

**PENGEMBANGAN *GAME* INTERAKTIF *REDOX BALL*
BERORIENTASI KEMAMPUAN KOGNITIF
PADA MATERI REAKSI REDUKSI-OKSIDASI**

SKRIPSI

Diajukan untuk Mengikuti Sidang Munaqasyah



Lala Aulia Nurhalizah
NIM. 1222080043

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UIN SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG
2026**

ABSTRAK

Lala Aulia Nurhalizah : Pengembangan *Game* Interaktif *Redox Ball*
(1222080043) Berorientasi Kemampuan Kognitif pada Materi
Reaksi Reduksi-Oksidasi.

Materi redoks bersifat abstrak dan menuntut kemampuan kognitif, namun kemampuan kognitif peserta didik pada materi redoks masih rendah dan belum tersedia *game* redoks yang dirancang berdasarkan indikator kemampuan kognitif. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan tampilan, hasil uji validasi, dan hasil uji kelayakan *game* interaktif *Redox Ball*. Metode yang digunakan adalah *Design-Based Research* (DBR). *Game* dimainkan melalui lima level yang disusun berdasarkan indikator kemampuan kognitif, dilengkapi umpan balik tiap soal serta *reward* dan rekapitulasi skor di akhir permainan. Hasil uji validasi memperoleh rata-rata r_{hitung} 0,85 yang lebih besar daripada r_{kritis} yang telah ditetapkan sebesar 0,3, sehingga produk valid dengan interpretasi tinggi. Hasil uji kelayakan oleh responden memperoleh persentase rata-rata 86%, sehingga *game* interaktif *Redox Ball* dinyatakan sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran kimia yang berorientasi pada kemampuan kognitif.

Kata Kunci: *Game* Interaktif *Redox Ball*, Kemampuan Kognitif, Reaksi Reduksi-Oksidasi.



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI



LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lala Aulia Nurhalizah
Tempat, tanggal lahir : Ciamis, 17 September 2003
NIM : 1222080043
Fakultas/Prodi : Tarbiyah dan Keguruan/Pendidikan Kimia
Judul Skripsi : Pengembangan *Game* Interaktif *Redox Ball*
Berorientasi Kemampuan Kognitif pada Materi
Reaksi Reduksi-Oksidasi
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Nurhayati, M.Si.
2. Dr. Citra Deliana Dewi Sundari, M.Si.

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan plagiasi atau duplikasi dari karya orang lain, kecuali pada bagian-bagian yang secara tertulis diacu dan disebutkan sumbernya sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil plagiasi atau ditulis oleh pihak lain, saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, termasuk pencabutan gelar akademik yang telah saya peroleh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandung, Agustus 2026

Yang membuat pernyataan



Lala Aulia Nurhalizah

NIM. 1222080043

MOTTO

مَنْ سَارَ عَلَى الدَّرَبِ وَصَلَ

“Barang siapa terus berjalan di jalannya, ia akan sampai.”



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Pengembangan Game Interaktif Redox Ball Berorientasi Kemampuan Kognitif pada Materi Reaksi Reduksi-Oksidasi"** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) pada Program Studi Pendidikan Kimia, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW., keluarga, sahabat, serta seluruh umatnya hingga akhir zaman.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak H. Fakry Hamdani, M.Hum., M.Res., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
2. Ibu Dr. Sumiyati Sa'adah, M.Si., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
3. Ibu Dr. Risa Rahmawati Sunarya, M.Pkim. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Kimia.
4. Dr. Nurhayati, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Dr. Citra Deliana Dewi Sundari, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, koreksi, dan motivasi kepada penulis hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
6. Seluruh dosen dan staf Program Studi Pendidikan Kimia yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan bantuan administratif selama masa perkuliahan.

Penulis berharap semoga segala bantuan, bimbingan, dan kebaikan yang telah diberikan mendapat balasan terbaik dari Allah SWT. Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu,

penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi salah satu sumber informasi dalam pengembangan media pembelajaran kimia..

Bandung, 8 Agustus 2026

Lala Aulia Nurhalizah



DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Kerangka Berpikir.....	4
F. Hasil-Hasil Penelitian yang Relevan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
A. <i>Game</i> Interaktif sebagai Media Pembelajaran Kimia	10
B. Kemampuan Kognitif dalam Pembelajaran Kimia	13
C. Reaksi Reduksi-Oksidasi	15
BAB III METODE PENELITIAN	23
A. Pendekatan dan Metode Penelitian	23
B. Jenis dan Sumber Data	27
C. Teknik Pengumpulan Data.....	28
D. Teknik Analisis Data.....	29
E. Tempat dan Waktu Penelitian.....	32
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	33
A. Hasil Penelitian	33
B. Pembahasan.....	59

BAB V PENUTUP	68
A. Simpulan	68
B. Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN-LAMPIRAN	75
Lampiran A Instrumen Penelitian	75
Lampiran B Hasil Penelitian	119
Lampiran C Pengolahan Data	135
Lampiran D Dokumen.....	139



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Potensial reduksi standar beberapa setengah-reaksi pada 25°C.....	20
Tabel 3.1 Perangkat yang Digunakan dalam Pengembangan Produk.....	24
Tabel 3.2 Teknik Pengumpulan Data	29
Tabel 3.3 Nilai Validitas	30
Tabel 3.4 Persentase Kelayakan (Arikunto, 2021).....	31
Tabel 4.1 Hubungan Antara Indikator Soal, Tingkat Kognitif, Dan Level <i>Game</i>	34
Tabel 4.2 Contoh Soal Berdasarkan Indikator Kognitif pada Level 1	42
Tabel 4.3 Contoh Soal Berdasarkan Indikator Kognitif pada Level 2	44
Tabel 4.4 Contoh Soal Berdasarkan Indikator Kognitif pada Level 3	45
Tabel 4.5 Contoh Soal Berdasarkan Indikator Kognitif pada Level 4	47
Tabel 4.6 Contoh Soal Berdasarkan Indikator Kognitif pada Level 5	48
Tabel 4.7 Hasil Saran dan Perbaikan	51
Tabel 4.8 Aspek Desain Pembelajaran.....	52
Tabel 4.9 Aspek Perangkat Lunak	53
Tabel 4.10 Aspek Bahasa dan Komunikasi.....	54
Tabel 4.11 Rata-rata hasil uji validasi dari semua aspek	55
Tabel 4.12 Aspek Komunikasi Visual.....	56
Tabel 4.13 Aspek Operasional	57
Tabel 4.14 Aspek Desain Pembelajaran.....	58
Tabel 4.15 Hasil Uji Kelayakan <i>Game Interaktif Redox Ball</i>	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kerangka Berpikir	6
Gambar 3.1 Prosedur Penelitian	26
Gambar 4.1 Halaman Utama	39
Gambar 4.2 Petunjuk Penggunaan	39
Gambar 4.3 Profil Pengembang	39
Gambar 4.4 (a) Pemberitahuan mempelajari materi, (b) Tampilan tujuan pembelajaran, (c) Tampilan video materi.....	40
Gambar 4.5 Halaman Level.....	41
Gambar 4.6 (a) Tampilan awal level 1 (b) Tampilan level selesai.....	41
Gambar 4.7 (a) Tampilan soal level 1, (b) Jawaban soal level 1.....	42
Gambar 4.8 (a) Tampilan awal level 2, (b) Tampilan level selesai.....	43
Gambar 4.9 (a) Tampilan soal level 2, (b) Jawaban soal level 2.....	43
Gambar 4.10 (a) Tampilan awal level 3, (b) Tampilan level selesai.....	44
Gambar 4.11 (a) Tampilan soal level 3, (b) Jawaban soal level 3.....	45
Gambar 4.12 (a) Tampilan awal level 4, (b) Tampilan level selesai.....	46
Gambar 4.13 (a) Tampilan soal level 4, (b) Jawaban soal level 4.....	46
Gambar 4.14 (a) Tampilan awal level 5, (b) Tampilan level selesai.....	47
Gambar 4.15 (a) Tampilan soal level 5, (b) Jawaban soal level 5, (c) Soal lanjutan, (d) Jawaban soal lanjutan	48
Gambar 4.16 (a) Tampilan umpan balik jawaban benar, (b) Tampilan umpan balik jawaban salah, (c) Tampilan umpan balik kesempatan habis.....	49
Gambar 4.17 (a) Tampilan penghargaan, (b) Tampilan rekap skor akhir.	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Analisis Konsep Reaksi Reduksi-oksidasi	82
Lampiran A.2 Peta Konsep reaksi redoks.....	86
Lampiran A.3 <i>Flowchart</i>	87
Lampiran A.4 <i>Storyboard</i>	88
Lampiran A.5 Rubrik Penilaian Soal	95
Lampiran A.6 Angket Uji Validasi	113
Lampiran A.7 Angket Uji Kelayakan.....	116
Lampiran B.1 Hasil uji validasi	120
Lampiran B.2 Hasil uji kelayakan.....	129
Lampiran C.1 Pengolahan data uji validasi	136
Lampiran C.2 Pengolahan data uji kelayakan.....	138



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kemampuan kognitif peserta didik dalam pembelajaran kimia masih menghadapi berbagai tantangan. Peserta didik masih mengalami kesulitan dalam mempertahankan pengetahuan yang telah diperoleh serta mengembangkan kemampuan kognitifnya sehingga pencapaian hasil belajar belum optimal (Rerung dkk., 2022). Kondisi tersebut juga terlihat pada materi reaksi reduksi-oksidasi, di mana pencapaian kompetensi kognitif peserta didik masih tergolong rendah dengan rata-rata hanya mencapai 51,17% dan 45,67% (Lestariningtias dkk., 2020). Padahal, kemampuan kognitif berperan penting dalam membangun struktur pengetahuan, memahami konsep, serta menyelesaikan berbagai permasalahan kimia (Zhang dkk., 2021). Rendahnya kemampuan tersebut salah satunya dipengaruhi oleh pembelajaran yang masih didominasi pendekatan konvensional sehingga keterlibatan peserta didik dalam proses belajar menjadi kurang optimal (Rahmah & Widjajanti, 2022). Selain itu, perbedaan kemampuan kognitif antarpeserta didik menuntut penerapan pembelajaran yang mampu melatih berbagai jenjang proses kognitif secara berkelanjutan (Nurhanisah dkk., 2020). Kebutuhan ini menjadi semakin penting pada materi reaksi reduksi-oksidasi karena peserta didik harus memiliki pemahaman konseptual yang baik untuk mengidentifikasi zat yang mengalami oksidasi dan reduksi serta menentukan agen pengoksidasi dan pereduksi secara tepat dalam berbagai reaksi kimia (Pratami dkk., 2026).

Upaya untuk mengembangkan aspek kognitif peserta didik telah banyak dilakukan melalui penerapan berbagai model pembelajaran. Model *Guided Inquiry* berbantuan e-LKPD digunakan untuk mengembangkan kemampuan kognitif peserta didik pada materi reaksi reduksi-oksidasi (Putri dkk., 2021). Model *Process-Oriented Guided Inquiry Learning* (POGIL) diterapkan pada materi hidrokarbon untuk mengembangkan hasil belajar kognitif peserta didik. (Mahfuzah dkk., 2025). Penerapan *Problem Based Learning* (PBL) juga digunakan dalam pembelajaran kimia untuk mengembangkan kemampuan hasil belajar kognitif peserta didik (Asiyah dkk., 2021). Media pembelajaran telah banyak dikembangkan

untuk mendukung hasil belajar kognitif peserta didik (Azizah dkk., 2022). Berbagai model pembelajaran tersebut menegaskan pentingnya pembelajaran yang menantang, kontekstual, dan melibatkan peserta didik secara aktif dalam mengembangkan kemampuan kognitif.

Pendekatan berbasis *game* telah banyak digunakan dalam pembelajaran kimia untuk mendukung motivasi dan keterlibatan peserta didik (Elmali dkk., 2026). Selain itu, kajian terhadap penerapan *game* dalam pembelajaran kimia menunjukkan bahwa media berbasis *game* dapat mendukung pemahaman konsep melalui aktivitas belajar yang menyenangkan (Byusa dkk., 2022). Pengembangan *game* pada materi kimia juga telah dilakukan pada berbagai topik. Pada materi asam-basa, Salsabilah & Lutfi (2025) mengembangkan *game* edukasi *ACIBA Portal Games* yang memperoleh respons positif terhadap minat dan hasil belajar peserta didik. Selain itu, Nazar dkk. (2020) mengembangkan *game* berbasis Android pada materi sistem koloid sebagai media pembelajaran kimia yang praktis dan mudah digunakan. Dewi & Lutfi (2021) mengembangkan *game Chem-Rox* pada materi reaksi reduksi-oksidasi yang terdiri atas tiga level permainan. Peserta didik perlu menjawab sejumlah soal dengan benar untuk melanjutkan ke level berikutnya. *Chem-Rox* dilaporkan dapat meningkatkan hasil belajar dan motivasi belajar peserta didik.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa *game* interaktif memungkinkan peserta didik berinteraksi secara langsung dengan materi melalui aktivitas yang disusun secara bertahap sesuai indikator kemampuan kognitif. Meskipun telah terdapat *game* pada materi reaksi reduksi-oksidasi, seperti *Chem-Rox*, masih terdapat peluang untuk mengembangkan *game* interaktif yang dirancang berdasarkan indikator kemampuan kognitif. *Redox Ball* memberikan umpan balik langsung disertai penjelasan konsep, serta menerapkan sistem poin dan *reward* berdasarkan pencapaian peserta didik dalam permainan. Dalam *game* ini, peserta didik diarahkan untuk mengingat konsep dasar, memahami dan menerapkan konsep, hingga menganalisis dan mengevaluasi permasalahan pada materi reaksi reduksi-oksidasi. Karakteristik tersebut sesuai dengan materi reaksi reduksi-oksidasi yang mencakup konsep-konsep yang saling berkaitan dan memerlukan

pemahaman secara bertahap. Namun, belum ada penelitian yang mengembangkan *game* interaktif pada materi reaksi reduksi-oksidasi yang dirancang berdasarkan indikator kemampuan kognitif. Oleh karena itu, peneliti mengangkat judul penelitian **"Pengembangan *Game* Interaktif *Redox Ball* Berorientasi Kemampuan Kognitif pada Materi Reaksi Reduksi-Oksidasi."**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian pengembangan *game* interaktif *Redox Ball* pada materi reaksi reduksi-oksidasi meliputi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana tampilan *game* interaktif *Redox Ball* berorientasi kemampuan kognitif pada materi reaksi reduksi-oksidasi?
2. Bagaimana hasil uji validasi *game* interaktif *Redox Ball* berorientasi kemampuan kognitif pada materi reaksi reduksi-oksidasi?
3. Bagaimana hasil uji kelayakan *game* interaktif *Redox Ball* berorientasi kemampuan kognitif pada materi reaksi reduksi-oksidasi?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *game* interaktif *Redox Ball* pada materi reaksi reduksi-oksidasi:

1. Mendeskripsikan tampilan *game* interaktif *Redox Ball* berorientasi kemampuan kognitif pada materi reaksi reduksi-oksidasi.
2. Menganalisis hasil uji validasi *game* interaktif *Redox Ball* berorientasi kemampuan kognitif pada materi reaksi reduksi-oksidasi.
3. Menganalisis hasil uji kelayakan *game* interaktif *Redox Ball* berorientasi kemampuan kognitif pada materi reaksi reduksi-oksidasi.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menjadi alternatif media pembelajaran bagi guru dalam menyampaikan materi reaksi reduksi-oksidasi melalui pengembangan *game* interaktif *Redox Ball* yang interaktif, kontekstual, dan mudah dipahami oleh peserta didik.

2. Menyediakan media pembelajaran berbasis *game* interaktif yang dirancang untuk melatih kemampuan kognitif peserta didik pada materi reaksi reduksi-oksidasi.
3. Menciptakan lingkungan pembelajaran yang interaktif dan menyenangkan untuk meningkatkan minat dan rasa ingin tahu peserta didik, serta mendukung latihan kemampuan kognitif dalam memahami materi reaksi reduksi-oksidasi.

E. Kerangka Berpikir

Materi reaksi reduksi-oksidasi merupakan salah satu materi kimia yang menuntut kemampuan kognitif secara bertingkat. Peserta didik tidak hanya dituntut untuk mengingat definisi oksidasi dan reduksi, tetapi juga memahami konsep bilangan oksidasi, menerapkan aturan penentuannya, menganalisis perpindahan elektron, serta mengevaluasi penyelesaian reaksi redoks. Tuntutan kognitif tersebut dapat menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami materi redoks secara menyeluruh, terutama pada konsep yang bersifat abstrak dan simbolik, seperti perubahan bilangan oksidasi dan transfer elektron. Selain itu, keterbatasan penggunaan media pembelajaran yang interaktif menyebabkan peserta didik belum memperoleh kesempatan yang optimal untuk berlatih memahami konsep redoks secara bertahap.

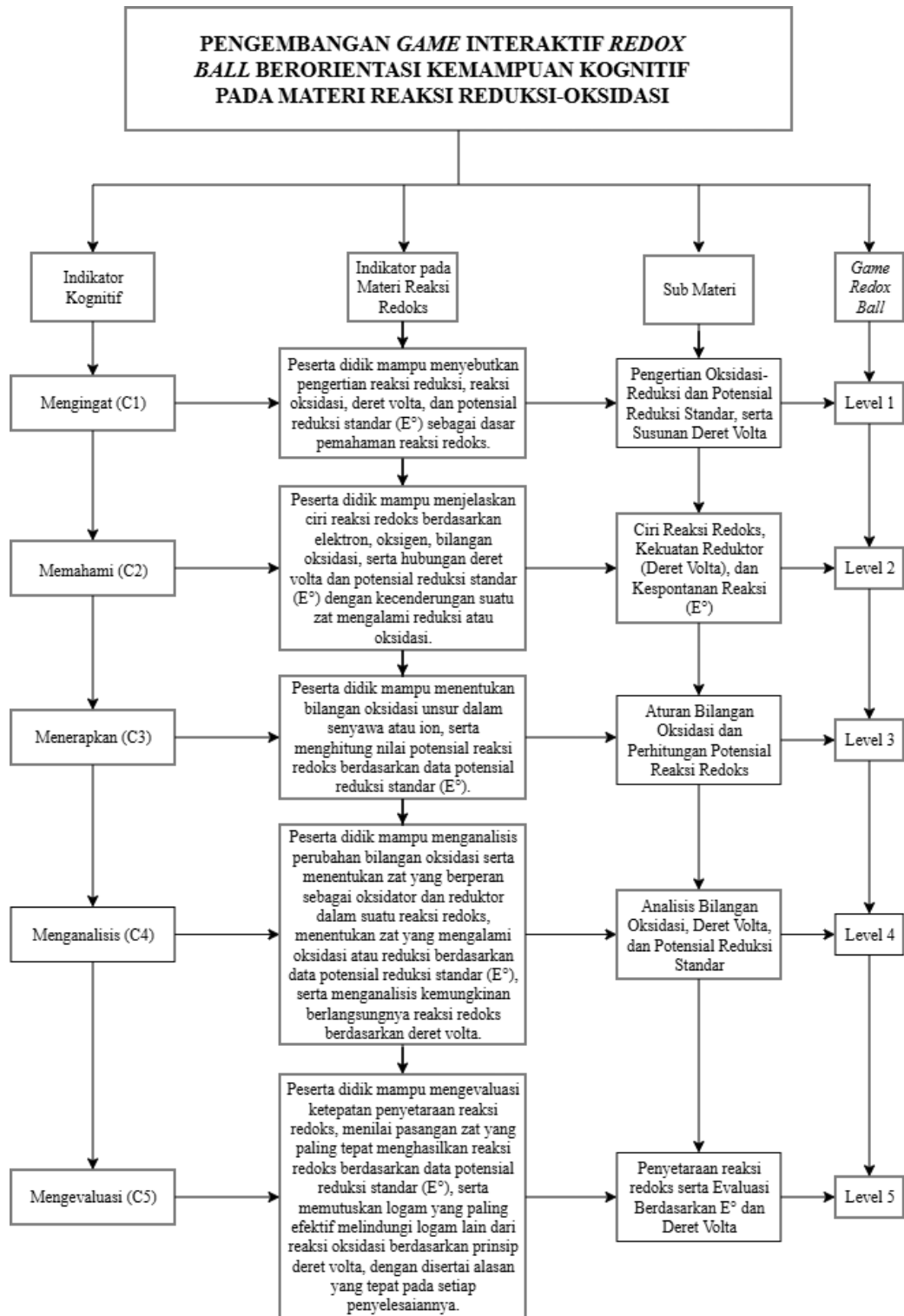
Untuk mendukung pembelajaran materi tersebut, diperlukan media pembelajaran yang tidak hanya menarik, tetapi juga dirancang secara terstruktur berdasarkan indikator kemampuan kognitif. *Game* interaktif dipilih karena memungkinkan peserta didik berinteraksi langsung dengan materi melalui aktivitas yang bertahap, pemberian umpan balik, dan tantangan yang disesuaikan dengan tingkat kemampuan kognitif. Oleh karena itu, dikembangkan *game* interaktif *Redox Ball* sebagai media pembelajaran yang mengintegrasikan unsur permainan dengan materi reaksi reduksi-oksidasi. Penyusunan indikator kemampuan kognitif dalam *game* ini mengacu pada Taksonomi Bloom revisi yang memberikan kerangka penjenjangan proses berpikir dari tingkat rendah menuju tingkat yang lebih kompleks (Nafiati, 2021). Taksonomi Bloom revisi mengelompokkan proses kognitif menjadi mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta (Listiani & Rachmawati, 2022). Penjenjangan tersebut digunakan

sebagai dasar dalam menyusun soal secara bertahap sesuai dengan tingkat kemampuan kognitif peserta didik.

Game interaktif *Redox Ball* dirancang dalam lima level yang disesuaikan dengan jenjang kemampuan kognitif C1 hingga C5. Kebaruan *Redox Ball* terletak pada penyusunan latihan kemampuan kognitif secara bertahap dari C1 hingga C5 dalam lima level permainan, yang dilengkapi dengan umpan balik, poin, dan *reward*. Level 1 mengarah pada C1 (mengingat) melalui pengenalan konsep dasar redoks, level 2 mengarah pada C2 (memahami) melalui pemahaman karakteristik reaksi redoks, level 3 mengarah pada C3 (menerapkan) melalui penentuan bilangan oksidasi dan perhitungan potensial reaksi, level 4 mengarah pada C4 (menganalisis) melalui analisis perubahan bilangan oksidasi serta kecenderungan berlangsungnya reaksi berdasarkan Deret Volta dan potensial standar reaksi, sedangkan level 5 mengarah pada C5 (mengevaluasi) melalui evaluasi ketepatan reaksi redoks dan pemilihan alternatif berdasarkan prinsip yang telah dipelajari. Pada jenjang C6 (mencipta), peserta didik diarahkan untuk menghasilkan atau merancang sesuatu berdasarkan konsep yang telah dipelajari, misalnya merancang metode perlindungan suatu logam dari korosi berdasarkan prinsip reaksi redoks. Aktivitas tersebut belum menjadi bagian dari *Redox Ball* karena cakupan latihan kemampuan kognitif dalam permainan dibatasi hingga jenjang mengevaluasi (C5). Selain penyajian latihan secara berjenjang, *game* juga dilengkapi dengan umpan balik terhadap jawaban peserta didik sehingga memberikan kesempatan untuk berlatih secara lebih interaktif.

Berdasarkan uraian tersebut, pengembangan *game* interaktif *Redox Ball* berorientasi kemampuan kognitif diharapkan menghasilkan media pembelajaran pada materi reaksi reduksi-oksidasi yang memenuhi kriteria valid dan layak digunakan. Kemampuan kognitif dalam penelitian ini digunakan sebagai dasar dalam merancang tahapan latihan pada *game* dan tidak diukur sebagai hasil atau peningkatan kemampuan peserta didik. Penelitian ini difokuskan pada kesesuaian penyajian materi dan soal interaktif dengan materi reaksi reduksi-oksidasi serta tahapan kemampuan kognitif C1 hingga C5, serta pengujian validitas dan

kelayakan produk yang dikembangkan. Kerangka berpikir penelitian ini disajikan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kerangka Berpikir

F. Hasil-Hasil Penelitian yang Relevan

Beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan pengembangan *game* edukasi pada pembelajaran kimia diuraikan sebagai berikut. Penelitian-penelitian ini menjadi acuan sekaligus menegaskan posisi kebaruan penelitian yang dikembangkan. Dewi & Lutfi (2021) mengembangkan *Chem-Rox Games*, yaitu media pembelajaran berbasis permainan pada konsep reaksi reduksi-oksidasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media tersebut efektif digunakan dan mendukung peningkatan hasil belajar serta motivasi belajar peserta didik. Penelitian ini relevan karena membahas materi yang sama, tetapi *Chem-Rox Games* belum memiliki interaktivitas permainan yang dikembangkan secara sistematis seperti pada *Redox Ball*.

Salsabilah & Lutfi (2025) mengembangkan *game* edukasi *ACIBA Portal Games* pada materi asam basa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *game* tersebut memperoleh respon positif dari peserta didik terhadap minat dan hasil belajar. Penelitian ini relevan dalam hal pengembangan media berbasis *game* pada pembelajaran kimia, meskipun berbeda pada materi dan orientasi kemampuan kognitifnya. Khaerudin dkk. (2023) melalui desain didaktis pada konsep reaksi reduksi-oksidasi menemukan bahwa materi redoks memerlukan penyajian yang terstruktur untuk mengurangi hambatan belajar peserta didik. Penelitian tersebut memperkuat urgensi perancangan media redoks yang sistematis, sebagaimana menjadi fokus penelitian ini.

Kajian oleh Elmali dkk. (2026) melalui tinjauan literatur sistematis menyimpulkan bahwa pendekatan berbasis permainan efektif untuk membelajarkan konsep kimia yang abstrak serta berdampak positif terhadap motivasi dan keterlibatan peserta didik. Temuan ini mendukung pemilihan pendekatan *game* interaktif dalam penelitian ini, sekaligus menegaskan bahwa perancangan berbasis indikator kemampuan kognitif merupakan aspek yang masih perlu dikembangkan lebih lanjut. Li dkk. (2024) mengembangkan sebuah *game* edukasi kimia berbentuk *board game* yang dirancang berdasarkan mekanisme kognitif, kemudian mengevaluasi perolehan pengetahuan, pengalaman bermain, serta keterlibatan peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *game* yang dirancang

berdasarkan mekanisme kognitif mampu memfasilitasi perolehan pengetahuan sekaligus menghadirkan pengalaman bermain yang positif. Penelitian ini merupakan yang paling dekat dengan penelitian yang dikembangkan, karena sama-sama menekankan orientasi kognitif dalam perancangan *game* kimia. Perbedaannya terletak pada bentuk media dan materi, karena penelitian ini mengembangkan *game* interaktif digital pada materi reaksi reduksi-oksidasi dengan penjenjangan kognitif C1 hingga C5.

Suryati dkk. (2022) mengembangkan e-modul interaktif pada materi reaksi redoks dan elektrokimia berbasis *nature of science* untuk menumbuhkan literasi sains peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media tersebut memperoleh persentase kelayakan yang tinggi, yaitu sebesar 82% dari ahli materi, 85% dari ahli media, serta 86,8% dari uji coba siswa, sehingga dinyatakan layak digunakan. Penelitian ini relevan karena mengembangkan media interaktif pada materi yang sama, yaitu reaksi redoks. Perbedaannya, media tersebut berbentuk e-modul yang berorientasi pada literasi sains, sedangkan penelitian ini mengembangkan *game* interaktif yang berorientasi pada indikator kemampuan kognitif. Yenti & Fah (2024) mengembangkan media pembelajaran berbasis *web* Google Sites pada materi reaksi redoks melalui tahapan perancangan yang mencakup penyusunan *storyboard* dan validasi ahli. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media tersebut dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran pada materi reaksi redoks. Penelitian ini relevan karena mengembangkan media pada materi redoks dengan tahapan perancangan yang serupa, termasuk penggunaan *storyboard*. Perbedaannya terletak pada jenis media dan orientasinya, karena penelitian ini mengembangkan *game* interaktif yang secara khusus dirancang berdasarkan jenjang kemampuan kognitif peserta didik.

Berdasarkan berbagai penelitian terdahulu tersebut, dapat disimpulkan bahwa *game* edukasi kimia pada umumnya dinilai valid dan layak digunakan sebagai media pembelajaran, dan sebagian penelitian bahkan menunjukkan hasil yang positif terhadap motivasi maupun hasil belajar. Namun, sebagian besar penelitian belum secara khusus merancang media pembelajaran yang berorientasi pada indikator kemampuan kognitif, khususnya pada materi reaksi reduksi-

oksidasi. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada pengembangan *game* interaktif *Redox Ball* yang dirancang berdasarkan indikator kemampuan kognitif, hingga tahap uji kelayakan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. *Game* Interaktif sebagai Media Pembelajaran Kimia

Media pembelajaran merupakan sarana pendukung dalam proses pembelajaran yang bertujuan untuk membantu terciptanya suasana belajar yang lebih interaktif dan efektif bagi peserta didik. Salah satu bentuk inovasi yang berkembang dalam pembelajaran kimia adalah penggunaan *game* interaktif, yang terbukti mampu meningkatkan motivasi belajar sekaligus hasil belajar siswa. Dalam konteks pembelajaran kimia, *game* interaktif sangat relevan karena karakteristik ilmu kimia yang abstrak dan membutuhkan visualisasi konsep-konsep mikroskopis. Byusa dkk. (2022) menjelaskan bahwa *game* pembelajaran kimia berperan penting dalam membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak dengan memanfaatkan representasi visual dan simulasi interaktif. Lingkungan belajar yang disediakan oleh *game* memungkinkan siswa melakukan eksplorasi tanpa rasa takut melakukan kesalahan, karena kesalahan tersebut menjadi bagian dari proses pembelajaran.

Menurut Plass dkk. (2015) *game* interaktif memfasilitasi pembelajaran konstruktivis dengan memberikan lingkungan di mana siswa dapat mengeksplorasi, bereksperimen, dan membangun pemahaman mereka sendiri tentang konsep kimia. Dengan pendekatan ini, siswa tidak hanya menerima materi secara satu arah, tetapi terlibat aktif dalam membangun pemahamannya sendiri. Selain itu, Hu dkk. (2022) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis permainan pada mata pelajaran kimia terbukti lebih efektif dalam meningkatkan aspek kognitif, retensi, serta motivasi siswa dibandingkan dengan pembelajaran non-*game*. Peningkatan motivasi intrinsik tersebut muncul melalui elemen-elemen seperti tantangan, umpan balik, dan sistem penghargaan dalam permainan, yang pada gilirannya memberikan dampak positif terhadap keterlibatan siswa dalam pembelajaran.

Game interaktif memiliki beberapa keunggulan dalam pembelajaran kimia. Menurut Lutfi dkk. (2023) keunggulan tersebut meliputi peningkatan motivasi dan keterlibatan siswa, penyediaan umpan balik instan, kemampuan untuk belajar

mandiri, serta peningkatan retensi jangka panjang hasil belajar. Selain meningkatkan keaktifan, *game* juga mendukung pembelajaran yang bersifat individual, karena memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar sesuai dengan kecepatan belajar masing-masing. Peran guru tetap krusial dalam pembelajaran berbasis *game*. Hu dkk. (2022) dalam analisis fitur desain instruksionalnya menunjukkan bahwa efektivitas *game* pembelajaran kimia sangat dipengaruhi oleh bagaimana *game* tersebut diintegrasikan dengan bimbingan dan struktur instruksional, bukan sekadar dimainkan secara mandiri tanpa arahan guru. Guru perlu memfasilitasi diskusi, menghubungkan pengalaman siswa dalam *game* dengan konsep kimia yang lebih luas, serta membantu siswa mentransfer hasil pembelajaran dari konteks *game* ke konteks kehidupan nyata.

Hasil penelitian Byusa dkk. (2022) menunjukkan bahwa siswa yang belajar menggunakan *game* digital memiliki tingkat *self-efficacy* yang lebih tinggi dibandingkan siswa yang belajar menggunakan *game* non-digital. Keberhasilan siswa dalam menyelesaikan tantangan pada *game* diduga berkontribusi terhadap timbulnya rasa pencapaian (*sense of achievement*), yang pada gilirannya berdampak pada peningkatan kepercayaan diri siswa dalam menghadapi materi kimia yang lebih kompleks. *Game* interaktif dalam pembelajaran kimia dapat dikelompokkan berdasarkan moda penyampaiannya, yaitu *game* digital yang dimainkan melalui perangkat komputer atau ponsel, dan *game* non-digital seperti permainan kartu atau papan. Byusa dkk. (2022) dalam kajian sistematisnya terhadap *game* pembelajaran kimia mengidentifikasi bahwa kedua moda tersebut sama-sama digunakan secara luas, namun cenderung diterapkan pada topik kimia yang berbeda-beda, mulai dari struktur atom, ikatan kimia, hingga reaksi kimia, sesuai dengan karakteristik konsep yang ingin divisualisasikan.

Selain berdasarkan moda penyampaian, *game* interaktif juga dapat dibedakan berdasarkan mekanisme permainannya, seperti kuis, simulasi, maupun permainan berbasis skenario, yang masing-masing memiliki kecocokan berbeda tergantung pada tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Efektivitas *game* interaktif tidak semata-mata ditentukan oleh keberadaan elemen permainan, melainkan oleh bagaimana elemen tersebut dirancang secara instruksional. Terdapat beberapa

prinsip yang perlu diperhatikan dalam merancang *game* interaktif untuk pembelajaran kimia.

1. Umpan Balik dan Penyesuaian Tingkat Kesulitan

Hu dkk. (2022) menemukan bahwa fitur desain seperti umpan balik yang sesuai dan tingkat kesulitan yang disesuaikan secara bertahap berkontribusi lebih besar terhadap capaian belajar dibanding sekadar keberadaan elemen hiburan semata. *Game* interaktif yang baik perlu memberikan respons langsung atas jawaban atau tindakan siswa, serta menaikkan tingkat kesulitan materi secara bertahap agar siswa tidak mengalami kesulitan yang melampaui kemampuannya pada satu waktu.

2. Elemen Motivasional

Plass dkk. (2015) menjelaskan bahwa *game* edukatif dapat meningkatkan motivasi intrinsik siswa melalui elemen-elemen seperti tantangan, umpan balik, dan sistem penghargaan (*reward system*). Motivasi yang timbul dari elemen-elemen ini berdampak positif terhadap keterlibatan siswa dalam pembelajaran, yang pada gilirannya turut meningkatkan hasil belajar.

3. Personalisasi dan Kemandirian Belajar

Lutfi dkk. (2023) menekankan bahwa *game* interaktif yang efektif perlu menyediakan umpan balik instan dan memungkinkan siswa belajar sesuai dengan kecepatan belajar masing-masing. Hal ini sejalan dengan temuan Hu dkk. (2022) bahwa personalisasi pengalaman belajar merupakan salah satu fitur desain yang berkontribusi terhadap efektivitas *game* dalam pembelajaran kimia, karena siswa memiliki kendali atas proses belajarnya sendiri.

4. Keterkaitan dengan Tujuan Pembelajaran

Byusa dkk. (2022) menegaskan bahwa *game* interaktif hanya efektif meningkatkan pemahaman konsep kimia apabila kontennya secara eksplisit dirancang untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu, bukan sekadar menyisipkan materi kimia ke dalam mekanisme permainan yang sudah ada. Dengan demikian, perancangan *game* interaktif perlu diawali dari identifikasi tujuan dan indikator pembelajaran, baru kemudian elemen permainan dirancang untuk mendukung pencapaian tujuan tersebut.

B. Kemampuan Kognitif dalam Pembelajaran Kimia

Ilmu kimia adalah cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari komposisi, struktur, sifat-sifat, dan perubahan materi, serta konsep-konsep yang menjelaskan proses transformasi materi tersebut (Akbar & Djakariah, 2024). Dalam konteks pembelajaran kimia yang berorientasi pada pengembangan kemampuan kognitif, peran guru dan peserta didik mengalami pergeseran paradigmatik yang fundamental. Ulfah dkk. (2023) menegaskan bahwa dalam pendekatan pembelajaran modern, guru berfungsi sebagai pemandu yang memberikan arahan kepada peserta didik sepanjang proses belajar, sementara penilaian terhadap perkembangan peserta didik dilakukan secara komprehensif mencakup aspek kognitif, afektif, dan psikomotor. Delar dkk. (2022) dalam analisisnya tentang kemampuan kognitif, afektif, dan psikomotor peserta didik menyatakan bahwa ketiga kemampuan dasar tersebut saling berkaitan erat dalam membentuk kompetensi peserta didik secara utuh, dan keberhasilan pembelajaran dapat diukur dari perkembangan ketiga ranah tersebut secara terintegrasi.

Kemampuan kognitif adalah aspek kemampuan peserta didik yang berkaitan dengan penguasaan pengetahuan dan proses berpikir, yang berperan dalam menentukan efektivitas seseorang dalam memperoleh, mengolah, dan memahami konsep pada berbagai bidang ilmu (Ulfah dkk., 2023). Taksonomi Bloom merupakan kerangka klasifikasi tujuan pendidikan yang pertama kali dikembangkan oleh Benjamin Samuel Bloom pada tahun 1956 bersama dengan kelompok psikolog dan pendidik. Ulfah dkk. (2023) menegaskan bahwa taksonomi diperlukan dalam pendidikan karena memberikan panduan yang jelas tentang bagaimana guru harus merancang urutan pembelajaran yang memfasilitasi perkembangan kemampuan berpikir peserta didik secara bertahap, dari pemahaman konsep dasar menuju kemampuan berpikir kritis dan kreatif yang lebih tinggi.

Setelah digunakan selama lebih dari empat dekade, Taksonomi Bloom mengalami revisi yang signifikan pada tahun 2001 oleh Anderson & Krathwohl. Anderson & Krathwohl (2001) menjelaskan bahwa revisi ini dilakukan karena taksonomi asli dinilai sudah tidak sepenuhnya relevan dengan perkembangan pengetahuan dan kebutuhan pendidikan abad ke-21, sebagaimana ditegaskan

kembali oleh Listiani & Rachmawati (2022). Perubahan utama adalah transformasi tingkatan kognitif dari kata benda menjadi kata kerja, yang menekankan bahwa pembelajaran adalah proses aktif. Sebagai contoh, tingkatan pengetahuan diubah menjadi mengingat, dan sintesis diubah menjadi mencipta (Setianingsih, 2025). Berikut adalah uraian enam tingkatan Taksonomi Bloom berdasarkan literatur terkini:

1. Mengingat (*Remembering*)

Mengingat merupakan proses mengambil kembali pengetahuan yang relevan dari memori jangka panjang (Kartini dkk., 2022). Kata kerja operasional yang mewakili level ini antara lain mendefinisikan, menyebutkan, menuliskan, mengidentifikasi, dan memberi label.

2. Memahami (*Understanding*)

Memahami mencakup kemampuan mengonstruksi makna dari pesan pembelajaran, baik secara lisan, tulisan, maupun grafis. Proses memahami merupakan salah satu aspek kemampuan kognitif yang mencakup tujuh subproses, yaitu menafsirkan, mencontohkan, mendeskripsikan, merangkum, menyimpulkan, membandingkan, dan menjelaskan (Nafiati, 2021).

3. Menerapkan (*Applying*)

Tahap ini melibatkan kemampuan untuk menggunakan suatu prosedur dalam situasi tertentu (Listiani & Rachmawati, 2022). Kata kerja operasional yang khas pada level ini meliputi menghitung, melaksanakan, menggunakan, memperagakan, dan menerapkan.

4. Menganalisis (*Analyzing*)

Pada tahap ini, melibatkan kemampuan memecah suatu materi menjadi bagian-bagian penyusunnya dan menentukan hubungan antarbagian tersebut, serta hubungannya dengan struktur atau tujuan keseluruhan. Proses menganalisis mencakup tiga subproses utama, yaitu membedakan, mengorganisasi, dan mengatribusikan (Kartini dkk., 2022).

5. Mengevaluasi (*Evaluating*)

Tahap evaluasi melibatkan kemampuan membuat keputusan atau penilaian berdasarkan kriteria dan standar tertentu (Nafiati, 2021). Kata kerja operasional

yang mewakili level ini antara lain menilai, mengkritisi, mempertimbangkan, memvalidasi, dan memutuskan.

6. Mencipta (*Creating*)

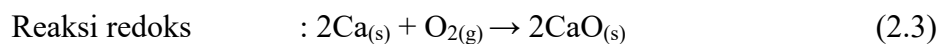
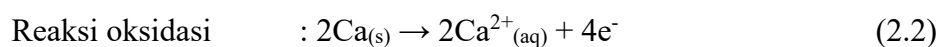
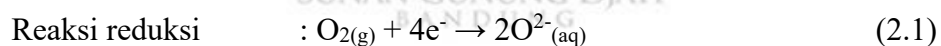
Mencipta melibatkan kemampuan untuk menggabungkan berbagai elemen untuk menghasilkan sesuatu yang baru (Kartini dkk., 2022). Kata kerja yang mencirikan level ini antara lain merancang, membangun, menghasilkan, menciptakan, dan mengembangkan.

C. Reaksi Reduksi-Oksidasi

1. Pengertian Reaksi Redoks

Reaksi oksidasi-reduksi atau reaksi redoks adalah reaksi kimia yang di dalamnya terjadi perpindahan elektron dari satu pereaksi ke pereaksi yang lain (Chang, 2005). Istilah redoks merupakan gabungan dari dua peristiwa yang berlangsung secara serentak, yaitu reaksi oksidasi dan reaksi reduksi. Kedua peristiwa ini selalu terjadi bersamaan karena elektron yang dilepaskan oleh suatu zat pada peristiwa oksidasi akan diterima oleh zat lain pada peristiwa reduksi.

Untuk mempermudah analisis, reaksi redoks dapat dipisahkan menjadi dua setengah-reaksi (*half-reaction*), yaitu setengah-reaksi oksidasi dan setengah-reaksi reduksi. Sebagai contoh, pembentukan kalsium oksida (CaO) dari logam kalsium dan gas oksigen dapat dinyatakan melalui Persamaan reaksi 2.1, 2.2 dan 2.3. (Chang, 2005).



Zat yang mengalami oksidasi (melepaskan elektron) disebut reduktor atau zat pereduksi, sedangkan zat yang mengalami reduksi (menangkap elektron) disebut oksidator atau zat pengoksidasi. Reduktor menyebabkan zat lain tereduksi, sementara oksidator menyebabkan zat lain teroksidasi (Chang, 2005). Seiring perkembangan ilmu kimia, konsep redoks mengalami perluasan makna sehingga dikenal tiga konsep redoks, yakni konsep berdasarkan transfer oksigen, transfer elektron, dan perubahan bilangan oksidasi.

a. Konsep Redoks berdasarkan Transfer Oksigen

Konsep transfer oksigen merupakan konsep redoks yang paling awal berkembang. Menurut konsep ini, oksidasi didefinisikan sebagai peristiwa pengikatan atau penggabungan oksigen oleh suatu zat, sedangkan reduksi didefinisikan sebagai peristiwa pelepasan oksigen dari suatu senyawa (Khaerudin dkk., 2023). Pada mulanya istilah oksidasi memang secara khusus menunjuk pada reaksi penggabungan suatu unsur dengan oksigen (Chang, 2005). Dalam konsep ini, oksidator berperan sebagai penyedia atau sumber oksigen, sedangkan reduktor berperan sebagai pengikat oksigen.

1) Contoh Reaksi Oksidasi berdasarkan Transfer Oksigen

Reaksi pembakaran logam magnesium oleh gas oksigen merupakan contoh reaksi oksidasi berdasarkan transfer oksigen, sebab magnesium mengikat oksigen membentuk magnesium oksida (MgO). Contoh reaksi oksidasi berdasarkan transfer oksigen disajikan pada Persamaan reaksi 2.4.



Pada Persamaan 2.4, atom Mg mengikat oksigen dari O_2 sehingga membentuk MgO. Proses ini merupakan reaksi oksidasi karena Mg mengalami pengikatan oksigen. Mg berperan sebagai reduktor karena menyebabkan O_2 mengalami reduksi, sedangkan O_2 berperan sebagai oksidator karena memasok oksigen kepada Mg dan mengalami reduksi.

2) Contoh Reaksi Reduksi berdasarkan Transfer Oksigen

Reduksi tembaga (II) oksida (CuO) oleh gas hidrogen merupakan contoh reaksi reduksi berdasarkan transfer oksigen, sebab CuO melepaskan oksigennya sehingga terbentuk logam Cu murni. Contoh reaksi reduksi berdasarkan transfer oksigen disajikan pada Persamaan reaksi 2.5.



Pada Persamaan 2.5, CuO melepaskan satu atom oksigen kepada H_2 . Pelepasan oksigen dari CuO ini merupakan reaksi reduksi, sehingga CuO disebut oksidator. Sebaliknya, H_2 yang menerima oksigen mengalami oksidasi sehingga H_2 disebut reduktor. Produk yang dihasilkan adalah logam tembaga (Cu) murni dan air (H_2O).

b. Konsep Redoks berdasarkan Pengikatan dan Pelepasan Elektron

Konsep transfer oksigen memiliki keterbatasan karena hanya dapat menjelaskan reaksi yang melibatkan oksigen, padahal banyak reaksi redoks berlangsung tanpa kehadiran oksigen. Oleh karena itu berkembang konsep yang lebih luas, yaitu konsep berdasarkan pengikatan dan pelepasan elektron (Chang, 2005). Berdasarkan konsep ini, oksidasi adalah peristiwa pelepasan elektron, sedangkan reduksi adalah peristiwa penangkapan atau penerimaan elektron (Chang, 2005).

Konsep ini mudah diterapkan pada senyawa ionik yang transfer elektronnya bersifat nyata dan utuh. Namun, pada senyawa kovalen seperti HCl atau SO₂, tidak terjadi perpindahan elektron secara sempurna, sehingga penerapan konsep transfer elektron menjadi kurang tepat. Untuk kasus ini, kimiawan tetap memperlakukan reaksinya sebagai reaksi redoks karena pengukuran eksperimental menunjukkan adanya transfer elektron secara parsial (Chang, 2005).

1) Contoh Reaksi oksidasi berdasarkan Transfer Elektron

Contoh reaksi oksidasi berdasarkan transfer elektron disajikan pada Persamaan 2.6, yaitu perubahan logam natrium (Na) menjadi ion natrium (Na⁺), sebab atom Na melepaskan satu elektron. Reaksi ini merupakan contoh klasik transfer elektron antara logam alkali dengan nonlogam. Contoh Reaksi disajikan pada Persamaan reaksi 2.6.



Pada Persamaan 2.6, setiap atom Na melepaskan satu elektron sehingga muatannya berubah dari 0 menjadi +1 (oksidasi).

2) Contoh Reaksi Reduksi berdasarkan Transfer Elektron

Perubahan molekul iodin menjadi ion iodida merupakan contoh reaksi reduksi berdasarkan transfer elektron, sebab molekul iodin menangkap dua elektron. Contoh reaksi reduksi berdasarkan transfer elektron disajikan pada Persamaan reaksi 2.7.



Pada Persamaan 2.7, molekul I₂ menerima dua elektron menjadi dua ion I⁻, sehingga I₂ mengalami reduksi.

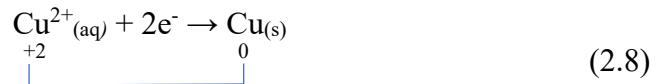
c. Konsep Redoks berdasarkan Perubahan Bilangan Oksidasi

Bilangan oksidasi (biloks) suatu atom adalah jumlah muatan yang dimiliki atom tersebut dalam suatu molekul atau senyawa ionik seandainya seluruh elektron ikatan dianggap berpindah sepenuhnya ke atom yang lebih elektronegatif (Chang, 2005). Definisi berdasarkan biloks merupakan rekomendasi IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) sebagai definisi primer oksidasi karena berlaku secara universal untuk semua jenis reaksi. Dengan menggunakan biloks, kita dapat mengidentifikasi spesies yang teroksidasi dan tereduksi tanpa harus mempertimbangkan apakah terjadi transfer elektron nyata atau tidak (Silverstein, 2011). Untuk menentukan bilangan oksidasi suatu atom dalam senyawa atau ion digunakan sejumlah aturan berikut (Chang, 2005).

- 1) Setiap atom dalam unsur bebas memiliki bilangan oksidasi nol. Contoh: atom-atom pada H_2 , O_2 , P_4 , Na, dan Fe memiliki bilangan oksidasi nol.
- 2) Bilangan oksidasi ion monoatomik sama dengan muatan ionnya. Contoh: ion $Na^+ = +1$, ion $Ca^{2+} = +2$, ion $Al^{3+} = +3$, ion $Cl^- = -1$, dan ion $O^{2-} = -2$.
- 3) Bilangan oksidasi oksigen dalam sebagian besar senyawa adalah -2 , kecuali dalam peroksida (misalnya H_2O_2) yang bernilai -1 dan dalam superoksida yang bernilai $-\frac{1}{2}$.
- 4) Bilangan oksidasi hidrogen adalah $+1$, kecuali bila terikat pada logam dalam senyawa biner (hidrida logam, misalnya NaH dan CaH_2) yang bernilai -1 .
- 5) Fluorin selalu memiliki bilangan oksidasi -1 dalam semua senyawanya. Halogen lain bernilai -1 bila berbentuk ion halida, tetapi dapat bernilai positif bila bergabung dengan oksigen.
- 6) Jumlah bilangan oksidasi seluruh atom dalam molekul netral sama dengan nol, sedangkan dalam ion poliatomik sama dengan muatan ionnya. Contoh: pada ion NH_4^+ , jumlah bilangan oksidasi $= (-3) + 4(+1) = +1$.
- 7) Bilangan oksidasi tidak harus berupa bilangan bulat. Contoh: bilangan oksidasi oksigen dalam ion superoksida O_2^- adalah $-\frac{1}{2}$.

Penentuan bilangan oksidasi yang tepat merupakan kunci untuk mengidentifikasi spesies yang mengalami oksidasi dan reduksi dalam suatu reaksi.

Contoh reaksi redoks berdasarkan perubahan bilangan oksidasi disajikan pada reaksi reduksi ion tembaga (II) menjadi logam tembaga pada Persamaan reaksi 2.8.



Pada Persamaan 2.8, bilangan oksidasi Cu menurun dari +2 dalam ion Cu^{2+} menjadi 0 dalam logam Cu, karena ion Cu^{2+} menangkap 2 elektron. Dengan demikian, Cu^{2+} mengalami reduksi dan berperan sebagai oksidator.

Contoh reaksi redoks berdasarkan perubahan bilangan oksidasi juga disajikan pada reaksi oksidasi logam besi menjadi ion besi (II) pada Persamaan reaksi 2.9.



Pada Persamaan 2.9, bilangan oksidasi Fe meningkat dari 0 dalam logam Fe menjadi +2 dalam ion Fe^{2+} , karena Fe melepaskan 2 elektron. Dengan demikian, Fe mengalami oksidasi dan berperan sebagai reduktor.

2. Deret Volta dan Potensial Sel sebagai Dasar Reaksi Redoks

Reaksi reduksi-oksidasi (redoks) pada dasarnya merupakan fenomena perpindahan elektron yang digerakkan oleh perbedaan kecenderungan spesi kimia dalam melepas atau menarik elektron. Untuk memahami mengapa suatu reaksi redoks dapat terjadi secara spontan, diperlukan pemahaman mengenai Deret Volta dan Potensial Reduksi sebagai landasan teoretis utamanya.

a. Deret Volta

Deret Volta adalah susunan unsur-unsur logam berdasarkan urutan aktivitas atau reaktivitasnya dalam melepaskan elektron (oksidasi). Urutan standar Deret Volta adalah sebagai berikut (Chang, 2005):

Li – K – Ba – Ca – Na – Mg – Al – Zn – Cr – Fe – Cd – Co – Ni – Sn – Pb – H –
Cu – Hg – Ag – Pt – Au

Logam-logam yang terletak di sebelah kiri memiliki kecenderungan yang sangat besar untuk melepaskan elektron (oksidasi), sehingga bertindak sebagai reduktor kuat. Sebaliknya, logam di sebelah kanan semakin sukar teroksidasi, sedangkan ion logamnya relatif lebih mudah mengalami reduksi. Prinsip utama

dalam Deret Volta adalah Reaksi Desakan, di mana logam yang berada di sebelah kiri mampu mereduksi atau mengusir ion logam yang berada di sebelah kanannya dari suatu larutan senyawa.

b. Potensial Reduksi

Potensial reduksi standar (E°) merupakan ukuran kuantitatif kecenderungan suatu spesies kimia untuk mengalami reaksi reduksi (menerima elektron) pada kondisi standar: suhu 25°C (298 K), tekanan 1 atm, dan konsentrasi 1 mol/L untuk larutan. Nilainya ditetapkan secara relatif terhadap elektrode hidrogen standar (SHE) yang didefinisikan memiliki $E^\circ = 0,00 \text{ V}$.

1) Rumus Potensial Sel Standar

Kecenderungan suatu elektrode untuk mengalami reduksi dinyatakan dengan potensial reduksi. Nilai potensial reduksi diukur relatif terhadap elektrode hidrogen standar yang potensialnya ditetapkan sebesar 0,00 volt. Potensial elektrode yang diukur pada keadaan standar (suhu 25°C , konsentrasi larutan 1 M, dan tekanan gas 1 atm) disebut potensial elektrode standar (E°). Potensial sel standar dihitung dengan rumus Persamaan 2.10 (Chang, 2005).

$$E^\circ_{\text{sel}} = E^\circ_{\text{katode}} - E^\circ_{\text{anode}} \quad (2.10)$$

Elektrode dengan nilai E° lebih positif akan mengalami reduksi (menjadi katoda), sedangkan elektrode dengan nilai E° lebih negatif akan mengalami oksidasi (menjadi anoda). Nilai E°_{sel} yang positif menunjukkan bahwa reaksi redoks dalam sel berlangsung secara spontan.

2) Tabel Potensial Reduksi Standar

Beberapa nilai potensial reduksi standar (E°) setengah-reaksi, diukur pada suhu 25°C relatif terhadap elektrode hidrogen standar, disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Potensial reduksi standar beberapa setengah-reaksi pada 25°C

Setengah Reaksi Reduksi	$E^\circ \text{ (V)}$
$\text{F}_{2(\text{g})} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{F}^-_{(\text{aq})}$	+2,87
$\text{Au}^{3+}_{(\text{aq})} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}_{(\text{s})}$	+1,50
$\text{Cl}_{2(\text{g})} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$	+1,36
$\text{O}_{2(\text{g})} + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$	+1,23

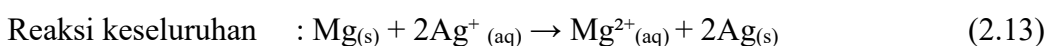
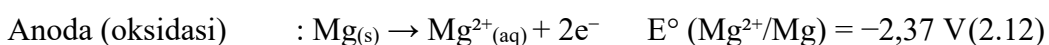
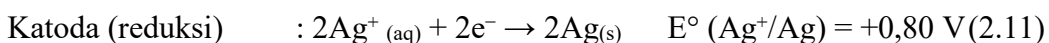
Tabel 2.1 Potensial reduksi standar beberapa setengah-reaksi pada 25°C (Lanjutan)

Setengah Reaksi Reduksi	E° (V)
$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}(\text{s})$	+0,80
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	+0,77
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$	+0,34
$2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$	0,00
$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}(\text{s})$	-0,13
$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{s})$	-0,25
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$	-0,44
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$	-0,76
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}(\text{s})$	-1,66
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{s})$	-2,37
$\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}(\text{s})$	-2,71
$\text{Li}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}(\text{s})$	-3,04

Dari Tabel 2.1 dapat dilihat bahwa semakin positif nilai E° , semakin kuat sifat oksidator dari spesies tersebut (semakin mudah tereduksi). Sebaliknya, semakin negatif nilai E° , semakin kuat sifat reduktor dari spesies tersebut (semakin mudah teroksidasi). F_2 merupakan oksidator terkuat dengan $E^\circ = +2,87 \text{ V}$, sedangkan Li merupakan reduktor terkuat dengan $E^\circ = -3,04 \text{ V}$.

3) Contoh Perhitungan Potensial Sel

Sebagai contoh, untuk menghitung potensial sel yang terdiri dari elektrode Mg dan elektrode Ag^+/Ag . Berdasarkan data tabel 2.1, $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0,80 \text{ V}$ dan $E^\circ(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}) = -2,37 \text{ V}$. Karena nilai E° Ag^+/Ag lebih positif, maka Ag^+ mengalami reduksi pada katoda sedangkan Mg mengalami oksidasi pada anoda. Perhitungan potensial sel Mg-Ag dapat dijelaskan melalui Persamaan reaksi 2.11 sampai 2.14.



$$E^\circ_{\text{sel}} = E^\circ_{\text{katoda}} - E^\circ_{\text{anoda}} = (+0,80) - (-2,37) = +3,17 \text{ V} \quad (2.14)$$

Nilai $E^{\circ}_{\text{sel}} = +3,17 \text{ V}$ (positif) menunjukkan bahwa reaksi antara Mg dan Ag^+ berlangsung secara spontan. Semakin besar nilai E°_{sel} positif, semakin kuat dorongan reaksi untuk berlangsung ke arah produk.



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Pendekatan dan Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah *Design-Based Research* (DBR). Menurut McKenney dan Reeves (2018) DBR merupakan metode penelitian yang memadukan investigasi ilmiah dengan pengembangan solusi secara sistematis terhadap permasalahan pendidikan, dilaksanakan pada latar pembelajaran yang nyata, serta menghasilkan dua keluaran sekaligus, yaitu intervensi berupa produk yang dapat digunakan dan pemahaman teoretis yang dapat dimanfaatkan pihak lain. Metode ini dipilih karena penelitian ini tidak berhenti pada penciptaan produk semata, melainkan berangkat dari permasalahan nyata dalam pembelajaran materi reaksi reduksi-oksidasi dan berupaya menghasilkan media pembelajaran yang teruji kelayakannya (McKenney & Reeves, 2018).

Tahapan penelitian mengacu pada model generik penelitian desain pendidikan yang dikemukakan McKenney dan Reeves. Model tersebut memuat tiga proses inti yang berlangsung secara interaktif, yaitu analisis dan eksplorasi (*analysis and exploration*), desain dan konstruksi (*design and construction*), serta evaluasi dan refleksi (*evaluation and reflection*) (McKenney & Reeves, 2018). Adapun uraian ketiga tahap tersebut dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Tahap Analisis dan Eksplorasi (*Analysis and Exploration*)

Menurut McKenney dan Reeves (2018) tahap analisis dan eksplorasi berkenaan dengan penetapan fokus penelitian dan upaya memahami permasalahan yang hendak diatasi dengan mempertimbangkan masukan dari teori maupun praktik. Pada tahap ini dilakukan identifikasi kondisi pembelajaran materi reaksi reduksi-oksidasi melalui pengumpulan informasi awal dari guru serta penelaahan terhadap media pembelajaran yang digunakan. Selanjutnya dilakukan analisis capaian pembelajaran dengan menjabarkan capaian pembelajaran materi reaksi reduksi-oksidasi ke dalam indikator yang dipetakan berdasarkan jenjang kemampuan kognitif Taksonomi Bloom revisi (Anderson & Krathwohl, 2001). Analisis konsep juga dilakukan dengan menguraikan setiap konsep ke dalam label konsep, jenis konsep, atribut kritis, atribut variabel, posisi konsep, serta contoh dan

noncontoh (Herron dkk., 1977). Hasil analisis konsep selanjutnya digunakan dalam penyusunan peta konsep sebagai dasar penentuan cakupan dan urutan materi. Tahap ini juga meliputi eksplorasi teori dan praktik melalui kajian pustaka mengenai media pembelajaran berbasis permainan, karakteristik permainan edukatif berbasis Android, serta produk sejenis yang telah dikembangkan pada penelitian terdahulu. Hasil keseluruhan kegiatan pada tahap ini digunakan sebagai dasar dalam merumuskan kebutuhan pengembangan *game* interaktif *Redox Ball*.

2. Tahap Desain dan Konstruksi (*Design and Construction*)

McKenney dan Reeves (2018) menggambarkan tahap ini sebagai proses memetakan sekaligus membangun solusi kreatif secara nyata dengan berlandaskan teori, temuan empiris, dan kearifan praktis. Kegiatan desain diawali dengan penyusunan *flowchart* sebagai gambaran alur logika permainan dari halaman awal hingga halaman akhir beserta percabangan keputusan di dalamnya, kemudian dilanjutkan dengan penyusunan *storyboard* sebagai rancangan tampilan setiap halaman yang memuat tata letak, unsur visual, teks, tombol navigasi, dan keterangan interaksi. Pada kegiatan desain ini pula ditetapkan penjenjangan level permainan, yaitu lima level yang masing-masing merepresentasikan jenjang kemampuan kognitif C1 hingga C5, beserta butir soal dan umpan balik yang menyertainya. Rancangan tersebut selanjutnya diwujudkan melalui kegiatan konstruksi, yaitu pembuatan aset visual dan antarmuka menggunakan perangkat lunak desain grafis, perakitan dan pemrograman seluruh komponen menggunakan *game engine Unity*, serta pengompilasian menjadi berkas aplikasi berbasis Android. Produk yang dihasilkan pada tahap ini disebut prototipe awal *game* interaktif *Redox Ball*. Perangkat yang digunakan selama proses konstruksi disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Perangkat yang Digunakan dalam Pengembangan Produk

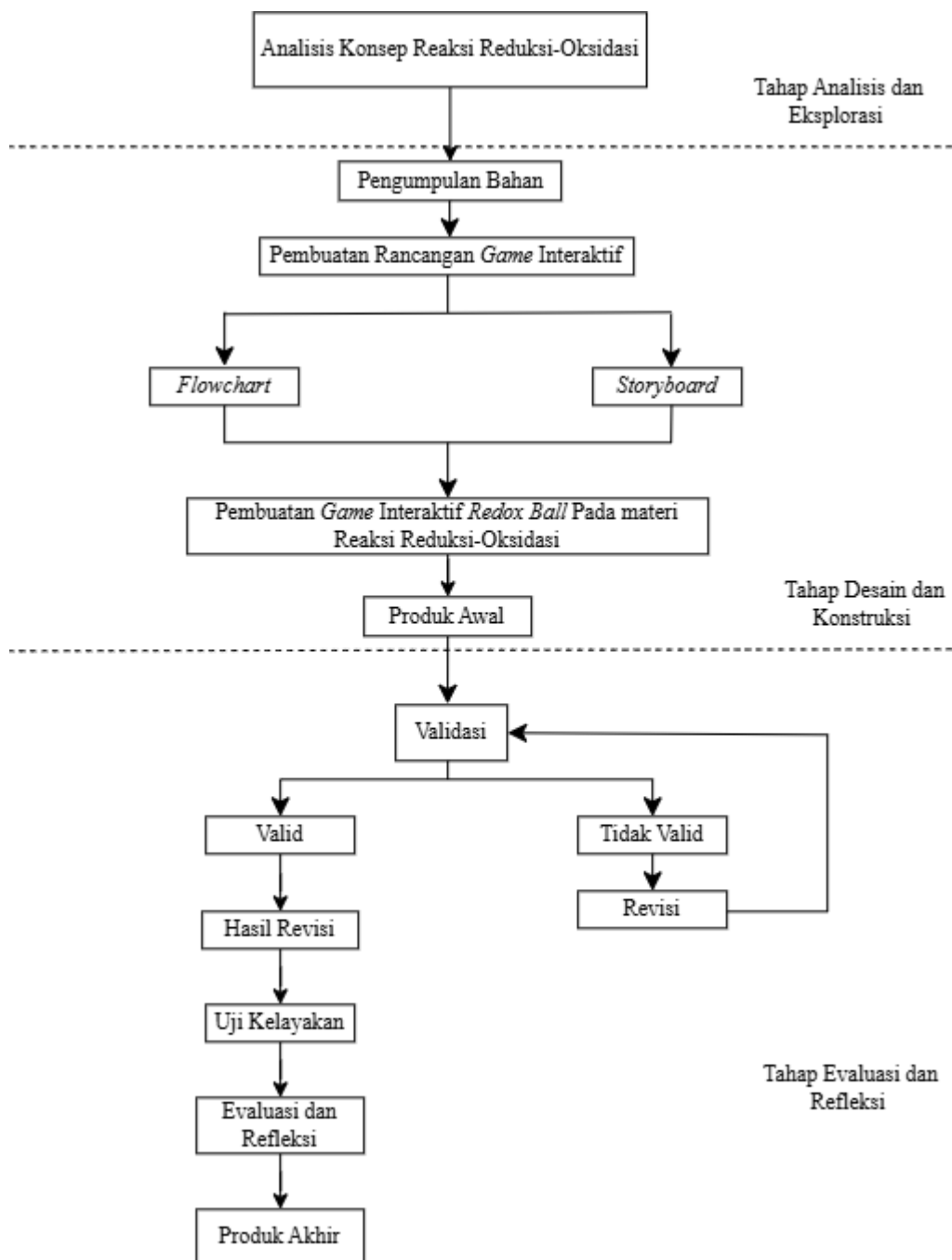
No	Software	Kegunaan
1.	<i>Microsoft Office Word</i>	Menyusun analisis konsep dan instrumen penelitian
2.	<i>Draw.io</i>	Membuat peta konsep reaksi reduksi-oksidasi dan <i>flowchart game</i> interaktif kimia

Tabel 3.1 Perangkat yang Digunakan dalam Pengembangan Produk (Lanjutan)

No	Software	Kegunaan
3.	Canva	Mendesain <i>story</i> tampilan <i>game</i> dan <i>storyboard</i> <i>game</i> interaktif kimia
4.	Unity engine	Merancang, memprogram, dan mengompilasi permainan menjadi aplikasi Android
5.	Microsoft Excel	Mengolah skor angket validasi dan angket kelayakan

3. Tahap Evaluasi dan Refleksi (*Evaluation and Reflection*)

Tahap ini bertujuan menilai kualitas produk yang telah dikonstruksi sekaligus menarik pemahaman teoretis dari keseluruhan proses yang telah dijalani (McKenney & Reeves, 2018). Penilaian diawali dengan uji validitas, yaitu penilaian terhadap prototipe awal oleh tiga orang validator ahli melalui angket uji validitas yang mencakup kesesuaian materi dengan konsep reaksi reduksi-oksidasi, kesesuaian butir soal dengan jenjang kemampuan kognitif C1 hingga C5, serta kesesuaian rancangan media dengan kaidah pengembangan media pembelajaran. Saran dan masukan yang diberikan validator kemudian dijadikan dasar revisi produk sehingga dihasilkan produk yang siap diujicobakan. Produk hasil revisi tersebut selanjutnya dinilai melalui uji kelayakan dengan menggunakan angket uji kelayakan yang mencakup aspek komunikasi visual, aspek operasional, dan aspek desain pembelajaran. Seluruh perolehan dari uji validitas dan uji kelayakan kemudian ditafsirkan secara menyeluruh dalam kegiatan refleksi untuk merumuskan kelebihan, keterbatasan, serta prinsip perancangan (*design principles*) yang dapat menjadi rujukan bagi pengembangan media sejenis di kemudian hari. Prosedur penelitian secara keseluruhan disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian

B. Jenis dan Sumber Data

Jenis data dalam penelitian ini terdiri atas data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif merupakan data yang disajikan dalam bentuk deskripsi, kalimat, atau uraian yang tidak berbentuk angka, sedangkan data kuantitatif merupakan data yang disajikan dalam bentuk angka atau skor yang dapat diukur dan dianalisis secara statistik (Sugiyono, 2022). Kedua jenis data tersebut diperoleh dari berbagai sumber sesuai dengan tahapan pengembangan produk. Rincian jenis dan sumber data adalah sebagai berikut.

1. Peta Konsep

Peta konsep termasuk dalam data kualitatif yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antarkonsep. Peta konsep dapat digunakan sebagai instrumen untuk memetakan keterkaitan konsep-konsep secara hierarkis dan sistematis, mengacu pada kriteria proposisi, tingkat hierarki, tautan silang, dan contoh (Chandra dkk., 2019). Sumber data diperoleh dari kajian literatur seperti buku teks dan jurnal.

2. Analisis Konsep

Analisis konsep merupakan suatu metode untuk menjabarkan konsep-konsep dalam suatu materi berdasarkan label konsep, definisi konsep, jenis konsep, atribut kritis, atribut variabel, serta posisi konsep (superordinat, koordinat, dan subordinat) (Herron dkk., 1977). Hierarki konsep yang dihasilkan dari analisis ini dapat direpresentasikan dalam bentuk peta konsep, yaitu instrumen kualitatif yang digunakan untuk memetakan keterkaitan antarkonsep secara hierarkis dan sistematis (Chandra dkk., 2019). Pada penelitian ini, analisis konsep diterapkan untuk menjabarkan konsep-konsep pada materi reaksi reduksi-oksidasi. Sumber data diperoleh dari kajian literatur seperti buku teks dan jurnal (Suryati dkk., 2022).

3. Flowchart

Data *flowchart* berupa data kualitatif yang menggambarkan alur atau mekanisme kerja *game* interaktif *Redox Ball* yang dikembangkan. *Flowchart* digunakan sebagai panduan sistematis dalam merancang alur permainan agar sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ditetapkan (Awalludin dkk., 2025). Sumber data diperoleh dari hasil perancangan peneliti berdasarkan kebutuhan pembelajaran.

4. *Storyboard*

Data *storyboard* merupakan data kualitatif yang berisi rancangan tampilan, alur cerita, serta interaksi dalam *game* interaktif. *Storyboard* berfungsi sebagai kerangka visual awal sebelum *game* dikembangkan secara penuh sehingga memudahkan proses desain dan komunikasi antar pengembang (Vickro dkk., 2023). Sumber data berasal dari hasil desain peneliti yang disesuaikan dengan capaian pembelajaran, materi pembelajaran dan karakteristik peserta didik.

5. Angket Uji Validitas

Data angket uji validitas merupakan data kuantitatif yang diperoleh dari penilaian para ahli (validator), seperti ahli materi dan ahli media (Putri & Guspatni, 2024). Data ini digunakan untuk mengetahui tingkat validitas produk yang dikembangkan. Penilaian validator dilakukan menggunakan instrumen berbentuk angket dengan skala tertentu, dan hasilnya dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk menentukan kelayakan produk sebelum diujicobakan kepada peserta didik (Salam & Alizar, 2025).

6. Angket Uji Kelayakan

Data angket uji kelayakan merupakan data kuantitatif yang diperoleh dari respon peserta didik sebagai pengguna produk (Nurmasita dkk., 2023). Data ini digunakan untuk mengetahui tingkat kelayakan dan penerimaan terhadap *game* interaktif yang dikembangkan. Respon peserta didik dikumpulkan melalui angket setelah mereka menggunakan produk secara langsung, kemudian dianalisis untuk mengukur kepraktisan media dalam proses pembelajaran (Safitri dkk., 2023).

C. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan memberikan angket validasi kepada validator dan angket uji kelayakan kepada responden. Angket validasi diisi oleh tiga dosen ahli, yaitu ahli materi, ahli pembelajaran, dan ahli media, untuk memperoleh koreksi serta saran dalam merevisi produk. Angket uji kelayakan diisi oleh responden setelah memainkan *game* interaktif *Redox Ball*. Teknik pengumpulan data disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Teknik Pengumpulan Data

No	Tahap Penelitian	Sumber Data	Data yang Diperoleh	Keterangan
1	Analisis dan eksplorasi	Buku, jurnal, <i>e-book</i> , dan sumber <i>online</i> terverifikasi	Kajian teori, kebutuhan media, konsep materi reaksi reduksi-oksidasi, dan indikator kemampuan kognitif	Dilakukan melalui studi literatur dan analisis kondisi pembelajaran di sekolah
2	Desain dan konstruksi	Hasil analisis dan rancangan produk	Rancangan dan produk <i>game</i> interaktif <i>Redox Ball</i> .	Penyusunan peta konsep, <i>flowchart</i> , <i>storyboard</i> , kisi-kisi soal, dan pengembangan produk
3	Evaluasi dan refleksi	Validator ahli materi dan ahli media	Hasil validasi <i>game</i> interaktif <i>Redox Ball</i>	Penilaian angket validasi
4	Evaluasi dan refleksi	Responden	Hasil uji kelayakan <i>game</i> interaktif <i>Redox Ball</i>	Penilaian angket kelayakan

D. Teknik Analisis Data

1. Analisis Data Kualitatif

Data berupa *flowchart* dan *storyboard* dianalisis secara deskriptif dengan menguraikan setiap tahapan pengembangan *game* Interaktif *Redox Ball* dimulai dari pembuatan *flowchart* untuk menentukan alur cerita, dilanjutkan dengan *storyboard* yang menggambarkan setiap scene secara lebih terstruktur (Yahya, 2025). Analisis deskriptif juga diterapkan pada saran dan masukan dari validator untuk perbaikan produk.

2. Analisis Data Kuantitatif

Analisis data kuantitatif digunakan untuk mengolah data yang diperoleh dari angket validasi produk. Data yang diperoleh berupa skor penilaian dari validator terhadap media *game* interaktif *Redox Ball* yang dikembangkan. Hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan kriteria kategori validitas untuk mengetahui kelayakan media yang dikembangkan (Ananingtyas dkk., 2022). Semakin tinggi nilai rata-rata yang diperoleh, maka semakin tinggi tingkat validitas produk tersebut. Berikut analisis data kuantitatif pada penelitian ini:

a) Analisis Angket Validasi

Untuk mengetahui nilai validitas produk yang telah dibuat, perlu dilakukan analisis pengumpulan data dengan menghitung uji validitas dengan cara memberikan poin untuk setiap item Sangat Kurang (1), Kurang Baik (2), Cukup (3), Baik (4) dan Sangat Baik (5). Kemudian poin total dari tiap penguji dari seluruh aspek dijumlahkan, selanjutnya membandingkan nilai yang telah ditetapkan dengan nilai validitas (r) yang didapatkan dari suatu instrumen (Sugiyono, 2022). Untuk menilai hasil validitas dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 3.1.

$$r = \frac{x}{N \cdot n} \quad (3.1)$$

Keterangan: r = Nilai validitas
 x = Bobot jawaban responden
 N = Skor maksimal
 n = Jumlah responden

Nilai r_{hitung} yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan nilai r_{kritis} . Media dinyatakan valid apabila nilai r_{hitung} melebihi nilai r_{kritis} sebesar 0,30 (Arikunto, 2021). Interpretasi besarnya nilai r_{hitung} mengacu pada kriteria koefisien korelasi (Arikunto, 2021) sebagaimana disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Nilai Validitas

No.	Nilai r_{hitung}	Interpretasi
1.	$0,81 \leq r \leq 1,00$	Tinggi
2.	$0,61 \leq r \leq 0,80$	Cukup Tinggi
3.	$0,41 \leq r \leq 0,60$	Agak rendah

Tabel 3.3 Nilai Validitas (Lanjutan)

No.	Nilai r_{hitung}	Interpretasi
4.	$0,21 \leq r \leq 0,40$	Rendah
5.	$0,00 \leq r \leq 0,20$	Sangat rendah

b) Analisis Angket Uji Kelayakan

Analisis data instrumen penilaian responden dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari sebuah media. Teknik analisis data yang dilakukan adalah menghitung persentase hasil dari angket uji kelayakan. Persentase angka kelayakan akan diperoleh melalui perhitungan kuantitatif dengan menyesuaikan bobot skor yang terdapat dalam angket uji kelayakan. Rumus yang dapat digunakan untuk menghitung persentase kelayakan menggunakan Persamaan 3.2.

$$P = \frac{\text{Skor hasil pengumpulan data} \times 100}{\text{Skor maksimum}} \quad (3.2)$$

Hasil perhitungan persentase dari uji kelayakan juga memiliki interpretasi mengenai besarnya nilai kelayakan dari media yang dibuat. Interpretasi nilai persentase kelayakan disajikan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Persentase Kelayakan (Arikunto, 2021)

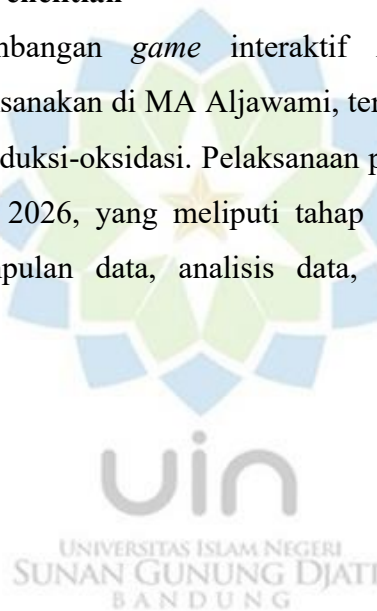
Persentase	Kualifikasi	Kesimpulan
81% – 100%	Sangat layak	Produk <i>game</i> interaktif <i>Redox Ball</i> siap digunakan sebagai media pembelajaran.
61% – 80%	Layak	Produk <i>game</i> interaktif <i>Redox Ball</i> dapat digunakan sebagai media pembelajaran.
41% – 60 %	Cukup layak	Produk <i>game</i> interaktif <i>Redox Ball</i> dapat digunakan dengan menambahkan beberapa hal sesuai saran dari ahli dan responden peserta didik tanpa mengubah secara keseluruhan.

Tabel 3.4 Persentase Kelayakan (Arikunto, 2021) (Lanjutan)

Persentase	Kualifikasi	Kesimpulan
21% – 40 %	Kurang layak	Produk <i>game</i> interaktif <i>Redox Ball</i> dilakukan revisi dan melakukan penelitian kembali terhadap produk yang akan digunakan dengan kembali kekurangan apa saja yang terdapat pada produk.
0% – 20%	Sangat tidak layak	Produk <i>game</i> interaktif <i>Redox Ball</i> gagal, tidak bisa digunakan dan harus diperbaiki secara keseluruhan.

E. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian pengembangan *game* interaktif *Redox Ball* berorientasi kemampuan kognitif dilaksanakan di MA Aljawami, terhadap 15 siswa yang telah menerima materi reaksi reduksi-oksidasi. Pelaksanaan penelitian berlangsung dari Februari hingga Agustus 2026, yang meliputi tahap persiapan, pengembangan media, validasi, pengumpulan data, analisis data, dan penyusunan laporan penelitian.



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dipaparkan hasil penelitian dan pembahasan dari pengembangan *game* interaktif *Redox Ball* berorientasi kemampuan kognitif pada materi reaksi reduksi-oksidasi, mulai dari proses pengembangan produk, hasil uji validasi oleh validator ahli, hingga hasil uji kelayakan oleh pengguna beserta pembahasannya.

A. Hasil Penelitian

Penyajian hasil penelitian ini disusun secara sistematis mengacu pada rumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya, yakni deskripsi tampilan, hasil uji validasi, serta hasil uji kelayakan *game* interaktif *Redox Ball* berorientasi kemampuan kognitif pada materi reaksi reduksi-oksidasi. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Design-Based Research* (DBR) model McKenney dan Reeves (2018), yaitu pendekatan penelitian pengembangan yang menekankan perancangan produk secara bertahap disertai perbaikan berkelanjutan berdasarkan masukan para ahli dan pengguna. Prosedur operasional penelitian ini dijabarkan melalui tiga fase, yaitu *analysis and exploration* (analisis dan eksplorasi), *design and construction* (desain dan konstruksi), serta *evaluation and reflection* (evaluasi dan refleksi), tanpa mencakup fase *implementation and spread* (implementasi dan penyebaran) karena keterbatasan ruang lingkup penelitian. Ketiga fase tersebut merupakan penjabaran prosedural dari model generik McKenney dan Reeves yang digunakan, bukan model baku tersendiri.

Fase pertama yaitu, tahap analisis dan eksplorasi dilakukan melalui pengamatan kondisi pembelajaran, penggalian informasi awal dari guru kimia, serta kajian literatur. Berdasarkan informasi dari guru, peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami materi reaksi reduksi-oksidasi dan memerlukan latihan secara bertahap. Selain itu, penggunaan media pembelajaran masih terbatas sehingga diperlukan media yang dapat mendukung pembelajaran secara lebih interaktif. Kajian literatur dilakukan terhadap materi reaksi reduksi-oksidasi, media pembelajaran berbasis *game*, serta kemampuan kognitif sebagai dasar pengembangan *game* interaktif *Redox Ball*.

Selanjutnya dilakukan analisis konsep materi reaksi reduksi-oksidasi yang meliputi atribut konsep, jenis konsep, hierarki konsep, contoh, dan noncontoh. Analisis konsep secara lengkap disajikan pada Lampiran A.1. Berdasarkan hasil analisis tersebut, disusun peta konsep yang memuat susunan dan hubungan antarkonsep sebagai dasar penentuan cakupan dan urutan materi. Peta konsep materi reaksi reduksi-oksidasi disajikan pada Lampiran A.2.

Fase kedua yaitu, tahap desain dan konstruksi dilakukan untuk merancang dan membangun solusi berupa *game* interaktif *Redox Ball* berdasarkan kebutuhan yang diperoleh pada tahap analisis dan eksplorasi. Pada tahap ini dilakukan penyusunan kisi-kisi soal, pemetaan tingkat kemampuan kognitif pada setiap level, penyusunan *flowchart* dan *storyboard*, serta pembangunan produk *game* interaktif *Redox Ball*. Kisi-kisi soal disusun berdasarkan keterkaitan antara materi reaksi reduksi-oksidasi dan indikator kemampuan kognitif. Kisi-kisi soal berorientasi kemampuan kognitif secara lengkap disajikan pada Lampiran A.5. Kemampuan kognitif yang digunakan terdiri atas C1 hingga C5. Setiap tingkat kemampuan kognitif ditempatkan pada satu level permainan, dengan lima butir soal pada setiap level. Dengan demikian, *game* interaktif *Redox Ball* memuat lima level dengan jumlah keseluruhan 25 butir soal. Hubungan antara indikator soal, tingkat kemampuan kognitif, dan level permainan disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hubungan Antara Indikator Soal, Tingkat Kognitif, Dan Level *Game*

No.	Indikator Soal	Tingkat Kognitif	Level <i>game</i>
1.	Mengidentifikasi ciri-ciri reaksi oksidasi dan reduksi berdasarkan konsep elektron, oksigen, dan bilangan oksidasi.	C1	1
2.	Mengidentifikasi pernyataan yang menunjukkan reaksi reduksi berdasarkan konsep elektron, oksigen, dan bilangan oksidasi.	C1	1

Tabel 4.1 Hubungan Antara Indikator Soal, Tingkat Kognitif, Dan Level *Game* (Lanjutan)

No.	Indikator Soal	Tingkat Kognitif	Level <i>game</i>
3.	Mengidentifikasi kebenaran pernyataan tentang konsep oksidasi.	C1	1
4.	Mengidentifikasi urutan kekuatan reduktor logam berdasarkan deret volta.	C1	1
5.	Mengidentifikasi pengertian potensial reduksi standar (E°) dalam kaitannya dengan kecenderungan suatu zat mengalami reduksi.	C1	1
6.	Menjelaskan jenis reaksi berdasarkan perubahan bilangan oksidasi dan alasan terjadinya oksidasi.	C2	2
7.	Menjelaskan hubungan antara perpindahan elektron dan perubahan bilangan oksidasi pada reaksi redoks.	C2	2
8.	Menjelaskan terjadinya reaksi reduksi berdasarkan konsep pelepasan oksigen.	C2	2
9.	Menjelaskan hubungan posisi logam dalam deret volta dengan kekuatan sifat reduktornya.	C2	2
10.	Menjelaskan hubungan tanda nilai potensial reaksi redoks dengan kespontanan berlangsungnya reaksi.	C2	2
11.	Menentukan bilangan oksidasi unsur dalam suatu senyawa berdasarkan aturan bilangan oksidasi.	C3	3
12.	Menentukan bilangan oksidasi unsur dalam ion poliatomik berdasarkan aturan bilangan oksidasi.	C3	3
13.	Menentukan perubahan bilangan oksidasi suatu unsur dalam reaksi redoks.	C3	3
14.	Menghitung nilai potensial standar reaksi redoks berdasarkan data potensial reduksi standar (E°) dua pasangan redoks.	C3	3

Tabel 4.1 Hubungan Antara Indikator Soal, Tingkat Kognitif, Dan Level *Game* (Lanjutan)

No.	Indikator Soal	Tingkat Kognitif	Level <i>game</i>
15.	Menghitung nilai potensial standar reaksi redoks berdasarkan persamaan reaksi dan data potensial reduksi standar (E°) yang diketahui.	C3	3
16.	Menganalisis perubahan bilangan oksidasi serta menentukan zat yang mengalami oksidasi, reduksi, oksidator, dan reduktor.	C4	4
17.	Menganalisis perubahan bilangan oksidasi serta mengelompokkan zat yang berperan sebagai oksidator dan reduktor.	C4	4
18.	Menganalisis perubahan bilangan oksidasi untuk menentukan zat yang bertindak sebagai reduktor.	C4	4
19.	Menganalisis kemungkinan berlangsungnya reaksi redoks antara dua zat berdasarkan posisinya dalam deret volta.	C4	4
20.	Menganalisis kecenderungan spesi mengalami oksidasi atau reduksi berdasarkan data potensial reduksi standar (E°).	C4	4
21.	Mengevaluasi ketepatan penyetaraan reaksi redoks berdasarkan keseimbangan elektron dan perubahan bilangan oksidasi.	C5	5
22.	Mengevaluasi ketepatan penyetaraan reaksi redoks dan alasan berdasarkan keseimbangan pertukaran elektron.	C5	5
23.	Mengevaluasi reaksi yang termasuk reaksi redoks berdasarkan perpindahan elektron.	C5	5

Tabel 4.1 Hubungan Antara Indikator Soal, Tingkat Kognitif, Dan Level *Game* (Lanjutan)

No.	Indikator Soal	Tingkat Kognitif	Level <i>game</i>
24.	Mengevaluasi pasangan logam dan ion logam yang memiliki selisih nilai potensial reduksi standar (E°) paling besar, disertai alasan berdasarkan kecenderungan oksidasi dan reduksi.	C5	5
25.	Mengevaluasi logam yang paling tepat dipilih untuk melindungi Fe dari korosi berdasarkan prinsip Deret Volta dan kecenderungan oksidasi, disertai alasan pemilihannya.	C5	5

Tabel 4.1 memuat pemetaan indikator soal pada setiap tingkat kemampuan kognitif dan level permainan. Level 1 memuat soal dengan tingkat kemampuan mengingat (C1), level 2 memahami (C2), level 3 menerapkan (C3), level 4 menganalisis (C4), dan level 5 mengevaluasi (C5). Setiap level terdiri atas lima butir soal. Setelah penyusunan kisi-kisi dan soal, dilakukan penyusunan *flowchart* untuk menggambarkan alur penggunaan *game* interaktif *Redox Ball*. Alur permainan dimulai dari halaman utama dan dilanjutkan menuju bagian petunjuk penggunaan, profil pengembang, tujuan pembelajaran dan materi, menu pemilihan level, halaman soal pada level 1–5, halaman *feedback*, serta halaman akhir. *Flowchart game* interaktif *Redox Ball* secara lengkap disajikan pada Lampiran A.3. Tahap selanjutnya adalah penyusunan *storyboard* yang memuat rancangan tampilan pada setiap halaman *game*, meliputi tata letak, teks, gambar, tombol navigasi, dan bentuk interaksi. *Storyboard game* interaktif *Redox Ball* secara lengkap disajikan pada Lampiran A.4.

Rancangan yang telah dibuat selanjutnya dikonstruksi menjadi produk *game* interaktif *Redox Ball* menggunakan *Unity Engine*. Pembuatan *flowchart* dan peta konsep dilakukan menggunakan *draw.io*, sedangkan desain tampilan dan *storyboard* dibuat menggunakan Canva. Produk yang dihasilkan terdiri atas halaman utama, petunjuk penggunaan, profil pengembang, tujuan pembelajaran

dan materi, menu pemilihan level, halaman soal pada level 1–5, halaman *feedback*, serta halaman akhir.

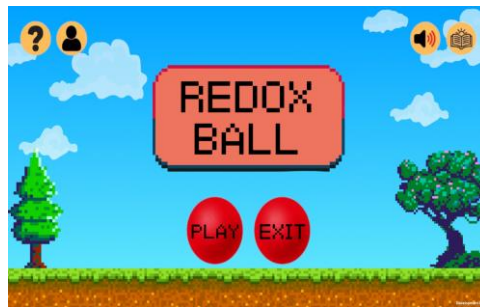
Fase ketiga, yaitu tahap evaluasi dan refleksi dilakukan terhadap *game* interaktif *Redox Ball* yang telah dikembangkan. Produk awal divalidasi oleh tiga orang validator menggunakan instrumen validasi. Data yang diperoleh berupa hasil penilaian, komentar, dan saran yang digunakan sebagai dasar revisi produk. Setelah direvisi, produk diuji kelayakannya kepada responden menggunakan instrumen kelayakan. Hasil evaluasi tersebut selanjutnya digunakan sebagai bahan refleksi terhadap kelebihan dan keterbatasan *game* interaktif *Redox Ball*. Hasil penelitian disajikan sesuai dengan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Tampilan *Game* Interaktif *Redox Ball* Berorientasi Kemampuan Kognitif pada Materi Reaksi Reduksi-Oksidasi

Berdasarkan tahap desain dan konstruksi, dihasilkan *game* interaktif *Redox Ball* berorientasi kemampuan kognitif pada materi reaksi reduksi-oksidasi. Instrumen yang digunakan untuk menggambarkan tampilan *game* adalah *flowchart* dan *storyboard*. *Flowchart* digunakan untuk menggambarkan alur navigasi dan hubungan antarbagian dalam *game*, sedangkan *storyboard* digunakan untuk menggambarkan rancangan tampilan, isi, dan interaksi pada setiap bagian *game*. Produk terdiri atas beberapa halaman yang saling terhubung, yaitu halaman utama, petunjuk penggunaan, profil pengembang, tujuan pembelajaran dan materi, menu pemilihan level, halaman soal pada level 1-5, halaman *feedback*, serta halaman akhir yang memuat *reward* dan rekap skor. Tampilan setiap bagian *game* interaktif *Redox Ball* disajikan sebagai berikut.

a) Halaman utama

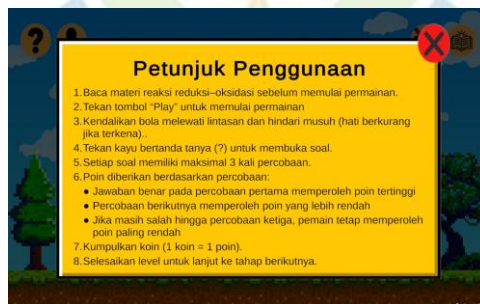
Halaman ini memuat judul *game* “*Redox Ball*” beserta tombol *play* untuk memulai permainan, tombol petunjuk penggunaan, profil pengembang, pengaturan musik, dan keluar aplikasi. Halaman utama merupakan halaman pembuka yang muncul saat aplikasi dijalankan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Halaman Utama

b) Halaman petunjuk penggunaan

Halaman petunjuk penggunaan memuat informasi mengenai cara bermain *game* interaktif *Redox Ball*, termasuk cara menjawab soal pada setiap level serta fungsi tombol-tombol. Halaman ini bertujuan untuk membantu pengguna memahami mekanisme permainan sebelum memulai level pertama. Halaman petunjuk disajikan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Petunjuk Penggunaan

c) Halaman profil pengembang

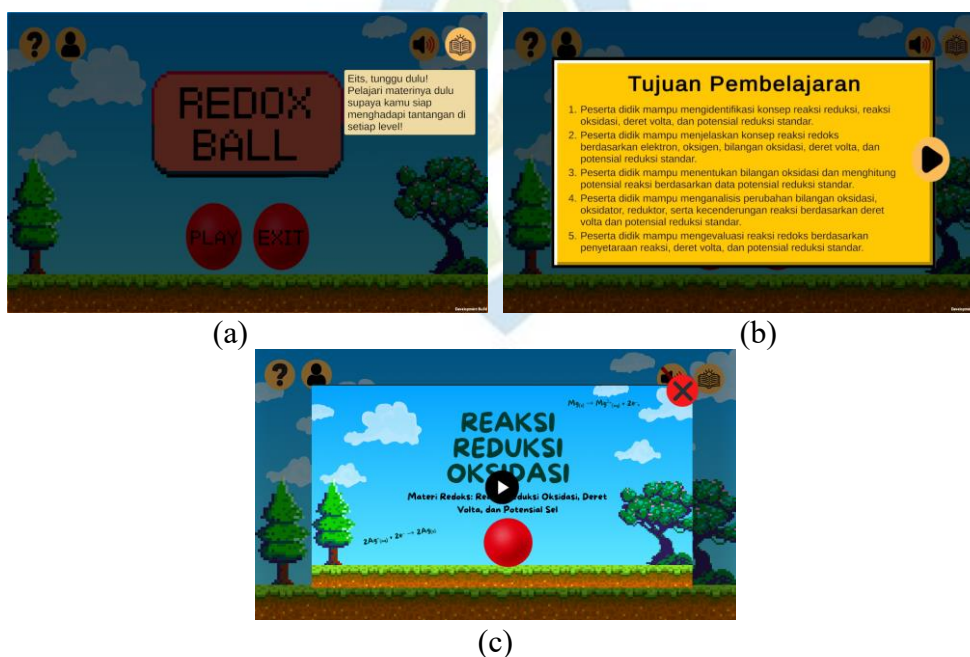
Halaman profil pengembang memuat identitas peneliti selaku pengembang *game* beserta dosen pembimbing. Halaman ini ditampilkan sebagai bentuk transparansi mengenai pihak yang mengembangkan produk. Halaman profil pengembang disajikan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Profil Pengembang

d) Halaman tujuan pembelajaran dan materi

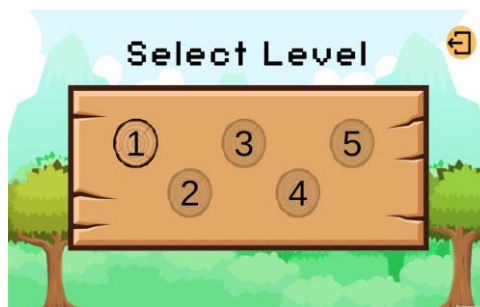
Halaman tujuan pembelajaran dan materi merupakan tampilan yang muncul setelah pengguna menekan tombol *Play* pada menu utama. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.4 (a), sistem menampilkan pemberitahuan bahwa peserta didik harus mempelajari materi sebelum memulai permainan. Selanjutnya, Gambar 4.4 (b) menampilkan tujuan pembelajaran yang akan dicapai pada materi reaksi reduksi-oksidasi. Setelah itu, pengguna diarahkan untuk menonton video materi yang berisi penjelasan konsep dasar reaksi reduksi-oksidasi, (Gambar 4.4 (c)). Penyajian video materi bertujuan memberikan pemahaman awal kepada peserta didik sehingga lebih siap dalam menyelesaikan soal pada setiap level permainan. Halaman tujuan pembelajaran dan materi disajikan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 (a) Pemberitahuan mempelajari materi, (b) Tampilan tujuan pembelajaran, (c) Tampilan video materi.

e) Halaman level

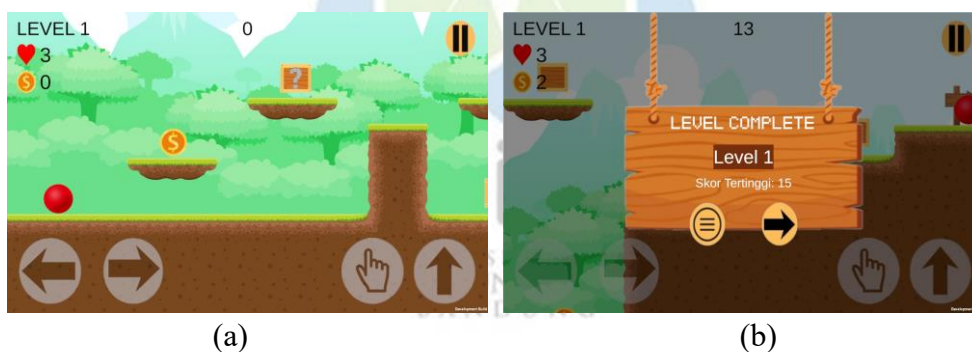
Kelima level disusun secara berjenjang dan terbuka secara bertahap, artinya pengguna harus menyelesaikan level sebelumnya terlebih dahulu sebelum dapat mengakses level berikutnya, sesuai dengan urutan tingkat kognitif yang dipetakan pada Tabel 4.1. Halaman level menampilkan menu pemilihan level 1 hingga level 5 sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Halaman Level

f) Halaman level 1

Halaman level 1 merupakan level pertama pada permainan yang dirancang untuk mengukur kemampuan kognitif peserta didik pada tingkat C1 (mengingat). Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.6 (a), peserta didik mengendalikan karakter untuk menyelesaikan rintangan dan mengumpulkan koin hingga mencapai akhir level. Setelah seluruh tantangan pada level selesai diselesaikan, sistem akan menampilkan halaman level *complete* yang berisi informasi skor yang diperoleh (Gambar 4.6 (b)). Halaman level 1 disajikan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 (a) Tampilan awal level 1 (b) Tampilan level selesai.

Pada level 1 terdapat lima soal dengan bentuk yang bervariasi (*drag and drop*, pilihan jamak, benar-salah, menjodohkan, dan pilihan ganda) yang bertujuan mengukur kemampuan peserta didik dalam mengingat konsep dasar reaksi reduksi dan oksidasi. Sebagai contoh, soal pertama disajikan dalam bentuk *drag and drop*, yaitu peserta didik mengelompokkan kartu yang berisi ciri-ciri reaksi ke dalam kategori oksidasi atau reduksi (Gambar 4.7 (a)). Setelah jawaban dikirim, sistem menampilkan hasil jawaban peserta didik sebagai umpan balik (Gambar 4.7 (b)), sehingga peserta didik dapat mengetahui ketepatan jawaban yang diberikan. Soal level 1 disajikan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 (a) Tampilan soal level 1, (b) Jawaban soal level 1

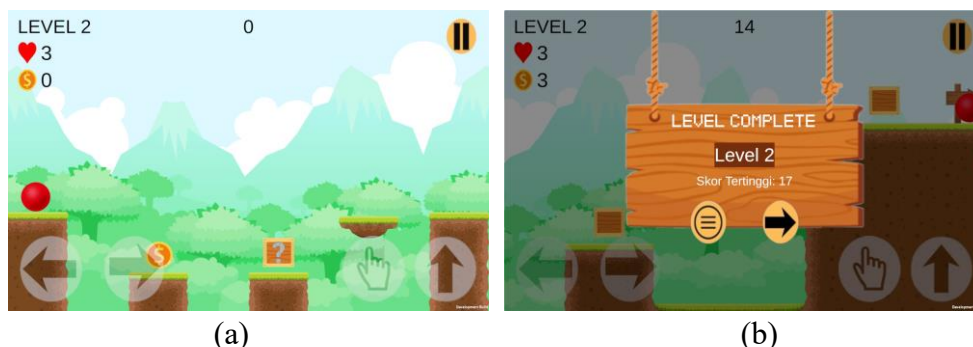
Pada level 1 terdapat lima soal dengan bentuk yang bervariasi untuk mengukur kemampuan peserta didik pada tingkat C1 (mengingat). Soal pada level ini disusun untuk mengukur kemampuan peserta didik dalam mengenali dan mengingat kembali konsep-konsep dasar pada materi reaksi reduksi-oksidasi. Contoh soal pada level 1 berdasarkan indikator kognitif yang telah ditetapkan disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Contoh Soal Berdasarkan Indikator Kognitif pada Level 1

Indikator Kognitif (C1)	Soal
Mengidentifikasi ciri-ciri reaksi oksidasi dan reduksi	“Tarik dan letakkan 3 kartu ke kategori yang tepat!” peserta didik mengelompokkan kartu berisi ciri-ciri reaksi ke dalam kategori oksidasi atau reduksi (lihat Gambar 4.7).

g) Halaman level 2

Halaman level 2 merupakan lanjutan permainan yang dirancang untuk mengukur kemampuan kognitif peserta didik pada tingkat C2 (memahami). Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.8 (a), peserta didik mengendalikan karakter untuk menyelesaikan rintangan hingga mencapai akhir level. Setelah seluruh tantangan berhasil diselesaikan, sistem menampilkan halaman level *complete* yang berisi informasi skor yang diperoleh (Gambar 4.8 (b)). Halaman level 2 disajikan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 (a) Tampilan awal level 2, (b) Tampilan level selesai.

Pada level 2 terdapat lima soal yang bertujuan mengukur kemampuan peserta didik dalam memahami konsep reaksi reduksi dan oksidasi. Soal berbentuk pilihan ganda. Peserta didik diminta menjelaskan alasan terjadinya reaksi reduksi berdasarkan konsep pelepasan oksigen pada reaksi redoks (Gambar 4.9 (a)). Setelah jawaban dipilih, sistem menampilkan umpan balik berupa jawaban yang benar sehingga peserta didik dapat mengetahui ketepatan jawaban yang diberikan (Gambar 4.9 (b)). Soal level 2 disajikan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 (a) Tampilan soal level 2, (b) Jawaban soal level 2

Pada level 2 terdapat lima soal dengan bentuk yang bervariasi, bertujuan mengukur kemampuan peserta didik pada tingkat C2 (memahami). Soal pada level ini disusun untuk mengukur kemampuan peserta didik dalam memahami dan menjelaskan keterkaitan konsep-konsep pada materi reaksi reduksi-oksidasi. Contoh soal pada level 2 berdasarkan indikator kognitif yang telah ditetapkan disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Contoh Soal Berdasarkan Indikator Kognitif pada Level 2

Indikator Kognitif (C2)	Soal
Menjelaskan alasan terjadinya reaksi reduksi berdasarkan konsep pelepasan oksigen	Perhatikan reaksi berikut: $2\text{SO}_{3(g)} \rightarrow 2\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)}$. Mengapa pada reaksi tersebut atom sulfur mengalami reduksi?

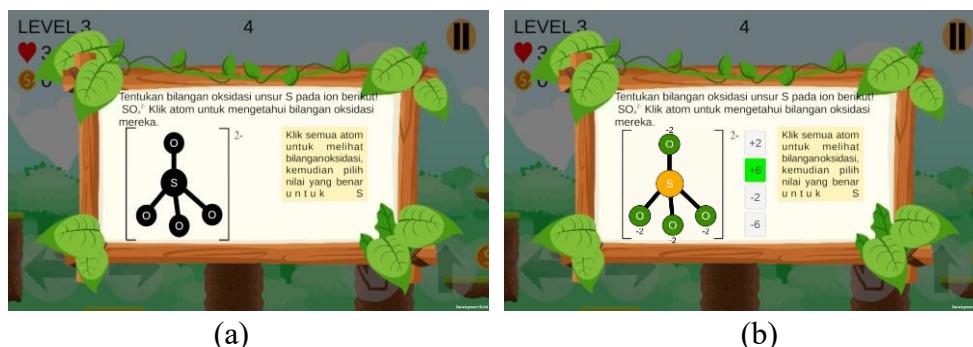
h) Halaman level 3

Halaman level 3 dirancang untuk mengukur kemampuan kognitif peserta didik pada tingkat C3 (menerapkan). Pada level ini, peserta didik menerapkan konsep reaksi reduksi-oksidasi melalui soal yang disajikan dalam permainan. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.10 (a), peserta didik mengendalikan karakter untuk melewati rintangan. Setelah seluruh tantangan berhasil diselesaikan, sistem menampilkan halaman level *complete* yang berisi informasi skor yang diperoleh (Gambar 4.10 (b)). Halaman level 3 disajikan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 (a) Tampilan awal level 3, (b) Tampilan level selesai.

Pada level 3 terdapat lima soal yang bertujuan mengukur kemampuan peserta pada tingkat C3 (menerapkan) dalam menyelesaikan permasalahan pada materi reaksi reduksi-oksidasi. Sebagai contoh, soal disajikan dalam bentuk penentuan bilangan oksidasi suatu unsur pada senyawa atau ion poliatomik. (Gambar 4.11(a)). Setelah jawaban dipilih, sistem menampilkan umpan balik berupa jawaban yang benar sehingga peserta didik dapat mengetahui ketepatan jawaban yang diberikan (Gambar 4.11(b)). Soal level 3 disajikan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 (a) Tampilan soal level 3, (b) Jawaban soal level 3

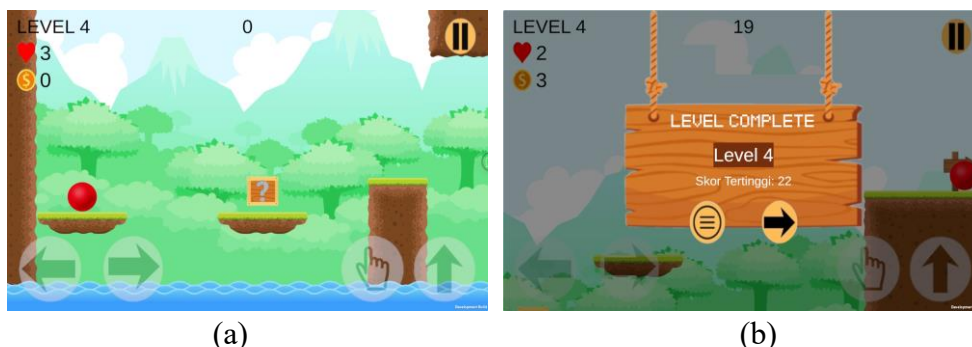
Pada level 3 terdapat lima soal dengan bentuk yang bervariasi, bertujuan mengukur kemampuan peserta didik pada tingkat C3 (menerapkan). Soal pada level ini disusun untuk mengukur kemampuan peserta didik dalam menerapkan konsep dan prosedur yang telah dipelajari untuk menyelesaikan permasalahan pada materi reaksi reduksi-oksidasi. Contoh soal pada level 3 berdasarkan indikator kognitif yang telah ditetapkan disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Contoh Soal Berdasarkan Indikator Kognitif pada Level 3

Indikator Kognitif (C3)	Soal
Menentukan bilangan oksidasi unsur dalam senyawa atau ion	Tentukan bilangan oksidasi unsur S pada ion SO_4^{2-} . Klik atom untuk mengetahui bilangan oksidasi mereka, kemudian pilih nilai yang benar untuk S.

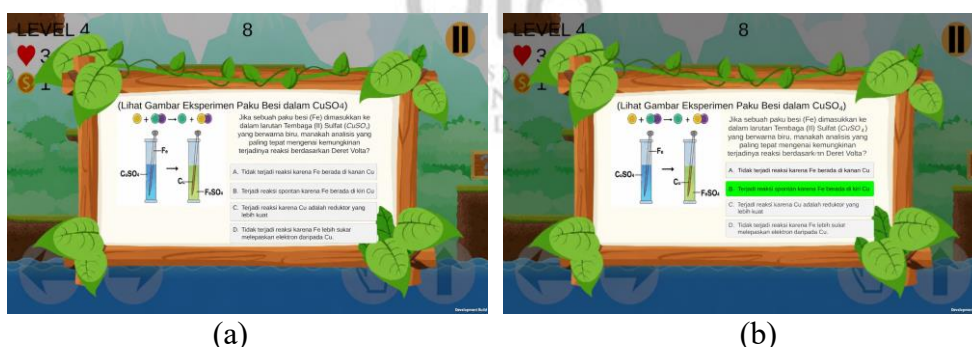
i) Halaman level 4

Halaman level 4 dirancang untuk mengukur kemampuan kognitif peserta didik pada tingkat C4 (menganalisis). Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.12 (a), peserta didik mengendalikan karakter untuk melewati rintangan hingga mencapai akhir level. Setelah seluruh tantangan berhasil diselesaikan, sistem menampilkan halaman level *complete* yang berisi informasi skor yang diperoleh (Gambar 4.12 (b)). Halaman level 4 disajikan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 (a) Tampilan awal level 4, (b) Tampilan level selesai.

Pada level 4 terdapat lima soal dengan bentuk dan cakupan konsep yang bervariasi, bertujuan mengukur kemampuan peserta didik pada tingkat C4 (menganalisis), meliputi analisis perubahan bilangan oksidasi untuk menentukan zat yang mengalami oksidasi, reduksi, serta mengidentifikasi oksidator dan reduktor, hingga analisis kemungkinan berlangsungnya reaksi redoks berdasarkan Deret Volta dan potensial reduksi standar. Sebagai contoh, peserta didik disajikan skenario paku besi (Fe) yang dimasukkan ke dalam larutan Tembaga(II) Sulfat (CuSO_4), kemudian diminta menganalisis kemungkinan berlangsungnya reaksi redoks antara Fe dan ion Cu^{2+} berdasarkan prinsip Deret Volta (Gambar 4.13(a)). Setelah jawaban dipilih, sistem menampilkan hasil jawaban peserta didik sebagai umpan balik (Gambar 4.13(b)). Soal level 4 disajikan pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 (a) Tampilan soal level 4, (b) Jawaban soal level 4

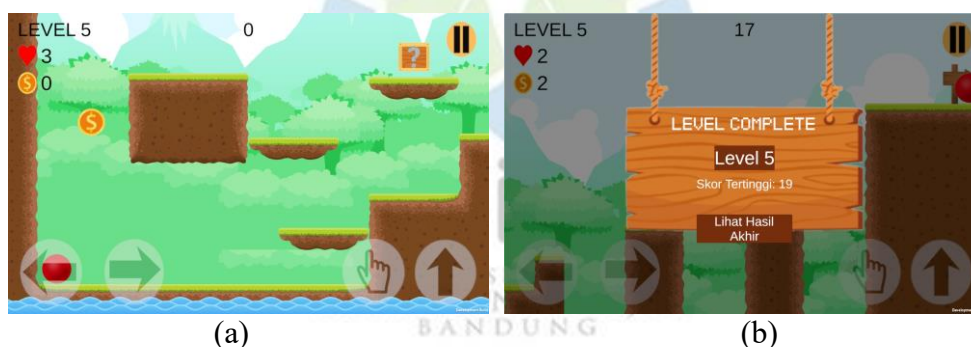
Pada level 4 terdapat lima soal dengan bentuk yang bervariasi, bertujuan mengukur kemampuan peserta didik pada tingkat C4 (menganalisis). Soal pada level ini disusun untuk mengukur kemampuan peserta didik dalam menganalisis informasi dan hubungan antarkonsep pada materi reaksi reduksi-oksidasi. Contoh soal pada level 4 berdasarkan indikator kognitif yang telah ditetapkan disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Contoh Soal Berdasarkan Indikator Kognitif pada Level 4

Indikator Kognitif (C4)	Soal
Menganalisis kemungkinan berlangsungnya reaksi redoks berdasarkan Deret Volta	Jika skenario paku besi (Fe) yang dimasukkan ke dalam larutan tembaga (II) sulfat (CuSO_4), kemudian diminta menganalisis kemungkinan berlangsungnya reaksi redoks antara Fe dan ion Cu^{2+} berdasarkan prinsip Deret Volta.

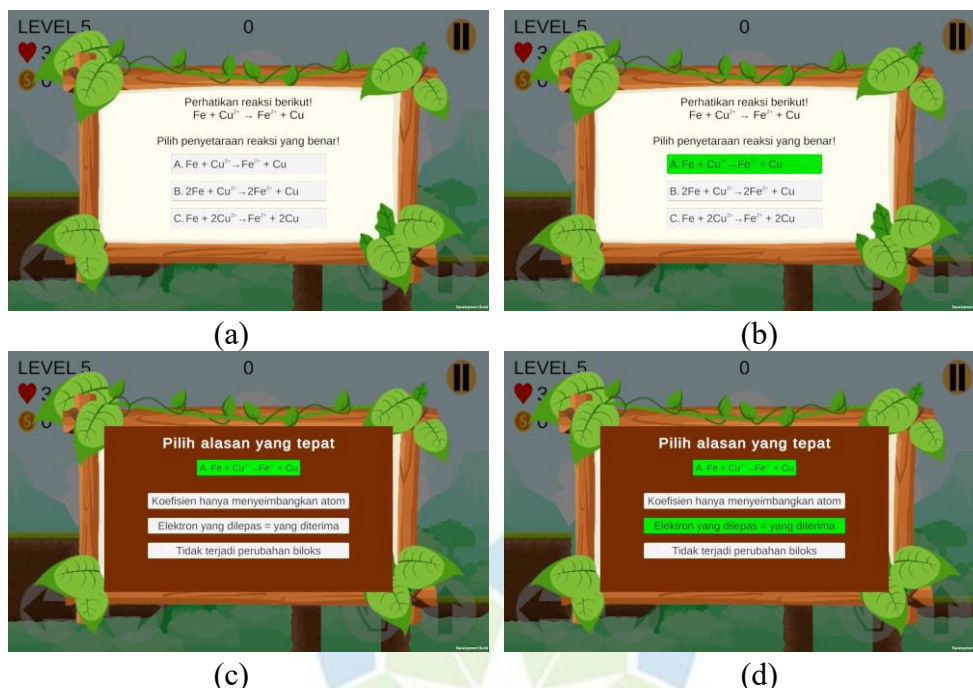
j) Halaman level 5

Halaman level 5 dirancang untuk mengukur kemampuan kognitif peserta didik pada tingkat C5 (mengevaluasi). Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.14 (a), peserta didik mengendalikan karakter untuk melewati rintangan hingga mencapai akhir level. Setelah seluruh tantangan berhasil diselesaikan, sistem menampilkan halaman level *complete* yang berisi informasi skor yang diperoleh (Gambar 4.14 (b)). Halaman level 5 disajikan pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 (a) Tampilan awal level 5, (b) Tampilan level selesai.

Pada level 5 terdapat lima soal yang bertujuan mengukur kemampuan peserta didik dalam mengevaluasi konsep reaksi reduksi dan oksidasi. Soal disajikan dalam dua tahap, yaitu peserta didik memilih penyetaraan reaksi yang benar (Gambar 4.15 (a)), kemudian memilih alasan yang paling tepat untuk mendukung jawaban tersebut (Gambar 4.15 (c)). Setelah peserta didik memberikan jawaban pada setiap tahap, sistem menampilkan jawaban yang dipilih sebagai hasil pengerjaan (Gambar 4.15 (b) dan Gambar 4.15 (d)). Soal level 5 disajikan pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 (a) Tampilan soal level 5, (b) Jawaban soal level 5, (c) Soal lanjutan, (d) Jawaban soal lanjutan

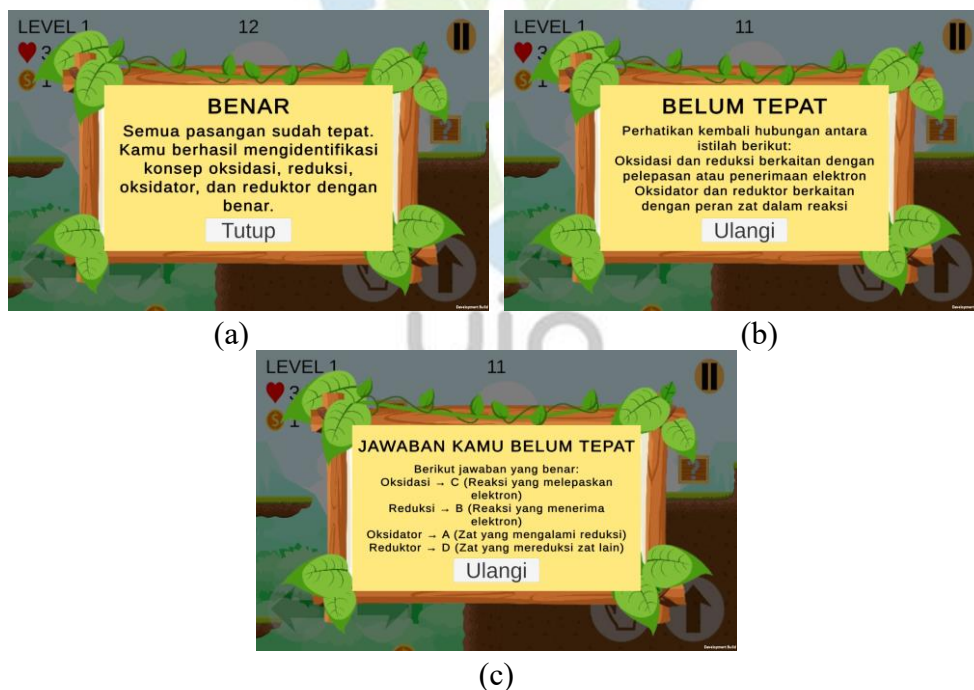
Pada level 5 terdapat lima soal dengan bentuk dan cakupan konsep yang bervariasi, bertujuan mengukur kemampuan peserta didik pada tingkat C5 (mengevaluasi). Soal pada level ini disusun untuk mengukur kemampuan peserta didik dalam memberikan penilaian dan menentukan pilihan berdasarkan konsep serta kriteria yang telah dipelajari pada materi reaksi reduksi-oksidasi. Contoh soal pada level 5 berdasarkan indikator kognitif yang telah ditetapkan disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Contoh Soal Berdasarkan Indikator Kognitif pada Level 5

Indikator Kognitif (C5)	Soal
Mengevaluasi ketepatan penyetaraan reaksi redoks berdasarkan keseimbangan elektron dan perubahan bilangan oksidasi	Perhatikan reaksi berikut: $\text{Fe}_{(s)} + \text{Cu}^{2+}_{(aq)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(aq)} + \text{Cu}_{(s)}.$ Pilih penyetaraan reaksi yang benar! Setelah itu, pilih alasan yang paling tepat berdasarkan keseimbangan elektron yang dilepas dan diterima.

k) *Feedback* permainan

Halaman umpan balik ditampilkan setelah peserta didik menyelesaikan soal pada setiap level. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.16 (a), sistem memberikan konfirmasi apabila seluruh jawaban benar disertai penjelasan singkat mengenai konsep yang telah dikuasai. Jika jawaban belum tepat, sistem menampilkan pemberitahuan beserta penjelasan materi yang berkaitan sehingga peserta didik dapat memperbaiki pemahamannya (Gambar 4.16 (b)). Apabila kesempatan menjawab telah habis, sistem menampilkan jawaban yang benar sebagai bahan evaluasi bagi peserta didik (Gambar 4.16 (c)). Dengan adanya umpan balik ini, peserta didik tidak hanya mengetahui hasil yang diperoleh, tetapi juga memperoleh penguatan terhadap konsep reaksi reduksi dan oksidasi yang dipelajari. *Feedback* permainan disajikan pada Gambar 4.16.

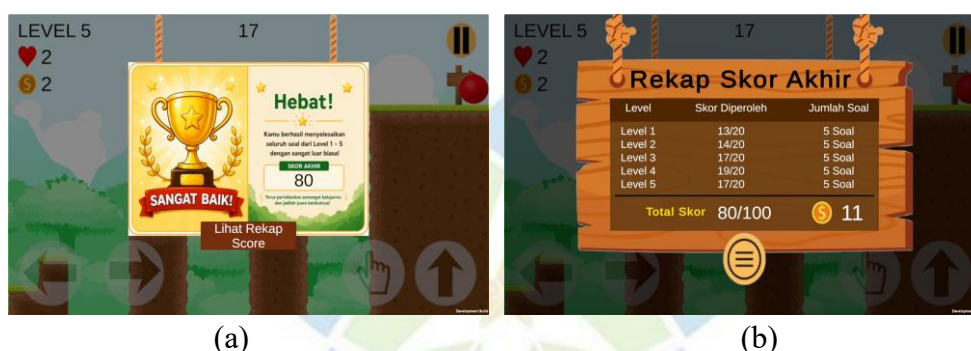


Gambar 4.16 (a) Tampilan umpan balik jawaban benar, (b) Tampilan umpan balik jawaban salah, (c) Tampilan umpan balik kesempatan habis.

l) Halaman akhir

Halaman akhir ditampilkan setelah peserta didik menyelesaikan seluruh level permainan. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.17 (a), sistem menampilkan halaman penghargaan (*reward*) berdasarkan skor akhir yang diperoleh sebagai bentuk apresiasi atas hasil belajar peserta didik. Selanjutnya,

peserta didik dapat melihat rekap skor yang memuat perolehan skor pada setiap level dan total skor keseluruhan (Gambar 4.17 (b)). Halaman ini bertujuan memberikan informasi mengenai hasil pencapaian peserta didik setelah menyelesaikan seluruh rangkaian permainan. Halaman ini merupakan hasil penambahan berdasarkan saran perbaikan validator sebagaimana telah diuraikan pada Tabel 4.7, dengan tujuan memberikan bentuk penghargaan dan rekapitulasi capaian belajar kepada pengguna setelah menyelesaikan permainan. Halaman akhir disajikan pada Gambar 4.17.

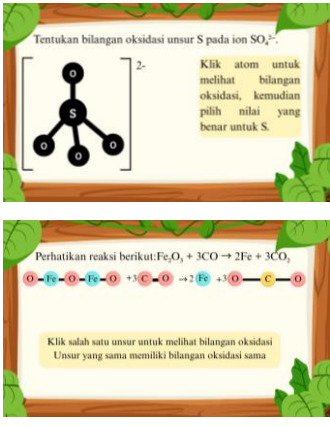
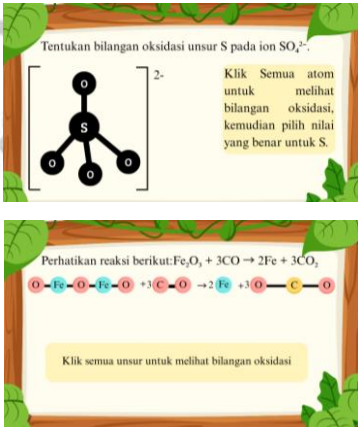


Gambar 4.17 (a) Tampilan penghargaan, (b) Tampilan rekap skor akhir.

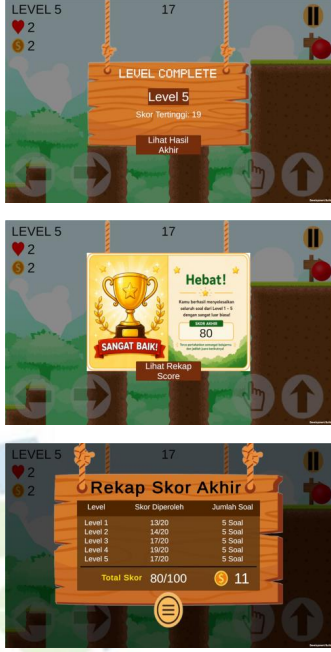
2. Hasil Uji Validasi *Game Interaktif Redox Ball Berorientasi Kemampuan Kognitif pada Materi Reaksi Reduksi-Oksidasi*

Uji validasi *game* interaktif *Redox Ball* dilakukan oleh tiga validator yang terdiri atas ahli materi, ahli pembelajaran, dan ahli media. Instrumen yang digunakan dalam uji validasi berupa angket validasi yang disusun untuk menilai kevalidan *game* interaktif *Redox Ball*. Angket validasi terdiri atas tiga aspek penilaian, yaitu desain pembelajaran, perangkat lunak, serta bahasa dan komunikasi. Setiap aspek dijabarkan ke dalam beberapa indikator yang digunakan sebagai dasar penilaian terhadap produk. Penilaian pada setiap butir instrumen menggunakan skala Likert dengan rentang skor 1–5, dengan skor 1 menunjukkan penilaian terendah dan skor 5 menunjukkan penilaian tertinggi. Hasil penilaian validator kemudian diolah menjadi nilai r_{hitung} yang dibandingkan dengan r_{kritis} sebesar 0,30. Produk dinyatakan valid apabila r_{hitung} lebih besar daripada r_{kritis} . Selain memberikan penilaian kuantitatif, validator juga memberikan saran perbaikan sebagai data kualitatif. Hasil saran dan perbaikan *game* interaktif *Redox Ball* disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Saran dan Perbaikan

Hasil Saran dan Perbaikan	
1. Kalimat instruksi pada soal direvisi dengan mengganti kata “seret” menjadi “tarik dan letakkan” agar lebih jelas dan mudah dipahami oleh pengguna.	
Tampilan sebelum perbaikan 	Tampilan sesudah perbaikan 
Hasil Saran dan Perbaikan	
2. Petunjuk “klik atom” diubah menjadi “klik semua atom” untuk memperjelas bahwa seluruh atom harus dipilih sesuai dengan tujuan soal.	
Tampilan sebelum perbaikan 	Tampilan sesudah perbaikan 
3. Pada akhir permainan ditambahkan halaman <i>reward</i> dan rekap skor sebagai bentuk umpan balik kepada pemain serta untuk menampilkan hasil pencapaian setelah menyelesaikan permainan	

Tabel 4.7 Hasil Saran dan Perbaikan (Lanjutan)

Tampilan sebelum perbaikan	Tampilan sesudah perbaikan
	

Berdasarkan Tabel 4.7, terdapat tiga saran perbaikan utama yang berkaitan dengan kejelasan instruksi soal dan penyajian umpan balik. Saran tersebut telah ditindaklanjuti oleh peneliti, dengan dokumentasi tampilan sebelum dan sesudah perbaikan disertakan pada masing-masing butir saran. Hasil penilaian kuantitatif dari ketiga validator pada aspek desain pembelajaran disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Aspek Desain Pembelajaran

No.	Pernyataan	Tanggapan			r_{hitung}	r_{kritis}	Hasil	Interpretasi
		V1	V2	V3				
1	Kesesuaian soal pada setiap level dengan capaian pembelajaran.	4	4	5	0,87	0,3	Valid	Tinggi
2	Kesesuaian penyajian soal dengan konsep permainan.	4	4	5	0,87	0,3	Valid	Tinggi
3	Kesesuaian soal dengan indikator kemampuan kognitif.	4	4	4	0,80	0,3	Valid	Cukup Tinggi
4	Tingkat interaksi yang disajikan dalam <i>game</i> .	5	4	4	0,87	0,3	Valid	Tinggi

Tabel 4.8 Aspek Desain Pembelajaran (Lanjutan)

No.	Pernyataan	Tanggapan			r_{hitung}	r_{kritis}	Hasil	Interpretasi
		V1	V2	V3				
5	Keberagaman soal pada setiap level permainan.	4	4	5	0,87	0,3	Valid	Tinggi
6	Kesesuaian umpan balik yang diberikan terhadap jawaban siswa.	4	4	4	0,80	0,3	Valid	Cukup Tinggi
7	Ketepatan penggunaan istilah dan simbol pada soal.	5	4	4	0,87	0,3	Valid	Tinggi
8	Kecukupan jumlah soal yang tersedia dalam <i>game</i> .	5	4	5	0,93	0,3	Valid	Tinggi
9	Kemampuan <i>game</i> dalam meningkatkan motivasi belajar siswa.	4	4	4	0,80	0,3	Valid	Cukup Tinggi
Rata-rata					0,85	0,3	Valid	Tinggi

Berdasarkan Tabel 4.8 aspek desain pembelajaran, diperoleh rata-rata r_{hitung} sebesar 0,85 dengan r_{kritis} 0,3, sehingga seluruh 9 item pernyataan dinyatakan valid, dengan interpretasi bervariasi dari cukup tinggi hingga tinggi. Nilai r_{hitung} tertinggi terdapat pada item kecukupan jumlah soal dalam *game* (0,93), sedangkan nilai terendah pada beberapa item lain sebesar 0,80 dengan interpretasi cukup tinggi. Seluruh pernyataan memperoleh nilai r_{hitung} lebih besar daripada r_{kritis} 0,30 sehingga aspek desain pembelajaran dinyatakan valid. Hasil penilaian validator pada aspek perangkat lunak disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Aspek Perangkat Lunak

No.	Pernyataan	Tanggapan			r_{hitung}	r_{kritis}	Hasil	Interpretasi
		V1	V2	V3				
1	Kemudahan Pengelolaan dan pemeliharaan <i>game</i> .	4	4	5	0,87	0,3	Valid	Tinggi
2	Kemudahan penggunaan dan pengoperasian <i>game</i> .	4	4	5	0,87	0,3	Valid	Tinggi

Tabel 4.9 Aspek Perangkat Lunak (Lanjutan)

No.	Pernyataan	Tanggapan			r_{hitung}	r_{kritis}	Hasil	Interpretasi
		V1	V2	V3				
3	Kesesuaian <i>game</i> dengan berbagai versi Android.	4	4	4	0,80	0,3	Valid	Cukup Tinggi
4	Kejelasan petunjuk penggunaan <i>game</i> .	4	4	5	0,87	0,3	Valid	Tinggi
Rata-rata					0,85	0,3	Valid	Tinggi

Berdasarkan Tabel 4.9 aspek perangkat lunak memperoleh rata-rata r_{hitung} sebesar 0,85 dengan interpretasi tinggi. Nilai terendah terdapat pada pernyataan kesesuaian *game* dengan berbagai versi *Android* sebesar 0,80, sedangkan pernyataan lainnya memperoleh nilai 0,87. Seluruh pernyataan dinyatakan valid karena nilai r_{hitung} lebih besar daripada r_{kritis} 0,30. Hasil penilaian validator pada aspek bahasa dan komunikasi disajikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Aspek Bahasa dan Komunikasi

No.	Pernyataan	Tanggapan			r_{hitung}	r_{kritis}	Hasil	Interpretasi
		V1	V2	V3				
1	Kejelasan penyampaian informasi kepada pengguna.	4	4	5	0,87	0,3	Valid	Tinggi
2	Kualitas efek suara dan musik latar.	4	4	4	0,80	0,3	Valid	Cukup Tinggi
3	Kualitas tata letak, huruf, dan warna tampilan.	5	4	4	0,87	0,3	Valid	Tinggi
4	Kualitas animasi dan ilustrasi dalam <i>game</i> .	4	4	5	0,87	0,3	Valid	Tinggi
5	Kejelasan bahasa yang digunakan.	5	4	4	0,87	0,3	Valid	Tinggi
Rata-rata					0,85	0,3	Valid	Tinggi

Berdasarkan Tabel 4.10, aspek bahasa dan komunikasi memperoleh rata-rata r_{hitung} sebesar 0,85 dengan interpretasi tinggi. Nilai terendah terdapat pada

pernyataan kualitas efek suara dan musik latar sebesar 0,80, sedangkan pernyataan lainnya memperoleh nilai 0,87. Seluruh pernyataan dinyatakan valid karena nilai r_{hitung} lebih besar daripada r_{kritis} 0,30. Rekapitulasi rata-rata hasil uji validasi dari ketiga aspek disajikan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Rata-rata Hasil Uji Validasi dari Semua Aspek

No	Pernyataan	r_{hitung}	r_{kritis}	Hasil	Interpretasi
1	Aspek Desain Pembelajaran	0,85	0,3	Valid	Tinggi
2	Aspek Perangkat Lunak	0,85	0,3	Valid	Tinggi
3	Aspek Bahasa dan Komunikasi	0,85	0,3	Valid	Tinggi
Rata-rata		0,85	0,3	Valid	Tinggi

Berdasarkan Tabel 4.11, ketiga aspek yang dinilai dalam uji validasi, yaitu aspek desain pembelajaran, aspek perangkat lunak, serta aspek bahasa dan komunikasi, memperoleh nilai r_{hitung} yang sama, yaitu sebesar 0,85, dengan kategori valid dan interpretasi tinggi. Nilai tersebut jauh melampaui r_{kritis} sebesar 0,3, sehingga seluruh pernyataan pada instrumen validasi dinyatakan valid. Hasil ini mengindikasikan bahwa *game* interaktif *Redox Ball*, baik dari segi desain pembelajaran, perangkat lunak, maupun bahasa dan komunikasi yang digunakan, telah dinilai valid oleh ketiga validator dan dapat dilanjutkan ke tahap uji kelayakan oleh pengguna.

Meskipun hasil validasi menunjukkan bahwa *game* interaktif *Redox Ball* telah memenuhi kriteria validitas, hasil validasi belum dapat dijadikan dasar untuk menyatakan bahwa *game* interaktif *Redox Ball* efektif dalam meningkatkan kemampuan kognitif peserta didik. Hasil validasi hanya menunjukkan bahwa produk telah memenuhi kriteria yang ditetapkan berdasarkan penilaian validator, sedangkan efektivitas dalam meningkatkan kemampuan kognitif memerlukan pengujian lebih lanjut melalui pengukuran kemampuan kognitif peserta didik. Keterbatasan tersebut menjadi salah satu kelemahan produk yang dikembangkan dalam penelitian ini. Oleh karena itu, istilah “berorientasi kemampuan kognitif” dalam penelitian ini menunjukkan bahwa materi, aktivitas, dan soal dalam *game*

dirancang dengan mengacu pada tingkat kemampuan kognitif peserta didik, bukan menunjukkan bahwa *game* telah terbukti meningkatkan kemampuan kognitif peserta didik.

3. Hasil Uji Kelayakan *Game* Interaktif *Redox Ball* Berorientasi Kemampuan Kognitif pada Materi Reaksi Reduksi-Oksidasi

Setelah *game* interaktif *Redox Ball* dinyatakan valid dan diperbaiki sesuai saran validator, tahap selanjutnya adalah uji kelayakan. Uji kelayakan dilakukan terhadap 15 siswa yang telah mempelajari materi reaksi reduksi-oksidasi. Instrumen yang digunakan dalam uji kelayakan berupa angket kelayakan yang disusun untuk mengetahui tanggapan pengguna terhadap produk yang dikembangkan. Angket kelayakan terdiri atas beberapa aspek penilaian yang dijabarkan ke dalam sejumlah indikator sesuai dengan karakteristik *game* sebagai media pembelajaran. Penilaian pada setiap butir instrumen menggunakan skala Likert dengan rentang skor 1–5.

Uji kelayakan bertujuan untuk mengetahui respon dan tanggapan pengguna terhadap kelayakan produk sehingga dapat diketahui kepraktisannya sebagai media pembelajaran. Pengguna diberikan aplikasi yang telah terpasang pada perangkat *android* mereka, diinstruksikan cara menggunakannya, kemudian memainkan *game* dan menyelesaikan seluruh tantangan pada setiap level. Setelah selesai menggunakan *game*, responden mengisi angket kelayakan berdasarkan pengalaman mereka selama menggunakan produk. Hasil penilaian responden kemudian dianalisis untuk mengetahui tingkat kelayakan *game* interaktif *Redox Ball*. Hasil penilaian pada aspek komunikasi visual disajikan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Aspek Komunikasi Visual

No	Kriteria penilaian	Skor	Persentase
1. Aspek Komunikasi Visual			
1	Tampilan awal <i>game</i> interaktif	66	88 %
2	Kesesuaian jenis huruf dalam <i>game</i> interaktif.	58	77 %
3	Tampilan yang terdapat dalam <i>game</i> interaktif secara keseluruhan	63	84 %
4	Bahasa yang digunakan dalam <i>game</i> interaktif.	64	85 %

Tabel 4.12 Aspek Komunikasi Visual (Lanjutan)

No	Kriteria penilaian	Skor	Persentase
5	Simbol yang dipilih untuk <i>tools</i> sesuai penggunaan.	63	84 %
6	Jenis <i>tools</i> yang tersedia lengkap sehingga mendukung pengoperasian.	64	85 %
Rata – rata			84 %

Berdasarkan Tabel 4.12, aspek komunikasi visual memperoleh rata-rata persentase sebesar 84% dengan kategori sangat layak. Nilai tertinggi terdapat pada pernyataan tampilan awal *game* interaktif, yaitu sebesar 88%, sedangkan nilai terendah terdapat pada pernyataan kesesuaian jenis huruf dalam *game* interaktif, yaitu sebesar 77%. Capaian ini menunjukkan bahwa bahasa dan simbol yang digunakan dalam *game* sudah dinilai cukup jelas dan mudah dipahami oleh pengguna, meskipun jenis huruf serta tampilan visual secara keseluruhan masih memiliki ruang untuk disempurnakan. Hasil aspek operasional disajikan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Aspek Operasional

No	Kriteria penilaian	Skor	Persentase
2. Aspek Operasional			
1	Kemudahan dalam memulai <i>game</i> interaktif.	58	77 %
2	Kemudahan navigasi dalam pengoperasian <i>game</i> interaktif.	61	81 %
3	Ketersediaan dan kejelasan petunjuk penggunaan <i>game</i> interaktif.	66	88 %
Rata – rata			82 %

Berdasarkan Tabel 4.13, aspek operasional memperoleh rata-rata persentase sebesar 82% dengan kategori sangat layak. Nilai tertinggi terdapat pada pernyataan ketersediaan dan kejelasan petunjuk penggunaan *game*, yaitu sebesar 88%, sedangkan nilai terendah terdapat pada pernyataan kemudahan dalam memulai *game*, yaitu sebesar 77%. Capaian ini mengindikasikan bahwa meskipun petunjuk

penggunaan sudah dinilai cukup jelas, aspek kemudahan memulai *game* masih memiliki ruang untuk disempurnakan, khususnya terkait kemudahan memulai *game*. Hasil aspek desain pembelajaran disajikan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Aspek Desain Pembelajaran

No	Kriteria penilaian	Skor	Persentase
3. Aspek Desain Pembelajaran			
1	Kesesuaian pertanyaan dalam <i>game</i> interaktif dengan materi reaksi redoks	64	85 %
2	Kemandirian belajar dengan bantuan <i>game</i> interaktif.	68	90 %
3	Kemenarikan dalam pembelajaran dengan bantuan <i>game</i> interaktif.	74	99 %
Rata – rata			92%

Berdasarkan Tabel 4.14, aspek desain pembelajaran memperoleh rata-rata persentase sebesar 92% dengan kategori sangat layak. Nilai tertinggi terdapat pada pernyataan kemenarikan dalam pembelajaran dengan bantuan *game* interaktif, yaitu sebesar 99%, sedangkan nilai terendah terdapat pada pernyataan kesesuaian pertanyaan dalam *game* dengan materi reaksi redoks, yaitu sebesar 85%. Capaian ini menunjukkan bahwa *game* dinilai mampu menghadirkan pembelajaran yang menarik sekaligus mendukung kemandirian belajar pengguna. Hasil uji kelayakan *game* interaktif *Redox Ball* disajikan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Hasil Uji Kelayakan *Game* Interaktif *Redox Ball*

No.	Aspek yang dinilai	Persentase	Keterangan
1	Aspek Komunikasi Visual	84%	Sangat Layak
2	Aspek Operasional	82%	Sangat Layak
3	Aspek Desain Pembelajaran	92%	Sangat Layak
Rata - rata		86%	Sangat Layak

Berdasarkan Tabel 4.15, ketiga aspek yang dinilai dalam uji kelayakan memperoleh rata-rata keseluruhan sebesar 86% dengan kategori sangat layak. Aspek desain pembelajaran memperoleh persentase tertinggi, yaitu 92%, aspek komunikasi visual 84% dan aspek operasional memperoleh persentase 82%. Hasil

ini mengindikasikan bahwa *game* interaktif *Redox Ball* secara keseluruhan dinilai sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran oleh pengguna.

B. Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan suatu produk berupa *game* interaktif *Redox Ball* berorientasi kemampuan kognitif pada materi reaksi reduksi-oksidasi yang dikembangkan melalui pendekatan *Design-Based Research* (DBR) yang mengacu pada model generik McKenney dan Reeves (2018), terdiri atas tiga proses inti, yaitu analisis dan eksplorasi, desain dan konstruksi, serta evaluasi dan refleksi. Pascakonstruksi produk berupa prototipe awal, dilaksanakan uji validasi guna memperoleh saran perbaikan sekaligus data validitas dari tiga validator, yakni ahli materi, ahli pembelajaran, dan ahli media, yang kemudian ditindaklanjuti dengan perbaikan produk. Tahap berikutnya adalah uji kelayakan produk untuk mengetahui respons pengguna terhadap media yang dikembangkan. Pemilihan pendekatan DBR dalam penelitian ini didasari oleh karakteristiknya yang sistematis serta orientasinya pada penghasilan produk intervensi pendidikan yang dapat digunakan sekaligus pemahaman teoretis yang dapat dimanfaatkan pihak lain (McKenney & Reeves, 2018).

Pada tahap analisis dan eksplorasi, dilakukan pengamatan terhadap kondisi pembelajaran di sekolah, penggalan informasi awal dari guru kimia, serta kajian literatur untuk memperoleh gambaran mengenai capaian pembelajaran, materi pembelajaran, karakteristik peserta didik, penggunaan media pembelajaran, dan kebutuhan pengembangan media. Informasi yang diperoleh pada tahap ini digunakan sebagai dasar dalam menentukan arah pengembangan *game* interaktif *Redox Ball*. Berdasarkan informasi dari guru kimia, peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami materi reaksi reduksi-oksidasi, terutama ketika harus menghubungkan konsep yang dipelajari dengan bentuk simbolik dan proses yang terjadi dalam suatu reaksi. Peserta didik juga masih memerlukan penjelasan dan latihan secara bertahap agar dapat memahami konsep redoks dengan lebih baik. Selain itu, penggunaan media pembelajaran yang dapat memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berlatih secara interaktif masih terbatas. Kondisi

tersebut menunjukkan perlunya media yang tidak hanya menyajikan materi, tetapi juga memberikan latihan dan umpan balik selama proses belajar.

Temuan pada tahap analisis konsep mengindikasikan bahwa materi reaksi reduksi-oksidasi didominasi oleh konsep abstrak dengan contoh konkret. Karakteristik materi tersebut selaras dengan temuan bahwa peserta didik mengalami hambatan belajar dalam menjelaskan reaksi redoks berdasarkan keterlibatan oksigen dan serah terima elektron, serta kerap salah dalam menganalisis konsep redoks berdasarkan perubahan bilangan oksidasi (Khaerudin dkk., 2023). Atas dasar itu, penyajian materi redoks melalui *game* interaktif yang mengintegrasikan visualisasi konsep, latihan bertahap, dan umpan balik dipandang relevan untuk membantu peserta didik memahami konsep-konsep yang bersifat abstrak, sejalan dengan pengembangan media interaktif berbasis konsep redoks yang dinyatakan valid dan layak untuk menumbuhkan literasi sains siswa (Suryati dkk., 2022).

Berdasarkan hasil analisis dan eksplorasi, penelitian dilanjutkan pada tahap desain dan konstruksi untuk merancang dan membangun solusi berupa *game* interaktif *Redox Ball*. Hasil analisis digunakan sebagai dasar dalam penyusunan indikator soal berdasarkan kemampuan kognitif C1–C5, perancangan *flowchart* dan *storyboard*, serta pembangunan produk sesuai dengan rancangan yang telah disusun. Kebutuhan peserta didik terhadap latihan secara bertahap dan media yang lebih interaktif kemudian diwujudkan melalui pembagian permainan ke dalam lima level, penyajian soal pada setiap level, serta pemberian umpan balik terhadap jawaban peserta didik.

Penyusunan indikator soal yang berlandaskan pada jenjang Taksonomi Bloom revisi, mulai dari mengingat (C1) hingga mengevaluasi (C5) yang dipetakan pada level 1 sampai level 5, mencerminkan upaya untuk merancang urutan pembelajaran yang memfasilitasi perkembangan kemampuan berpikir peserta didik secara gradual, yaitu dari kemampuan kognitif tingkat rendah menuju kemampuan yang lebih kompleks (Anderson & Krathwohl, 2001). Setiap tingkat kemampuan kognitif memiliki kata kerja operasional yang spesifik dan berbeda satu sama lain, mulai dari tingkat mengingat hingga mencipta (Nafiati, 2021).

Penggunaan kata kerja operasional yang tepat pada setiap jenjang ini memastikan bahwa instrumen penilaian atau instruksi pembelajaran benar-benar mengukur proses berpikir yang dituju, bukan proses berpikir pada jenjang lain. Prinsip ini menjadi acuan dalam menyusun indikator pada setiap level *game Redox Ball*, sehingga setiap level tidak semata berfungsi sebagai tantangan permainan, melainkan juga sebagai sarana latihan kemampuan kognitif secara terstruktur dan terarah. Berdasarkan tahap analisis dan eksplorasi tersebut, diperoleh dasar pengembangan berupa kebutuhan media pembelajaran yang interaktif, cakupan konsep materi reaksi reduksi-oksidasi, serta indikator kemampuan kognitif yang selanjutnya digunakan sebagai acuan dalam merancang *game* interaktif *Redox Ball*.

Sementara itu, proses perancangan *flowchart* dan *storyboard* berkontribusi sebagai landasan penyusunan struktur dan tampilan *game* sebelum memasuki tahap konstruksi. Keberadaan *flowchart* memungkinkan peneliti merancang alur permainan secara sistematis, sehingga perpindahan antarhalaman, mulai dari halaman utama hingga halaman akhir, tetap konsisten dan tidak menimbulkan kebingungan bagi pengguna. Hal ini sejalan dengan pemanfaatan *flowchart* sebagai alat bantu yang memetakan transisi antarstatus permainan, sehingga logika permainan dapat dirancang dan diimplementasikan secara sistematis (Awalludin dkk., 2025). Adapun *storyboard* berperan dalam memvisualisasikan ide dan alur *game* pada setiap halaman secara terperinci sebelum diimplementasikan ke dalam *Unity engine*, sehingga meminimalkan risiko revisi besar pada tahap konstruksi selanjutnya. Hal ini menegaskan bahwa *game* edukasi yang baik memerlukan konsep dan tujuan yang jelas, yang lazimnya dituangkan terlebih dahulu dalam bentuk *storyboard* (Vickro dkk., 2023).

Susunan halaman pada produk akhir, yang meliputi halaman utama, petunjuk penggunaan, profil pengembang, tujuan dan materi, menu level, level 1 hingga level 5, *feedback*, serta halaman akhir, mencerminkan rancangan alur yang hierarkis dan terstruktur. Kehadiran halaman petunjuk penggunaan maupun halaman tujuan dan materi sebelum pengguna memasuki level permainan sejalan dengan prinsip pra-pelatihan dalam teori kognitif pembelajaran multimedia, yang menekankan perlunya pengenalan konsep kunci terlebih dahulu untuk

mempersiapkan peserta didik sebelum memproses konten inti (Mayer, 2024). Pembagian soal ke dalam lima halaman level yang masing-masing merepresentasikan satu jenjang kognitif (C1 hingga C5) semakin mengukuhkan fungsi *game* sebagai media yang tidak hanya bersifat rekreatif, tetapi juga terarah pada pencapaian kemampuan kognitif tertentu pada setiap fase permainan. Halaman *feedback* yang menyajikan keterangan benar atau salah secara langsung berperan sebagai bentuk penguatan (*reinforcement*) yang membantu pengguna menyadari taraf pemahamannya, sejalan dengan model pembelajaran berbasis permainan yang menempatkan challenge, response, dan *feedback* sebagai tiga elemen inti (Plass dkk., 2015). Penambahan halaman akhir berupa *reward* dan rekap skor, yang merupakan tindak lanjut dari saran validator pada Tabel 4.7, melengkapi keseluruhan alur permainan dengan memberikan gambaran capaian belajar pengguna secara komprehensif setelah menuntaskan seluruh level.

Kelima jenjang kemampuan kognitif yang menjadi acuan penyusunan soal pada *game* interaktif *Redox Ball* mengikuti Taksonomi Bloom revisi (Anderson & Krathwohl, 2001), yang menyusun proses kognitif secara hierarkis dari tingkat rendah menuju tingkat tinggi. Indikator kognitif C1 (*Remembering/Mengingat*) menuntut peserta didik mengenali atau memanggil kembali informasi dasar yang telah dipelajari, seperti pengertian dan konsep dasar suatu materi, tanpa perlu mengaitkannya dengan konsep lain (Anderson & Krathwohl, 2001). Indikator ini diintegrasikan pada Level 1 permainan *Redox Ball*, yang menyajikan soal-soal mengenai konsep dasar reaksi reduksi-oksidasi untuk melatih peserta didik mengenali kembali istilah dan definisi inti sebelum masuk ke jenjang kognitif berikutnya.

Indikator kognitif C2 (*Understanding/Memahami*) peserta didik diminta mengonstruksi makna suatu konsep melalui penafsiran, pemberian contoh, atau penjelasan hubungan sebab-akibat, sehingga peserta didik tidak sekadar mengingat tetapi juga memahami keterkaitan antar konsep (Nafiati, 2021). Indikator ini diintegrasikan pada Level 2, yang menyajikan soal-soal yang meminta peserta didik menjelaskan terjadinya reaksi oksidasi berdasarkan perubahan bilangan oksidasi.

Indikator kognitif C3 (*Applying/Menerapkan*) meminta peserta didik menggunakan suatu prosedur atau aturan yang telah dipelajari untuk menyelesaikan permasalahan pada situasi yang familiar, dengan penekanan pada langkah-langkah yang sistematis (Anderson & Krathwohl, 2001). Indikator ini diintegrasikan pada Level 3, yang menyajikan soal terkait penentuan bilangan oksidasi dan perhitungan potensial standar reaksi dengan menerapkan aturan atau prosedur yang telah dipelajari.

Indikator kognitif C4 (*Analyzing/Menganalisis*) meminta peserta didik memilah suatu informasi menjadi bagian-bagian penyusunnya serta menentukan hubungan antar bagian tersebut maupun kaitannya dengan struktur yang lebih besar, sehingga peserta didik mampu menghubungkan situasi konkret dengan prinsip abstrak yang mendasarinya (Nafiati, 2021). Indikator ini diintegrasikan pada Level 4, yang menyajikan soal untuk menganalisis perubahan bilangan oksidasi, peran oksidator dan reduktor, serta kecenderungan berlangsungnya reaksi redoks berdasarkan informasi yang diberikan.

Indikator kognitif C5 (*Evaluating/Mengevaluasi*) meminta peserta didik membuat penilaian berdasarkan kriteria atau standar tertentu, baik melalui pemeriksaan konsistensi suatu hasil (*checking*) maupun penilaian kualitas suatu produk atau prosedur berdasarkan kriteria eksternal (*critiquing*), sehingga jenjang ini menempatkan peserta didik pada posisi menimbang kebenaran atau efektivitas suatu solusi, bukan sekadar menghasilkannya (Anderson & Krathwohl, 2001). Indikator ini diintegrasikan pada Level 5, yang menyajikan soal untuk mengevaluasi ketepatan reaksi atau memilih alternatif yang paling tepat berdasarkan konsep dan kriteria yang telah dipelajari.

Setelah produk dikembangkan, penelitian dilanjutkan pada tahap evaluasi dan refleksi untuk menilai kualitas produk serta melakukan perbaikan berdasarkan hasil evaluasi. Evaluasi dilakukan melalui uji validasi oleh tiga validator untuk menilai kesesuaian materi, soal berorientasi kemampuan kognitif C1–C5, serta rancangan media yang telah dikembangkan. Refleksi dilakukan dengan menindaklanjuti saran dan masukan validator melalui perbaikan produk. Produk yang telah diperbaiki selanjutnya diuji kelayakannya kepada responden untuk

memperoleh informasi mengenai kelayakan *game* interaktif *Redox Ball* sebagai media pembelajaran.

Pada aspek desain pembelajaran, sebagaimana ditunjukkan Tabel 4.8, diperoleh rata-rata r_{hitung} sebesar 0,85 dengan interpretasi tinggi. Nilai tertinggi terdapat pada pernyataan kecukupan jumlah soal yang tersedia dalam *game*, yaitu 0,93, yang mengindikasikan bahwa jumlah soal yang tersedia pada setiap level dinilai memadai oleh validator untuk digunakan dalam *game*. Kesesuaian soal pada setiap level dengan capaian pembelajaran serta indikator kemampuan kognitif menjadi aspek krusial dalam desain pembelajaran, sebab alat evaluasi yang baik harus disusun berdasarkan Kata Kerja Operasional (KKO) yang selaras dengan indikator dan kompetensi dasar yang hendak diukur (Mauliandri dkk., 2021). Sementara itu, tiga pernyataan memperoleh nilai terendah dengan skor yang sama, yaitu 0,80 dengan interpretasi cukup tinggi, meliputi kesesuaian soal dengan indikator kemampuan kognitif, kesesuaian umpan balik yang diberikan terhadap jawaban siswa, serta Potensi *game* dalam mendukung motivasi belajar siswa. Salah satu saran perbaikan terkait aspek ini adalah penambahan halaman *reward* dan rekap skor pada penghujung permainan, yang selaras dengan kerangka teori pembelajaran berbasis permainan yang menempatkan *reward* sebagai salah satu bentuk penguatan (*reinforcement*) dan umpan balik yang dapat mendukung keterlibatan serta motivasi belajar peserta didik (Hasto & Pratiwi, 2026).

Pada aspek perangkat lunak, sebagaimana ditunjukkan Tabel 4.9, diperoleh rata-rata r_{hitung} sebesar 0,85 dengan interpretasi tinggi, yang mengindikasikan bahwa *game* interaktif *Redox Ball* relatif mudah dioperasikan, terutama didukung oleh ketersediaan petunjuk penggunaan yang memperoleh nilai tinggi, yaitu 0,87. Kemudahan pengoperasian merupakan salah satu kriteria krusial dalam menilai kepraktisan media berbasis *game*, sehingga perancangan program semestinya diupayakan seoptimal mungkin agar mudah dioperasikan oleh pengguna (Andini dkk., 2024). Sementara itu, nilai terendah pada pernyataan kesesuaian dengan berbagai versi Android, yakni 0,80, mengindikasikan perlunya pengujian kompatibilitas yang lebih ekstensif pada beragam perangkat. Pemanfaatan *Unity engine* dalam pengembangan ini memungkinkan produk dikemas ke dalam format

aplikasi Android sehingga dapat diakses secara fleksibel, selaras dengan temuan bahwa media pembelajaran berbasis Android terbukti valid dan mampu mendukung kemandirian belajar peserta didik (Maurisa & Rahayu, 2021).

Adapun aspek bahasa dan komunikasi memperoleh rata-rata *r_{hitung}* sebesar 0,85 dengan interpretasi tinggi sebagaimana tercantum pada Tabel 4.10. Capaian tinggi pada pernyataan kejelasan bahasa, tata letak, serta animasi dan ilustrasi, yang masing-masing memperoleh nilai 0,87, mengindikasikan bahwa *game* dinilai memiliki penyajian bahasa dan visual yang cukup jelas bagi pengguna. Signifikansi aspek bahasa dan komunikasi terletak pada perannya dalam menentukan kejelasan media secara keseluruhan, sebab bahasa yang tidak jelas akan menghambat pengguna dalam menangkap gagasan yang disampaikan, sementara desain visual yang berkualitas dapat meningkatkan perhatian dan keterlibatan pengguna (Haptanti dkk., 2024). Salah satu saran perbaikan pada aspek ini berkaitan dengan kejelasan instruksi soal, antara lain penggantian diksi "seret" menjadi "tarik dan letakkan" serta "klik atom" menjadi "klik semua atom" sebagaimana tercantum pada Tabel 4.7. Perbaikan terhadap instruksi tersebut krusial dilakukan agar peserta didik dapat memaknai maksud soal secara tepat tanpa menimbulkan ambiguitas. Nilai terendah pada pernyataan kualitas efek suara dan musik latar, yaitu 0,80, mengindikasikan bahwa unsur audio masih berpotensi untuk disempurnakan pada pengembangan selanjutnya.

Kelima jenjang kemampuan kognitif tersebut diintegrasikan secara berjenjang pada masing-masing level permainan, sehingga peserta didik diarahkan untuk mengembangkan kemampuan berpikirnya secara bertahap dan berkesinambungan sejalan dengan kompleksitas materi reaksi reduksi-oksidasi yang dipelajari. Pada aspek desain pembelajaran diperoleh persentase sebesar 92% dengan kategori sangat layak. Capaian tersebut menunjukkan bahwa *game* interaktif *Redox Ball* memperoleh respons positif dari pengguna dari segi kesesuaian pertanyaan dengan materi reaksi redoks, dukungan terhadap kemandirian belajar, serta kemenarikan pembelajaran. Aspek kemenarikan memperoleh persentase tertinggi, sedangkan kesesuaian pertanyaan dengan materi memperoleh persentase terendah pada aspek ini. Hasil tersebut menunjukkan

bahwa penyajian pembelajaran melalui *game* dapat menjadi alternatif media yang menarik bagi peserta didik. Rancangan yang demikian penting dalam desain pembelajaran, sebab alat evaluasi harus disusun sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi agar pembelajaran dapat berlangsung bermakna (Mauliandri dkk., 2021). Penjenjangan soal berdasarkan kata kerja operasional pada tiap tingkat kognitif memastikan setiap butir soal terarah pada proses berpikir tertentu (Listiani & Rachmawati, 2022). Prinsip ini menjadi acuan dalam menyusun tiap level pada *game Redox Ball*, sehingga setiap level tidak sekadar menjadi tantangan permainan, melainkan turut mendukung pembelajaran yang terstruktur.

Tingginya respons terhadap kemenarikan pembelajaran juga terlihat pada pernyataan kemenarikan dalam pembelajaran dengan bantuan *game* interaktif yang memperoleh persentase sebesar 99%. Capaian tersebut menunjukkan bahwa pengguna memberikan respons yang sangat positif terhadap penyajian pembelajaran melalui *game* interaktif *Redox Ball*. Sebagian besar dari mereka menyatakan bahwa *game Redox Ball* seru untuk dimainkan dan membangkitkan kembali kenangan bermain *game* pada masa kecil, sehingga pengerjaan soal terasa menyenangkan. Peserta didik juga merasa senang karena memperoleh *feedback* secara langsung dari *game* atas jawaban yang mereka berikan, yang membantu mereka mengetahui benar atau salahnya jawaban pada tiap soal. Respon positif ini menunjukkan bahwa desain pembelajaran yang dipadukan dengan mekanisme permainan mampu menghadirkan suasana belajar yang menarik bagi peserta didik, sebagaimana tantangan dan umpan balik langsung merupakan karakteristik *Game-Based Learning* yang menjadikan pembelajaran lebih menarik dan menyenangkan (Wibawa dkk., 2020).

Aspek komunikasi visual memperoleh persentase sebesar 84% dengan kategori sangat layak, yang dapat ditelusuri dari penggunaan bahasa yang mudah dipahami serta simbol dan tombol yang sesuai dengan fungsinya, sehingga pengguna lebih mudah memaknai maksud soal dan tampilan yang disajikan. Kesesuaian ukuran tampilan dan kejelasan konten memungkinkan pemain memahami instruksi secara cepat, sehingga proses belajar berlangsung lebih efisien, sebagaimana kualitas media yang tinggi ditandai dengan desain yang jelas

dan mudah dipahami serta kemampuan memperjelas dan mempercepat penyampaian materi (Haptanti dkk., 2024).

Sementara itu, aspek operasional memperoleh persentase sebesar 82%, menjadi persentase terendah di antara ketiga aspek yang dinilai, dengan kategori sangat layak. Capaian ini mengindikasikan bahwa *game* secara umum dinilai cukup mudah dimulai dan dioperasikan oleh pengguna, kendati masih terdapat ruang perbaikan, terutama yang berkaitan dengan kemudahan memulai *game*. Hal ini tercermin pada pernyataan kemudahan dalam memulai *game* yang memperoleh persentase sebesar 77%, yaitu nilai terendah pada aspek operasional. Kemudahan pengoperasian merupakan salah satu aspek yang dinilai dalam uji kepraktisan media pembelajaran berbasis *game* (Andini dkk., 2024). Oleh karena itu, penyempurnaan pada aspek navigasi perlu mendapat perhatian lebih lanjut pada pengembangan berikutnya agar seluruh pengguna dapat mengoperasikan *game* dengan lebih mudah.

Secara keseluruhan, capaian rata-rata yang tinggi pada angket uji validasi (0,85 dengan interpretasi tinggi pada Tabel 4.11) maupun pada angket uji kelayakan (86% dengan kategori sangat layak pada Tabel 4.15) mengindikasikan bahwa *game* interaktif *Redox Ball* berorientasi kemampuan kognitif pada materi reaksi reduksi-oksidasi valid dan layak digunakan sebagai media pembelajaran. Kelayakan penggunaan *game* sebagai media pembelajaran kimia juga sejalan dengan beberapa penelitian terdahulu. Pembelajaran berbasis *game* dinilai dapat menjadi alternatif media yang sesuai dengan karakteristik unik mata pelajaran kimia, khususnya dalam membantu peserta didik mengoordinasikan tingkat berpikir makroskopik, submikroskopik, dan simbolik yang menjadi sumber kesulitan belajar kimia (Hudik, 2022). Selain itu, penyusunan indikator soal berdasarkan kata kerja operasional pada tiap tingkat kognitif memastikan media pembelajaran tetap terarah pada tujuan pembelajaran yang ditetapkan (Listiani & Rachmawati, 2022). Dengan demikian, penelitian ini menghasilkan *game* interaktif *Redox Ball* yang valid dan layak sebagai media pembelajaran pada materi reaksi reduksi-oksidasi, meskipun keefektifannya dalam meningkatkan kemampuan kognitif peserta didik masih perlu diuji lebih lanjut pada penelitian berikutnya.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai *game* interaktif *Redox Ball* berorientasi kemampuan kognitif pada materi reaksi reduksi-oksidasi maka dapat disimpulkan:

1. Tampilan *game* disusun sesuai indikator kemampuan kognitif yang dipetakan pada jenjang C1 sampai C5. *Game* dimainkan melalui lima level yang harus diselesaikan secara berurutan, dengan masing-masing level memuat lima butir soal yang disesuaikan dengan tingkat kognitifnya, mulai dari mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, hingga mengevaluasi konsep dan permasalahan pada materi reaksi reduksi-oksidasi. Setiap jawaban pemain memunculkan halaman *feedback* yang menunjukkan ketepatan jawaban, sedangkan pada akhir permainan pemain memperoleh halaman *reward* beserta rekap skor.
2. Hasil uji validasi *game* interaktif *Redox Ball* memperoleh nilai rata-rata r_{hitung} sebesar 0,85, lebih besar daripada r_{kritis} sebesar 0,3, sehingga produk dinyatakan valid dengan interpretasi tinggi.
3. Hasil uji kelayakan kepada responden memperoleh nilai persentase rata-rata sebesar 86%, termasuk kategori sangat layak, sehingga *game* dinilai layak digunakan dalam proses pembelajaran.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan, dan simpulan yang diperoleh, penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Bagi peneliti yang akan melakukan penelitian serupa, disarankan menambahkan variasi soal pada setiap level agar *game* lebih menarik dan tidak membosankan apabila dimainkan berulang, meskipun validator menilai kecukupan jumlah soal sudah tinggi untuk kebutuhan satu kali permainan, variasi yang terbatas berpotensi menurunkan minat pemain pada pemakaian jangka panjang.
2. Bagi peneliti lain, disarankan melakukan optimalisasi pada aspek perangkat lunak, khususnya kompatibilitas dengan berbagai versi Android serta kualitas efek suara dan musik latar, mengingat nilai validitas kedua aspek tersebut masih berada pada kategori cukup tinggi.
3. Bagi peneliti yang akan melanjutkan penelitian, disarankan melakukan uji coba pada cakupan yang lebih luas untuk mengetahui keefektifan *game* dalam mengembangkan kemampuan kognitif peserta didik.
4. Bagi pendidik, *game* interaktif *Redox Ball* dapat diterapkan langsung kepada siswa sebagai alat bantu pembelajaran, baik secara mandiri maupun kelompok, mengingat *game* dirancang sebagai latihan kemampuan kognitif C1–C5.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, J. S., & Djakariah, D. (2024). Membuat Pembelajaran Kimia Lebih Menyenangkan: Kiat dan Inovasi di Ruang Kelas. *SEARCH: Science Education Research Journal*, 2(2), 49–56. <https://doi.org/10.47945/search.v2i2.1333>
- Ananingtyas, R. S. A., Sakti, R. E., Hakim, M. H., & Putra, F. N. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Arduino pada Pembelajaran STEM dalam Meningkatkan Literasi Sains dan Digital. *Briliant: Jurnal Riset Dan Konseptual*, 7(1), 178–186. <https://doi.org/10.28926/briliant.v7i1.795>
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- Andini, N. P. D. S., Astawan, I. G., & Werang, B. R. (2024). Pengembangan Game Edukasi Interaktif Fraksimatika Berpendekatan PMRI untuk Siswa Kelas V SD. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 6(3), 1968–1979. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v6i3.6604>
- Arikunto, S. (2021). *Dasar-dasar evaluasi pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Asiyah, A., Topano, A., & Walid, A. (2021). Pengaruh Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Dan Hasil Belajar Kognitif Siswa SMA Negeri 10 Kota Bengkulu. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(3), 717–727. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i3.263>
- Awalludin, K., Busono, S., Indahyanti, U., & Rahmawati, Y. (2025). Pengembangan Game 2D “Cat Collection Coin” Berbasis Single Player Menggunakan Metode Finite State Machine untuk Manajemen State Karakter. *Jurnal Algoritma*, 22(2), 140–151. <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.22-2.2424>
- Azizah, D., Cahyani, M. D., & Nurdianti, D. (2022). The Implementation of Student Worksheets with Scientific Approach on Reduction Oxidation Reaction Matter to Students’ Cognitive Learning Outcome. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 10(1), 1–10. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v10i1.20349>
- Byusa, E., Kampire, E., & Mwesigye, A. R. (2022). Game-based learning approach on students’ motivation and understanding of chemistry concepts: A systematic review of literature. *Heliyon*, 8(5), e09541. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09541>
- Chandra, A., Suhartono, S., & Fitriani, E. (2019). Penggunaan Peta Konsep Sebagai Instrumen Penilaian Terhadap Pemahaman Konseptual Peserta Didik Melalui Model Pembelajaran PDEODE Pada Materi Asam Basa. *JRPK: Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 9(1), 1–13. <https://doi.org/10.21009/JRPK.091.01>
- Chang, R. (2005b). *Kimia dasar: Konsep-konsep inti* (Edisi ke-3, Jilid 2). Jakarta: Erlangga.

- Delar, D. A., Reinita, R., Arwin, A., & Mansuridin, M. (2022). Analisis kemampuan kognitif, afektif, dan psikomotor peserta didik pada pembelajaran tematik terpadu melalui model cooperative tipe make a match di SDN 05 Sawahan Padang. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 8390–8400. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/3563>
- Dewi, I. K., & Lutfi, A. (2021). Chem-Rox Games As A Learning Media For The Concept of Reduction and Oxidation Reactions Material to Increase Students Learning Motivation. *Chemistry Education Practice*, 4(1), 59. <https://doi.org/10.29303/cep.v4i1.2397>
- Elmali, S., Freund, L., & Tiemann, R. (2026). A systematic literature review of game-based approaches in chemistry education (2014–2024). *Chemistry Education Research and Practice*, 27(1), 31–44. <https://doi.org/10.1039/D5RP00248F>
- Haptanti, F. S., Hikmah, M., & Basuki, I. A. (2024). Peran Media Pembelajaran dalam Pendidikan Bahasa Indonesia. *JoLLA Journal of Language Literature and Arts*, 4(9), 972–980. <https://doi.org/10.17977/um064v4i92024p972-980>
- Hasto, A. T., & Pratiwi, P. P. (2026). Model game-based learning berbantuan blooket reward untuk meningkatkan motivasi belajar Sosiologi. *Dimensia: Jurnal Kajian Sosiologi*, 15(1), 13–24. <https://doi.org/10.21831/dimensia.v15i1.96021>
- Herron, J. D., Cantu, L. L., Ward, R., & Srinivasan, V. (1977). Problems associated with concept analysis. *Science Education*, 61(2), 185–199. <https://doi.org/10.1002/sce.3730610210>
- Hu, Y., Gallagher, T., Wouters, P., van der Schaaf, M., & Kester, L. (2022). Game-based learning has good chemistry with chemistry education: A three-level meta-analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(9), 1499–1543. <https://doi.org/10.1002/tea.21765>
- Kartini, N. E., Nurdin, E. S., Hakam, K. A., & Syihabuddin, S. (2022). Telaah Revisi Teori Domain Kognitif Taksonomi Bloom dan Keterkaitannya dalam Kurikulum Pendidikan Agama Islam. *Jurnal Basicedu*, 6(4), 7292–7302. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3478>
- Khaerudin, R. B., Supriatna, A., Hendayana, S., & Herwantono, H. (2023). Desain Didaktis Konsep Reaksi Reduksi Oksidasi. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 7(1), 25–40. <https://doi.org/10.19109/ojpk.v7i1.17524>
- Lestaringintias, L., Kasmui, Imam Supardi, K. dan, & Susilogati Sumarni, S. (2020). Analisis Pencapaian Kognitif Peserta Didik Kelas X Menggunakan Two Tier Digital Test. *Chemistry in Education*, 9(1). <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/chemined>
- Li, C.-T., Hou, H.-T., & Lin, W.-S. (2024). Chemistry education board game based on cognitive mechanism: multi-dimensional evaluation of learners' knowledge acquisition, flow and playing experience of board game materials. *Research in Science & Technological Education*, 42(3), 699–719.

<https://doi.org/10.1080/02635143.2022.2125505>

- Listiani, W., & Rachmawati, R. (2022). Transformasi Taksonomi Bloom dalam Evaluasi Pembelajaran Berbasis HOTS. *JURNAL JENDELA PENDIDIKAN*, 2(03), 397–402. <https://doi.org/10.57008/jjp.v2i03.266>
- Lutfi, A., Aftinia, F., & Eka Permani, B. (2023). Gamification: Game as a medium for learning chemistry to motivate and increase retention of student learning outcomes. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 193. <https://doi.org/10.3926/jotse.1842>
- Mahfuzah, S., Sholahuddin, A., Meutiah Eka Sari, S., Aulia Nasution, G., Anggrah Eny, H., Rahmawati Idris, A., Brigjend Hasan Basry Banjarmasin, J. H., & Selatan Indonesia, K. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Pogil terhadap Hasil Belajar Kognitif dan Keterampilan Sosial Siswa pada Materi Hidrokarbon. *Journal of Chemistry And Education*, 8(3), 110–119. <http://jtam.ulm.ac.id/index.php/jcae>
- Mauliandri, R., Maimunah, M., & Roza, Y. (2021). Kesesuaian Alat Evaluasi Dengan Indikator Pencapaian Kompetensi Dan Kompetensi Dasar Pada RPP Matematika. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 803–811. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i1.436>
- Maurisa, Z. A., Rahayu, K. P., & Wening. (2021). Meningkatkan kemandirian dan hasil belajar siswa melalui pengembangan Mobile Learning berbasis Android berbantuan Ispring Suite 9. *Jurnal Ekonomi, Bisnis Dan Pendidikan*, 1(6), 546–558. <https://doi.org/10.17977/um066v1i62021p546-558>
- Mayer, R. E. (2024). The Past, Present, and Future of the Cognitive Theory of Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*, 36(1), 8. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09842-1>
- McKenney, S., & Reeves, T. C. (2018). *Conducting educational design research* (2nd ed.). London: Routledge.
- Nafiati, D. A. (2021). Revisi taksonomi Bloom: Kognitif, afektif, dan psikomotorik. *Humanika*, 21(2), 151–172. <https://doi.org/10.21831/hum.v21i2.29252>
- Nazar, M., Rusman, R., Putri, I. C., & Puspita, K. (2020). Developing an Android-Based Game for Chemistry Learners and Its Usability Assessment. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 14(15), 111–124. <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i15.14351>
- Nurhanisah, Nurlaili, & Amir Masruhim, M. (2020). Kemampuan kognitif siswa yang diajar dengan model pembelajaran teams games and tournaments dilengkapi kartu kwartet haca pada pokok bahasan koloid. *Bivalen: Chemical Studies Journal*, 3(1), 13–17. <https://doi.org/10.30872/bcsj.v3i1.330>
- Nurmasita, N., Enawaty, E., Lestari, I., Hairida, H., & Erlina, E. (2023). Pengembangan e-LKPD Berbasis Problem Based Learning (PBL) pada Materi Reaksi Redoks. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 5(1), 11–20. <https://doi.org/10.34312/jjec.v5i1.15991>

- Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of Game-Based Learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258–283. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533>
- Pratami, D., Pohan, L. A., & Lubis, A. W. (2026). Analisis kesulitan belajar siswa dalam memahami materi redoks di SMAS Nusantara Lubuk Pakam. *Eksakta: Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran MIPA*, 11(1), 30–37. <https://jurnal.um-tapsel.ac.id/index.php/eksakta/article/view/22764>
- Putri, D. F., & Guspatni, G. (2024). Media pembelajaran pada materi elektrokimia: Sebuah studi literatur. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 8072–8085. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/13603>
- Putri, A. C., Wardani, S., Nuswowati, M., & Harjono, D. (2021). Pengaruh Pembelajaran Guided Inquiry Berbantuan e-lkpd Terhadap Kemampuan Kognitif Peserta Didik pada Materi Redoks. *Chemistry in Education*, 10(1). <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/chemined>
- Rahmah, A., & Widjajanti, E. (2022). Experiential Learning and Its Impact on Chemistry Education: A Systematic Review of Research Trends. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*. <https://doi.org/10.23887/jpk.v6i1>
- Rerung, N., Karundeng, M., & Kumajas, J. (2022). Pengaruh Model Multiple Intelligence Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Sistem Koloid kelas XI IPA SMA Negeri 2 Tondano I N F O A R T I K E L. *Oxygenius : Journal of Chemistry Education*, 4(2), 30–35. <https://doi.org/10.37033/ojce.v4i2.506>
- Safitri, D., Purnamasari, R., & Suchyadi, Y. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif berbasis Articulate Storyline 3 Pada Tema 8 Subtema Manusia dan Lingkungan. *Jurnal PGSD: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 16(2), 157–167. <https://doi.org/10.33369/pgsd.16.2.157-167>
- Salsabilah, S. Z., & Lutfi, A. (2025). Efektivitas penggunaan game edukasi ACIBA Portal Games dalam pembelajaran kimia pada materi asam basa terhadap minat dan hasil belajar peserta didik. *Jurnal Pendidikan Sultan Agung*, 5(2), 236. <https://doi.org/10.30659/jp-sa.5.2.236-247>
- Silverstein, T. P. (2011). Oxidation and Reduction: Too Many Definitions? *Journal of Chemical Education*, 88(3), 279–281. <https://doi.org/10.1021/ed100777q>
- Sugiyono. (2022). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suryati, S., Surningsih, S., & Mashami, R. A. (2022). Pengembangan E-Modul Interaktif Reaksi Redoks Dan Elektrokimia Berbasis Nature Of Science Untuk Penumbuhan Literasi Sains Siswa. *Reflection Journal*, 2(1), 26–33. <https://doi.org/10.36312/rj.v2i1.847>
- Ulfah, U., Arifudin, O., & Kartika, I. (2023). Analisis teori taksonomi Bloom pada pendidikan Indonesia. *Jurnal Al-Amar*, 4(1). <https://ojs-steialamar.org/index.php/JAA/article/view/87>
- Vickro, A., Safaat H, N., Irsyad, M., & Pizaini, P. (2023). Perancangan Storyboard

- Pada Game Edukasi Kerajaan Siak Sri Indrapura dengan Genre RPG Menggunakan Metode Balanced design. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 3(1), 13–24. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.266>
- Wibawa, A. C. P., Mumtaziah, H. Q., Sholaihah, L. A., & Hikmawan, R. (2020). Game-based learning (gbl) sebagai inovasi dan solusi percepatan adaptasi belajar pada masa new normal. *INTEGRATED (Journal of Information Technology and Vocational Education)*, 2(1), 49–54. <https://doi.org/10.17509/integrated.v3i1.32729>
- Widyana Salam, & Alizar. (2025). Pengembangan Permainan Kartu Truth Or Dare (TOD) Kimia Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Game Based Learning Pada Materi Struktur Atom Untuk Fase E SMA/MA. *Journal of Global Research Education*, 2(2), 86–96. <https://doi.org/10.62194/tg71a580>
- Yahya, E. N. (2025). Perancangan Game Visual Novel sebagai Media Pengenalan Gangguan Kecemasan pada Gen Z. *BARIK*, 6(3). <https://doi.org/10.26740/jdkv.v6i3.65754>
- Yenti, E., & Fah, S. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Web Google Sites Pada Materi Reaksi Redoks Terintegrasi Nilai Islam. *Konfigurasi: Jurnal Pendidikan Kimia Dan Terapan*, 8(1), 41. <https://doi.org/10.24014/konfigurasi.v8i1.28829>
- Zhang, L., Wang, L., & Treagust, D. F. (2021). Discipline-specific cognitive factors that influence grade 9 students' performance in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 22(4), 813–841. <https://doi.org/10.1039/d0rp00352b>

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran A Instrumen Penelitian

Lampiran A.1 Analisis Konsep Reaksi Reduksi-oksidasi

Lampiran A.2 Peta Konsep Reaksi Reduksi-oksidasi

Lampiran A.3 *Flowchart*

Lampiran A.4 *Storyboard*

Lampiran A.5 Rubrik Penilaian Soal

Lampiran A.6 Angket Uji Validasi

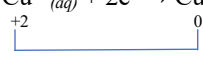
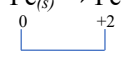
Lampiran A.7 Angket Uji Kelayakan



Lampiran A.1 Analisis Konsep Reaksi Reduksi-oksidasi

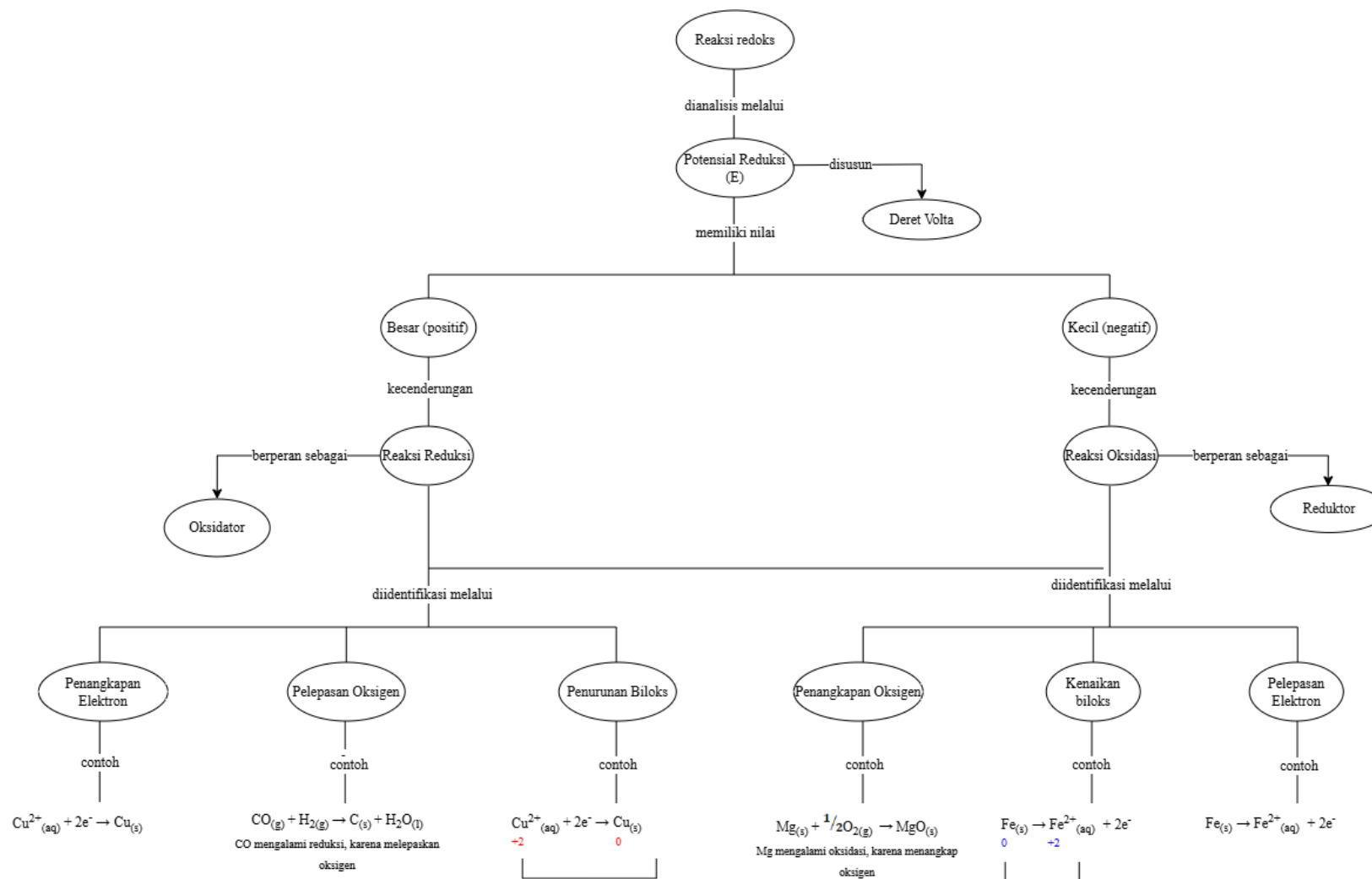
No	Label Konsep	Definisi Konsep	Atribut		Hirarki Konsep			Jenis Konsep	Contoh	Non Contoh
			Kritis	Variabel	Super ordinat	Koordinat	Subordinat			
1.	Reaksi Redoks	Reaksi redoks adalah reaksi pengikat dan pelepasan oksigen, reaksi pelepasan dan penerimaan elektron, reaksi penambahan dan penurunan biloks	•Pengikatan dan pelepasan oksigen •Pelepasan dan penerimaan elektron •Perubahan bilangan oksidasi	•Perubahan oksigen •Perubahan elektron •Perubahan biloks	Reaksi Kimia	•Reaksi asam basa •Reaksi Pengendapan	•Reaksi reduksi •Reaksi oksidasi	Konsep abstrak contoh konkrit	$\text{Mg}_{(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{MgCl}_{2(aq)} + \text{H}_{2(g)}$	$\text{NaOH}_{(aq)} + \text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{NaCl}_{(aq)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$
2.	Potensial Reduksi (E°)	Potensial reduksi adalah ukuran kecenderungan suatu spesi kimia untuk menerima elektron (mengalami reduksi), diukur dalam volt pada kondisi standar (25°C, 1 atm, 1 M).	•Nilai E° (volt) •Reaksi setengah sel reduksi •Kondisi standar •Elektroda hidrogen sebagai acuan ($E^\circ = 0 \text{ V}$)	•Jenis spesi kimia (ion/molekul) •Suhu pengukuran •Konsentrasi larutan •Tekanan gas	Elektrokimia	•Deret volta •Potensial oksidasi •Sel elektrokimia	•E° positif: oksidator kuat (mudah tereduksi) •E° negatif: reduktor kuat (mudah teroksidasi)	Konsep abstrak contoh konkrit	$\text{F}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{F}^-$ $E^\circ = +2,87 \text{ V}$ $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ $E^\circ = +0,34 \text{ V}$	$\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$

No	Label Konsep	Definisi Konsep	Atribut		Hirarki Konsep			Jenis Konsep	Contoh	Non Contoh
			Kritis	Variabel	Super ordinat	Koordinat	Subordinat			
3.	Deret Volta	Deret volta adalah susunan logam-logam berdasarkan kemudahan melepaskan elektron (daya reduksi) dari yang paling mudah teroksidasi hingga yang Paling sulit teroksidasi.	•Urutan logam tertentu berdasarkan daya reduksi •Logam kiri mudah teroksidasi •Logam kanan mudah tereduksi	•Jenis logam •Posisi dalam deret •Kereaktifan logam	Elektrokimia	•Potensial reduksi •Potensial oksidasi	•Logam mudah teroksidasi •Logam sukar teroksidasi	Konsep abstrak	Li – K – Ba – Ca – Na – Mg – Al – Mn – Zn – Cr – Fe – Cd – Co – Ni – Sn – Pb – H – Cu – Hg – Ag – Pt – Au	Cu – Zn – Na – Au
4.	Reaksi Reduksi	Reaksi Reduksi merupakan pelepasan oksigen, penangkapan elektron dan mengalami penurunan biloks	•Pelepasan oksigen •Penerimaan elektron •Penurunan biloks	•Oksigen •Elektron •Bilangan oksidasi	Reaksi redoks	•Reaksi oksidasi	•Pelepasan oksigen •Pengikat elektron •Bilangan oksidasi	Konsep abstrak contoh konkrit	$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$ $\begin{array}{ccc} +2 & & 0 \\ \text{-----} & & \end{array}$	$\text{Fe}_{(s)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ $\begin{array}{ccc} 0 & & +2 \\ \text{-----} & & \end{array}$
5.	Reaksi Oksidasi	Reaksi oksidasi merupakan reaksi pengikat oksigen, pelepasan elektron dan mengalami peningkatan Biloks.	•Pengikat oksigen •Pelepasan elektron •Peningkatan biloks	•Oksigen •Elektron •Bilangan oksidasi	Reaksi redoks	•Reaksi reduksi	•Pengikat oksigen •Pelepasan elektron •Bilangan oksidasi	Konsep abstrak contoh konkrit	$\text{Fe}_{(s)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ $\begin{array}{ccc} 0 & & +2 \\ \text{-----} & & \end{array}$	$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$ $\begin{array}{ccc} +2 & & 0 \\ \text{-----} & & \end{array}$

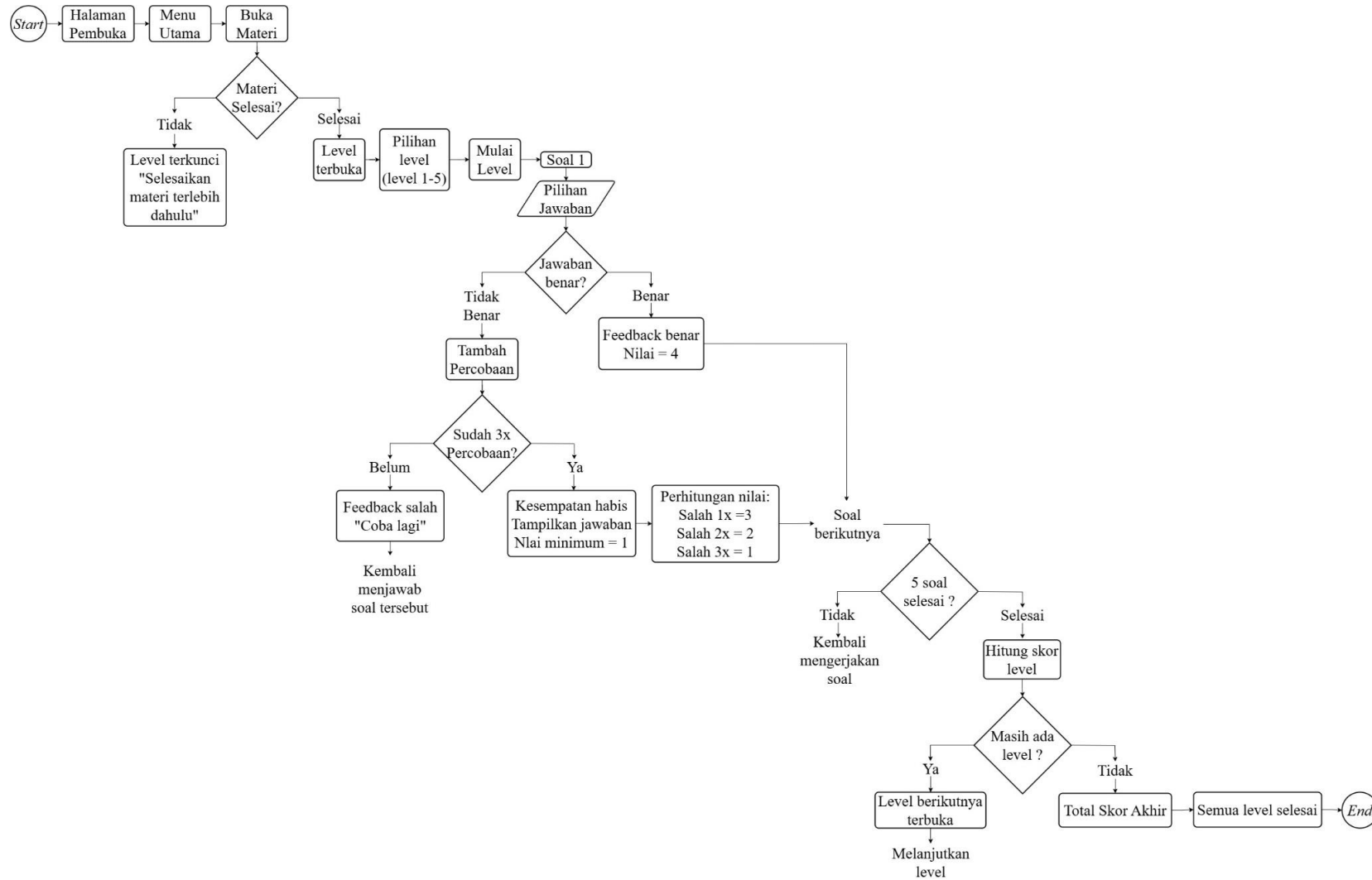
No	Label Konsep	Definisi Konsep	Atribut		Hirarki Konsep			Jenis Konsep	Contoh	Non Contoh
			Kritis	Variabel	Super ordinat	Koordinat	Subordinat			
6.	Pelepasan Oksigen	Pelepasan oksigen adalah terlepasnya oksigen dari suatu zat sehingga mengalami reduksi	•Pelepasan oksigen •Zat •Mengalami reduksi	•Jumlah oksigen •Jenis zat	Reaksi oksidasi	•Pengikat oksigen		Konsep abstrak contoh konkrit	$\text{CO}_{(g)} + \text{H}_{2(g)} \rightarrow \text{C}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ CO mengalami reduksi, karena melepaskan oksigen	$2\text{Cu}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{CuO}_{(s)}$
7.	Penangkapan Elektron	Penangkapan electron merupakan reaksi penerimaan electron oleh suatu molekul atau ion	•Reaksi penerimaan elektron •Molekul •ion	•Jumlah elektron •Jenis molekul •Jenis ion •Jenis zat	Reduksi reduksi	•Pelepasan elektron		Konsep abstrak contoh konkrit	$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$	$\text{Fe}_{(s)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(aq)} + 2\text{e}^-$
8.	Penurunan Biloks	Penurunan biloks merupakan berkurangnya bilangan oksidasi pada reaksi redoks	•Pengurangan bilangan oksidasi •Reaksi redoks	•Jenis molekul •Jenis ion •Jenis atom •Jenis senyawa	Reaksi reduksi	•Kenaikan biloks		Konsep yang menuju sifat	$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$  Biloks Cu turun	$\text{Fe}_{(s)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(aq)} + 2\text{e}^-$  Biloks Fe naik
9.	Penangkapan Oksigen	Penangkapan oksigen adalah terikatnya oksigen dengan suatu zat sehingga mengalami oksidasi	•Pengikat oksigen •Zat •oksida	•Jumlah oksigen •Jenis zat	Reaksi oksidasi	•Pelepasan oksigen		Konsep abstrak contoh konkrit	$\text{Mg}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{MgO}_{(s)}$ Mg mengalami oksidasi, karena menangkap Oksigen	$2\text{HgO}_{(s)} \rightarrow 2\text{Hg}_{(l)} + \text{O}_{2(g)}$

No	Label Konsep	Definisi Konsep	Atribut		Hirarki Konsep			Jenis Konsep	Contoh	Non Contoh
			Kritis	Variabel	Super ordinat	Koordinat	Subordinat			
10.	Kenaikan biloks	Kenaikan biloks merupakan bertambahnya bilangan oksidasi pada reaksi redoks	• Penambahan bilangan oksidasi • Reaksi redoks	• Jenis molekul • Jenis ion • Jenis atom • Jenis senyawa	Reaksi oksidasi	• Penurunan biloks		Konsep yang menuju sifat	$\text{Fe}_{(s)} \xrightarrow{0 \rightarrow +2} \text{Fe}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ Biloks Fe naik	$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \xrightarrow{+2 \rightarrow 0} \text{Cu}_{(s)}$ Biloks Cu turun
11.	Pelepasan Elektron	Pelepasan electron merupakan reaksi penyerahan electron dari suatu molekul ke molekul lain atau dari satu ion ke ion lain	• Reaksi penyerahan electron • Molekul • ion	• Jumlah electron • Jenis molekul • Jenis ion • Jenis zat	Reaksi oksidasi	• Pengikat elektron		Konsep abstrak contoh konkrit	$\text{Fe}_{(s)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$	$\text{OCl}^{-}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + 2e^- \rightarrow \text{Cl}^{-}_{(aq)} + 2\text{OH}^{-}_{(l)}$
12.	Reduktor	Reduktor merupakan zat yang mereduksi zat lain dalam redoks	• Zat • Reduksi • Reaksi redoks	• Jumlah zat • Perubahan kimia • Jenis reaktan	Reaksi oksidasi	• Oksidator		Konsep yang menuju sifat	$\text{Fe}_{(s)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ Reduktor: Fe	$\text{NaOH}_{(aq)} + \text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$
13.	Oksidator	Oksidator merupakan zat yang mengoksidasi zat lain dalam reaksi redoks	• Zat • Oksidasi • Reaksi redoks	• Jumlah zat • Perubahan kimia • Jenis reaktan	Reaksi reduksi	• reduktor		Konsep yang menuju sifat	$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$ Oksidator: Cu^{2+}	$\text{NaOH}_{(aq)} + \text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

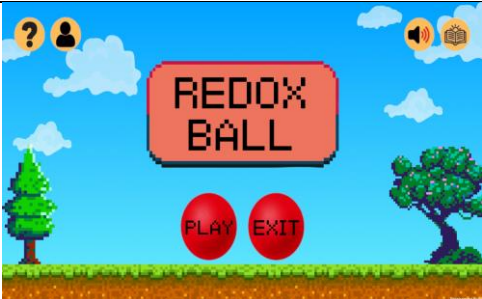
Lampiran A.2 Peta Konsep Reaksi Reduksi-oksidasi

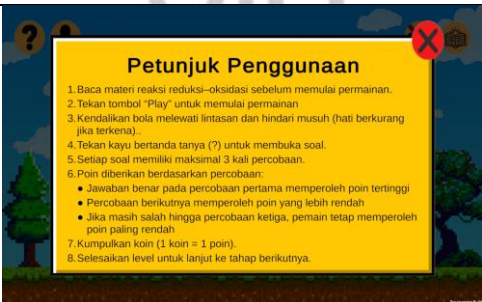


Lampiran A.3 Flowchart



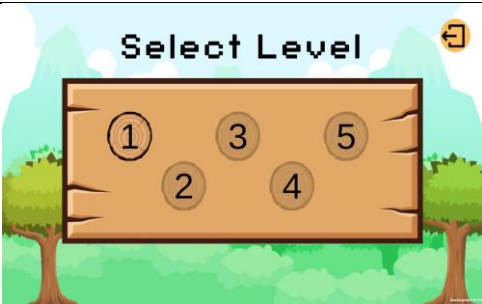
Lampiran A.4 Storyboard

FRAME 1 (Layout awal <i>game/home</i>)	
	
Ikon	Fungsi
	Masuk ke menu level.
	Menampilkan petunjuk penggunaan.
	Menampilkan profil pengembang.
	Menghidupkan dan mematikan musik.
	Menampilkan materi pembelajaran redoks.
Deskripsi Frame	
Halaman utama yang berisi menu utama dan pengaturan aplikasi.	

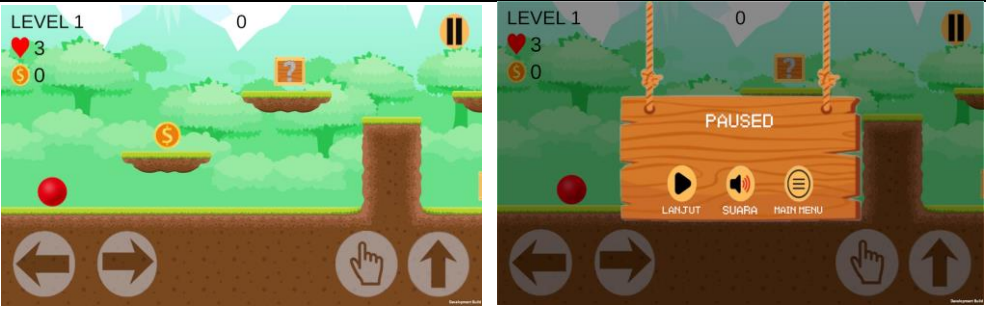
FRAME 2 (Petunjuk Penggunaan)	
	
Ikon	Fungsi
	Kembali ke <i>home</i>
Deskripsi Frame	
Menampilkan petunjuk permainan, mekanisme pengerjaan soal, dan sistem skor pada setiap level.	

FRAME 3 (Profil Pengembang)	
	
Ikon	Fungsi
	Kembali ke <i>home</i>
Deskripsi Frame	
Menyajikan informasi singkat tentang identitas pengembangan <i>game</i> interaktif <i>Redox Ball</i> .	

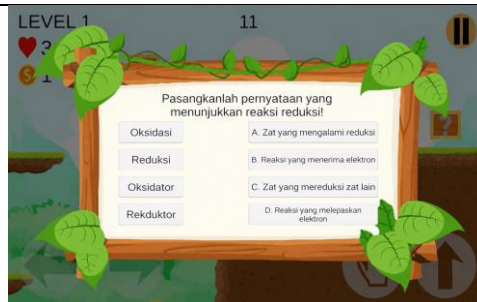
FRAME 4 (Vidio materi dan tujuan pembelajaran)	
	
Ikon	Fungsi
	Tombol untuk masuk ke video materi
	Kembali ke <i>home</i>
Deskripsi Frame	
Pemain memasuki bagian materi, ditampilkan petunjuk untuk mempelajarinya lebih dulu melalui tombol/ikon 'Materi' sebelum lanjut ke soal.	

FRAME 5 (<i>Select level</i>)	
	
Ikon	Fungsi
	Berisi pertanyaan dan tantangan <i>game</i> (level 1-5)
	Keluar dari frame <i>select level</i>
Deskripsi Frame	
Menampilkan pilihan level berdasarkan tingkat kesulitan materi reaksi reduksi-oksidasi.	



FRAME 6 (Rintangan <i>Game</i>)	
	
Ikon	Fungsi
	Menampilkan soal saat bola menyentuh kotak
	Jumlah koin yang didapatkan
	Jumlah nyawa pada <i>game</i>
	Menggerakan bola ke atas / loncat
	Menggerakan bola ke kiri dan ke kanan
	Tombol klik untuk membuka soal
	Menghentikan sementara <i>game</i>
	Melanjutkan <i>game</i>
	Kembali ke menu utama
Deskripsi Frame	
Menampilkan area permainan level 1 tempat peserta didik mengendalikan karakter bola.	

FRAME 7 (Soal Game)



Deskripsi Frame

Peserta didik diminta mengidentifikasi dan memasangkan istilah dalam reaksi redoks dengan pengertian yang tepat berdasarkan konsep elektron.

FRAME 8 (Jawaban benar)



Deskripsi Frame

Layar menampilkan notifikasi bahwa peserta didik berhasil mengidentifikasi pernyataan dengan tepat.

FRAME 9 (Jawaban salah)



Deskripsi Frame

Layar menampilkan notifikasi bahwa pasangan istilah dan pengertian belum tepat, peserta didik diminta mencoba kembali.

FRAME 10 (Kesempatan habis)



Deskripsi Frame

Layar menampilkan notifikasi bahwa pasangan istilah dan pengertian belum tepat, peserta didik diminta mencoba kembali.

FRAME 11 (Kesempatan habis)



Deskripsi Frame

Layar menampilkan notifikasi bahwa pasangan istilah dan pengertian belum tepat, peserta didik diminta mencoba kembali.

FRAME 12 (Hasil akhir)

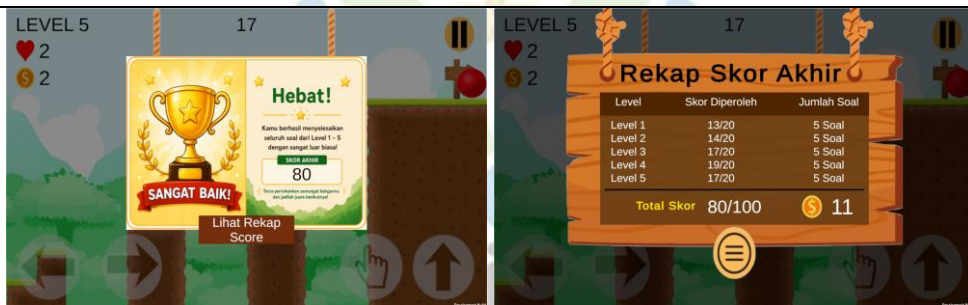
Frame ini identik untuk Level 1 sampai Level 5



Deskripsi Frame

Menampilkan informasi bahwa pemain telah menyelesaikan level beserta skor tertinggi yang diperoleh. Tersedia tombol Lihat Hasil Akhir untuk melanjutkan ke halaman rekap skor

FRAME 13 (Rekap hasil akhir)

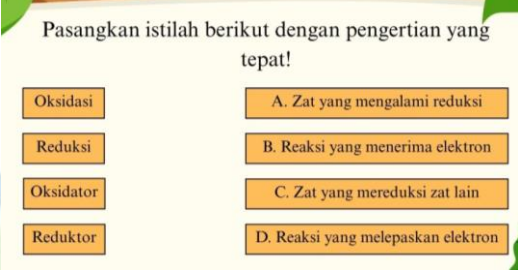
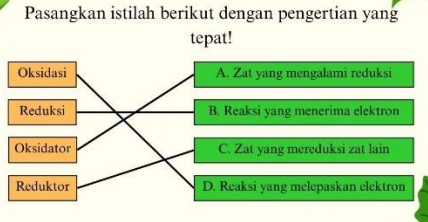


Deskripsi Frame

Menampilkan kategori pencapaian pemain berdasarkan total skor yang diperoleh, disertai umpan balik singkat dan tombol Lihat Rekap Score. Menampilkan rekap skor setiap level beserta total skor pemain.

Lampiran A.5 Rubrik Penilaian Soal

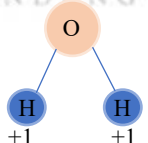
No	Indikator Kognitif	Indikator pada materi reaksi redoks	Deskripsi Soal	Soal	Jawaban	Skor																
1.	Mengingat (C1)	Peserta didik mampu mengidentifikasi pengertian reaksi reduksi, reaksi oksidasi, deret volta, dan potensial reduksi standar (E°) sebagai dasar reaksi redoks.	Soal disajikan dalam bentuk aktivitas interaktif berupa pengelompokan (<i>drag and drop</i>). Peserta didik diminta menyeret beberapa kartu pernyataan yang berkaitan dengan ciri-ciri reaksi oksidasi dan reduksi ke dalam kategori yang tepat. Peserta didik harus mengingat dan mencocokkan konsep dasar oksidasi dan reduksi dengan benar.	Tarik dan letakan 3 kartu ke kategori yang tepat! <table><tr><th>Oksidasi</th><th>Reduksi</th></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table> Biloks Biloks Melepas Oksigen Menerima Menerima Melepas Elektron	Oksidasi	Reduksi							<table><tr><th>Oksidasi</th><th>Reduksi</th></tr><tr><td>Melepas Elektron</td><td>Menerima elektron</td></tr><tr><td>Menerima oksigen</td><td>Melepas Oksigen</td></tr><tr><td>Biloks naik</td><td>Biloks turun</td></tr></table>	Oksidasi	Reduksi	Melepas Elektron	Menerima elektron	Menerima oksigen	Melepas Oksigen	Biloks naik	Biloks turun	4
Oksidasi	Reduksi																					
Oksidasi	Reduksi																					
Melepas Elektron	Menerima elektron																					
Menerima oksigen	Melepas Oksigen																					
Biloks naik	Biloks turun																					
2.	Mengingat (C1)	Peserta didik mampu mengidentifikasi pengertian reaksi reduksi, reaksi oksidasi, deret volta, dan potensial reduksi standar (E°) sebagai dasar reaksi redoks.	Soal disajikan dalam bentuk pilihan yang memuat beberapa pernyataan terkait reaksi redoks. Peserta didik memilih lebih dari satu jawaban yang benar sesuai dengan konsep reduksi.	Manakah pernyataan yang menunjukkan reaksi reduksi? <table><tr><td>Atom menerima elektron</td></tr><tr><td>Atom melepaskan elektron</td></tr><tr><td>Bilangan oksidasi bertambah</td></tr><tr><td>Bilangan oksidasi berkurang</td></tr><tr><td>Zat yang melepaskan oksigen</td></tr><tr><td>Zat yang menerima oksigen</td></tr></table>	Atom menerima elektron	Atom melepaskan elektron	Bilangan oksidasi bertambah	Bilangan oksidasi berkurang	Zat yang melepaskan oksigen	Zat yang menerima oksigen	<table><tr><td>Atom menerima elektron</td></tr><tr><td>Atom melepaskan elektron</td></tr><tr><td>Bilangan oksidasi bertambah</td></tr><tr><td>Bilangan oksidasi berkurang</td></tr><tr><td>Zat yang melepaskan oksigen</td></tr><tr><td>Zat yang menerima oksigen</td></tr></table>	Atom menerima elektron	Atom melepaskan elektron	Bilangan oksidasi bertambah	Bilangan oksidasi berkurang	Zat yang melepaskan oksigen	Zat yang menerima oksigen	4				
Atom menerima elektron																						
Atom melepaskan elektron																						
Bilangan oksidasi bertambah																						
Bilangan oksidasi berkurang																						
Zat yang melepaskan oksigen																						
Zat yang menerima oksigen																						
Atom menerima elektron																						
Atom melepaskan elektron																						
Bilangan oksidasi bertambah																						
Bilangan oksidasi berkurang																						
Zat yang melepaskan oksigen																						
Zat yang menerima oksigen																						

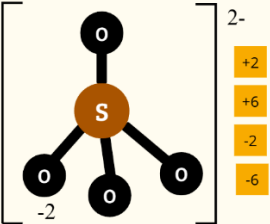
No	Indikator Kognitif	Indikator pada materi reaksi redoks	Deskripsi Soal	Soal	Jawaban	Skor
3.	Mengingat (C1)	Peserta didik mampu mengidentifikasi pengertian reaksi reduksi, reaksi oksidasi, deret volta, dan potensial reduksi standar (E°) sebagai dasar reaksi redoks.	Soal berbentuk menjodohkan. Peserta didik diminta memasangkan istilah dalam reaksi redoks dengan pengertian yang tepat.			4
4.	Mengingat (C1)	Peserta didik mampu mengidentifikasi pengertian reaksi reduksi, reaksi oksidasi, deret volta, dan potensial reduksi standar (E°) sebagai dasar reaksi redoks.	Soal berbentuk pilihan ganda. Peserta didik diminta menentukan pengertian Deret Volta berdasarkan kecenderungan logam dalam melepaskan electron	Deret Volta adalah susunan logam-logam berdasarkan urutan kecenderungannya untuk melepaskan elektron. Logam yang terletak semakin ke kiri dalam Deret Volta menunjukkan sifat sebagai... A. Oksidator yang semakin lemah B. Reduktor yang semakin kuat C. Zat yang semakin sulit bereaksi D. Unsur yang semakin stabil	B. Reduktor yang semakin kuat	4
5.	Mengingat (C1)	Peserta didik mampu mengidentifikasi pengertian reaksi reduksi, reaksi oksidasi, deret volta, dan potensial reduksi standar (E°) sebagai dasar reaksi redoks.	Soal berbentuk pilihan ganda. Peserta didik diminta menentukan pengertian potensial reduksi standar (E°) berdasarkan kecenderungan suatu spesi kimia dalam mengalami reaksi reduksi.	Simbol E° (Potensial Reduksi Standar) digunakan untuk menyatakan besarnya kecenderungan suatu spesi kimia dalam melakukan... A. Pelepasan proton ke lingkungan B. Penangkapan elektron C. Pembentukan ikatan kovalen D. Peningkatan energi aktivasi	B. Penangkapan elektron	4

No	Indikator Kognitif	Indikator pada materi reaksi redoks	Deskripsi Soal	Soal	Jawaban	Skor
6.	Memahami (C2)	Peserta didik mampu menjelaskan ciri reaksi redoks berdasarkan elektron, oksigen, bilangan oksidasi, serta hubungan deret volta dan potensial reduksi standar (E°) dengan kecenderungan suatu zat mengalami reduksi atau oksidasi.	Soal disajikan dalam bentuk interaktif bertahap yang terdiri dari dua bagian. Pada bagian pertama, peserta didik diminta menentukan jenis reaksi (oksidasi atau reduksi) berdasarkan perubahan bilangan oksidasi yang ditampilkan. Setelah memilih jawaban, peserta didik akan mendapatkan umpan balik. Jika jawaban benar, peserta didik dapat melanjutkan ke bagian kedua, yaitu memilih alasan yang tepat terkait perubahan bilangan oksidasi tersebut.	Perhatikan perubahan bilangan oksidasi pada reaksi berikut. $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ $+2 \rightarrow +3$ Klik jenis reaksi yang sesuai berdasarkan perubahan bilangan oksidasi tersebut. Reduksi Oksidasi Mengapa reaksi tersebut tergolong sebagai reaksi oksidasi? A. Karena bilangan oksidasi Fe menurun dari +2 menjadi +3 B. Karena bilangan oksidasi Fe meningkat dari +2 menjadi +3 C. Karena bilangan oksidasi Fe tetap selama reaksi berlangsung D. Karena bilangan oksidasi Fe berubah tetapi tidak menunjukkan jenis reaksi	Oksidasi B. Karena bilangan oksidasi Fe meningkat dari +2 menjadi +3	4

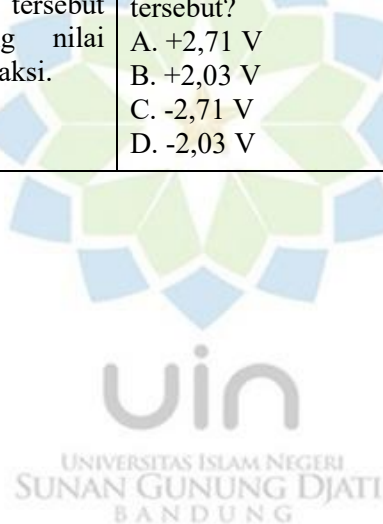
7.	Memahami (C2)	Peserta didik mampu menjelaskan ciri reaksi redoks berdasarkan elektron, oksigen, bilangan oksidasi, serta hubungan deret volta dan potensial reduksi standar (E°) dengan kecenderungan suatu zat mengalami reduksi atau oksidasi.	Soal disajikan dalam bentuk interaktif bertahap yang terdiri dari beberapa aktivitas. Peserta didik diminta menjelaskan hubungan perubahan bilangan oksidasi dan perpindahan elektron melalui beberapa aktivitas interaktif. Perhatikan reaksi berikut: $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$ Biloks = 0 Biloks = +2  Tarik dan letakan elektron dari atom yang melepaskan elektron ke atom yang menerima elektron. Biloks = 0 → +2 Biloks = +2 → 0  Tarik dan letakan label "OKSIDASI" atau "REDUKSI" ke kotak perubahan bilangan oksidasi yang sesuai. Oksidasi Reduksi Hubungan yang benar antara perubahan bilangan oksidasi dan perpindahan elektron pada reaksi redoks adalah... A. Bilangan oksidasi meningkat karena atom menerima elektron B. Bilangan oksidasi menurun karena atom melepaskan elektron C. Bilangan oksidasi meningkat karena atom melepaskan elektron D. Bilangan oksidasi tetap karena atom menerima elektron	 Oksidasi  Reduksi C. Bilangan oksidasi meningkat karena atom melepaskan elektron	4
----	---------------	---	---	---	---

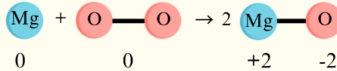
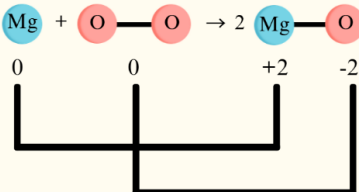
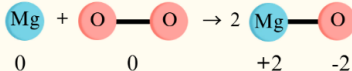
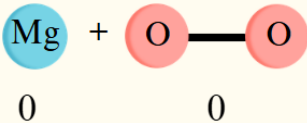
No	Indikator Kognitif	Indikator pada materi reaksi redoks	Deskripsi Soal	Soal	Jawaban	Skor
8.	Memahami (C2)	Peserta didik mampu menjelaskan ciri reaksi redoks berdasarkan elektron, oksigen, bilangan oksidasi, serta hubungan deret volta dan potensial reduksi standar (E°) dengan kecenderungan suatu zat mengalami reduksi atau oksidasi.	Soal berbentuk pilihan ganda. Peserta didik diminta menjelaskan alasan terjadinya reaksi reduksi berdasarkan konsep pelepasan oksigen pada reaksi redoks.	Perhatikan reaksi berikut: $2\text{SO}_{3(g)} \rightarrow 2\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)}$ Mengapa pada reaksi tersebut atom sulfur mengalami reduksi? A. Karena terjadi penambahan oksigen pada SO_3 B. Karena terbentuk gas O_2 sebagai hasil reaksi C. Karena SO_3 melepaskan oksigen, membentuk SO_2 D. Karena tidak terjadi perubahan jumlah oksigen dalam reaksi	C. Karena SO_3 melepaskan oksigen, membentuk SO_2	4
9.	Memahami (C2)	Peserta didik mampu menjelaskan ciri reaksi redoks berdasarkan elektron, oksigen, bilangan oksidasi, serta hubungan deret volta dan potensial reduksi standar (E°) dengan kecenderungan suatu zat mengalami reduksi atau oksidasi.	Soal berbentuk pilihan ganda. Peserta didik diminta menentukan pernyataan yang tepat mengenai kekuatan reduktor dua logam berdasarkan posisinya dalam Deret Volta.	Jika logam Magnesium (Mg) terletak di sebelah kiri logam Tembaga (Cu) dalam Deret Volta, maka pernyataan yang benar adalah... A. Logam Cu lebih mudah mengalami oksidasi daripada Mg B. Logam Mg lebih mudah melepas elektron daripada Cu C. Logam Cu adalah reduktor yang lebih kuat daripada Mg D. Logam Mg dan Cu memiliki kecenderungan yang sama untuk melepaskan elektron.	B. Logam Mg lebih mudah melepas elektron daripada Cu	4

No	Indikator Kognitif	Indikator pada materi reaksi redoks	Deskripsi Soal	Soal	Jawaban	Skor
10.	Memahami (C2)	Peserta didik mampu menjelaskan ciri reaksi redoks berdasarkan elektron, oksigen, bilangan oksidasi, serta hubungan deret volta dan potensial reduksi standar (E°) dengan kecenderungan suatu zat mengalami reduksi atau oksidasi.	Soal berbentuk pilihan ganda. Peserta didik diminta menjelaskan makna nilai potensial reaksi yang bertanda positif terhadap kespontanan berlangsungnya reaksi antara suatu unsur logam dan ion logam.	Jika suatu reaksi antara unsur logam dan ion logam jenis lain memiliki nilai potensial standar reaksi (E°_{reaksi}) yang bertanda positif (+), hal ini menunjukkan bahwa... A. Reaksi redoks tersebut tidak dapat berlangsung secara spontan. B. Kedua spesi tersebut memiliki kecenderungan yang sama besar untuk mengalami oksidasi dan reduksi. C. Reaksi oksidasi dan reduksi antara kedua spesi tersebut dapat berlangsung secara spontan. D. Reaksi redoks tersebut hanya dapat berlangsung apabila diberikan energi tambahan dari luar.	C. Reaksi oksidasi dan reduksi antara kedua spesi tersebut dapat berlangsung secara spontan.	4
11.	Menerapkan (C3)	Peserta didik mampu menentukan bilangan oksidasi unsur dalam senyawa atau ion, serta menghitung nilai potensial reaksi redoks berdasarkan data potensial reduksi standar (E°).	Soal berbentuk pilihan ganda interaktif. Peserta didik diminta mengklik unsur pada senyawa untuk menentukan bilangan oksidasi unsur O berdasarkan aturan penentuan bilangan oksidasi.	Tentukan bilangan oksidasi atom O dalam senyawa H_2O sesuai aturan biloks. Klik nilai yang benar  +2 -2 0 -1	-2	4

No	Indikator Kognitif	Indikator pada materi reaksi redoks	Deskripsi Soal	Soal	Jawaban	Skor
12.	Menerapkan (C3)	Peserta didik mampu menentukan bilangan oksidasi unsur dalam senyawa atau ion, serta menghitung nilai potensial reaksi redoks berdasarkan data potensial reduksi standar (E°).	Soal berbentuk pilihan ganda interaktif. Peserta didik diminta mengklik unsur pada ion poliatomik untuk menentukan bilangan oksidasi unsur S berdasarkan aturan bilangan oksidasi dan muatan ion.	Tentukan bilangan oksidasi unsur S pada ion SO_4^{2-}. 	+6	4
13.	Menerapkan (C3)	Peserta didik mampu menentukan bilangan oksidasi unsur dalam senyawa atau ion, serta menghitung nilai potensial reaksi redoks berdasarkan data potensial reduksi standar (E°).	Soal berbentuk pilihan ganda. Peserta didik diminta menentukan perubahan bilangan oksidasi unsur dalam suatu reaksi redoks.	Perhatikan reaksi berikut: $2\text{CO} + 2\text{NO} \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{N}_2$ Tentukan perubahan bilangan oksidasi unsur N pada reaksi tersebut! A. +2 Menjadi +1 B. +2 Menjadi 0 C. +3 Menjadi +2 D. -2 Menjadi 0	B. +2 Menjadi 0	4
14.	Menerapkan (C3)	Peserta didik mampu menentukan bilangan oksidasi unsur dalam senyawa atau ion, serta menghitung nilai potensial reaksi redoks berdasarkan data potensial reduksi standar (E°).	Soal berbentuk pilihan ganda. Peserta didik diminta menghitung total potensial reaksi redoks berdasarkan data potensial reduksi standar dua sistem yang diketahui.	Diketahui data potensial reduksi standar (E°) untuk dua sistem berikut: $\text{Ag}^+ + e \rightarrow \text{Ag} \quad E^\circ = +0,80\text{V}$ $\text{Zn}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Zn} \quad E^\circ = -0,76\text{V}$ Jika ion Ag^+ direaksikan dengan Zn, berapakah potensial reaksi standar (E°) dari reaksi tersebut? A. +0,04 V B. -1,56 V C. +1,56 V D. +0,76 V	C. +1,56 V	4

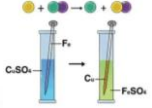
No	Indikator Kognitif	Indikator pada materi reaksi redoks	Deskripsi Soal	Soal	Jawaban	Skor
15.	Menerapkan (C3)	Peserta didik mampu menentukan bilangan oksidasi unsur dalam senyawa atau ion, serta menghitung nilai potensial reaksi redoks berdasarkan data potensial reduksi standar (E°).	Soal berbentuk pilihan ganda. Peserta didik diberikan persamaan reaksi redoks serta data potensial reduksi standar (E°), kemudian diminta menerapkan data tersebut untuk menghitung nilai potensial standar reaksi.	Diketahui nilai potensial reduksi standar: $\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg} \quad E^\circ = -2,37\text{V}$ $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu} \quad E^\circ = +0,34\text{V}$ Jika terjadi reaksi: $\text{Mg} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{Cu}$ Berapakah nilai potensial standar (E°) reaksi tersebut? A. +2,71 V B. +2,03 V C. -2,71 V D. -2,03 V	A. +2,71 V	4



No	Indikator Kognitif	Indikator pada materi reaksi redoks	Deskripsi Soal	Soal	Jawaban	Skor				
16.	Menganalisis (C4)	Peserta didik mampu menganalisis perubahan bilangan oksidasi, menentukan zat yang mengalami oksidasi dan reduksi serta zat yang berperan sebagai oksidator dan reduktor, serta menganalisis kecenderungan berlangsungnya reaksi redoks berdasarkan Deret Volta dan data potensial reduksi standar (E°).	Soal berbentuk interaktif. Peserta didik diminta mengklik unsur pada reaksi untuk menampilkan bilangan oksidasi, kemudian menganalisis perubahan bilangan oksidasi serta menentukan zat yang mengalami oksidasi, reduksi, dan berperan sebagai oksidator maupun reduktor dalam reaksi redoks.	Perhatikan reaksi berikut: $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$  Klik atom untuk melihat bilangan oksidasi. Perhatikan reaksi berikut: $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$  Bandingkan bilangan oksidasi sebelum dan sesudah reaksi. Klik unsur yang mengalami perubahan bilangan oksidasi. Perhatikan reaksi berikut: $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$  Perhatikan reaksi berikut: $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$  Reduksi Oksidasi Oksidator Reduktor	 <table><tr><td>Oksidasi</td><td>Reduksi</td></tr><tr><td>Reduktor</td><td>Oksidator</td></tr></table>	Oksidasi	Reduksi	Reduktor	Oksidator	4
Oksidasi	Reduksi									
Reduktor	Oksidator									

No	Indikator Kognitif	Indikator pada materi reaksi redoks	Deskripsi Soal	Soal	Jawaban	Skor
17.	Menganalisis (C4)	Peserta didik mampu menganalisis perubahan bilangan oksidasi, menentukan zat yang mengalami oksidasi dan reduksi serta zat yang berperan sebagai oksidator dan reduktor, serta menganalisis kecenderungan reaksi berlangsungnya reaksi redoks berdasarkan Deret Volta dan data potensial reduksi standar (E°).	Soal berbentuk interaktif. Peserta didik diminta mengklik unsur pada reaksi untuk menampilkan bilangan oksidasi, kemudian menganalisis perubahan bilangan oksidasi serta mengelompokkan unsur yang mengalami oksidasi, reduksi, dan berperan sebagai oksidator maupun reduktor dalam reaksi redoks.	Perhatikan reaksi berikut: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ Klik unsur untuk mengetahui bilangan oksidasi. Klik salah satu unsur untuk melihat bilangan oksidasi. Unsur yang sama memiliki bilangan oksidasi yang sama. Perhatikan reaksi berikut: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ Bandingkan bilangan oksidasi sebelum dan sesudah reaksi. Klik unsur yang mengalami perubahan bilangan oksidasi. Perhatikan reaksi berikut: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ Seret label yang sesuai ke unsur yang tepat berdasarkan perubahan bilangan oksidasi Perhatikan reaksi berikut: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ Fe C Oksidasi Reduktor Reduksi Oksidator	Perhatikan reaksi berikut: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ Fe Reduksi Oksidator C Oksidasi Reduktor	4

No	Indikator Kognitif	Indikator pada materi reaksi redoks	Deskripsi Soal	Soal	Jawaban	Skor
18.	Menganalisis (C4)	Peserta didik mampu menganalisis perubahan bilangan oksidasi, menentukan zat yang mengalami oksidasi dan reduksi serta zat yang berperan sebagai oksidator dan reduktor, serta menganalisis kecenderungan berlangsungnya reaksi redoks berdasarkan Deret Volta dan data potensial reduksi standar (E°).	Soal berbentuk pilihan ganda. Peserta didik diminta menganalisis perubahan bilangan oksidasi dalam reaksi redoks untuk menentukan pernyataan yang tidak benar terkait oksidator, reduktor, dan perubahan bilangan oksidasi.	Perhatikan reaksi berikut: $\text{PbO(s)} + \text{H}_2\text{(g)} \rightarrow \text{Pb(s)} + \text{H}_2\text{O(l)}$ Berdasarkan perubahan bilangan oksidasi, pernyataan berikut yang tidak benar adalah... A. PbO adalah oksidator B. H_2 adalah reduktor C. Bilangan oksidasi Pb dalam PbO adalah +4 D. H_2 mengalami reaksi oksidasi	C. Bilangan oksidasi Pb dalam PbO adalah +4	4

No	Indikator Kognitif	Indikator pada materi reaksi redoks	Deskripsi Soal	Soal	Jawaban	Skor
19.	Menganalisis (C4)	Peserta didik mampu menganalisis perubahan bilangan oksidasi, menentukan zat yang mengalami oksidasi dan reduksi serta zat yang berperan sebagai oksidator dan reduktor, serta menganalisis kecenderungan berlangsungnya reaksi redoks berdasarkan Deret Volta dan data potensial reduksi standar (E°).	Soal disajikan disertai gambar eksperimen paku besi dalam larutan tembaga(II) sulfat. Peserta didik diminta menganalisis kemungkinan terjadinya reaksi redoks antara Fe dan ion Cu^{2+} berdasarkan prinsip Deret Volta.	(Lihat Gambar Eksperimen Paku Besi dalam CuSO_4)  Jika sebuah paku besi (Fe) dimasukkan ke dalam larutan Tembaga (II) Sulfat (CuSO_4) yang berwarna biru, manakah analisis yang paling tepat mengenai kemungkinan terjadinya reaksi berdasarkan Deret Volta? A. Tidak terjadi reaksi karena Fe berada di kanan Cu B. Terjadi reaksi spontan karena Fe berada di kiri Cu C. Terjadi reaksi karena Cu adalah reduktor yang lebih kuat D. Tidak terjadi reaksi karena Fe lebih sukar melepaskan elektron daripada Cu.	B. Terjadi reaksi spontan karena Fe berada di kiri Cu	4

No	Indikator Kognitif	Indikator pada materi reaksi redoks	Deskripsi Soal	Soal	Jawaban	Skor
20.	Menganalisis (C4)	Peserta didik mampu menganalisis perubahan bilangan oksidasi, menentukan zat yang mengalami oksidasi dan reduksi serta zat yang berperan sebagai oksidator dan reduktor, serta menganalisis kecenderungan berlangsungnya reaksi redoks berdasarkan Deret Volta dan data potensial reduksi standar (E°).	Soal berbentuk pilihan ganda. Peserta didik diberikan data potensial reduksi standar dua pasangan redoks, kemudian diminta menganalisis kecenderungan Zn dan Pb^{2+} untuk mengalami oksidasi atau reduksi berdasarkan nilai (E°) yang diberikan.	Diberikan data potensial reduksi standar (E°) untuk dua pasangan redoks sebagai berikut: $Zn^{2+} + 2e \rightarrow Zn \quad (E^\circ = -0,76V)$ $Pb^{2+} + 2e \rightarrow Pb \quad (E^\circ = -0,13V)$ Jika batang logam Zn dicelupkan ke dalam wadah berisi larutan yang mengandung ion Pb^{2+} sehingga terjadi reaksi redoks, analisis yang paling tepat mengenai peran masing-masing spesi adalah? A. Logam Zn mengalami reduksi karena memiliki nilai E° yang lebih kecil. B. Ion Pb^{2+} akan bertindak sebagai reduktor karena memiliki nilai E° yang lebih besar. C. Logam Zn mengalami oksidasi karena memiliki nilai E° yang lebih kecil D. Ion Pb^{2+} mengalami oksidasi karena logam Pb berada di sebelah kanan logam Zn dalam Deret Volta.	C. Logam Zn mengalami oksidasi karena memiliki nilai E° yang lebih kecil.	4

No	Indikator Kognitif	Indikator pada materi reaksi redoks	Deskripsi Soal	Soal	Jawaban	Skor
21.	Mengevaluasi (C5)	Peserta didik mampu mengevaluasi reaksi redoks berdasarkan ketepatan penyetaraan reaksi dan perpindahan elektron, mengevaluasi pasangan logam dan ion logam berdasarkan selisih nilai potensial reduksi standar (E°), serta menentukan logam yang paling tepat melindungi Fe dari korosi berdasarkan prinsip Deret Volta dengan disertai alasan yang tepat.	Soal disajikan dalam bentuk interaktif bertahap. Peserta didik diminta memilih persamaan reaksi redoks yang paling tepat, kemudian menentukan alasan yang sesuai berdasarkan konsep keseimbangan elektron dan perubahan bilangan oksidasi.	Perhatikan reaksi berikut! $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ Pilih penyetaraan reaksi yang benar! $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ $2\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ $\text{Fe} + 2\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{Cu}$ Pilih alasan yang tepat $2\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ Koefisien hanya menyeimbangkan atom Elektron yang dilepas = yang diterima Tidak terjadi perubahan biloks	$\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ Elektron yang dilepas = yang diterima	4

No	Indikator Kognitif	Indikator pada materi reaksi redoks	Deskripsi Soal	Soal	Jawaban	Skor
22.	Mengevaluasi (C5)	Peserta didik mampu mengevaluasi reaksi redoks berdasarkan ketepatan penyetaraan reaksi dan perpindahan elektron, mengevaluasi pasangan logam dan ion logam berdasarkan selisih nilai potensial reduksi standar (E°), serta menentukan logam yang paling tepat melindungi Fe dari korosi berdasarkan prinsip Deret Volta dengan disertai alasan yang tepat.	Soal disajikan dalam bentuk interaktif bertahap. Peserta didik diminta memilih persamaan reaksi redoks yang telah disetarakan dengan tepat, kemudian menentukan alasan yang sesuai berdasarkan keseimbangan pertukaran elektron dan perubahan bilangan oksidasi.	Perhatikan reaksi berikut! $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ Pilih penyetaraan reaksi yang benar! $\text{MnO}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $2\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow 2\text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ Pilih alasan yang tepat $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ Bilangan oksidasi Mn meningkat dan Cl menurun Tidak terjadi perubahan bilangan oksidasi Koefisien ditentukan agar pertukaran elektron pada perubahan biloks seimbang	$\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ Koefisien ditentukan agar pertukaran elektron pada perubahan biloks seimbang	4

No	Indikator Kognitif	Indikator pada materi reaksi redoks	Deskripsi Soal	Soal	Jawaban	Skor
23.	Mengevaluasi (C5)	Peserta didik mampu mengevaluasi reaksi redoks berdasarkan ketepatan penyetaraan reaksi dan perpindahan elektron, mengevaluasi pasangan logam dan ion logam berdasarkan selisih nilai potensial reduksi standar (E°), serta menentukan logam yang paling tepat melindungi Fe dari korosi berdasarkan prinsip Deret Volta dengan disertai alasan yang tepat.	Soal disajikan dalam bentuk interaktif bertahap. Peserta didik diminta mengevaluasi dua reaksi kimia untuk menentukan reaksi yang termasuk reaksi redoks, kemudian memilih alasan yang paling tepat berdasarkan perpindahan elektron.	Perhatikan dua reaksi berikut: (1) $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$ (2) $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$ Manakah pernyataan yang paling tepat? Keduanya reaksi redoks Hanya (1) reaksi redoks Hanya (2) reaksi redoks Pilih alasan yang tepat Hanya (1) reaksi redoks (1) terjadi perpindahan elektron, (2) tidak Keduanya hanya pertukaran ion Tidak ada perubahan dalam reaksi	Hanya (1) reaksi redoks (1) terjadi perpindahan elektron, (2) tidak	4

No	Indikator Kognitif	Indikator pada materi reaksi redoks	Deskripsi Soal	Soal	Jawaban	Skor
24.	Mengevaluasi (C5)	Peserta didik mampu mengevaluasi reaksi redoks berdasarkan ketepatan penyetaraan reaksi dan perpindahan elektron, mengevaluasi pasangan logam dan ion logam berdasarkan selisih nilai potensial reduksi standar (E°), serta menentukan logam yang paling tepat melindungi Fe dari korosi berdasarkan prinsip Deret Volta dengan disertai alasan yang tepat.	Soal berbentuk pilihan ganda. Peserta didik diberikan beberapa data potensial reduksi standar (E°), kemudian diminta mengevaluasi pasangan logam dan ion logam yang memiliki selisih nilai potensial reduksi standar paling besar serta menentukan alasan yang mendukung pilihan tersebut.	Diberikan data potensial reduksi standar (E°) sebagai berikut: 1. $\text{Mg}^{2+} \text{Mg}$ ($E^\circ = -2,37\text{V}$) 2. $\text{Zn}^{2+} \text{Zn}$ ($E^\circ = -0,76\text{V}$) 3. $\text{Fe}^{2+} \text{Fe}$ ($E^\circ = -0,44\text{V}$) 4. $\text{Ag}^+ \text{Ag}$ ($E^\circ = -0,80\text{V}$) Dalam suatu percobaan reaksi redoks, diperlukan pasangan logam dan ion logam yang menghasilkan selisih potensial terbesar. Berdasarkan data (E°) yang tersedia, pasangan manakah yang paling tepat digunakan, beserta alasan yang mendukung pilihan tersebut? A. Mg dan Zn^{2+}, karena Mg mudah mengalami oksidasi dan Zn^{2+} dapat mengalami reduksi. B. Zn dan Ag^+, karena Zn memiliki kecenderungan oksidasi yang lebih besar dibandingkan Mg. C. Mg dan Ag^+, karena memiliki selisih nilai potensial reduksi standar paling besar, sehingga Mg mudah mengalami oksidasi dan Ag^+ mudah mengalami reduksi. D. Fe dan Ag^+, karena Fe merupakan reduktor yang lebih kuat dibandingkan Mg.	C. Mg dan Ag^+ , karena memiliki selisih nilai potensial reduksi standar paling besar, sehingga Mg mudah mengalami oksidasi dan Ag^+ mudah mengalami reduksi.	4

No	Indikator Kognitif	Indikator pada materi reaksi redoks	Deskripsi Soal	Soal	Jawaban	Skor
25.	Mengevaluasi (C5)	Peserta didik mampu mengevaluasi reaksi redoks berdasarkan ketepatan penyetaraan reaksi dan perpindahan elektron, mengevaluasi pasangan logam dan ion logam berdasarkan selisih nilai potensial reduksi standar (E°), serta menentukan logam yang paling tepat melindungi Fe dari korosi berdasarkan prinsip Deret Volta dengan disertai alasan yang tepat.	Soal berbentuk pilihan ganda. Peserta didik diberikan beberapa alternatif logam yang dapat digunakan untuk melindungi Fe dari korosi, kemudian diminta mengevaluasi logam yang paling tepat berdasarkan prinsip Deret Volta dan kecenderungan oksidasi masing-masing logam serta menentukan alasan yang mendukung pilihan tersebut.	Logam besi (Fe) dapat mengalami korosi melalui proses oksidasi akibat interaksi dengan lingkungan. Dalam upaya melindungi besi dari korosi, tersedia beberapa logam yang dapat digunakan sebagai pelindung. Berdasarkan prinsip Deret Volta dan kecenderungan oksidasi masing-masing logam, logam manakah yang paling tepat dipilih sebagai pelindung besi beserta alasan yang paling tepat? A. Logam Perak (Ag), karena Ag berada di sebelah kanan Fe dalam Deret Volta sehingga lebih sulit mengalami oksidasi dibandingkan Fe. B. Logam Tembaga (Cu), karena Cu berada di sebelah kanan Fe dalam Deret Volta sehingga dianggap lebih mudah mengalami oksidasi dibandingkan Fe. C. Logam Timbal (Pb), karena Pb berada lebih dekat dengan Fe dalam Deret Volta sehingga lebih efektif melindungi Fe dari oksidasi. D. Logam Magnesium (Mg), karena Mg berada di sebelah kiri Fe dalam Deret Volta sehingga lebih mudah melepaskan elektron dan mengalami oksidasi dibandingkan Fe.	D. Logam Magnesium (Mg), karena Mg berada di sebelah kiri Fe dalam Deret Volta sehingga lebih mudah melepaskan elektron dan mengalami oksidasi dibandingkan Fe.	4

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN

**PENGEMBANGAN *GAME* INTERAKTIF *REDOX BALL* BERORIENTASI
KEMAMPUAN KOGNITIF PADA MATERI
REAKSI REDUKSI – OKSIDASI**

Oleh:

Lala Aulia Nurhalizah

NIM. 1222080043

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :

Fakultas/Prodi :

Menyatakan telah melakukan validasi instrumen dengan judul penelitian “pengembangan *game* interaktif *redox ball* berorientasi kemampuan kognitif pada materi reaksi reduksi – oksidasi” serta menyatakan bahwa instrumen penelitian:

- ☐ Layak diterapkan tanpa revisi
- ☐ Layak diterapkan dengan revisi
- ☐ Tidak layak diterapkan

Dengan catatan

1.
2.
3.

*)beri tanda ceklis (√) pada salah satu kolom

Bandung,2026

Validator

NIP.

A. Petunjuk Penilaian

Berikan tanda ceklis (√) pada kolom jawaban tersedia

B. Kriteria Penilaian

Kriteria	Penilaian	Keterangan
Sangat baik	5	Sangat layak digunakan tanpa revisi
Baik	4	Layak digunakan dengan sedikit revisi
Cukup baik	3	Hanya sedikit yang harus di revisi
Kurang baik	2	Cukup banyak yang harus direvisi
Sangat kurang	1	Harus direvisi total

C. Angket Validasi

No	Kriteria penilaian	Tanggapan				
		1	2	3	4	5
1. Aspek Desain Pembelajaran						
1	Kesesuaian soal pada setiap level dengan capaian pembelajaran.					
2	Kesesuaian penyajian soal dengan konsep permainan.					
3	Kesesuaian soal dengan indikator kemampuan kognitif.					
4	Tingkat interaksi yang disajikan dalam <i>game</i> .					
5	Keberagaman soal pada setiap level permainan.					
6	Kesesuaian umpan balik yang diberikan terhadap jawaban siswa.					
7	Ketepatan penggunaan istilah dan simbol pada soal.					
8	Kecukupan jumlah soal yang tersedia dalam <i>game</i> .					
9	Kemampuan <i>game</i> dalam meningkatkan motivasi belajar siswa.					

No	Kriteria penilaian	Tanggapan				
		1	2	3	4	5
2. Aspek Perangkat Lunak						
1	Kemudahan Pengelolaan dan pemeliharaan <i>game</i> .					
2	Kemudahan penggunaan dan pengoperasian <i>game</i> .					
3	Kesesuaian <i>game</i> dengan berbagai versi Android.					
4	Kejelasan petunjuk penggunaan <i>game</i> .					
3. Aspek Bahasa dan Komunikasi						
1	Kejelasan penyampaian informasi kepada pengguna.					
2	Kualitas efek suara dan musik latar.					
3	Kualitas tata letak, huruf, dan warna tampilan.					
4	Kualitas animasi dan ilustrasi dalam <i>game</i> .					
5	Kejelasan bahasa yang digunakan.					

Lampiran A.7 Angket Uji Kelayakan

LEMBAR KELAYAKAN
PENGEMBANGAN *GAME* INTERAKTIF *REDOX BALL*
BERORIENTASI KEMAMPUAN KOGNITIF PADA MATERI
REAKSI REDUKSI– OKSIDASI

Oleh:

Lala Aulia Nurhalizah

NIM. 1222080043

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :

Kelas :

Sekolah :

Petunjuk:

1. Memberikan tanda centang (✓) pada kolom penilaian sesuai dengan aspek dengan skala penilaian:

1 = Sangat kurang

2 = Kurang baik

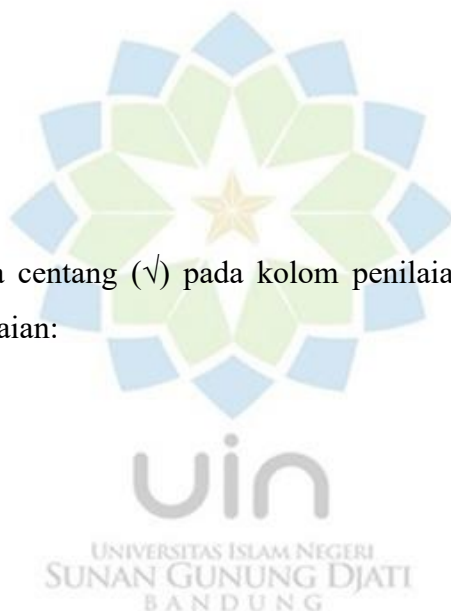
3 = Cukup

4 = Baik

5 = Sangat Baik

2. Memberikan komentar atau saran pada kolom yang sudah disediakan.

Atas kesediaan rekan-rekan untuk mengisi lembar kelayakan media pembelajaran ini, saya ucapkan terima kasih.



No	Kriteria penilaian	Tanggapan					Komentar
		1	2	3	4	5	
1. Aspek Komunikasi Visual							
1	Tampilan awal <i>game</i> interaktif						
2	Kesesuaian jenis huruf dalam <i>game</i> interaktif.						
3	Tampilan yang terdapat dalam <i>game</i> interaktif secara keseluruhan						
4	Bahasa yang digunakan dalam <i>game</i> interaktif.						
5	Simbol yang dipilih untuk <i>tools</i> sesuai penggunaan.						
6	Jenis <i>tools</i> yang tersedia lengkap sehingga mendukung pengoperasian.						
2. Aspek Operasional							
1	Kemudahan dalam memulai <i>game</i> interaktif.						
2	Kemudahan navigasi dalam pengoperasian <i>game</i> interaktif.						
3	Ketersediaan dan kejelasan petunjuk penggunaan <i>game</i> interaktif.						

No	Kriteria penilaian	Tanggapan					Komentar
		1	2	3	4	5	
3. Aspek Desain Pembelajaran							
1	Kesesuaian pertanyaan dalam <i>game</i> interaktif dengan materi reaksi redoks						
2	Kemandirian belajar dengan bantuan <i>game</i> interaktif.						
3	Kemenarikan dalam pembelajaran dengan bantuan <i>game</i> interaktif.						

Saran dan komentar:

Bandung, 2026
Responden

Lampiran B Hasil Penelitian

Lampiran B.1 Hasil uji validasi

Lampiran B.2 Hasil uji kelayakan



Lampiran B.1 Hasil uji validasi

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN
PENGEMBANGAN GAME INTERAKTIF REDOX BALL BERORIENTASI
KEMAMPUAN KOGNITIF PADA MATERI REAKSI REDUKSI – OKSIDASI

Oleh:
Lala Aulia Nurhalizah
NIM. 1222080043

Yang bertanda tangan di bawah ini:
Nama : Iis Dahrifah, M. Si
Fakultas/Prodi : Tarbiyah & Keguruan / Pendidikan Kimia

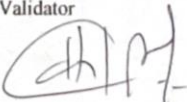
Menyatakan telah melakukan validasi instrumen dengan judul penelitian "pengembangan game interaktif redox ball berorientasi kemampuan kognitif pada materi reaksi reduksi – oksidasi" serta menyatakan bahwa instrumen penelitian:

() Layak diterapkan tanpa revisi
(☒) Layak diterapkan dengan revisi
() Tidak layak diterapkan

Dengan catatan

1. D. Analisis konsep, perbaikan, penggantian kata & perbaikan pengelompokan
2. D. Perbaikan konsep & gambar media instrumen
3. Perbaikan apa yang ada di instrumen

*)beri tanda ceklis (✓) pada salah satu kolom

Bandung, 22 Mei 2026
Validator

Iis Dahrifah, M. Si
NIP.

A. Petunjuk Penilaian

Berikan tanda ceklis (✓) pada kolom jawaban tersedia

B. Kriteria Penilaian

Kriteria	Penilaian	Keterangan
Sangat baik	5	Sangat layak digunakan tanpa revisi
Baik	4	Layak digunakan dengan sedikit revisi
Cukup baik	3	Hanya sedikit yang harus di revisi
Kurang baik	2	Cukup banyak yang harus direvisi
Sangat kurang	1	Harus direvisi total

C. Angket Validasi

No	Kriteria penilaian	Tanggapan				
		1	2	3	4	5
1. Aspek Desain Pembelajaran						
1	Kesesuaian soal pada setiap level dengan capaian pembelajaran.				✓	
2	Kesesuaian penyajian soal dengan konsep permainan.				✓	
3	Kesesuaian soal dengan indikator kemampuan kognitif.				✓	
4	Tingkat interaksi yang disajikan dalam game.					✓
5	Keberagaman soal pada setiap level permainan.				✓	
6	Kesesuaian umpan balik yang diberikan terhadap jawaban siswa.				✓	
7	Ketepatan penggunaan istilah dan simbol pada soal.					✓
8	Kecukupan jumlah soal yang tersedia dalam game.					✓
9	Kemampuan game dalam meningkatkan motivasi belajar siswa.				✓	

No	Kriteria penilaian	Tanggapan				
		1	2	3	4	5
2. Aspek Perangkat Lunak						
1	Kemudahan Pengelolaan dan pemeliharaan game.				✓	
2	Kemudahan penggunaan dan pengoprasian game.				✓	
3	Kesesuaian game dengan berbagai versi Android.				✓	
4	Kejelasan petunjuk penggunaan game.				✓	
3. Aspek Bahasa dan Komunikasi						
1	Kejelasan penyampaian informasi kepada pengguna.				✓	
2	Kualitas efek suara dan musik latar.				✓	
3	Kualitas tata letak, huruf, dan warna tampilan.					✓
4	Kualitas animasi dan ilustrasi dalam game.				✓	
5	Kejelasan bahasa yang digunakan.					✓

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN
PENGEMBANGAN *GAME* INTERAKTIF *REDOX BALL* BERORIENTASI
KEMAMPUAN KOGNITIF PADA MATERI
REAKSI REDUKSI – OKSIDASI

Oleh:

Lala Aulia Nurhalizah

NIM. 1222080043

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Ali Nurdin, M.Pd

Fakultas/Prodi : FTK/Pendidikan Kimia

Menyatakan telah melakukan validasi instrumen dengan judul penelitian “pengembangan *game* interaktif *redox ball* berorientasi kemampuan kognitif pada materi reaksi reduksi – oksidasi” serta menyatakan bahwa instrumen penelitian:

☐ Layak diterapkan tanpa revisi

☒ Layak diterapkan dengan revisi

☐ Tidak layak diterapkan

Dengan catatan

1. Periksa lagi lembar kelayakannya
2.
3.

*)beri tanda ceklis (√) pada salah satu kolom

Bandung, 21 Mei 2026

Validator



Muhamad Ali Nurdin, M.Pd

NIP.

D. Petunjuk Penilaian

Berikan tanda ceklis (√) pada kolom jawaban tersedia

E. Kriteria Penilaian

Kriteria	Penilaian	Keterangan
Sangat baik	5	Sangat layak digunakan tanpa revisi
Baik	4	Layak digunakan dengan sedikit revisi
Cukup baik	3	Hanya sedikit yang harus di revisi
Kurang baik	2	Cukup banyak yang harus direvisi
Sangat kurang	1	Harus direvisi total

F. Angket Validasi

No	Kriteria penilaian	Tanggapan				
		1	2	3	4	5
4. Aspek Desain Pembelajaran						
1	Kesesuaian soal pada setiap level dengan capaian pembelajaran.				√	
2	Kesesuaian penyajian soal dengan konsep permainan.				√	
3	Kesesuaian soal dengan indikator kemampuan kognitif.				√	
4	Tingkat interaksi yang disajikan dalam <i>game</i> .				√	
5	Keberagaman soal pada setiap level permainan.				√	
6	Kesesuaian umpan balik yang diberikan terhadap jawaban siswa.				√	
7	Ketepatan penggunaan istilah dan simbol pada soal.				√	
8	Kecukupan jumlah soal yang tersedia dalam <i>game</i> .				√	
9	Kemampuan <i>game</i> dalam meningkatkan motivasi belajar siswa.				√	

No	Kriteria penilaian	Tanggapan				
		1	2	3	4	5
5. Aspek Perangkat Lunak						
1	Kemudahan Pengelolaan dan pemeliharaan <i>game</i> .				√	
2	Kemudahan penggunaan dan pengoperasian <i>game</i> .				√	
3	Kesesuaian <i>game</i> dengan berbagai versi Android.				√	
4	Kejelasan petunjuk penggunaan <i>game</i> .				√	
6. Aspek Bahasa dan Komunikasi						
1	Kejelasan penyampaian informasi kepada pengguna.				√	
2	Kualitas efek suara dan musik latar.				√	
3	Kualitas tata letak, huruf, dan warna tampilan.				√	
4	Kualitas animasi dan ilustrasi dalam <i>game</i> .				√	
5	Kejelasan bahasa yang digunakan.				√	

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN
PENGEMBANGAN GAME INTERAKTIF REDOX BALL BERORIENTASI
KEMAMPUAN KOGNITIF PADA MATERI REAKSI REDUKSI – OKSIDASI

Oleh:

Lala Aulia Nurhalizah

NIM. 1222080043

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Undang Suaripudin, M.Kom

Fakultas/Prodi :

Menyatakan telah melakukan validasi instrumen dengan judul penelitian “pengembangan game interaktif redox ball berorientasi kemampuan kognitif pada materi reaksi reduksi – oksidasi” serta menyatakan bahwa instrumen penelitian:

() Layak diterapkan tanpa revisi

☒ Layak diterapkan dengan revisi

() Tidak layak diterapkan

Dengan catatan

1. gunakan gambar & video yg un/lisensi
2.
3.

*)beri tanda ceklis (√) pada salah satu kolom

Bandung, 2 Juni 2026

Validator


Undang Suaripudin, M.Kom
NIP.

A. Petunjuk Penilaian

Berikan tanda ceklis (✓) pada kolom jawaban tersedia

B. Kriteria Penilaian

Kriteria	Penilaian	Keterangan
Sangat baik	5	Sangat layak digunakan tanpa revisi
Baik	4	Layak digunakan dengan sedikit revisi
Cukup baik	3	Hanya sedikit yang harus di revisi
Kurang baik	2	Cukup banyak yang harus direvisi
Sangat kurang	1	Harus direvisi total

C. Angket Validasi

No	Kriteria penilaian	Tanggapan				
		1	2	3	4	5
1. Aspek Desain Pembelajaran						
1	Kesesuaian soal pada setiap level dengan capaian pembelajaran.					✓
2	Kesesuaian penyajian soal dengan konsep permainan.					✓
3	Kesesuaian soal dengan indikator kemampuan kognitif.				✓	
4	Tingkat interaksi yang disajikan dalam game.				✓	
5	Keberagaman soal pada setiap level permainan.					✓
6	Kesesuaian umpan balik yang diberikan terhadap jawaban siswa.			✓		
7	Ketepatan penggunaan istilah dan simbol pada soal.				✓	
8	Kecukupan jumlah soal yang tersedia dalam game.					✓
9	Kemampuan game dalam meningkatkan motivasi belajar siswa.				✓	

No	Kriteria penilaian	Tanggapan				
		1	2	3	4	5
2. Aspek Perangkat Lunak						
1	Kemudahan Pengelolaan dan pemeliharaan game.					✓
2	Kemudahan penggunaan dan pengoprasian game.					✓
3	Kesesuaian game dengan berbagai versi Android.				✓	
4	Kejelasan petunjuk penggunaan game.					✓
3. Aspek Bahasa dan Komunikasi						
1	Kejelasan penyampaian informasi kepada pengguna.					✓
2	Kualitas efek suara dan musik latar.				✓	
3	Kualitas tata letak, huruf, dan warna tampilan.				✓	
4	Kualitas animasi dan ilustrasi dalam game.					✓
5	Kejelasan bahasa yang digunakan.				✓	

Lampiran B.2 Hasil uji kelayakan

LEMBAR KELAYAKAN
PENGEMBANGAN *GAME* INTERAKTIF *REDOX BALL* BERORIENTASI
KEMAMPUAN KOGNITIF PADAMATERI
REAKSI REDUKSI–OKSIDASI

Oleh:
Lala Aulia Nurhalizah
NIM. 1222080043

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : AWA imut

Kelas : XI - MIA

Sekolah : MA AL-JAWAMI'

Petunjuk:

1. Memberikan tanda centang (✓) pada kolom penilaian sesuai dengan aspek dengan skala penilaian:
1 = Sangat kurang
2 = Kurang baik
3 = Cukup
4 = Baik
5 = Sangat Baik
2. Memberikan komentar atau saran pada kolom yang sudah disediakan.

Atas kesediaan rekan-rekan untuk mengisi lembar kelayakan media pembelajaran ini, saya ucapkan terima kasih.

No	Kriteria penilaian	Tanggapan					Komentar
		1	2	3	4	5	
1. Aspek Komunikasi Visual							
1	Tampilan awal <i>game</i> interaktif				✓		
2	Kesesuaian jenis huruf dalam <i>game</i> interaktif.				✓		
3	Tampilan yang terdapat dalam <i>game</i> interaktif secara keseluruhan				✓		
4	Bahasa yang digunakan dalam <i>game</i> interaktif.				✓		
5	Simbol yang dipilih untuk <i>tools</i> sesuai penggunaan.				✓		
6	Jenis <i>tools</i> yang tersedia lengkap sehingga mendukung pengoperasian.					✓	
2. Aspek Operasional							
1	Kemudahan dalam memulai <i>game</i> interaktif.					✓	
2	Kemudahan navigasi dalam pengoperasian <i>game</i> interaktif.				✓		
3	Ketersediaan dan kejelasan petunjuk penggunaan <i>game</i> interaktif.				✓		

No	Kriteria penilaian	Tanggapan					Komentar
		1	2	3	4	5	
3. Aspek Desain Pembelajaran							
1	Kesesuaian pertanyaan dalam <i>game</i> interaktif dengan materi reaksi redoks				✓		
2	Kemandirian belajar dengan bantuan <i>game</i> interaktif.					✓	
3	Kemenarikan dalam pembelajaran dengan bantuan <i>game</i> interaktif.					✓	

Saran dan komentar:

Game nya sangat amat seru dan sangat menarik
membuat aku yang imut nan lucu sangat terinspirasi,
menggunakan game seperti ini sangat meningkatkan ke-
semangat untuk belajar

Bandung, 4 Agustus 2026

Responden -


Salwa Olifia Indah

LEMBAR KELAYAKAN
PENGEMBANGAN *GAME* INTERAKTIF *REDOX BALL* BERORIENTASI
KEMAMPUAN KOGNITIF PADAMATERI
REAKSI REDUKSI–OKSIDASI

Oleh:

Lala Aulia Nurhalizah

NIM. 1222080043

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Gita Aulia

Kelas : XI - MIA

Sekolah : MA - Aljawi

Petunjuk:

1. Memberikan tanda centang (✓) pada kolom penilaian sesuai dengan aspek dengan skala penilaian:

1 = Sangat kurang

2 = Kurang baik

3 = Cukup

4 = Baik

5 = Sangat Baik

2. Memberikan komentar atau saran pada kolom yang sudah disediakan.

Atas kesediaan rekan-rekan untuk mengisi lembar kelayakan media pembelajaran ini, saya ucapkan terima kasih.

No	Kriteria penilaian	Tanggapan					Komentar
		1	2	3	4	5	
1. Aspek Komunikasi Visual							
1	Tampilan awal <i>game</i> interaktif					✓	
2	Kesesuaian jenis huruf dalam <i>game</i> interaktif.				✓		
3	Tampilan yang terdapat dalam <i>game</i> interaktif secara keseluruhan					✓	
4	Bahasa yang digunakan dalam <i>game</i> interaktif.				✓		
5	Simbol yang dipilih untuk <i>tools</i> sesuai penggunaan.				✓		
6	Jenis <i>tools</i> yang tersedia lengkap sehingga mendukung pengoperasian.			✓			
2. Aspek Operasional							
1	Kemudahan dalam memulai <i>game</i> interaktif.				✓		
2	Kemudahan navigasi dalam pengoperasian <i>game</i> interaktif.				✓		
3	Ketersediaan dan kejelasan petunjuk penggunaan <i>game</i> interaktif.					✓	

No	Kriteria penilaian	Tanggapan					Komentar
		1	2	3	4	5	
3. Aspek Desain Pembelajaran							
1	Kesesuaian pertanyaan dalam <i>game</i> interaktif dengan materi reaksi redoks				✓		
2	Kemandirian belajar dengan bantuan <i>game</i> interaktif.				✓		
3	Kemenarikan dalam pembelajaran dengan bantuan <i>game</i> interaktif.					✓	

Saran dan komentar:

Game yang sangat menarik, karna imajinatif dan berwarna. Sehingga membuat belajar tidak terasa bosan. Main game itu membuat seperti main game yang biasa kita mainkan, bedanya game yang ini sangat-sangat bermanfaat. Game ini melatih otak kita untuk menyelesaikan gamenya dan menjawab pertanyaannya.

Bandung, 4 Agustus 2026

Responden



Gita aulia

Lampiran C Pengolahan Data

Lampiran C.1 Pengolahan data uji validasi

Lampiran C.2 Pengolahan data uji kelayakan



Lampiran C.1 Pengolahan data uji validasi

No	Aspek	Kriteria	V1	V2	V3	x	N	n	N.n	r_{hitung}	r_{kritis}	Hasil	Interpretasi	Rata-rata
1	Aspek Desain Pembelajaran	Kesesuaian soal pada setiap level dengan capaian pembelajaran.	4	4	5	13	5	3	15	0.87	0.3	Valid	Tinggi	0.85
		Kesesuaian penyajian soal dengan konsep permainan.	4	4	5	13	5	3	15	0.87	0.3	Valid	Tinggi	
		Kesesuaian soal dengan indikator kemampuan kognitif.	4	4	4	12	5	3	15	0.80	0.3	Valid	cukup tinggi	
		Tingkat interaksi yang disajikan dalam <i>game</i> .	5	4	4	13	5	3	15	0.87	0.3	Valid	Tinggi	
		Keberagaman soal pada setiap level permainan.	4	4	5	13	5	3	15	0.87	0.3	Valid	Tinggi	
		Kesesuaian umpan balik yang diberikan terhadap jawaban siswa.	4	4	4	12	5	3	15	0.80	0.3	Valid	cukup tinggi	
		Ketepatan penggunaan istilah dan simbol pada soal.	5	4	4	13	5	3	15	0.87	0.3	Valid	Tinggi	
		Kecukupan jumlah soal yang tersedia dalam <i>game</i> .	5	4	5	14	5	3	15	0.93	0.3	Valid	Tinggi	

No	Aspek	Kriteria	V1	V2	V3	x	N	n	N.n	<i>r</i> _{hitung}	<i>r</i> _{kritis}	Hasil	Interpretasi	Rata-rata
		Kemampuan <i>game</i> dalam meningkatkan motivasi belajar siswa.	4	4	4	12	5	3	15	0.80	0.3	Valid	cukup tinggi	
2	Aspek Perangkat Lunak	Kemudahan Pengelolaan dan pemeliharaan <i>game</i> .	4	4	5	13	5	3	15	0.87	0.3	Valid	Tinggi	0.85
		Kemudahan penggunaan dan pengoperasian <i>game</i> .	4	4	5	13	5	3	15	0.87	0.3	Valid	Tinggi	
		Kesesuaian <i>game</i> dengan berbagai versi Android.	4	4	4	12	5	3	15	0.80	0.3	Valid	cukup tinggi	
		Kejelasan petunjuk penggunaan <i>game</i> .	4	4	5	13	5	3	15	0.87	0.3	Valid	Tinggi	
3	Aspek Bahasa dan Komunikasi	Kejelasan penyampaian informasi kepada pengguna.	4	4	5	13	5	3	15	0.87	0.3	Valid	Tinggi	0.85
		Kualitas efek suara dan musik latar.	4	4	4	12	5	3	15	0.80	0.3	Valid	cukup tinggi	
		Kualitas tata letak, huruf, dan warna tampilan.	5	4	4	13	5	3	15	0.87	0.3	Valid	Tinggi	
		Kualitas animasi dan ilustrasi dalam <i>game</i> .	4	4	5	13	5	3	15	0.87	0.3	Valid	Tinggi	
		Kejelasan bahasa yang digunakan.	5	4	4	13	5	3	15	0.87	0.3	Valid	Tinggi	
Rata - rata										0.85	0.3	Valid	Tinggi	0.85

Lampiran C.2 Pengolahan data uji kelayakan

Aspek	No.	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	Jumlah	Nilai Maks	%	% Kategori	Kriteria
Aspek Komunikasi Visual	1	4	5	4	4	4	4	5	4	4	5	5	5	4	5	4	66	75	88	84	Sangat layak
	2	3	5	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	5	4	58	75	77		
	3	3	5	4	5	3	4	4	3	4	5	5	4	5	5	4	63	75	84		
	4	4	5	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	64	75	85		
	5	4	5	4	4	4	5	4	3	4	4	5	4	5	4	4	63	75	84		
	6	4	5	3	4	5	5	4	2	5	3	4	5	5	5	5	64	75	85		
Aspek Operasional	1	2	4	3	4	4	4	4	4	5	4	3	5	4	4	4	58	75	77	82	Sangat layak
	2	3	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	61	75	81		
	3	4	5	4	4	5	5	5	4	4	5	4	3	5	5	4	66	75	88		
Aspek Desain Pembelajaran	1	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	64	75	85	92	Sangat layak
	2	5	5	4	5	4	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5	68	75	90		
	3	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	74	75	99		
Rata-Rata																			86	86	Sangat layak

Lampiran D Dokumen

Lampiran D.1 Surat keputusan pembimbing skripsi

Lampiran D.2 Berita acara penelitian



Lampiran D.1 Surat keputusan pembimbing skripsi

SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN GUNUNG DJATI BANDUNG

Nomor : B.50/Un.05/III.2/PP.00.9/01/2026

Tentang

PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA STRATA SATU (S.1)

DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

- Menimbang : a. bahwa dalam rangka memperlancar tertibnya pelaksanaan pembuatan skripsi mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, perlu adanya pengangkatan dosen pembimbing skripsi.
- b. bahwa Saudara yang namanya tercantum dalam Surat Keputusan ini dipandang mampu dan memenuhi syarat untuk diangkat menjadi pembimbing skripsi mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan.
- Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi;
3. Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan;
4. Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2010 tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 17 Tahun 2010 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan;
5. Peraturan Presiden RI Nomor 57 Tahun 2005 tentang Perubahan IAIN menjadi UIN Sunan Gunung Djati Bandung;
6. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 77 Tahun 2013 tentang Perubahan Peraturan Menteri Agama RI Nomor: 7 Tahun 2013 tentang Ortaker UIN SGD Bandung;
7. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 1 Tahun 2015 tentang perubahan atas Peraturan Menteri Agama RI Nomor: 11 Tahun 2014 tentang Pengangkatan dan Pemberhentian Rektor dan Ketua pada Perguruan Tinggi Keagamaan yang diselenggarakan oleh Pemerintah;
8. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 14 Tahun 2015 tentang Statuta Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung;
9. Keputusan Menteri Agama RI Nomor 082525/B.II/3/2023 Tanggal 17 Juli 2023 tentang Pengangkatan Rektor UIN Sunan Gunung Djati Bandung;
10. Surat Keputusan Rektor Nomor: B-1383/Un.05/I.1/PP.00.9/10/2022 tentang Penetapan Pedoman Akademik UIN Sunan Gunung Djati Bandung;
11. Surat Keputusan Rektor Nomor: B-1405/Un.05/I.1/PP.00.9/12/2022 tentang Pedoman Penulisan Skripsi, Tesis, dan Disertasi;
12. Keputusan Rektor Nomor: 325/Un.05/II.2/KP.07.6/08/2023 tentang Pengangkatan Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Gunung Djati Bandung.

MEMUTUSKAN

- Menetapkan
Pertama : Mengangkat Saudara yang namanya tersebut di bawah ini :
1. Dr. Nurhayati, M.Si. sebagai Pembimbing I
2. Dr. Citra Deliana Dewi Sundari, M.Si. sebagai Pembimbing II
- Dalam pembuatan skripsi mahasiswa :
- Nama : Lala Aulia Nurhalizah
- NIM. : 1222080043
- Jurusan/Program Studi : Pendidikan MIPA / Pendidikan Kimia
- Judul Skripsi :

PENGEMBANGAN GAME INTERAKTIF REDOX BALL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOGNITIF PADA MATERI REAKSI REDUKSI-OKSIDASI

- Kedua : Kepada Pembimbing tersebut diberikan honorarium sesuai dengan peraturan yang berlaku.
- Ketiga : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan skripsi mahasiswa tersebut lulus diuji pada sidang (munaqasyah), dengan ketentuan apabila terdapat kekeliruan dalam keputusan ini akan diadakan perbaikan sebagaimana mestinya.
- SALINAN Surat keputusan ini disampaikan kepada yang bersangkutan untuk diketahui dan diindahkan.

Ditetapkan di : Bandung
Tanggal : 12 Januari 2026

H. Fulya Handani, M.Hum., M.Res., Ph.D.
NIP. 198008242009121004



Lampiran D.2 Berita acara penelitian

Berita Acara

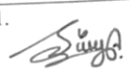
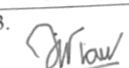
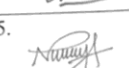
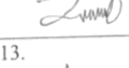
Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa:

Nama : Lala Aulia Nurhalizah

NIM : 1222080043

Judul Skripsi : Pengembangan *Game Interaktif Redox Ball Berorientasi Kemampuan Kognitif Pada Materi Reaksi reduksi-Oksidasi*

Pada hari Selasa, tanggal 4 Agustus 2026, telah dilakukan uji coba terbatas pada siswa MA Aljawami untuk mengetahui kelayakan produk *game* interaktif *redox ball berorientasi* kemampuan kognitif pada materi reaksi reduksi-oksidasi, dengan responden sebagai berikut:

No.	Nama	Tanda tangan	
1.	Sintya Rahayu	1. 	2. 
2.	AUPY Khairunnisa	3. 	4. 
3.	Jihan ayudwi rahma	5. 	6. 
4.	Syifa. Hasanah	7. 	8. 
5.	Nesya widya P.	9. 	10. 
6.	Aisya fatma Azna	11. 	12. 
7.	Laily lailah al-sadr.	13. 	14. 
8.	Wisma Wi	15. 	
9.	Sallwa olifia		
10.	Gita Aulia		
11.	Zahra Shokira		
12.	Ahmad Nabii		
13.	Erfan Sidan Sidan P		
14.	M. Asri Bayu S		
15.	Yana H. Ken H		

Bandung, 4 Agustus 2026

Peneliti,



Lala Aulia Nurhalizah

NIM. 1222080043