain, yaitu kimia sebagai produk dan kimia sebagai proses. Penerapannya dalam kehidupan sehari-hari mengaitkan tiga level, yaitu makroskopik, mikroskopik, dan simbolik (Aulia et al., 2023; Priliyanti et al., 2021).

Reaksi redoks termasuk salah satu pokok bahasan yang dirasa sulit dipelajari pada tingkat SMA/MA sederajat. Materi redoks menjadi dasar dalam mempelajari materi elektrokimia di kelas XII (Sasmita et al., 2017). Reaksi redoks memiliki karakteristik materi yang berada pada tingkat submikroskopik atau bersifat abstrak, sehingga peserta didik sulit mengonstruksikan pemahamannya secara utuh (Andrianie et al., 2018). Selain itu, faktor kesulitan lainnya dilihat dari kurangnya perhatian dan minat peserta didik saat kegiatan pembelajaran berlangsung, kurangnya kesiapan peserta didik dalam menerima konsep baru, dan kurangnya penekanan pada konsep-konsep prasyarat (Yakina et al., 2017). Pemahaman konsep yang baik dapat didukung dengan penggunaan bahan ajar, media, dan strategi pembelajaran dalam proses pembelajaran kimia.

Pembelajaran kimia di sekolah haruslah dapat menciptakan pengalaman yang bermakna bagi setiap peserta didik. Upaya yang dapat dilakukan dalam meningkatkan pemahaman multilevel representasi kimia salah satunya dengan menggunakan bahan ajar seperti LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik). Penggunaan LKPD sebagai bahan ajar dapat memfasilitasi proses pembelajaran dengan membangun interaksi efektif antara peserta didik dengan pendidik dibandingkan bahan ajar lainnya (Umbaryati, 2016). LKPD berisi lembaran-lembaran meliputi kegiatan peserta didik yang memungkinkan peserta didik melakukan aktivitas nyata dengan objek dan persoalan yang dipelajari. Penggunaan LKPD mampu mengarahkan jalannya proses pembelajaran. LKPD dapat mempermudah dalam memahami materi maupun mempraktikkan percobaan baik di dalam dan luar kelas, serta di rumah (Suwastini et al., 2022).

Era digitalisasi saat ini menuntut adanya penggunaan aspek teknologi dalam proses pembelajaran. Pembelajaran abad ke-21 memerlukan adanya kemampuan literasi, kecakapan pengetahuan, keterampilan dan sikap, serta penguasaan terhadap teknologi. Media pembelajaran konvensional secara perlahan

mulai beralih pada media elektronik. LKPD elektronik atau dikenal E-LKPD yang melibatkan penggunaan *software*, seperti *Liveworksheets*. *Liveworksheets* dapat digunakan untuk membuat LKPD interaktif dengan memuat penjelasan secara audio visual. Variasi soal yang dapat dibuat, diantaranya *check boxes*, *drop-down*, pilihan ganda, *join with arrow* (menghubungkan garis), *drag-drop* (tarik dan letakkan) maupun *listening-speaking* (Alvioniyati & Pujosusanto, 2022). Media ini dapat dijalankan menggunakan komputer atau telepon pintar tanpa perlu dicetak dan tidak membutuhkan kertas, sehingga lebih mengutamakan efisiensi dan ramah lingkungan. Selain itu, LKPD menggunakan *Liveworksheets* juga dapat digunakan dalam pembelajaran daring maupun luring (Mardhatilah et al., 2022).

Kemampuan peserta didik dalam mengonstruksikan materi pembelajaran dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya ialah latar belakang budayanya. Peserta didik yang lahir dan tumbuh di lingkungan budaya yang berbeda akan memiliki kemampuan dalam memahami pelajaran secara berbeda pula (Nadlir, 2016). Pembelajaran bermakna dapat dicapai dengan mengaplikasikan pembelajaran pada fenomena kebudayaan yang lahir dan berkembang di lingkungan sekitar. Pembelajaran berbasis budaya dapat membentuk kesejahteraan sosial-emosional peserta didik berupa identitas budaya, efikasi diri, dan hubungan sosial. Hal ini memberikan dampak positif dalam keterampilan dan kesadaran budaya, literasi, dan hasil belajar peserta didik (Rahmawati et al., 2023).

Pengembangan LKPD berbasis (*Culturally Responsive Transformative Teaching*) mengintegrasikan budaya dalam pembelajaran kimia di sekolah. Model pembelajaran ini diadaptasi dari prinsip-prinsip pendekatan CRT (*Culturally Responsive Teaching*) dan TL (*Transformative Learning*). CRT menghubungkan latar belakang budaya, perspektif, dan pengalaman peserta didik dalam mencapai efektivitas pembelajaran. Sedangkan TL melibatkan peserta didik dalam merefleksikan nilai-nilai diri, memvalidasi budaya dengan sikap saling menghormati, berkolaborasi untuk merancang aktivitas sosial berdasarkan prinsip-prinsip keberlanjutan budaya, dan mengevaluasi dampak dari aktivitas tersebut (Adawiyah et al., 2022).

Berdasarkan wawancara bersama guru kimia dan observasi kelas di SMA Negeri 5 dan SMA Negeri 8 Pekanbaru, diketahui bahwa hasil belajar pada materi reaksi redoks ditunjukkan

tingkat ketuntasan berada pada rentang 43 – 58%. Hal ini menunjukkan sebagian peserta didik belum memahami materi reaksi redoks sebagai materi prasyarat, sehingga dapat menyulitkan peserta didik untuk memahami materi berikutnya, yakni sel elektrokimia. Guru juga belum pernah menggunakan LKPD berbasis model pembelajaran, sehingga hanya berfokus pada pengerjaan soal-soal saja. Penggunaan bahan ajar berbasis teknologi, khususnya E-LKPD, dalam pembelajaran masih belum diterapkan. Variasi pembelajaran perlu dilakukan, salah satunya melalui pengembangan E-LKPD yang diharapkan dapat membantu guru dalam menciptakan lingkungan belajar yang inklusif dan relevan bagi peserta didik.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Handayani et al. (2022) menunjukkan bahwa pengembangan LKPD IPA SMP berbasis etnosains terintegrasi model CRTT memberikan hasil yang valid dari pakar dan respon yang sangat baik dari pengguna. Wardani et al. (2023) juga telah melakukan penerapan terhadap model CRTT melalui eksperimen kelas pada topik kimia hijau yang menunjukkan peningkatan terhadap hasil belajar kognitif peserta didik tingkat SMA. Penelitian tindakan kelas yang telah dilakukan oleh Septiani et al. (2024) juga menunjukkan total peningkatan hasil belajar pada siklus II terhadap penerapan model PBL terintegrasi CRT. Rahmawati et al. (2020) dalam penelitiannya menunjukkan penerapan CRTT dapat meningkatkan *soft skills* peserta didik, seperti bekerja sama, berpikir kritis, cinta tanah air, kesadaran sosial dan budaya, kepemimpinan, peduli lingkungan, dan rasa ingin tahu.

Pengembangan E-LKPD berbasis Model CRTT dapat berpotensi dalam meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses pembelajaran kimia di sekolah. Peserta didik dapat lebih mudah mengonstruksikan pikirannya melalui tradisi kebudayaan sekitar dalam perspektif kimia. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melaksanakan penelitian pengembangan E-LKPD berbasis Model CRTT menggunakan *Liveworksheets* pada materi reaksi redoks. Melalui penelitian ini, produk yang dikembangkan ini diharapkan mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran melalui latar belakang budaya peserta didik, khususnya pada materi reaksi redoks.

## METODE

Penelitian ini dirancang menggunakan desain *Research and Development* (R&D) untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut (Sudikan et al., 2023). Model pengembangan yang digunakan ialah 4-D yang terdiri atas 4 tahapan, yaitu *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *desseminate* (penyebaran). Model penelitian 4-D dapat digunakan sebagai dasar pengembangan bahan ajar, tahapannya ringkas, uraiannya lengkap dan sistematis (Winarni, 2021). Penelitian ini dilaksanakan meliputi 3 tahap saja, yaitu *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), dan *develop* (pengembangan). Hal ini merujuk pada tujuan penelitian yang berfokus pada pengembangan E-LKPD yang valid dan menganalisis respon pengguna.

Subjek uji coba penelitian adalah guru dan peserta didik. Uji coba yang dilakukan adalah uji coba satu-satu kepada 3 orang peserta didik kelas XII dengan kemampuan tinggi, sedang dan rendah di SMA Negeri 8 Pekanbaru. Selanjutnya, dilakukan penyebaran angket kepada guru kimia dan uji coba kelompok kecil pada 10 peserta didik di SMA Negeri 5 Pekanbaru dan SMA Negeri 8 Pekanbaru yang sebelumnya sudah belajar materi reaksi redoks dan dapat mewakili target.

Jenis data yang diperlukan dalam penelitian ini ialah data kuantitatif dan data kualitatif. Sumber data kuantitatif diperoleh dari hasil lembar validasi oleh validator ahli media dan ahli materi, serta lembar angket respon pengguna (guru dan peserta didik) yang dianalisis dan dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Persentase} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100\%$$

Skor rata-rata ditentukan untuk mengetahui kriteria E-LKPD yang valid dan layak digunakan. Sumber data kualitatif diperoleh dari saran dan masukan yang disampaikan secara verbal oleh validator ahli media, ahli materi, guru, dan peserta didik untuk kebaikan E-LKPD pada proses pembelajaran.

Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi instrumen validasi dan instrumen angket respon pengguna. Kisi-kisi instrumen validasi dan angket respon pengguna disajikan dalam Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Kisi-kisi instrumen validasi

Validator	Aspek Penilaian	Indikator
Ahli Materi	Kelayakan isi	Kesesuaian judul dengan materi
		Kesesuaian CP dan TP
	Karakteristik model CRTT	Keakuratan materi
		Keakuratan pertanyaan/soal
		Kegiatan pembelajaran E-LKPD
Kebahasaan	Kejelasan petunjuk penggunaan	
	Kesesuaian contoh aktivitas budaya	
	Kesesuaian sintaks model pembelajaran CRTT	
	Kesesuaian kaidah bahasa	
Penyajian	Kejelasan struktur kalimat	
	Penggunaan istilah	
	Penggunaan tanda baca	
Kegrafisan	Sistematika bagian-bagian E-LKPD	
	Kecukupan ruang	
	Kesesuaian desain dan gambar	
Ahli Media	Tampilan (Komunikasi Visual)	Desain tampilan E-LKPD
		Desain isi E-LKPD
		Kesesuaian navigasi
	Pemanfaatan <i>Software</i>	Kesesuaian tipografi
		Kesesuaian warna
		Kesesuaian media
		Kesesuaian tampilan/ <i>layout</i>
	Kesesuaian halaman sampul	
	Pengoperasian E-LKPD	
	<i>Software</i> pendukung	

Tabel 2. Kisi-kisi angket respon pengguna

Pengguna	Aspek Penilaian	Indikator
Guru	Kemenarikan Tampilan	Kelengkapan format E-LKPD
		Kemenarikan dan penyajian E-LKPD
	Kepraktisan	Penggunaan bahasa dalam E-LKPD
		Petunjuk penggunaan
		Kesesuaian E-LKPD dengan CP dan TP
		Sintaks model CRTT
Kebermanfaatan	Kegiatan E-LKPD	
	Pengoperasian E-LKPD	
	Manfaat bagi peserta didik	
Peserta Didik	Kemenarikan Tampilan	Manfaat bagi guru
		Kemenarikan dan penyajian E-LKPD
	Kemudahan Penggunaan	Penggunaan bahasa dalam E-LKPD
		Petunjuk penggunaan E-LKPD
		Informasi dalam E-LKPD
	Sintaks model CRTT	
	Kegiatan E-LKPD	
	Pengoperasian E-LKPD	

Analisis validitas menggunakan skala empat pilihan Likert yang dimaksudkan agar tidak memberikan peluang bagi pengguna untuk bersikap netral (Widoyoko, 2016). Skor 4 dengan kategori sangat sesuai, skor 3 dengan kategori sesuai, skor 2 dengan kategori kurang sesuai, dan skor 1 dengan kategori tidak sesuai (Sugiyono,

2017). Data kuantitatif hasil validasi dikonversi mengikuti pedoman Riduwan (2015) dengan hasil penilaian 80% – 100% memiliki kriteria valid, 60% – 79,99% memiliki kriteria cukup valid, 50% – 59,99% memiliki kriteria kurang valid dan 0% – 49,99% memiliki kriteria tidak valid.

Analisis respon pengguna juga menggunakan pengukuran skala Likert skala 1 – 4 dengan skor 4 dengan kategori setuju, skor 3 dengan kategori cukup setuju, skor 2 dengan kategori kurang setuju, dan skor 1 dengan kategori tidak setuju (Mulyatiningsih, 2019). Data kuantitatif hasil validasi dikonversi mengikuti pedoman (Arikunto, 2018) dengan hasil penilaian 80% – 100% memiliki kriteria sangat baik, 60% – 79,99% memiliki kriteria baik, 50% – 59,99% memiliki kriteria cukup baik dan 0% – 49,99% memiliki kriteria kurang baik.

Data persentase skor yang diperoleh pada validasi dan respon pengguna diolah sesuai rumus dan dikonversi sesuai kriteria penilaian tersebut. Perbaikan produk dari sisi substansi dan non-substansi dapat membuat bahan atau media ajar yang dikembangkan menjadi alat bantu efektif dalam mencapai tujuan pembelajaran (Susilawati et al., 2021). Pengembangan E-LKPD berbasis Model CRTT membuka setiap kemungkinan perbaikan. Revisi dilakukan setiap validasi dan setiap uji coba terbatas, baik kepada guru maupun peserta didik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa bahan ajar yang didukung oleh aplikasi teknologi untuk membantu proses pembelajaran kimia di kelas. E-LKPD berbasis model pembelajaran CRTT (*Culturally Responsive Transformative Teaching*) menggunakan *Livewroksheets* ditujukan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pembelajaran di kelas melalui aktivitas budaya dengan memanfaatkan *smartphone* (atau perangkat sejenisnya). Peserta didik, khususnya yang berada di tingkat SMA, sudah sangat akrab dalam penggunaan teknologi, sehingga pengerjaan E-LKPD dapat memberikan kemudahan dalam penggunaan dan pengoperasiannya, serta membantu guru dalam menilai proses belajar peserta didik di kelas.

Tahap pendefinisian (*Define*) meliputi 3 analisis, yaitu analisis ujung depan, analisis peserta didik, dan analisis tugas. Hasil analisis ujung depan diperoleh dari kajian literatur yang relevan dan pra-penelitian di sekolah melalui wawancara dan observasi dengan guru kimia kelas XII SMA Negeri 8 Pekanbaru dan SMA Negeri 5 Pekanbaru. Informasi yang diperoleh meliputi kurikulum yang diterapkan di sekolah, khususnya pada kelas XII, materi yang dipelajari pada tingkat tersebut, proses pembelajaran, penilaian hasil belajar, penggunaan bahan

ajar/sumber belajar, kendala pembelajaran, dan fasilitas pembelajaran di sekolah.

Hasil analisis peserta didik yaitu pengguna produk E-LKPD ini yang merupakan peserta didik kelas XII SMA Negeri 8 Pekanbaru dan SMA Negeri 5 Pekanbaru dengan rentang usia 17-19 tahun. Pihak sekolah mengizinkan peserta didik menggunakan alat komunikasi elektronik dalam pembelajaran. Kebijakan ini bertujuan agar peserta didik dapat mengakses informasi dan bahan ajar yang dibutuhkan dalam proses pembelajaran. Pemahaman peserta didik pada materi reaksi redoks ditunjukkan melalui hasil belajarnya dengan persentase ketuntasan rata-rata 50% atau sebagian peserta didik masih belum memahami materi ini.

Menurut Ramadini & Linda (2022), peserta didik kesulitan menentukan bilangan oksidasi atom dalam spesi yang terlibat pada reaksi, sehingga tidak bisa membedakan reaksi yang tergolong redoks atau bukan. Peserta didik juga kesulitan dalam membedakan reaksi reduksi maupun oksidasi dengan benar, karena tidak dikaitkan dengan pengalaman nyata. Hal ini sejalan dengan penelitian Nugrohadhi & Chasanah (2022) yang menunjukkan bahwa peserta didik kesulitan dalam mengaplikasikan konsep reaksi redoks dalam suatu proses kerusakan di permukaan bahan logam yang berkontak langsung dengan lingkungan berair dan oksigen.

Hasil analisis tugas mencakup analisis struktur isi, konsep, prosedural, dan analisis tujuan. Struktur isi materi reaksi redoks sesuai kurikulum merdeka, meliputi Capaian Pembelajaran (CP), submateri pembelajaran, dan Tujuan Pembelajaran (TP), sehingga LKPD dikembangkan berdasarkan urutan materi yang sesuai dengan substansi materi redoks. Uraian materi secara sistematis menghubungkan konsep-konsep submateri dalam materi reaksi redoks, meliputi bilangan oksidasi, konsep reaksi reduksi-oksidasi, dan penyetaraan reaksi redoks. Prosedur pembelajaran yang disusun dalam E-LKPD sesuai dengan 5 (lima) tahapan CRTT, yaitu identifikasi diri, pemahaman budaya, kolaborasi, berpikir refleksi kritis, dan konstruksi transformatif. Perumusan Tujuan Pembelajaran (TP) dan Alur Tujuan pembelajaran (ATP) dikembangkan berdasarkan Capaian Pembelajaran (CP) kimia fase F kurikulum merdeka.

Tahap perancangan (*Design*) dilakukan dengan menyusun rancangan awal E-LKPD. Perancangan tampilan LKPD menggunakan *software* Canva dan dikonversi dari format png

atau pdf menjadi berbasis web menggunakan *Liveworksheets*. Rancangan awal E-LKPD meliputi judul E-LKPD, petunjuk belajar, tujuan pembelajaran, kajian materi mengenai reaksi redoks, prosedur atau kegiatan yang harus diikuti peserta didik sesuai model CRTT, dan daftar pustaka. Perangkat lain yang juga disiapkan ialah lembar validasi dan angket respon pengguna.

Tahap pengembangan (*Develop*) meliputi proses validasi dan uji coba produk. Kelayakan E-LKPD dinilai melalui proses validasi dengan ahli materi dan ahli media. Validasi produk dilakukan oleh para pakar atau tenaga ahli yang sesuai dengan bidangnya. Penelitian ini melibatkan 2 validator ahli materi dan 1 validator ahli media. Proses validasi terhadap rancangan produk bersifat penilaian berdasarkan pemikiran rasional, belum fakta di lapangan (Sugiyono, 2017). Penilaian ini menggunakan instrumen lembar validasi materi dan lembar validasi media. Aspek penilaian validasi materi mengikuti panduan BSNP (2012) dan penilaian validasi media mengikuti panduan Direktorat Pembinaan SMA (2010).

Proses validasi yang dilakukan menghasilkan data kuantitatif yang akan diolah menjadi data kualitatif untuk melihat validitas produk yang

dikembangkan. Penelitian ini melalui 2 kali validasi untuk mencapai E-LKPD dengan kriteria valid. Rancangan awal E-LKPD diberikan kepada validator dan kemudian dinilai kelayakannya. Validasi I diperoleh hasil cukup valid, kemudian dilakukan revisi sesuai komentar dan saran dari validator. *Draft* E-LKPD yang telah diperbaiki sesuai masukan ditinjau ulang dan dinilai kembali oleh validator.

Tabel 3. Rekapitulasi hasil validasi

Aspek Penilaian	Persentase (%)	Kriteria
Kelayakan isi	95,83	Valid
Karakteristik model CRTT	89,06	Valid
Kebahasaan	91,07	Valid
Penyajian	95	Valid
Kegrafisan	95,83	Valid
Tampilan (Komunikasi Visual)	100	Valid
Pemanfaatan <i>Software</i>	100	Valid
Rata-rata	95,26	Valid

Tabel 4. Revisi E-LKPD

Komentar dan Saran	Perbaikan yang dilakukan
Tambahkan cerita singkat tokoh kimia terkait materi	Cerita singkat tokoh kimia terkait materi telah ditambahkan pada setiap E-LKPD, yaitu pada materi bilangan oksidasi, konsep redoks, dan penyetaraan reaksi redoks.
Tambahkan contoh yang menghubungkan fenomena dengan kehidupan sehari-hari.	Fenomena perubahan warna akibat reaksi tembaga dengan gas di udara telah ditambahkan pada video pembelajaran E-LKPD 1.
Perbaiki tipografi terkait penggunaan istilah dan singkatan, susunan kalimat, dan format daftar pustaka.	Tipografi telah diperbaiki dalam penggunaan istilah “koefisien reaksi”, singkatan “BO (Bilangan Oksidasi)”, susunan kalimat yang sesuai kaidah kebahasaan, dan format daftar pustaka yang selaras.
Persingkat Capaian Pembelajaran (CP) dan fokus pada materi E-LKPD.	Capaian Pembelajaran (CP) dalam bentuk paragraf telah dipersingkat menjadi kalimat yang merujuk langsung pada materi kimia E-LKPD tersebut.
Jelaskan secara rinci mengenai konsep materi dalam contoh budaya	Perincian mengenai hubungan konsep materi dalam contoh budaya pada E-LKPD 1 (Calempung) dan 2 (Lampu Colok) telah dijelaskan dalam bentuk video pembelajaran, sedangkan E-LKPD 3 dijelaskan dalam bentuk teks wacana ilustrasi transaksi barter di pasar terapung.
Tambahkan <i>cover</i> utama selain <i>cover</i> setiap E-LKPD	<i>Cover</i> utama telah ditambahkan dengan memuat kata pengantar, petunjuk penggunaan, tahap pembelajaran, dan daftar E-LKPD.
Tambahkan tombol <i>home</i> untuk kembali ke menu utama	Tombol navigasi <i>home</i> telah ditambahkan di bagian akhir E-LKPD dan setiap halaman E-LKPD.

Komentar dan Saran	Perbaikan yang dilakukan
Rincikan petunjuk penggunaan E-LKPD	Petunjuk penggunaan E-LKPD telah dirincikan dengan memuat penggunaan simbol navigasi dan fitur-fitur pada <i>Liveworksheets</i> .
Gunakan gambar <i>cover</i> yang sesuai dengan contoh budaya pada materi tersebut.	Gambar pada <i>cover</i> telah disesuaikan dengan masing-masing contoh aktivitas budaya pada setiap E-LKPD.
Perbaiki ukuran <i>font</i> pada <i>cover</i>	Ukuran <i>font</i> pada <i>cover</i> telah diperbesar menjadi lebih jelas.
Perbaiki warna tulisan dan latar belakang kotak teks menjadi lebih kontras.	Warna tulisan dan latar belakang kotak teks telah diubah menjadi lebih kontras.

Penilaian kelayakan isi bertujuan untuk menilai kesesuaian E-LKPD dengan konten materi reaksi redoks. Pada validasi I disarankan untuk menambahkan informasi mengenai tokoh kimia yang berkaitan dengan topik pembelajaran dan mempersingkat CP menjadi satu kalimat yang berfokus pada materi. Hasil akhir validasi E-LKPD pada aspek kelayakan isi memperoleh rata-rata persentase total sebesar 95.83% dengan kriteria valid pada keseluruhan indikator penilaian.

Kurikulum merupakan perencanaan tentang cara yang tepat untuk mencapai suatu tujuan yang diinginkan (Brown & Green, 2016). CP dalam kurikulum merdeka untuk fase F mencakup materi kelas XI dan XII, sehingga dalam identitas E-LKPD, CP dapat dipersingkat dengan merujuk pada topik utama yang dipelajari dalam E-LKPD tersebut. Tujuan pembelajaran dirumuskan dari CP dan menentukan kegiatan pembelajaran dalam E-LKPD.

Motivasi merupakan kunci untuk membuka kesiapan peserta didik dalam melaksanakan pembelajaran. Sehingga motivasi menjadi bagian penting dari proses pembelajaran agar terjadi pembelajaran yang efektif dan bermakna. Cerita singkat mengenai tokoh atau ilmuwan sains seringkali digunakan untuk memberikan konteks, inspirasi, dan contoh nyata dalam pembelajaran (Musliman & Damayanti, 2024).

Penilaian karakteristik model CRTT bertujuan untuk menilai ketepatan sintaks model pembelajaran yang digunakan dalam E-LKPD. Pada validasi I disarankan untuk menambahkan penjelasan yang lebih terperinci mengenai keterkaitan konsep materi dalam wacana budaya yang disajikan. Tindak lanjut yang dilakukan ialah menambahkan penjelasan melalui video pembelajaran pada E-LKPD 1 dan 2, dan menambahkan penjelasan secara tertulis pada E-

LKPD 3. Hal ini dikarenakan topik pada E-LKPD 1 dan 2, yakni bilangan oksidasi dan konsep reaksi redoks berhubungan langsung dengan aktivitas budaya tersebut dan dapat menjadi sumber informasi untuk menjawab pertanyaan pada kegiatan diskusi. Sedangkan E-LKPD 3 menuntut peserta didik untuk berpikir kritis dan berdiskusi secara aktif dalam menjawab pertanyaan yang diberikan. Hasil akhir validasi E-LKPD pada aspek karakteristik model CRTT memperoleh rata-rata persentase total sebesar 89.06% dengan kriteria valid pada keseluruhan indikator penilaian.

Model pembelajaran CRTT mengacu pada prinsip bahwa pembelajaran dapat mengembangkan dan mengubah keterampilan peserta didik secara komprehensif, baik *hard skill* maupun *soft skill*, dengan mengintegrasikan refleksi diri yang dikaitkan dengan pengalaman peserta didik (Rahmawati, 2018b). Aplikasi dalam kegiatan pembelajaran mencakup pertanyaan-pertanyaan awal yang selaras dengan latar belakang dan pengalaman peserta didik untuk melibatkan mereka secara emosional dalam pembelajaran (Rahmawati, 2018a)

Guru memfasilitasi konstruksi pemahaman peserta didik melalui integrasi budaya (Rahmawati & Ridwan, 2017). Wacana etnokimia disajikan dalam E-LKPD untuk membimbing peserta didik dalam membangun pengetahuannya. Sumber informasi lainnya yang disediakan berupa video pembelajaran terkait korelasi materi kimia dengan cerita budaya. Wacana etnokimia dalam E-LKPD ini meliputi: alat musik calempung yang menghubungkan perubahan bilangan oksidasi, khususnya pada logam; tradisi lampu colok yang menjelaskan konsep reaksi redoks pada reaksi pembakaran dan bahan yang digunakan; serta transaksi bapanduk di pasar terapung yang

mengilustrasikan metode penyetaraan reaksi redoks.

Penilaian kebahasaan bertujuan untuk menilai kesesuaian tipografi dalam E-LKPD. Pada validasi I disarankan untuk memperbaiki penggunaan istilah “koefisien” menjadi “koefisien reaksi” pada E-LKPD 3 dan menambahkan singkatan “BO” untuk memperjelas istilah bilangan oksidasi pada E-LKPD 1. Selain itu, disarankan juga untuk menggunakan kalimat yang lebih terstruktur dan mudah dipahami, serta keselarasan dalam penulisan daftar pustaka. Hal ini sejalan dengan pendapat Kosasih (2021) bahwa syarat penyusunan bahan ajar yang baik harus menggunakan bahasa yang mudah dipahami, jelas, serta komunikatif. Hasil akhir validasi E-LKPD pada aspek kebahasaan memperoleh rata-rata persentase total sebesar 91.07% dengan kriteria valid pada keseluruhan indikator penilaian.

Penilaian penyajian bertujuan untuk menilai kesesuaian komponen-komponen dalam E-LKPD. Secara keseluruhan, rancangan awal E-LKPD sudah memiliki penyajian yang baik. Hal ini disesuaikan dengan penyajiannya pada *web Liveworksheets* yang digunakan. Menurut Diniaty & Atun (2015) penyajian materi dalam bahan ajar dibuat logis, sistematis, sederhana dan jelas. Hal ini disesuaikan dengan penyajiannya pada *web Liveworksheets* yang digunakan. Bentuk soal yang dapat dibuat dengan *web* ini sangat bervariasi seperti pilihan ganda, jawaban singkat, memilih benar salah, dan menjodohkan dan *drag & drop*. Penyajian bahan ajar elektronik memberikan kesempatan pada peserta didik untuk belajar secara aktif dan mandiri (Prabowo, 2021). Hasil akhir validasi E-LKPD pada aspek kebahasaan memperoleh rata-rata persentase total sebesar 95% dengan kriteria valid pada keseluruhan indikator penilaian.

Penilaian kegrafisan bertujuan untuk menilai kesesuaian *cover* dan isi E-LKPD. Pada validasi I disarankan untuk menggunakan ilustrasi yang mewakili isi E-LKPD dan selaras dengan materi reaksi redoks. Namun, secara keseluruhan tampilan sudah baik dan pemilihan *font* dan warna tidak mengganggu penglihatan. Menurut Prastowo (2014) tampilan *cover* dan isi E-LKPD termasuk dalam syarat teknis E-LKPD. Diniaty & Atun (2015) menambahkan bahwa ilustrasi yang disajikan harus sesuai dengan konsep materi, yakni reaksi redoks, serta dapat menumbuhkan minat peserta didik untuk berpikir. Hasil akhir validasi E-LKPD pada aspek

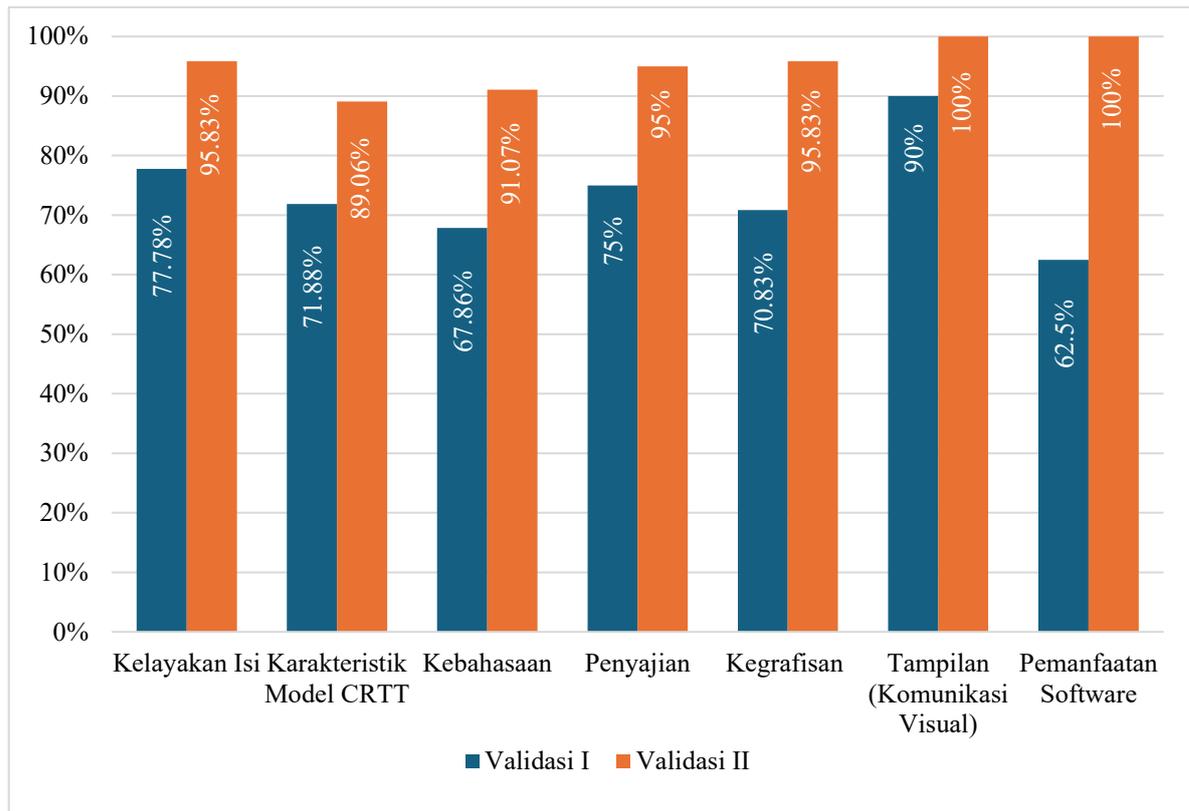
kegrafisan memperoleh rata-rata persentase total sebesar 95.83% dengan kriteria valid pada keseluruhan indikator penilaian.

Penilaian tampilan bertujuan untuk menilai pemilihan elemen-elemen visual pada E-LKPD. Pada validasi I disarankan untuk menambahkan tombol navigasi *home* untuk kembali ke menu utama, pemilihan warna *background* pada kotak teks yang kontras dengan tulisan di atasnya, penggunaan gambar pada halaman sampul disesuaikan dengan contoh aktivitas budaya yang disajikan di dalam E-LKPD, dan ukuran huruf nama penyusun pada halaman sampul diperbesar agar terlihat lebih jelas. Hasil akhir E-LKPD pada aspek tampilan (komunikasi visual) memperoleh rata-rata persentase total sebesar 100% dengan kriteria valid pada keseluruhan indikator penilaian.

Tampilan E-LKPD yang menarik, jelas, dan mudah dipahami akan meningkatkan minat peserta didik. Pemilihan warna yang cerah dan kontras dapat membantu menciptakan fokus yang kuat dalam tampilan E-LKPD. Tata letak yang teratur dan terstruktur dapat membuat peserta didik menavigasi desain dengan mudah dan menemukan informasi yang dibutuhkan tanpa kesulitan. Tombol navigasi dapat memudahkan pengguna dalam berinteraksi secara lancar dalam *platform* digital (Yasa, et al., 2024).

Penilaian pemanfaatan *software* bertujuan untuk menilai penggunaan teknologi pada E-LKPD. Pada validasi I disarankan untuk menambahkan *cover* utama agar lebih praktis. *Cover utama* ini berisi petunjuk penggunaan E-LKPD, tahap pembelajaran CRTT, dan daftar E-LKPD yang berisi masing-masing alamat *web Liveworksheets* untuk setiap sub topik E-LKPD. Hasil akhir E-LKPD pada aspek pemanfaatan *software* memperoleh rata-rata persentase total sebesar 100% dengan kriteria valid pada keseluruhan indikator penilaian.

Penggunaan *software* yang bervariasi memberikan akses yang lebih luas terhadap informasi dan materi pembelajaran. Pembelajaran berbasis *web* hendaknya dapat memberikan fleksibilitas dalam hal waktu dan tempat. E-LKPD memungkinkan terjadinya kolaborasi dan diskusi yang lebih intensif dan memperkaya pengalaman belajar peserta didik (Amalia, et al., 2024). E-LKPD ini disusun meliputi 3 (tiga) pertemuan dengan *link web* yang disediakan secara terpisah. Penambahan *cover* E-LKPD dapat memaksimalkan kegiatan pembelajaran tanpa harus mengirim *link web* secara berulang pada setiap pertemuan.



Gambar 1. Diagram hasil validasi I dan validasi II

Rancangan awal produk pada validasi pertama dilakukan melalui diskusi dengan validator untuk diketahui kelemahannya. Kelemahan tersebut selanjutnya dicoba untuk diminimalisir dengan cara melakukan perbaikan (Sugiyono, 2017). Peningkatan hasil validasi pertama dan kedua pada setiap aspek dapat diperhatikan pada Gambar 1. Persentase skor rata-rata untuk hasil akhir validasi materi sebesar 93.36% dan validasi media sebesar 100%. Secara keseluruhan, persentase rata-rata penilaian validasi E-LKPD berbasis CRTT menggunakan *Liveworksheets* pada materi reaksi redoks sebesar 95.26% dengan kriteria valid.

Produk E-LKPD hasil perbaikan yang telah dinyatakan valid dapat dilakukan uji coba terbatas. Menurut Rustamana et al (2024), uji

coba dilakukan untuk mengukur efektivitas E-LKPD yang dikembangkan. Pengujian awal dilakukan melalui simulasi pengerjaan E-LKPD oleh peserta didik kelas XII SMA Negeri 8 Pekanbaru dengan perbedaan tingkat kemampuan yang berbeda-beda. Uji satu-satu bertujuan untuk melihat jangkauan penggunaan E-LKPD dengan evaluasi individual. Komentar dan saran diperoleh melalui hasil angket peserta didik (Rustamana, et al., 2024). Peserta didik yang terlibat dalam uji coba satu-satu ini dipilih melalui diskusi bersama guru kimia dan observasi di kelas. Peserta didik dengan kemampuan tinggi, sedang, dan rendah dilihat dari proses dan hasil belajarnya, terutama pada materi reaksi redoks. Waktu pengerjaan E-LKPD tersedia pada Tabel 5 dan nilai pengerjaan E-LKPD tersedia pada Tabel 6.

Tabel 5. Waktu pengerjaan

E-LKPD	Waktu (menit)			Rata-rata
	PD-1	PD-2	PD-3	
1	57	59	59	58,33
2	43	41	50	44,67
3	58	63	65	62

Tabel 6. Nilai pengerjaan

E-LKPD	Nilai (Maksimal 100)			Rata-rata
	PD-1	PD-2	PD-3	
1	100	100	90	96,7
2	100	95	85	93,3
3	95	85	80	86,67

Uji coba satu-satu berupa simulasi pengerjaan E-LKPD dengan memperhatikan waktu dan nilai pengerjaan oleh peserta didik. Rata-rata waktu pengerjaan E-LKPD 1, E-LKPD 2, dan E-LKPD 3 berturut-turut adalah 58,33 menit, 44,67 menit, dan 62 menit. Hal ini disesuaikan dengan alokasi waktu yang diperkirakan, yakni pertemuan 1, pertemuan 2, dan pertemuan 3 berturut-turut adalah 3 JP, 2 JP, dan 3 JP. Rata-rata nilai pengerjaan E-LKPD 1, E-LKPD 2, dan E-LKPD 3 berturut-turut adalah 96,7, 93,3, dan 86,67. Nilai ini masih berada di atas KKTP sekolah, yakni 76.

Komentar dan saran yang diberikan oleh peserta didik menunjukkan respon yang positif, yakni dari segi tampilan yang menarik, bahasa mudah dipahami, serta isi E-LKPD yang cukup bagus. Namun, penggunaan E-LKPD ini membutuhkan koneksi internet yang stabil agar tidak tersendat-sendat dalam pengerjaan. Koneksi internet yang buruk dapat berdampak pada hasil pengerjaan yang tidak terkirim ke *mailbox* guru.

Kendala lain yang juga dihadapi oleh peserta didik berupa pergantian *tab* ketika membuka sumber informasi di internet, termasuk materi singkat yang disajikan di link *onedrive.live*. Ketika membuka *tab* pencarian baru dengan jenis peramban yang sama, maka *tab Liveworksheets* akan tertutup sementara. Namun, peserta didik berspekulasi bahwa *tab Liveworksheets* telah tertutup oleh *tab* pencarian tersebut, sehingga peserta didik tersebut membuka *web Liveworksheets* melalui *link* awal yang telah diberikan. Tindakan ini menyebabkan jawaban yang telah diisi sebelumnya diatur ulang atau terhapus dan mengharuskan peserta didik untuk memulai pengerjaan E-LKPD dari awal kembali. Solusi terhadap kondisi ini ialah peserta didik dapat membuka kotak kecil di bagian pojok atas pada peramban yang menunjukkan beberapa *tab* yang sedang dijalankan. Dengan begitu, peserta didik dapat lebih leluasa dalam menelusuri sumber literatur *online* tanpa harus mengulang pengerjaan E-LKPD.

Pengujian produk kepada guru dilakukan untuk melihat kekurangan E-LKPD dari sudut pandang guru selaku pengguna dan meninjau cakupan materi yang mendukung ketercapaian pembelajaran di kelas. Uji respon guru dilakukan bersama 2 orang guru kimia yang mengajar di kelas XII SMA Negeri 8 Pekanbaru dan SMA Negeri 5 Pekanbaru. Respon guru diperoleh melalui pengisian angket dengan indikator penilaian meliputi: kemenarikan tampilan, kepraktisan, dan kebermanfaatan. Tabel 7 menunjukkan rekapitulasi hasil respon guru.

Tabel 7. Rekapitulasi hasil respon guru

Aspek Penilaian	Persentase (%)	Kriteria
Kemenarikan tampilan	97,5	Sangat baik
Kepraktisan	98,75	Sangat baik
Kebermanfaatan	100	Sangat baik
Rata-rata	98,75	Sangat baik

Persentase rata-rata hasil uji respon guru yang diperoleh sebesar 98,75% dengan kriteria sangat baik. Respon positif diperoleh dari guru terhadap E-LKPD ini, karena bahan ajar elektronik sesuai dengan masa kini melalui pemanfaatan IT. Selain itu, konten materi dan pertanyaan dalam E-LKPD mendukung ketercapaian tujuan pembelajaran di kelas. Saran dari guru kimia ialah menambahkan contoh penyetaraan reaksi molekul pada materi singkat E-LKPD 3, sehingga peserta didik dapat memahami perbedaan cara penyetaraan di antara reaksi ion dan reaksi molekul.

Pengujian lebih lanjut dilakukan bersama peserta didik di SMA Negeri 8 Pekanbaru dan SMA Negeri 5 Pekanbaru yang sudah pernah mempelajari materi reaksi redoks. Uji coba kelompok kecil dilakukan untuk melihat respon peserta didik terhadap E-LKPD yang dikembangkan. Pemilihan peserta didik dilakukan secara acak tanpa kriteria tertentu.

Respon peserta didik diperoleh melalui pengisian angket dengan indikator penilaian meliputi: kemenarikan tampilan dan

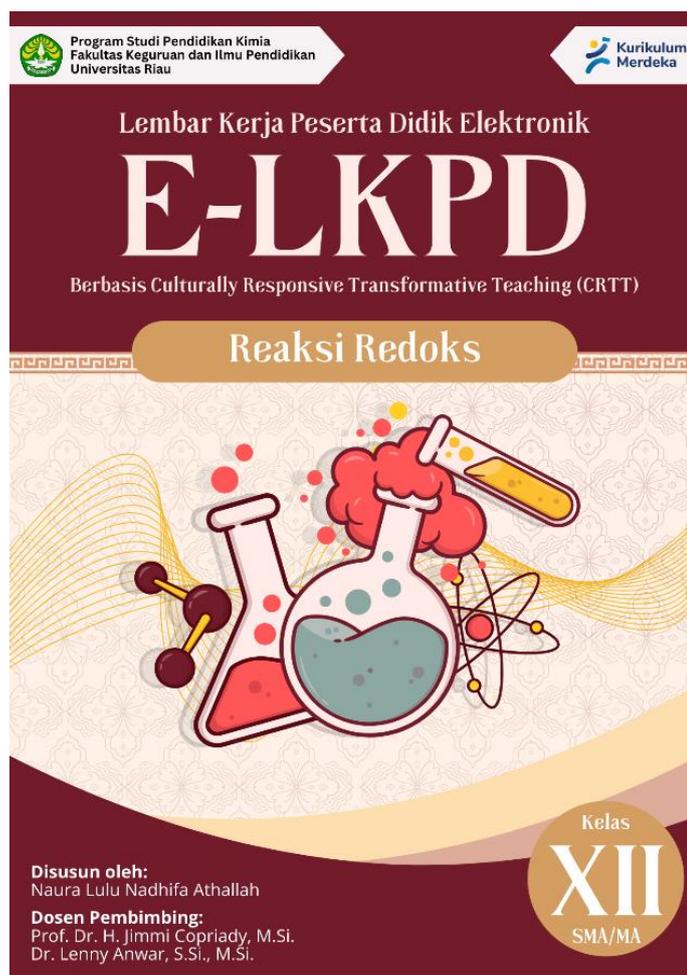
kemudahan penggunaan. Tabel 8 menunjukkan hasil rekapitulasi hasil uji coba kelompok kecil.

Tabel 8. Rekapitulasi hasil uji coba kelompok kecil

Aspek Penilaian	Persentase (%)	Kriteria
Kemenarikan tampilan	97,25	Sangat baik
Kemudahan penggunaan	98,13	Sangat baik
Rata-rata	97,69	Sangat baik

Persentase rata-rata hasil uji respon peserta didik di SMA Negeri 8 Pekanbaru dan SMA Negeri 5 Pekanbaru berturut-turut adalah 98.25% dan 97.13%. Secara keseluruhan, persentase rata-rata uji coba kelompok kecil ini diperoleh sebesar 97.69% dengan kriteria sangat baik. Hal ini menunjukkan respon positif dari peserta didik terhadap E-LKPD yang dikembangkan. Beberapa peserta didik merasa senang dalam penggunaan LKPD elektronik daripada konvensional karena dapat

menghemat penggunaan kertas dan lebih efisien dalam pengerjaannya. Namun, pada beberapa *device* yang memiliki jenis peramban khusus, terdapat fitur *liveworksheets* tidak berjalan dengan baik, misalnya fitur *drag & drop* pada E-LKPD 3 yang tidak sesuai. Solusi terhadap kondisi ini ialah peserta didik dianjurkan menggunakan jenis peramban yang sama, yakni *google chrome* dan menyalakan situs *desktop*. Tampilan E-LKPD yang dikembangkan dapat diperhatikan pada Gambar 2 hingga Gambar 4.



Gambar 2. Tampilan sampul depan



Gambar 3. Kegiatan pembelajaran CRTT dalam E-LPKD



Gambar 4. Contoh soal evaluasi

## SIMPULAN

E-LKPD berbasis model CRTT (*Culturally Responsive Transformative Teaching*) menggunakan *Liveworksheets* pada materi reaksi redoks kelas XII SMA/MA sederajat yang dikembangkan valid dengan persentase rata-rata pada keseluruhan aspek sebesar 95,26%. Hasil respon pengguna pada keseluruhan aspek diperoleh sebesar 98,75% dengan kriteria sangat baik oleh guru dan sebesar 97,69% dengan kriteria sangat baik oleh peserta didik. Produk yang dikembangkan layak

untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui aplikasi budaya lokal untuk membantu pemahaman peserta didik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R., Andayani, Y., & Savalas, L. R. T. (2022). Pengembangan modul kimia etnosains terintegrasi model culturally responsive transformative teaching (crtt). *Journal of Classroom Action Research*, 4(4), 123–128. <https://doi.org/10.29303/jcar.v4i4.2395>
- Alvioniyati, V. T., & Pujosusanto, A. (2022).

- Efektivitas pembelajaran daring menggunakan liveworksheet pada mata pelajaran bahasa jerman siswa kelas x di sma negeri 1 taman. *LATERNE*, 11(03), 106–117.  
<https://doi.org/10.26740/lat.v11n03.p106-117>
- Amalia, A., Fahmy, A. F. R., Sari, N. H. M., Nugroho, D. A., Prabowo, D. S., Pujiono, I. P., Faradhillah, N., & Syukron, A. A. (2024). *Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis Artificial Intelligence (AI) di Sekolah*. NEM. Retrieved from <https://www.penerbitnem.com/2024/10/pemanfaatan-media-pembelajaran-berbasis.html>
- Andrianie, D., Sudarmin, S., & Wardani, S. (2018). Penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan lks berbasis representasi kimia untuk mereduksi miskonsepsi siswa pada materi redoks. *Chemistry in Education*, 7(2), 69–76.
- Arikunto, S. (2018). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Bumi Aksara. Retrieved from <https://books.google.co.id/books?id=j5EmEAAAQBAJ&printsec=copyright&hl=id#v=onepage&q&f=false>
- Aulia, N. S., Anwar, M. A., & Irma, I. F. (2023). Penerapan model problem based learning (pbl) berbantuan lkpd terhadap hasil belajar peserta didik kelas x ibrahim tulle. *Jurnal Pemikiran dan Pengembangan Pembelajaran*, 5(3), 978–984.
- Brown, A., & Green, T. D. (2016). *The Essentials of Instructional Design: Connecting Fundamental Principles with Process and Practice*. Routledge. Retrieved from [https://www.routledge.com/The-Essentials-of-Instructional-Design-Connecting-Fundamental-Principles-with-Process-and-Practice/Brown-Green/p/book/9781032520018?srsId=AmBOop\\_iWGDMkz-Qpq1m6iddFLz9k1NTP4sMeHSuhvKl9sb0t9vxx7](https://www.routledge.com/The-Essentials-of-Instructional-Design-Connecting-Fundamental-Principles-with-Process-and-Practice/Brown-Green/p/book/9781032520018?srsId=AmBOop_iWGDMkz-Qpq1m6iddFLz9k1NTP4sMeHSuhvKl9sb0t9vxx7)
- BSNP. (2012). *Aspek Kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik*. BSNP.
- Cholilah, M., Tatuwo, A. G. P., Rosdiana, S. P., & Fatirul, A. N. (2023). Pengembangan kurikulum merdeka dalam satuan pendidikan serta implementasi kurikulum merdeka pada pembelajaran abad 21. *Sanskara Pendidikan dan Pengajaran*, 1(2), 57–66.  
<https://doi.org/10.58812/spp.v1i02.110>
- Diniaty, A., & Atun, S. (2015). Pengembangan lembar kerja peserta didik (lkpd) industri kecil kimia berorientasi kewirausahaan untuk smk. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 1(1), 46–56.  
<https://doi.org/10.21831/jipi.v1i1.4531>
- Direktorat Pembinaan SMA. (2010). *Panduan Pengembangan Bahan Ajar Berbasis TIK*. Ditjen Dikdasmen. Retrieved from [https://lmsspada.kemdiktisaintek.go.id/pluginfile.php/423304/mod\\_resource/content/1/9-Panduan%20bahan%20ajar%20berbasis%20web.pdf](https://lmsspada.kemdiktisaintek.go.id/pluginfile.php/423304/mod_resource/content/1/9-Panduan%20bahan%20ajar%20berbasis%20web.pdf)
- Handayani, A. A. A. T., Andayani, Y., & Anwar, Y. A. S. (2022). Pengembangan lkpd ipa smp berbasis etnosains terintegrasi culturally responsive transformative teaching (crtt). *Journal of Classroom Action Research*, 4(4), 131–135.  
<https://doi.org/10.56842/jp-ipa.v5i1.278>
- Kosasih. (2021). *Pengembangan Bahan Ajar*. Bumi Aksara. Retrieved from [https://books.google.com/books/about/Pengembangan\\_Bahan\\_Ajar.html?id=UZ9OEAAAQBAJ](https://books.google.com/books/about/Pengembangan_Bahan_Ajar.html?id=UZ9OEAAAQBAJ)
- Mardhatilah, R., Zaini, M., & Kaspul, K. (2022). Pengaruh lkpd-elektronik sistem gerak terhadap hasil belajar dan keterampilan berpikir kritis peserta didik. *Practice of The Science of Teaching Journal: Jurnal Praktisi Pendidikan*, 1(2), 53–64.  
<https://doi.org/10.58362/hafecspost.v1i2.13>
- Mulyatiningsih, E. (2019). *Metode Penelitian Terapan Bidang Pendidikan*. Alfabeta. Retrieved from <https://cvalfabeta.com/product/metode-penelitian-terapan-bidang-pendidikan/>
- Musliman, A., & Damayanti, F. (2024). *GenDerAng: Pembelajaran Sains Berbasis Motivasi*. Literasi Nusantara Abadi Grup. Retrieved from [https://repository-penerbitlitnus.co.id/id/eprint/90/1/GenDerAng%20Pembelajaran%20Sains%20Berbasis%20Motivasi\\_.pdf](https://repository-penerbitlitnus.co.id/id/eprint/90/1/GenDerAng%20Pembelajaran%20Sains%20Berbasis%20Motivasi_.pdf)
- Nadlir, N. (2016). Urgensi pembelajaran berbasis kearifan lokal. *Jurnal Pendidikan Agama Islam (Journal of Islamic Education Studies)*, 2(2), 299–330.

- <https://doi.org/10.15642/jpai.2014.2.2.299-330>
- Nugrohadhi, S., & Chasanah, I. (2022). Identifikasi miskonsepsi siswa kelas x pada pembelajaran reaksi redoks di kurikulum merdeka. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 12(4), 1085–1093. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i4.746>
- Prabowo, A. (2021). Penggunaan liveworksheet dengan aplikasi berbasis web untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 1(10), 383–388. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.87>
- Prastowo, A. (2014). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Diva Press.
- Priilyanti, A., Muderawan, I. W., & Maryam, S. (2021). Analisis kesulitan belajar siswa dalam mempelajari kimia kelas xi. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 5(1), 11–18. <https://doi.org/10.23887/jjpk.v5i1.32402>
- Rahmawati, Y. (2018a). Peranan transformative learning dalam pendidikan kimia: pengembangan karakter, identitas budaya, dan kompetensi abad ke-21. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 8(1), 1–16. <https://doi.org/10.21009/JRPK.081.01>
- Rahmawati, Y. (2018b). Should we transform? Integration cultural ethics and values in chemistry teaching and learning. *1st International Conference on Education Innovation (ICEI 2017)*, 383–385. <https://doi.org/10.2991/icei-17.2018.102>
- Rahmawati, Y., Mardiah, A., Taylor, E., Taylor, P. C., & Ridwan, A. (2023). Chemistry learning through culturally responsive transformative teaching (crtt): educating indonesian high school students for cultural sustainability. *Sustainability*, 15(8), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su15086925>
- Rahmawati, Y., & Ridwan, A. (2017). Empowering students' chemistry learning: the integration of ethnochemistry in culturally responsive teaching. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, 26(6), 813–830.
- Rahmawati, Y., Ridwan, A., Faustine, S., & Mawarni, P. C. (2020). Pengembangan soft skills siswa melalui penerapan culturally responsive transformative teaching (crtt) dalam pembelajaran kimia. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 6(1), 86–96. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v6i1.317>
- Ramadani, A., & Linda, R. (2022). Kesulitan belajar pada materi pelajaran reaksi reduksi dan oksidasi siswa sma. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Kimia*, 1(1), 61–65. Retrieved from <http://proceedings.radenfatah.ac.id/index.php/snpk/article/view/54>
- Riduwan. (2015). *Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian*. Alfabeta. Retrieved from <https://cvalfabeta.com/product/cskala-pengukuran-variabel-variabel-penelitian/>
- Rustamana, A., Sahl, K. H., Ardianti, D., & Sholihin, A. H. S. (2024). Penelitian dan pengembangan (research & development) dalam pendidikan. *Jurnal Bima: Pusat Publikasi Ilmu Pendidikan Bahasa Dan Sastra*, 2(3), 60–69. <https://doi.org/10.61132/bima.v2i3.1014>
- Sasmita, A., Melati, H. A., & Lestari, I. (2017). Deskripsi kesalahan siswa pada konsep reaksi reduksi oksidasi di kelas x sma negeri 5 pontianak. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 6(12), 1–12. <https://doi.org/10.26418/jppk.v6i12.23065>
- Septiani, D. A., Andayani, Y., & Astuti, B. R. P. (2024). Penerapan model problem based learning terintegrasi culturally responsive teaching untuk meningkatkan hasil belajar kimia. *DIDAKTIKA: Jurnal Penelitian Tindakan Kelas*, 2(1), 29–36. <https://doi.org/10.63757/jptk.v2i1.16>
- Sudikan, S. Y., Indarti, T., & Faizin. (2023). *Metode Penelitian & Pengembangan (Research & Development) dalam Pendidikan dan Pembelajaran*. UMM Press. Retrieved from <https://ummpress.umm.ac.id/buku/detail/metode-penelitian-dan-pengembangan-research-and-development-dalam-pendidikan-dan-pembelajaran>
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta. Retrieved from <https://cvalfabeta.com/product/metode-penelitian-kuantitatif-kualitatif-dan-rd-mpkk-lama/>
- Susilawati, S. A., Musiyam, M., & Wardana, Z. A. (2021). *Pengantar Pengembangan Bahan dan Media Ajar*. Muhammadiyah University Press. Retrieved from <https://mup.ums.ac.id/shop/keguruan-ilmu-pendidikan/pengantar-pengembangan-bahan-media-ajar>

- Suwastini, N. M. S., Agung, A. A. G., & Sujana, I. W. (2022). Lkpd sebagai media pembelajaran interaktif berbasis pendekatan saintifik dalam muatan ipa sekolah dasar. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan*, 6(2), 311–320.  
<https://doi.org/10.23887/jppp.v6i2.48304>
- Umbaryati, U. (2016). Pentingnya lkpd pada pendekatan scientific pembelajaran matematika. *PRISMA, prosiding seminar nasional matematika*, 217–225. Retrieved from  
<https://journal.unnes.ac.id/sju/prisma/article/view/21473>
- Wardani, L. K., Mulyani, B., Ariani, S. R. D., Yamtinah, S., Masykuri, M., Ulfa, M., & Shidiq, A. S. (2023). The effect of an ethnochemistry-based culturally responsive teaching approach to improve cognitive learning outcomes on green chemistry material in high school. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(12), 11029–11037.  
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i12.5532>
- Widoyoko, E. P. (2016). *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Pustaka Pelajar. Retrieved from  
<https://pustakapelajar.co.id/product/teknik-penyusunan-instrumen-penelitian>
- Winarni, E. W. (2021). *Teori dan Praktik Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, PTK, dan R&D*. Bumi Aksara. Retrieved from  
[https://books.google.com/books/about/Teori\\_dan\\_Praktik\\_Penelitian\\_Kuantitatif.html?id=Fx0mEAAAQBAJ](https://books.google.com/books/about/Teori_dan_Praktik_Penelitian_Kuantitatif.html?id=Fx0mEAAAQBAJ)
- Yakina, Y., Kurniati, T., & Fadhilah, R. (2017). Analisis kesulitan belajar siswa pada mata pelajaran kimia kelas x di sma negeri 1 sungai ambawang. *Ar-Razi Jurnal Ilmiah*, 5(2), 288–297.
- Yasa, I. W. A. P., Putra, R. W., Kurniawan, H., Ruslan, A., Muhdaliha, B., Suryani, R. I., Dwitasari, P., Jayanegara, I. N., Mustikadara, I. S., Asia, S. N., Prasetyo, D., Alamin, R. Y., Negoro, A. T., Anggasta, B., Lesmana, P. S. W., Sutarwiyasa, I. K., Ramadhani, N., & Judijanto, L. (2024). *Desain Komunikasi Visual (Teori dan Perkembangannya)*. Sonpedia Publishing Indonesia. Retrieved from  
<https://buku.sonpedia.com/2024/04/desain-komunikasi-visual.html>

## PROFIL SINGKAT

**Naura Lulu Nadhifa Athallah** merupakan mahasiswa S1 Pendidikan Kimia di Universitas Riau. Minat penulisan mencakup pembelajaran kimia SMA di sekolah. Informasi kontak: [naura.lulu0476@student.unri.ac.id](mailto:naura.lulu0476@student.unri.ac.id)

**Prof. Dr. H. Jimmi Copriady, M.Si.** merupakan Dosen Pendidikan Kimia dan Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) periode 2023–2027 di Universitas Riau. Riwayat pendidikan S1 dan S2 di Universitas Padjadjaran dan S3 di Universiti Kebangsaan Malaysia. Informasi kontak: [j.copriady@lecturer.unri.ac.id](mailto:j.copriady@lecturer.unri.ac.id)

**Dr. Lenny Anwar, S.Si., M.Si.** merupakan Dosen Pendidikan Kimia di Universitas Riau. Riwayat pendidikan S1 di Universitas Syiah Kuala, S2 dan S3 di Universitas Andalas. Informasi kontak: [lenny.anwar@lecturer.unri.ac.id](mailto:lenny.anwar@lecturer.unri.ac.id)