

**PENGEMBANGAN e-LKPD DENGAN MODEL PjBL-STEM
UNTUK MENUMBUHKAN KREATIVITAS PESERTA
DIDIK PADA MATERI TERMOKIMIA**



TESIS

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Magister pada
Program Studi Pendidikan Kimia
Pascasarjana Universitas Jambi**

Oleh :

HALIMATUSSA'DIYAH

NIM P2A823003

**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JAMBI**

JULI 2025

**PENGEMBANGAN e-LKPD DENGAN MODEL PjBL-STEM UNTUK
MENUMBUHKAN KREATIVITAS PESERTA DIDIK PADA MATERI
TERMOKIMIA**

Oleh :

HALIMATUSSA'DIYAH

P2A823003

(Program Studi Magister Pendidikan Kimia)

**Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jambi**

Menyetujui Tim Pembimbing

Pembimbing I



Dr. Yusnaidar, S.Si., M.Si.
NIP. 19680924 199903 2 001

Pembimbing II



Dr. Intan Lestari, S.Si., M.Si.
NIP. 19740922 199903 2 002

HALAMAN PENGESAHAN

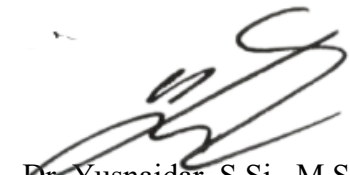
Tesis ini yang berjudul “**Pengembangan e-LKPD dengan Model PjBL-STEM untuk Menumbuhkan Kreativitas Peserta Didik pada Materi Termokimia**” yang disusun oleh:

Nama : Halimatussa'diyah
NIM : P2A823003
Jenjang Pendidikan : Strata Dua (S2)
Program Studi : Magister Pendidikan Kimia
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Telah diuji dan dipertahankan di depan dewan penguji pada sidang Tesis Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jambi pada tanggal 8 Juli 2025

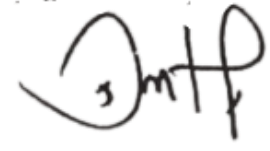
Jambi, Juli 2025

Pembimbing I



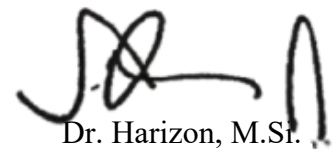
Dr. Yusnaidar, S.Si., M.Si.
NIP. 19680924 199903 2 001

Pembimbing II



Dr. Intan Lestari, S.Si., M.Si.
NIP. 19740922 199903 2 002

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Magister Pendidikan Kimia



Dr. Harizon, M.Si.
NIP. 196510161992031010

HALAMAN PERNYATAAN

Judul : Pengembangan e-LKPD dengan Model PjBL-STEM untuk
Menumbuhkan Kreativitas Peserta Didik pada Materi
Termokimia

Nama : Halimatussa'diyah

NIM : P2A823003

Jenjang Pendidikan : Strata Dua (S2)

Program Studi : Magister Pendidikan Kimia

Merupakan hasil karya saya sendiri dengan dibimbing oleh tim dosen pembimbing yang ditetapkan dengan surat keputusan rektor Universitas Jambi. Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengelolaan yang digunakan telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jambi, Juli 2025

Halimatussa'diyah
P2A823003

ABSTRAK

Halimatussadiyah, 2025. Pengembangan e-LKPD dengan Model PjBL-STEM untuk Menumbuhkan Kreativitas Peserta Didik pada Materi Termokimia. Program Studi Magister Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Jambi. Pembimbing I: Dr. Yusnaidar, S.Si., M.Si. Pembimbing II: Dr. Intan Lestari, S.Si., M.Si.

Kata Kunci: e-LKPD, PjBL-STEM, Kreativitas, Termokimia

Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan proses pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia serta pengaruh penggunaan e-LKPD sebagai bahan ajar. Penelitian ini adalah penelitian pengembangan. Model pengembangan yang digunakan pada penelitian ini adalah model pengembangan Lee & Owens. Produk e-LKPD yang dikembangkan divalidasi oleh ahli materi dan ahli media, dan 2 orang guru kimia. Uji coba pada kelompok kecil untuk melihat respons peserta didik diperoleh hasil 96,22% dengan kriteria sangat baik. Sehingga uji coba selanjutnya dilakukan pada kelompok besar dilakukan di kelas XI F2 MAN 3 Kota Jambi dengan jumlah peserta didik 34 orang. Pengumpulan data berdasarkan hasil validasi ahli, penilaian guru, hasil wawancara dengan guru, respons peserta didik, lembar observasi kreativitas dan penilaian pelaksanaan proyek serta nilai *pretest-posttest*. Hasil penilaian tim ahli dan praktisi terhadap produk menunjukkan hasil sangat layak. Nilai *N-gain* untuk nilai *pretest-posttest* diperoleh 0,64 dengan kriteria sedang. Hasil observasi kreativitas menunjukkan 3 kelompok memiliki kriteria cukup baik dan 2 kelompok dengan nilai baik. Begitu juga dengan hasil observasi pelaksanaan proyek menunjukkan 3 kelompok memiliki kriteria cukup baik dan 2 kelompok dengan nilai baik. Hasil respons peserta didik pada kelompok besar adalah 89,82% dengan kriteria sangat baik. Data ini menunjukkan bahwa e-LKPD dengan model PjBL-STEM yang dikembangkan valid, praktis, dan efektif untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala limpahan taufik dan karunia-Nya sehingga tesis ini dapat diselesaikan. Adapun judul penelitian ini adalah **“Pengembangan e-LKPD dengan Model PjBL-STEM untuk Menumbuhkan Kreativitas Peserta Didik pada Materi Termokimia”**.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing yaitu:

1. Ibu Dr. Yusnaidar, S.Si., M.Si sebagai dosen pembimbing I yang telah memberikan banyak masukan, bimbingan dan arahan dalam penyusunan tesis ini
2. Ibu Dr. Intan Lestari, M.Si sebagai dosen pembimbing II yang telah memberikan banyak masukan, bimbingan dan arahan dalam penyusunan tesis ini.
3. Bapak Prof. Dr.rer.nat. Asrial, M.Si. sebagai dosen penguji utama yang telah memberikan banyak masukan, bimbingan dan arahan dalam penyusunan tesis ini
4. Ibu Dr. Diah Riski Gusti, S.Si., M.Si. sebagai dosen penguji II yang telah memberikan banyak masukan, bimbingan dan arahan dalam penyusunan tesis ini.
5. Ibu Prof. Dr. Dra. Wilda Syahri, M.Pd. sebagai dosen penguji III yang telah memberikan banyak masukan, bimbingan dan arahan dalam penyusunan tesis ini.
6. Bapak Prof. Dr. M. Rusdi, S. Pd., M.Sc. selaku pembimbing akademik yang telah banyak memberikan masukan, bimbingan dan arahan selama perkuliahan.
7. Bapak Dr. Harizon, M.Si. sebagai ketua Program Studi Magister Pendidikan Kimia yang telah memberikan masukan, dan arahan selama perkuliahan di Program Studi Magister Pendidikan Kimia.
8. Bapak/dan Ibu dosen Program Studi Pendidikan Magister Pendidikan Kimia yang telah memberikan banyak ilmu dan wawasan selama penulis melaksanakan perkuliahan di Program Studi Pendidikan Kimia.

9. Paling istimewa untuk suami, anak-anak, orang tua serta saudara yang selalu mendoakan dan memberikan cinta serta semangat kepada penulis untuk menyelesaikan studi ini.
10. Bapak H. Ambok Pera Afrizal, MA selaku kepala MAN 3 Kota Jambi yang telah memberikan izin dan dukungan dalam penelitian ini.
11. Rekan kerja, dan peserta didik yang telah memberikan izin, dukungan dan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan studi ini.
12. Teman sejawat mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia angkatan 2023 yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam menyelesaikan studi ini.

Peneliti menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini masih terdapat kekurangan karena keterbatasan peneliti. Maka dari itu peneliti sangat mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan tesis ini demi kesempurnaan tulisan ini di masa yang akan datang.

Jambi, Juli 2025

Halimatussadiyah

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Spesifikasi Produk	5
1.7 Definisi Istilah	6
BAB II. KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian yang Relevan	7
2.2 Teori Belajar dan Pembelajaran.....	8
2.2.1 Teori Belajar Kognitif.....	8
2.2.2 Teori Belajar Konstruktivisme.....	9
2.2.3 Teori Multimedia Pembelajaran Mayer	10
2.2.4 Teori Belajar <i>Connectivism</i> George Siemens	12
2.2.5 Teori Pembelajaran	12
2.3 Kreativitas Peserta Didik	14
2.4 Model Pembelajaran PjBL-STEM.....	15
2.5 Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik	17

2.6	Desain Pengembangan Lee & Owens.....	18
2.7	Aplikasi <i>Flip Pdf</i>	20
2.8	Aplikasi <i>Canva</i>	21
2.9	Materi Termokimia.....	23
2.10	Kerangka Berpikir	27
2.11	Keterkaitan e-LKPD, Model Pembelajaran PjBL-STEM, Kreativitas Peserta Didik.....	28
BAB III. METODE PENELITIAN		30
3.1	Model Penelitian.....	30
3.2	Prosedur Penelitian	32
3.2.1	Analisis (<i>Analysis</i>)	32
3.2.2	Desain (<i>Design</i>)	33
3.2.3	Pengembangan (<i>Development</i>)	34
3.2.4	Implementasi (<i>Implementation</i>).....	35
3.2.5	Evaluasi (<i>Evaluation</i>)	35
3.3	Uji Coba Produk	35
3.3.1	Desain uji coba.....	36
3.3.2	Subjek uji coba.....	36
3.4	Jenis Data Penelitian.....	37
3.5	Instrumen Pengumpulan Data	37
3.5.1	Lembar Wawancara Guru	37
3.5.2	Angket.....	38
3.5.3	Tes Kreativitas Peserta Didik	45
3.6	Teknik Analisis Data	48
3.6.1	Data kualitatif	48
3.6.2	Data kuantitatif	48
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		53
4.1	Hasil Penelitian.....	53
4.1.1	Tahap analisis	53

4.1.2	Tahap desain	59
4.1.3	Tahap pengembangan	61
4.1.4	Tahap Implementasi.....	75
4.1.5	Tahap Evaluasi.....	83
4.2	Pembahasan	84
4.2.1	Prosedur pengembangan	84
4.2.2	Kelayakan konseptual dan praktisi	85
4.2.3	Respons peserta didik	88
4.2.4	Penilaian kreativitas	89
BAB V. PENUTUP.....		94
5.1	Kesimpulan	94
5.2	Saran	95
DAFTAR PUSTAKA.....		96

DAFTAR TABEL

Halaman	Tabel
3. 1 Jadwal penelitian lembar kerja peserta didik elektronik (e-LKPD)	33
3. 2 Kisi-kisi lembar wawancara guru	37
3. 3 Kisi-kisi angket kebutuhan peserta didik.....	38
3. 4 Kisi-kisi angket validasi ahli materi	38
3. 5 Kisi-kisi angket validasi ahli media.....	40
3. 6 Kisi-kisi angket penilaian guru.....	41
3. 7 Kisi-kisi angket respons peserta didik	42
3. 8 Kisi-kisi lembar observasi kreativitas peserta didik	43
3. 9 Kisi-kisi lembar observasi penilaian pelaksanaan proyek.....	43
3. 10 Kisi-kisi tes indikator kreativitas	46
3. 11 Kriteria tingkat validasi tim ahli	49
3. 12 Kriteria tingkat validasi guru	50
3. 13 Skala respons peserta didik.....	50
3. 14 Kriteria interpretasi skor	51
3. 15 Kriteria nilai <i>N-gain</i>	51
3. 16 Kriteria lembar observasi kreativitas	52
3. 17 Kriteria penilaian pelaksanaan proyek	52
4. 1 Hasil wawancara guru untuk analisis kebutuhan.....	54
4. 2 Hasil penyebaran angket peserta didik untuk analisis kebutuhan	54
4. 3 Analisis capaian pembelajaran termokimia	56
4. 4 Hasil wawancara guru untuk analisis teknologi	58
4. 5 Hasil penyebaran angket peserta didik untuk analisis teknologi	58
4. 6 Hasil validasi ahli materi tahap pertama.....	62
4. 7 Revisi dari ahli materi tahap pertama	64
4. 8 Hasil validasi ahli materi tahap kedua	65
4. 9 Hasil validasi ahli media tahap pertama	68
4. 10 Revisi dari ahli media tahap pertama	70
4. 11 Hasil validasi ahli media tahap kedua	71

4. 12 Hasil penilaian guru.....	73
4. 13 Hasil angket uji coba kelompok kecil.....	76
4. 14 Hasil angket respons peserta didik kelompok besar	76
4. 15 Distribusi indikator kreativitas pada semua aktivitas	78
4. 16 Konsep kreativitas dalam pembelajaran secara keseluruhan.....	79
4. 17 Hasil penilaian observasi kreativitas peserta didik.....	81
4. 18 Hasil lembar observasi penilaian proyek setiap kelompok	82
4. 19 Rekapitulasi nilai <i>pretest-posttest</i>	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2. 1 Tahapan penelitian lee & Owens.....	19
2. 2 Diagram energi untuk reaksi pembakaran CH ₄	24
2. 3 Diagram energi fotosintesis	25
2. 4 Kalorimeter sederhana.....	25
2. 5 Kalorimeter bom.....	26
2. 6 Kerangka berpikir pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM .	28
2. 7 Matriks hubungan e-LKPD, PjBL-STEM, dan Kreativitas.....	29
3. 1 Skema penelitian pengembangan e-LKPD Termokimia.....	31
3. 2 <i>Flowchart</i> e-LKPD PjBL-STEM.....	34
3. 3 Desain penelitian <i>the one grup pretest-posttest</i>	36
4. 1 Rasio waktu pengembangan Lee & Owens	60
4. 2 <i>Flowchart</i> e-LKPD PjBL-STEM Termokimia.....	61
4. 3 (a) dan (b), proses uji coba kelompok kecil.....	75
4. 4 Tahap <i>reflection</i>	79
4. 5 Tahap <i>Research</i>	79
4. 6 Tahap <i>discovery</i>	80
4. 7 (c) dan (d), adalah tahap <i>application</i>	80
4. 8 (e) dan (f) adalah tahap <i>application</i>	80
4. 9 (g) dan (h) adalah tahap <i>communication</i>	80
4. 10 Grafik observasi kreativitas setiap aktivitas	81
4. 11 Grafik observasi kreativitas penggunaan e-LKPD PjBL-STEM.....	81
4. 12 (i) persiapan, (j) aktivitas, (k) pengolahan data, dan (l) pelaporan.....	92

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1 Hasil wawancara guru kimia	102
2 Hasil angket analisis peserta didik.....	103
3 Hasil validasi ahli materi tahap pertama.....	106
4 Hasil validasi ahli materi tahap kedua.....	110
5 Hasil validasi ahli media tahap pertama	114
6 Hasil validasi ahli media tahap kedua	118
7 Hasil penilaian guru pertama.....	122
8 Hasil penilaian guru kedua	126
9 Respons peserta didik	130
10 Hasil observasi penilaian kreativitas	131
11 Hasil observasi penilaian pelaksanaan proyek	133
12 Hasil Asesmen peserta didik.....	135
13 Modul ajar termokimia	138
14 Surat telah melaksanakan penelitian.....	147
15 <i>Storyboard</i> pengembangan e-LKPD dengan model PJBL- <i>STEM</i>	148

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut UU Republik Indonesia No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional Pasal 1 ayat 20, “pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar.”(UU No.20 Tahun 2003, pasal 1, ayat 20). Banyak interaksi yang berlangsung dalam proses pembelajaran sehingga diperlukannya pendekatan dan rangkaian alur pembelajaran sehingga kegiatan pembelajaran berlangsung dengan baik. Kegiatan pembelajaran yang baik maka tujuan pembelajaran akan tercapai.

Pada abad 21 sekarang ini, tujuan pembelajaran yang diharapkan adalah peserta didik memiliki keterampilan yang mampu meningkatkan kualitas karir dan kehidupan sosialnya di masa depan. Beberapa keterampilan abad 21 itu terdiri dari 4C (*the skills of critical thinking, communication, collaboration, and creativity*) (The Partnership for 21st Century Skills, 2011). Peserta didik harus memiliki kemampuan berpikir kritis, berkomunikasi, kolaborasi dan kreativitas.

Kreativitas, khususnya, merupakan keterampilan yang penting dalam era yang kompleks. Menurut Guilford dalam (Dimock 2016), menggambarkan kreativitas sebagai “kemampuan yang paling menjadi ciri khas orang-orang kreatif” selanjutnya ia mengatakan bahwa kreativitas sebagai kunci pendidikan dalam arti yang paling lengkap dan solusi dari masalah-masalah paling serius umat manusia. Kreativitas dipandang sebagai kemampuan untuk menciptakan ide baru, berpikir imajinatif, dan mengembangkan ide untuk solusi dari masalah-masalah yang ada di masyarakat.

Kimia adalah ilmu yang mempelajari tentang sifat, komposisi, dan struktur zat (didefinisikan sebagai unsur dan senyawa), transformasi yang dialaminya, dan energi yang dilepaskan atau diserap selama proses tersebut (Rocke, 2025). Salah satu konsep yang populer dalam pembelajaran kimia, namun dianggap sulit dan sering ditemukan kesalahpahaman konsep di kalangan peserta didik adalah termokimia. (Anderson, Taraban, and Sharma 2005). Termokimia adalah konsep

sains yang sangat penting dalam kehidupan. Beberapa konsep yang fundamental adalah panas, suhu, entalpi, dan perubahan energi, sehingga dalam pembelajarannya peserta didik harus mengalami sendiri pembelajaran tersebut. Termokimia sendiri adalah materi yang dapat dihubungkan dengan lingkungan peserta didik sehingga dapat menggali kreativitasnya dalam pembelajaran ini. Pembelajaran kimia akan lebih membekas kepada peserta didik jika mereka mengalami sendiri pembelajaran dengan menumbuhkan kreativitasnya.

Pembelajaran kimia di MAN 3 Kota Jambi belum melakukan penilaian terhadap kreativitas peserta didiknya. Hal ini berdasarkan wawancara awal kepada guru mata pelajaran kimia MAN 3 Kota Jambi, bahwa guru belum menggunakan LKPD dalam pembelajaran termokimia dan pembelajaran hanya menggunakan metode ceramah dan LKS yang umum. Guru belum melakukan penilaian terhadap kreativitas peserta didik serta hanya berfokus kepada penyelesaian materi pembelajaran termokimia secara teoritis dan masih kurangnya pembelajaran secara praktik, sehingga ketuntasan peserta didik tidak mencapai 60%. Hal ini disebabkan peserta didik hanya memahami materi termokimia secara teoritis, kurangnya pemahaman konsep materi termokimia dalam kehidupan sehari-hari mereka. Menurut Hennessey dalam (Yulaikah, Rahayu, dan Parlan 2022) salah satu kompetensi yang diharapkan pada abad 21 adalah kreativitas karena merupakan faktor kunci yang mendorong peradaban maju. Seiring dengan hal tersebut, maka diperlukan solusi terhadap pembelajaran guru di kelas untuk menumbuhkan kemampuan kreativitas peserta didik.

Termokimia dengan sub materi penentuan entalpi reaksi dengan kalorimeter merupakan materi yang dapat menumbuhkan kreativitas peserta didik. Diawali dengan pembuatan kalorimeter dengan kreasi peserta didik dan uji coba penggunaan kalorimeter. Pembelajaran yang menggunakan proyek ini diharapkan dapat menumbuhkan kreativitas dan pengalaman belajar peserta didik. Peserta didik terlibat langsung dalam pembelajaran kalorimeter ini sehingga pembelajaran yang dihasilkan merupakan pembelajaran yang bermakna. Proses pembelajaran ini dapat berjalan efektif dan efisien jika dibantu dengan bahan ajar yang sistematis dan menuntun tumbuhnya kreativitas peserta didik. Hal ini senada dengan pendapat Kosasih (2017) bahan ajar dapat bermanfaat untuk memicu

keaktivitas, kemampuan berpikir kritis, dan kemampuan memecahkan masalah dalam belajar, serta mengembangkan pemikiran yang asli dan baru kepada peserta didik.

e-LKPD merupakan salah satu bahan ajar digital yaitu bahan ajar yang menggunakan perangkat digital seperti komputer, gawai *android* atau bahan ajar yang berbasis komputer atau dilengkapi perangkat multimedia lainnya. Febrianto and Kurniawati (2023) keberadaan e-LKPD sebagai bahan ajar dalam pembelajaran dapat menjadikan pembelajaran lebih praktis, menarik dan menambah rasa ingin tahu peserta didik.

Siew dan Ambo (2018) mengemukakan bahwa pembelajaran berbasis proyek pada pembelajaran STEM dapat membantu menumbuhkan kreativitas pada peserta didik. Keuntungan PjBL-STEM juga disebutkan oleh Laboy-Rush diantaranya mentransfer pengetahuan dan keahlian kepada dunia nyata, meningkatkan motivasi belajar, dan memperbaiki prestasi belajar. PjBL yang terintegrasi dengan STEM dapat meningkatkan minat belajar peserta didik, pembelajaran yang bermakna, dan membantu peserta didik dalam memecahkan suatu masalah serta menunjang karir dimasa yang akan datang. (Tseng, et al. 2013; dan Capraro, et al.2013, dalam Afifah, et al, 2019). Model PjBL-STEM berfokus pada *student centered model* sehingga dapat mengembangkan kreativitas peserta didik dengan berorientasi pada kehidupan sehari-hari (Storina 2022). Beberapa penelitian yang telah dilakukan model pembelajaran PjBL-STEM dapat meningkatkan kreativitas peserta didik (Alkautsar et al. 2023; Azis, Lutfi, and Ismail 2018; Yulaikah, Rahayu, and Parlan 2022).

Penerapan e-LKPD dengan model pembelajaran PjBL-STEM dapat membantu guru membimbing peserta didik dalam menemukan konsep-konsep melalui kegiatan mandiri. Berdasarkan hal tersebut, e-LKPD (lembar kerja peserta didik elektronik) yang memuat berbagai informasi, ringkasan, instruksi pelaksanaan pembelajaran yang harus dilakukan oleh peserta didik serta asesmen bagi peserta didik.

Pengembangan penelitian ini menggunakan pengembangan Lee and Owens dengan melaksanakan seluruh tahapan analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Perancangan dan pengembangan e-LKPD PjBL-

STEM didasarkan pada analisis konteks pembelajaran termokimia dan capaian pembelajaran serta implementasinya dalam kehidupan sehari-hari. Adapun teori belajar yang terkait dalam PjBL-STEM ini adalah teori perkembangan kognitif Piaget teori perkembangan kognitif Piaget dan konsep Vygotsky tentang Zona Perkembangan Proksimal dan perancah. Teori Piaget menekankan pada konstruktivisme kognitif dimana skema peserta didik dibangun melalui interaksi aktif dengan lingkungan belajar. Menurut teori konstruktivisme bahwa belajar adalah aktif, dalam konteks pengetahuan proses penyusunan dalam memperolehnya. Pengetahuan disusun berdasarkan pengalaman pribadi dan hipotesis dari lingkungan. Peserta didik terus-menerus menguji hipotesis ini melalui negosiasi sosial. (Wibowo, 2015)

Berdasarkan uraian di atas, peneliti berinisiatif melakukan pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia?
2. Bagaimana efektivitas penggunaan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan proses pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia.
2. Menganalisis pengaruh penggunaan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah, maka perlu menentukan batasan masalah. Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Materi termokimia yang dikembangkan adalah submateri menentukan entalpi reaksi menggunakan kalorimeter.
2. Pengembangan produk menggunakan Lee and Owens (2004).
3. Produk ini diujicobakan di MAN 3 Kota Jambi Kelas XI Fase F.
4. Produk ini dinamakan e-LKPD PjBL-STEM Termokimia.
5. e-LKPD ini dapat digunakan melalui gawai *android* dengan menggunakan tautan yang diberikan peneliti.
6. e-LKPD ditayangkan dengan tampilan *flip pdf*.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi sekolah, sebagai evaluasi kebijakan kegiatan pembelajaran yang selama ini diterapkan.
2. Bagi guru, dapat menambah referensi guru dalam melaksanakan pembelajaran di kelas sehingga dapat menumbuhkan kreativitas peserta didik.
3. Bagi peserta didik, sebagai pembelajaran baru yang lebih bermakna.
4. Bagi peneliti, dapat menambah wawasan mengenai peningkatan mutu pembelajaran di kelas yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan pembelajaran.

1.6 Spesifikasi Produk

Adapun spesifikasi produk yang dihasilkan pada penelitian pengembangan ini sebagai berikut:

1. Produk yang dihasilkan berupa e-LKPD menggunakan model pembelajaran PjBL-STEM terdiri dari sampul (*cover*), daftar isi, petunjuk penggunaan e-LKPD, peta konsep, kompetensi (capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, Alur Tujuan Pembelajaran), materi termokimia, kegiatan, proyek, profil pengembang, dan asesmen.

2. Materi yang dirancang pada pengembangan e-LKPD adalah termokimia dengan submateri kalorimeter pada Kelas XI Fase F .
3. e-LKPD diakses melalui gawai android dengan menggunakan tautan yang diberikan peneliti dengan format *flip pdf*.
4. e-LKPD memuat materi dengan tampilan berupa teks, gambar, dan video.

1.7 Definisi Istilah

Agar tidak terjadi kesalahpahaman, maka perlu diberikan definisi istilah-istilah sebagai berikut:

1. Pengembangan produk dalam konteks penelitian desain dan pengembangan merupakan kegiatan penelitian yang mengubah keadaan yang ada, menggunakan pengetahuan untuk menciptakan dan mengembangkan produk hasil yang sudah ada maupun yang belum ada (Rusdi, 2019).
2. Kreativitas adalah kemampuan atau kualitas yang ditunjukkan saat memecahkan masalah yang sebelumnya tidak terpecahkan, saat mengembangkan solusi baru untuk masalah yang telah dipecahkan orang lain secara berbeda, atau saat mengembangkan produk asli dan baru (setidaknya bagi pencetusnya) (Parkhurst 1999).
3. e-LKPD merupakan salah satu bahan ajar digital yaitu bahan ajar yang menggunakan perangkat digital seperti komputer, gawai *android* atau bahan ajar yang berbasis komputer atau dilengkapi perangkat multimedia lainnya. (Kosasih, 2021)
4. *Project Based Learning-STEM* merupakan model pembelajaran yang mengarahkan peserta didik untuk mengkonstruksi pengetahuannya melalui pengembangan proyek untuk memecahkan suatu masalah tertentu. (Tseng et al. 2013)

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian yang Relevan

Hasil penelitian relevan yang dapat dijadikan sebagai tolok ukur peneliti dalam melakukan penelitian ini diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Ma'sumah and Mitarlis (2021), pengembangan LKPD berorientasi STEM dengan model PjBL memberikan hasil yang efektif untuk mendukung proses pembelajaran yang baik karena pemahaman konsep peserta didik cenderung lebih tinggi sehingga meningkatkan hasil belajar mereka. Pada penelitian Aulya, Asyhar, dan Yusnaidar (2021), menunjukkan bahwa pembelajaran kimia dengan bahan ajar yang berbasis PjBL-STEM memberikan kemudahan pada pembelajaran kimia karena tampilan yang menarik.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Alkautsar et al. (2023) menyatakan hasil pengembangan e-LKPD berbasis PjBL-STEM dapat meningkatkan kreativitas peserta didik. Baran et al. (2021) pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran PjBL-STEM mempunyai pengaruh positif bagi peserta didik karena peserta didik dapat melatih keterampilan dan kepekaan mereka terhadap lingkungan mereka. Peserta didik dapat mengaitkan konsep yang abstrak ke dalam kehidupan mereka sehari-hari. Hal ini senada dengan penelitian yang dilakukan Lydiati (2019) menyatakan bahwa pembelajaran dengan model PjBL-STEM dapat meningkatkan kreativitas peserta didik. Pembelajaran PjBL-STEM membantu peserta didik menjembatani antara pengetahuan yang dipelajari di sekolah dengan dunia nyata.

Diana, Yohannes, and Sukma (2021) model pembelajaran PjBL-STEM merupakan salah satu model yang mengedepankan aktivitas pembelajaran peserta didik. Dalam penelitian Mukaromah and Wusqo (2020) dinyatakan bahwa model pembelajaran PjBL-STEM berpengaruh sangat signifikan terhadap kreativitas dan keterampilan berkomunikasi peserta didik. Hal ini terlihat dari nilai *post-test* dan poster yang dihasilkan oleh peserta didik. Model pembelajaran ini mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran yang menggabungkan antara PjBL dan pembelajaran STEM yang menjadi sebuah inovasi dalam pembelajaran.

Penelitian yang dilakukan Siew and Ambo (2018) pengembangan bahan ajar berbasis PjBL-STEM efektif menumbuhkan kreativitas ilmiah peserta didik karena pengajaran ini memberikan solusi untuk merancang dan membuat *prototipe* berbasis sains sehingga dapat digunakan untuk masa depan peserta didik.

Febrianto and Kurniawati (2023) keberadaan e-LKPD sebagai bahan ajar dalam pembelajaran dapat menjadikan pembelajaran lebih praktis, menarik dan menambah rasa ingin tahu peserta didik. Senada dengan ini, penelitian yang dilakukan oleh Ningsih, Wibowo, and Astra (2023) LKPD yang digunakan sebagai bahan ajar mampu membantu peserta didik dalam pemantapan dan pemahaman konsep dengan baik.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya bahan ajar yang disusun dengan model PjBL-STEM memiliki hasil yang baik dan efektif dalam menumbuhkan kreativitas peserta didik dalam pembelajaran.

2.2 Teori Belajar dan Pembelajaran

Desain dan pengembangan yang dilakukan berdasarkan pada analisa teori belajar dan pembelajaran yang terkait sehingga produk yang dihasilkan dapat diaplikasikan secara optimal.

2.2.1 Teori Belajar Kognitif

Teori belajar kognitif Piaget adalah belajar akan lebih berhasil jika disesuaikan dengan kognitif peserta didik. Teori ini menekankan pada konstruktivisme kognitif dimana skema peserta didik dibangun melalui interaksi aktif dengan lingkungan belajar (Siew and Ambo 2018). Ketika suatu masalah baru diberikan, peserta didik akan dilibatkan untuk mengasimilasi dan mengakomodasi skema mereka ke situasi yang baru dan memikirkan berbagai alternatif solusi yang berbeda.

Peran guru dalam belajar hanya memberikan rangsangan kepada peserta didik untuk berinteraksi dengan lingkungan secara aktif, mencari, mengamati, menemukan, dan mengambil berbagai hal dari lingkungan. Peserta didik mengalami sendiri proses belajar sehingga pembelajaran yang akan dihasilkan lebih bermakna.

Menurut Richard Mayer dalam teori kognitif multimedia menyatakan bahwa ketika peserta didik disajikan informasi visual termasuk gambar, video, bagan, atau kata-kata tercetak dan suara non-verbal lainnya. Maka saluran yang ada di otak akan mengolah informasi sehingga peserta didik akan mampu memahami materi yang disajikan (Mayer 2021)

2.2.2 Teori Belajar Konstruktivisme

Teori belajar konstruktivisme adalah mengarahkan pembelajaran peserta didik untuk membangun, menemukan, dan mentransfer pengetahuan mereka melalui kegiatan yang bermakna berdasarkan pengalaman sendiri. Menurut Vygotsky menekankan pentingnya memanfaatkan lingkungan dalam pembelajaran. Vygotsky berpendapat fungsi mental yang lebih tinggi bergerak antara inter-psikologi (*interpsychological*) melalui interaksi sosial dan intrapsikologi (*intrapsychological*) dalam benaknya. Internalisasi dipandang sebagai transformasi dari kegiatan eksternal ke internal. Ini terjadi pada individu bergerak antara inter-psikologi (antar orang) dan intra-psikologi (dalam diri individu) (Tamrin, S. Sirate, dan Yusuf 2011)

Menurut L.S Vygotsky dan Bakhtin (1978) ciri penting pembelajaran adalah pembelajaran mampu menciptakan zona perkembangan proksimal, yaitu pembelajaran membangkitkan berbagai proses perkembangan internal yang hanya mampu beroperasi apabila peserta didik tertarik dengan orang-orang di lingkungannya dan bekerjasama dengan teman sebayanya. Ketika proses-proses ini digabungkan, maka proses-proses tersebut menjadi bagian dari pencapaian perkembangan mandiri peserta didik.

Berkaitan dengan perkembangan intelektual peserta didik, Vygotsky mengemukakan dua ide yaitu pertama, perkembangan intelektual peserta didik dapat dipahami hanya dalam konteks budaya dan sejarah perkembangan peserta didik. Kedua, perkembangan intelektual peserta didik bergantung pada sistem tanda. Sistem tanda adalah simbol-simbol yang secara budaya diciptakan untuk membantu seseorang berpikir, berkomunikasi, dan memecahkan masalah, misalnya budaya bahasa, sistem tulisan, dan sistem perhitungan.

2.2.3 Teori Multimedia Pembelajaran Mayer

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mayer menunjukkan bahwa peserta didik memiliki potensi belajar yang berbeda-beda. Menurut Mayer (2021), ada beberapa prinsip desain multimedia pembelajaran yang dapat diterapkan dalam pembelajaran. Prinsip merancang multimedia pembelajaran yaitu sebagai berikut:

1. Prinsip koherensi

Prinsip ini menyatakan bahwa peserta didik dapat belajar lebih baik melalui kata-kata, gambar-gambar atau suara-suara tambahan yang dibuang daripada dimasukkan. Unsur-unsur tambahan yang tidak perlu sebaiknya dihilangkan dalam tampilan pada layar, karena suara tambahan tersebut mengalahkan perhatian peserta didik dari materi pembelajaran yang penting. Selain itu dapat mengganggu proses penataan materi, dan dapat mengiring peserta didik pada materi yang tidak sesuai dengan tujuan pembelajaran.

2. Prinsip redudansi

Peserta didik dapat belajar lebih baik dari animasi dan narasi daripada animasi dan narasi pada tampilan teks. Jika kata-kata dan gambar-gambar disajikan secara visual yaitu animasi dan teks akan menyebabkan saluran visual kelebihan beban sehingga pemrosesan informasi kurang maksimal.

3. Prinsip keterdekatan ruang

Peserta didik belajar lebih baik saat kata-kata dan gambar-gambar terkait disajikan secara berdekatan daripada saat disajikan saling berjauhan dalam halaman atau layar *slide*. Kata dan gambar yang disajikan haruslah berdekatan dalam *on-screen*. Kata dan gambar yang berjauhan akan menyulitkan bagi peserta didik untuk memahaminya atau dapat menjadi bias makna.

4. Prinsip keterdekatan waktu

Peserta didik dapat belajar lebih baik saat kata-kata dan gambar terkait disajikan secara simultan daripada suksesif (bergantian). Untuk meningkatkan pemahaman peserta didik pada kata dan gambar sebaiknya disajikan secara simultan dalam *on-screen*. Hal ini dilakukan agar tidak terjadi kesalahan

dalam memproses informasi yaitu hubungan mental antara representasi verbal dan representasi visual jika itu terjadi.

5. Prinsip segmentasi

Prinsip segmentasi menyarankan untuk memecah materi pelajaran yang kompleks menjadi segmen-segmen yang kecil. Pada saat disajikan secara berkelanjutan dan berisi konsep-konsep yang saling berhubungan. Hasilnya adalah sistem kognitif menjadi kelebihan muatan karena terlalu banyak pemrosesan yang dibutuhkan. Sehingga perlu diatur pembagian materi pembelajaran.

6. Prinsip pra-latihan

Prinsip ini menyarankan untuk memastikan peserta didik mengetahui nama dan karakteristik konsep-konsep penting. Sebelum peserta didik belajar atau mengerjakan latihan pada suatu multimedia interaktif, hendaknya peserta didik diberi materi konsep-konsep penting yang berkaitan dengan proses yang akan dipelajari atau latihan yang dikerjakan. Contohnya, sebelum peserta didik melihat video demonstrasi cara membuat tabel basis data, peserta didik perlu mengetahui pengertian tabel, *field*, dan *primary key*.

7. Prinsip modalitas

Kata-kata dan gambar-gambar disajikan secara visual yakni sebagai teks dan animasi akan menyebabkan saluran visual kelebihan beban sebaiknya saluran auditori verbal tidak termanfaatkan. Oleh karena itu dalam pengembangan multimedia saluran visual dan auditori digunakan secara seimbang.

8. Prinsip personalisasi

Peserta didik dapat belajar lebih baik dari teks yang komunikatif daripada kalimat yang lebih formal. Lebih baik menggunakan kata-kata lugas dan enak daripada bersifat teoritis.

9. Prinsip multimedia

Peserta didik dapat belajar lebih baik dari kata dan gambar daripada sekedar kata-kata saja. Multimedia wajib mengkombinasikan berbagai media baik teks, gambar, grafik, audio/narasi, video, animasi, simulasi, dan sebagainya menjadi satu kesatuan yang harmonis.

10. Prinsip *signaling*

Peserta didik dapat belajar lebih baik ketika kata-kata, diikuti dengan *cue*, *highlight*, serta penekanan yang relevan terhadap apa yang disajikan. Kita bisa memanfaatkan warna, animasi, dan lain-lain untuk menunjukkan penekanan, *highlight*, atau pusat perhatian. Oleh sebab itu, kombinasi penggunaan media yang relevan sangat penting sebagai isyarat untuk memperkenalkan sesuatu.

11. Prinsip suara

Peserta didik belajar lebih baik saat narasi dalam pembelajaran diucapkan dengan suara manusia dibandingkan dengan suara mesin atau robot otomatis.

12. Prinsip gambar

Peserta didik tidak harus belajar lebih baik daripada pelajaran multimedia saat gambar pembicara ditambahkan ke layar.

2.2.4 Teori belajar *Connectivism* George Siemens

Teori belajar semakin berkembang dengan adanya kemajuan zaman. Teori *connectivisme* adalah mengintegrasikan prinsip-prinsip yang digali melalui jejaring, kompleksitas, dan *self organizing*. Di dalam teori ini, pembelajaran merupakan suatu proses yang terjadi di dalam lingkungan karena perubahan inti pembelajaran tidak sepenuhnya dalam kendali individu. Menurut teori ini, kegiatan pembelajaran dimulai dari kegiatan mengetahui sampai dengan kegiatan menciptakan pengetahuan yang dilakukan.

Adapun prinsip utama dalam teori *Connectivisme* adalah (1) pembelajaran merupakan suatu proses yang menghubungkan beberapa informasi, (2) pembelajaran mendorong dan memelihara hubungan untuk memfasilitasi terjadinya pembelajaran yang berkelanjutan, (3) kemutakhiran dan keakuratan pengetahuan merupakan tujuan dari kegiatan pembelajaran, dan (4) peserta didik dapat memilah, memilih, dan mengelola informasi untuk penentuan dalam pengambilan suatu keputusan. (Siyamta & Setyosari, 2016 dalam Muhammad Ilyas Alkayisy, Izzatun Najiha 2023)

2.2.5 Teori Pembelajaran

Pada hakikatnya, pembelajaran adalah suatu aktivitas yang mengatur, membimbing, dan mengontrol lingkungan sekitar peserta didik, sehingga dapat menumbuhkan semangat serta rasa ingin untuk melakukan proses belajar (Suzana dan Jayanto, 2021). Dalam proses belajar peserta didik harus dilibatkan dalam semua aktivitas pembelajaran yang bertujuan untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditentukan pada rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP). Pembelajaran diawali dengan penyusunan perencanaan pembelajaran dan perencanaan asesmen. Pendidik perlu merancang asesmen yang dilaksanakan pada awal, proses, dan akhir pembelajaran. (Kemdikbudristek tentang Panduan Pembelajaran dan Asesmen, 2024)

Asesmen pembelajaran diharapkan dapat memberikan informasi faktual atas perkembangan atau hasil belajar peserta didik. Asesmen formatif bertujuan untuk memantau dan memperbaiki pembelajaran serta mengevaluasi pencapaian tujuan pembelajaran sedangkan asesmen sumatif bertujuan memastikan ketercapaian tujuan pembelajaran.

Tujuan pembelajaran diturunkan dari capaian pembelajaran. Tujuan pembelajaran yang dikembangkan ini perlu dicapai peserta didik hingga akhir penghujung Fase mereka dapat mencapai CP. Selanjutnya, pendidik menyusun tujuan-tujuan tersebut menjadi satu alur tujuan pembelajaran

ABCD (*Audience, Behavior, Condition, Degree*) adalah proses yang mudah diikuti untuk menulis tujuan pembelajaran. Adapun pengertian dari ABCD yaitu:

1. *Audience* adalah peserta didik yang menjadi sasaran tujuan pembelajaran, Perilaku yang akan ditunjukkan, dan diamati, serta tingkat penguasaan pengetahuan atau keterampilan baru.
2. *Behavior* adalah perilaku atau kegiatan yang dilakukan oleh peserta didik. Inti dari tujuan adalah kata kerja yang menjelaskan kemampuan baru yang akan dimiliki peserta didik setelah instruksi. Kata kerja ini dinyatakan sebagai perilaku yang dapat diamati, seperti mendefinisikan, mengkategorikan, atau mendemonstrasikan. Istilah yang tidak jelas seperti

mengetahui, memahami, dan menghargai tidak mengomunikasikan kinerja yang dapat diamati.

3. *Condition* adalah sasaran pembelajaran harus mencakup kondisi bagaimana kinerja akan dinilai. Dengan kata lain, bahan atau alat apa yang akan diizinkan atau tidak diizinkan untuk digunakan peserta didik dalam menunjukkan penguasaan sasaran.
4. *Degree* adalah persyaratan akhir dari sasaran yang dinyatakan dengan baik adalah tingkat akurasi atau kemahiran yang dengannya kinerja minimal yang dapat diterima akan dinilai.

(Smaldino dkk., 2018)

2.3 Kreativitas Peserta Didik

Kreativitas adalah kemampuan atau kualitas yang ditunjukkan saat memecahkan masalah yang sebelumnya tidak terpecahkan, saat mengembangkan solusi baru untuk masalah yang telah dipecahkan orang lain secara berbeda, atau saat mengembangkan produk asli dan baru (setidaknya bagi pencetusnya) (Parkhurst 1999). Kreativitas menurut menurut Guilford dalam (Dimock 2016), menggambarkan kreativitas sebagai “kemampuan yang paling menjadi ciri khas orang-orang kreatif” selanjutnya ia mengatakan bahwa kreativitas sebagai kunci pendidikan dalam arti yang paling lengkap dan solusi dari masalah-masalah paling serius umat manusia. Kreativitas mencakup konsep *fluency* (jumlah ide), *flexibility* (jumlah kategori solusi), *originality* (kebaruan ide), dan *elaboration* (kedetailan ide). Karena pada langkah kedua dari proses desain (mengembangkan solusi yang memungkinkan), peserta didik diharapkan untuk mengembangkan sebanyak mungkin solusi (*fluency*), orisinalitas (*originality*), dan berbeda (*flexibility*) Bozkurt Altan dan Tan (2021). Menurut (Wallach dan Torrance 1968), komponen dari kreativitas yaitu :

1. Kefasihan (*fluency*), yaitu skor ini didasarkan pada jumlah total tanggapan yang relevan. Oleh karena itu, ini mungkin salah satu aspek tes yang paling penting. Semua skor lainnya sebagian bergantung pada skor kefasihan karena tidak ada skor berikutnya yang boleh diberikan pada dimensi lain kecuali jika respons pertama kali ditemukan relevan.

2. Fleksibilitas (*flexibility*), yaitu skor ini menunjukkan kemampuan seseorang untuk menghasilkan berbagai ide, beralih dari satu pendekatan ke pendekatan lain, atau menggunakan berbagai strategi
3. Orisinalitas (*originality*), yaitu skor ini didasarkan pada kelangkaan statistik dan keanehan tanggapan. Dengan demikian hal ini menunjukkan apakah seorang peserta didik menghasilkan sejumlah besar tanggapan yang relatif basi, umum (orisinalitas rendah) atau tanggapan yang tidak biasa dan sangat imajinatif (orisinalitas tinggi). Menggabungkan dua gambar atau lebih menjadi satu gambar diberi bobot yang lebih besar.
4. Elaborasi (*Elaboration*), yaitu dasar skor ini adalah dua asumsi mendasar: respons primer minimum terhadap angka stimulus adalah respons tunggal; dan imajinasi serta eksposisi detail merupakan fungsi dari kemampuan kreativitas, yang secara tepat disebut elaborasi.

2.4 Model Pembelajaran PjBL-STEM

Salah satu model pembelajaran yang disarankan pada kurikulum merdeka adalah *Project Based Learning* (PjBL). Model pembelajaran ini diakui sebagai model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik karena peserta didik memiliki otonomi terhadap pembelajaran sehingga mereka akan membentuk proyek sesuai dengan minat dan bakat mereka sendiri (Siew and Ambo 2018). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Lou dkk dalam (Baran et al. 2021) menyatakan PjBL-STEM merupakan metode pembelajaran yang mengimplikasikan pendidikan STEM yang didasarkan pada penyertaan pendidikan STEM dalam desain kurikulum PjBL dan memiliki pengaruh positif tidak hanya pada kerja kelompok dan keterampilan pemecahan masalah peserta tetapi juga pada kreativitas mereka.

Menurut Laboy – Rush dalam Wiratman, Bungawati, and Rahmadani (2023) merupakan model pembelajaran yang akurat, efisien dan fleksibel. Adapun sintak pembelajaran PjBL-STEM yaitu:

1. Tahap 1 : *Reflection*

Tujuan dari tahap pertama adalah untuk membawa peserta didik ke dalam konteks masalah dan memberikan inspirasi kepada peserta didik agar dapat

mulai menyelidiki/investigasi. Tahap ini digunakan untuk menghubungkan apa yang mereka ketahui dengan yang dipelajari.

2. Tahap 2 : *Research*

Tahap kedua adalah tahap penelitian peserta didik dimana guru memberikan pembelajaran sains, memilih bacaan, atau metode lain untuk mengumpulkan sumber informasi yang relevan. Proses belajar lebih banyak terjadi pada tahap ini. Kemajuan peserta didik untuk dapat mengkonkritkan permasalahan yang abstrak. Selama tahap ini, guru lebih sering membimbing diskusi untuk menentukan apakah peserta didik telah mengembangkan pemahaman konseptual dan relevan berdasarkan proyek.

3. Tahap 3 : *Discovery*

Tahap penemuan umumnya melibatkan proses yang menghubungkan penelitian dan informasi yang didapatkan peserta didik dalam penyusunan proyek. Ketika peserta didik mulai belajar mandiri dan menentukan apa yang masih belum diketahui. Guru dapat membagi peserta didik dalam kelompok kecil sehingga dapat menemukan solusi dari permasalahan yang ada dengan cara berkolaborasi dan membangun kerjasama antar teman dalam kelompok. Tahapan ini dapat mengembangkan kemampuan *habit of mind* dari proses merancang proyek.

4. Tahap 4 : *Application*

Tahap ini bertujuan untuk menguji produk/solusi dalam memecahkan masalah. Dalam beberapa kasus, peserta didik menguji produk yang dibuat dari ketentuan yang ditetapkan sebelumnya, hasil yang diperoleh digunakan untuk memperbaiki langkah sebelumnya.

5. Tahap 5. *Communication*

Tahap akhir model pembelajaran ini adalah mengkomunikasikan hasil proyek kepada teman di ruang kelas. Presentasi merupakan langkah penting dalam proses pembelajaran untuk mengembangkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi serta kemampuan untuk menerima dan menerapkan umpan balik yang konstruktif.

2.5 Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik

e-LKPD merupakan salah satu bahan ajar digital yaitu bahan ajar yang menggunakan perangkat digital seperti komputer, gawai *android* atau bahan ajar yang berbasis komputer atau dilengkapi perangkat multimedia lainnya (Kosasih, 2021). Adapun struktur LKPD digital yang diharapkan memiliki (1) Judul, (2) identitas mata pelajaran, (3) tujuan pembelajaran, (4) petunjuk penggunaan e-LKPD, (5) Materi, dan (6) soal. (Yakin, 2021)

Pengembangan e-LKPD mengikuti kriteria yang harus ada pada LKPD. Lembar kerja peserta didik (LKPD) merupakan bahan ajar yang berupa lembaran kerja atau kegiatan belajar peserta didik. Lembaran ini tidak hanya berisi pedoman bagi peserta didik untuk melakukan kegiatan terprogram tetapi juga berisikan uraian pokok materi, tujuan pembelajaran, alat/bahan yang dibutuhkan dalam kegiatan, dan langkah-langkah kerja. Selain itu, LKPD juga berisikan soal-soal latihan baik berupa pilihan objektif, melengkapi jawaban singkat, uraian, dan bentuk-bentuk soal/latihan lainnya termasuk sejumlah tugas yang berkaitan dengan materi utama. (Kosasih, 2021)

Adapun fungsi LKPD menurut Sudjana (Djamarah dan Zain, 2000) sebagai berikut:

- a. Sebagai sumber penunjang dalam mewujudkan situasi belajar mengajar yang efektif.
- b. Sebagai sumber penunjang dalam melengkapi proses belajar mengajar supaya lebih menarik perhatian peserta didik.
- c. Sebagai sarana dalam mempercepat proses belajar mengajar, dan membantu peserta didik dalam menangkap pengertian-pengertian yang diberikan guru.
- d. Sebagai sumber kegiatan peserta didik yang lebih aktif dalam pembelajaran.
- e. Sebagai sarana di dalam menumbuhkan pemikiran yang teratur dan berkesinambungan pada peserta didik.
- f. Sebagai sarana dalam meningkatkan mutu belajar mengajar karena pemahaman dan hasil belajar yang dicapai peserta didik akan lebih bertahan lama.

LKPD yang merupakan salah satu pedoman kinerja peserta didik hendaknya memiliki kriteria yang baik menurut Sungkono (2009) yaitu:

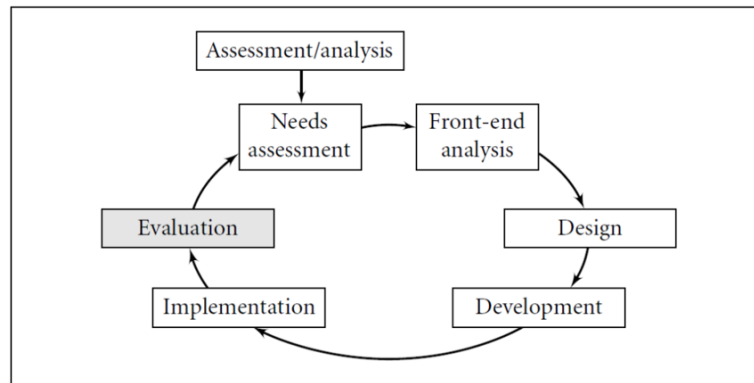
- a. Menyajikan soal-soal yang harus dikerjakan peserta didik, dan kegiatan-kegiatan.
- b. Materi yang disajikan merupakan rangkuman yang tidak terlalu luas pembahasannya, tetapi sudah mencakup apa yang dikerjakan atau dilakukan peserta didik.
- c. Memiliki komponen-komponen seperti kata pengantar, pendahuluan, daftar isi, dan bagian-bagian lainnya.

Adapun syarat penyusunan LKPD menurut Widjajanti (2008) ada 3 yaitu syarat didaktik, syarat konstruksi penyusunan, dan syarat teknis penyusunan. Menurut Prastowo (2011) ada beberapa langkah pembuatan LKPD yaitu:

- a. Analisis kurikulum untuk menentukan materi pokok yang sekiranya memerlukan LKPD
- b. Menyusun peta kebutuhan LKPD guna untuk mengetahui sub materi apa saja yang akan dimasukkan ke dalam LKPD.
- c. Menentukan judul/subjudul LKPD yang biasanya ditinjau dari kompetensi dasar atau materi pokok.
- d. Menyusun LKPD yang dimulai dari merumuskan indikator sampai kepada penyusunan tugas.

2.6 Desain Pengembangan Lee & Owens

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan Lee & Owens. Model ini disebut dengan model pengembangan prosedural karena urutan langkah dalam prosesnya tersusun secara sistematis dan jelas. Adapun prosedur penelitian dan pengembangan dengan model Lee & Owens terdiri dari lima tahap yaitu penilaian /analisis (*Assesment/Analysis*), desain (*Design*), pengembangan (*Development*), Implementasi (*Implementation*), dan evaluasi (*Evaluation*). Tahap penelitian model Lee & Owens dapat dilihat seperti Gambar 2.1.



Ganbar 2. 1 Tahapan penelitian lee & Owens

(Lee and Owens, 2004)

1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Tahap analisis dibagi menjadi dua bagian yaitu penilaian kebutuhan dan analisis awal dan akhir. Analisis pertama yaitu analisis kebutuhan adalah mengidentifikasi kesenjangan antara kenyataan dengan harapan atau kondisi ideal yang seharusnya. Kedua adalah kumpulan teknik yang dapat digunakan atau dikombinasikan untuk menjembati kesenjangan melalui penentuan solusi yang dibutuhkan. Proses analisis ini misalnya dengan menjawab beberapa pertanyaan berikut (1) apakah model/metode baru mampu mengatasi permasalahan yang dihadapi, (2) apakah model/metode baru mendapatkan dukungan fasilitas untuk diterapkan, (3) apakah guru mampu menerapkan model/metode pembelajaran baru tersebut, (4) apakah model/metode baru dapat digunakan oleh peserta didik.

2. Tahap Desain (*Design*)

Tahap kedua yaitu desain, tahap ini merupakan tahapan terpenting dalam keberhasilan proyek penelitian. *Output* atau hasil dari tahapan ini yakni dengan adanya *course design specification* (CDS) atau spesifikasi desain materi yang akan dikembangkan. Bagian-bagian yang ada dalam CDS antara lain jadwal, tim proyek, spesifikasi media, struktur pengerjaan, dan pengaturan kontrol program dan bagaimana elemen media didesain serta dioperasikan.

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Pengembangan adalah program sesuai dengan rancangan desain yang telah dibuat. Pada tahap pengembangan masing-masing anggota tim yang terlibat dalam pengembangan bekerja sesuai dengan tugasnya masing-masing hingga hasil kerja masing-masing anggota tim disatukan. Program multimedia yang dikembangkan dapat berupa format *computer based multimedia*, *web-based multimedia*, dan *interactive-broadcast multimedia*. Apapun program yang digunakan sebaiknya mengacu kepada prinsip berikut:

- a. Melaksanakan kerangka kerja yang berkaitan dengan peralatan pengembangan, mengembangkan spesifikasi, dan standar operasional.
- b. Elemen-elemen yang dikembangkan sesuai dengan kerangka desain.
- c. Melakukan *review* dan revisi produk.
- d. Tahap akhir, implementasikan produk yang sudah jadi/selesai.

4. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Implementasi adalah langkah nyata untuk menerapkan sistem pembelajaran yang sedang kita buat. Artinya, pada tahap ini semua yang telah dikembangkan akan diujicobakan sedemikian rupa sehingga sesuai dengan peran dan fungsinya agar bisa diimplementasikan. Selama implementasi, aplikasi yang diperlukan sudah ada pada sampel yang akan diuji. Setelah penerapan kemudian dilakukan evaluasi awal untuk memberi umpan balik pada penerapan aplikasi berikutnya.

5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Tahap akhir adalah tahap evaluasi, evaluasi dilakukan untuk mengetahui efektivitas dan efisiensi produk yang dihasilkan untuk memberikan rekomendasi lanjutan. Evaluasi juga dapat ditujukan untuk mengetahui respons peserta didik dan dampak penggunaan produk yang dikembangkan.

2.7 Aplikasi *Flip Pdf*

Flip Pdf adalah media interaktif yang dapat dengan mudah menambahkan berbagai jenis tipe media animatif ke dalam *flipbook*. (Ellysia and Irfan 2021). Penggunaan *Flip Pdf* dapat digunakan dengan mudah melalui *drag*, *drop*, atau

klik, kita dapat menyisipkan video *youtube*, *hyperlink*, teks animatif, gambar, audio, dan *flash* ke dalam *flipbook*. (Sriwahyuni, Risdianto, and Johan 2019)

Perangkat lunak *Flipbook* membuat *flipbook* dapat disematkan untuk situs *web* dengan mengonversi *file* ke HTML5. Pengguna dapat mengunggah gambar yang telah dipilih sebelumnya melalui *file* PDF atau presentasi dan mengonversinya menjadi gulir otomatis atau interaktif untuk situs *web*.

Cara membuat *flipbook* dengan menggunakan *Flip Pdf* sebagai berikut:

1. Unggah *file pdf* yang ingin diubah menjadi *flipbook*.
2. Sesuaikan tampilan publikasi dan berikan karakteristik sendiri.
3. Publikasikan *flipbook online* menjadi publik.
4. Bagikan tautan ke publikasi digital atau sematkan di situs web.

(<https://blitzhandel24.com/id/flipbuilder/>)

2.8 Aplikasi Canva

Canva adalah aplikasi desain grafis yang digunakan untuk membuat grafis media sosial, presentasi, poster, dokumen, dan konten visual lainnya. Aplikasi ini juga menyediakan beragam contoh desain untuk digunakan.

(<https://id.wikipedia.org/wiki/Canva>)

Beberapa fitur *Canva* terbaru sebagai berikut:

1. *Magic Desain*

Pengguna bisa dengan mudah mengunggah gambar, memilih gaya, dan menjadikannya lebih hidup dengan beragam *template* yang yang bisa disesuaikan. *Magic desain* secara otomatis memilih *font*, gambar, dan grafis terbaik untuk menjadikan imajinasi pengguna menjadi nyata.

2. *Draw*

Fitur ini digunakan untuk menggarisbawahi kalimat dalam slide presentasi atau merencanakan hal penting. *Draw* membuat proses menuangkan pikiran menjadi lebih mudah. Cukup pilih luas yang diinginkan dan sesuaikan dengan warna dan ketebalannya, ide dan desain bisa menjadi lebih menarik.

3. Terjemahan lewat satu *klik*

Dengan fitur ini, pengguna dapat menerjemahkan kata dalam desain ke lebih dari 100 pilihan bahasa. Sehingga menjadikan desain akan lebih mudah mencapai lebih banyak orang di dunia.

4. *Magic Eraser* dan *Magic Edit*

Penggunaan *magic eraser*, memudahkan pengguna menghapus desain yang mengganggu dalam hitungan detik. Sedangkan penggunaan *magic edit*, pengguna bisa menukar atau menambahkan elemen di dalamnya.

5. *Beat Sync*

Fitur ini memudahkan pengguna untuk menyesuaikan video dengan *beat* lagu yang dipilih oleh pengguna, memudahkan dan menghemat waktu pengguna saat membuat video untuk keperluan media sosial dan lainnya.

6. *Magic Presentation*

Pengguna bisa membuat *draft* pertama presentasi dengan kerangka, halaman, dan konten presentasi yang tersedia.

7. *Magic Write*

Pengguna dapat menulis ide yang mereka miliki di *Canva*, mulai dari teks sambutan hingga postingan *blog* yang ramah SEO.

8. *Text to Image*

Pengguna akan mudah membuat gambar dengan deskripsi sederhana dalam hitungan detik

9. *Create in Animation*

Pengguna dapat mengatur jalur animasi akan bergerak, dan kecepatannya.

10. *Brand Hub*

Brand Hub dari *Canva* memberikan semua kebutuhan tim untuk membuat desain *brand* yang sesuai editor *Canva*. *Template brand* pengguna, panduan *brand*, *font*, grafis, logo proyek, dan lainnya akan tersedia dalam satu tempat.

(https://www.canva.com/id_id/belajar/hadiah-canva-create/, 2024)

2.9 Materi Termokimia

1. Energi dalam Reaksi Kimia

Energi kimia adalah bentuk energi potensial yang tersimpan dalam ikatan kimia. Setiap reaksi kimia yang terjadi melalui proses pemutusan ikatan kimia dalam setiap pereaksi dan pembentukan ikatan kimia semua produk reaksinya.

2. Sistem dan Lingkungan

Energi yang berpindah dalam bentuk panas berasal dari energi dalam objek. Energi dalam (E) adalah jumlah energi dari semua partikel yang ada dalam sampel materi. Perubahan energi dapat terjadi karena adanya perpindahan energi dari sistem ke lingkungan atau sebaliknya. Sistem adalah sesuatu yang diamati atau reaksi kimia yang sedang diamati. Adapun lingkungan adalah segala sesuatu yang berada di luar sistem. Sistem dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu:

- 1) Sistem terbuka, yaitu sistem yang memungkinkan terjadinya pertukaran materi dan energi antara sistem dan lingkungan.
- 2) Sistem tertutup, yaitu sistem yang memungkinkan terjadinya pertukaran energi antara sistem dan lingkungannya, tetapi tidak memungkinkan terjadinya pertukaran materi.
- 3) Sistem terisolasi, yaitu sistem dengan batas yang mengisolasi sistem dan lingkungan sehingga tidak terjadi pertukaran energi dan materi antara sistem dan lingkungan.

3. Kalor

Energi yang diberikan atau berpindah karena perbedaan suhu dinamakan kalor. Satuan kalor sama dengan satuan energi yaitu *joule*. Apabila suatu zat menyerap kalor maka suhu zat tersebut akan naik sampai tingkat tertentu. Sebaliknya jika suatu zat melepaskan kalor maka suhu zat itu akan turun sampai tingkat tertentu.

Jumlah kalor yang diserap atau dibebaskan oleh suatu zat dapat ditentukan melalui percobaan, yaitu dengan mengukur perubahan suhu yang terjadi pada zat tersebut. Apabila massa zat dan kalor jenis zat atau kapasitas kalor diketahui maka jumlah kalor dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

atau

$$Q = C \times \Delta T$$

....(1)

Keterangan :

Q = jumlah kalor (J)

m = massa zat (gram)

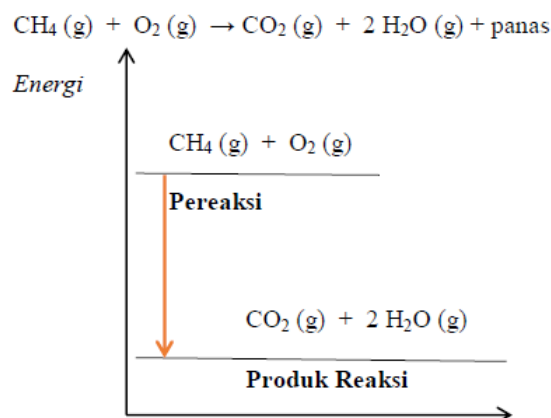
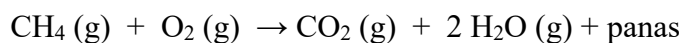
c = kalor jenis zat ($\text{J g}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)

C = kapasitas kalor ($\text{J } ^\circ\text{C}^{-1}$)

ΔT = perubahan suhu ($T_{\text{akhir}} - T_{\text{awal}}$) ($^\circ\text{C}$)

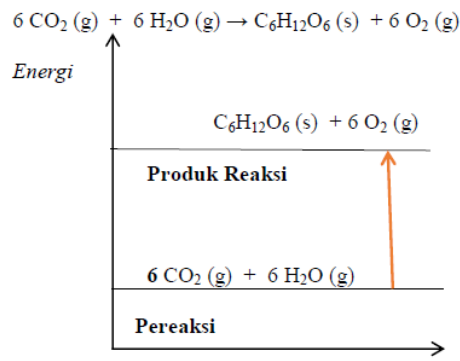
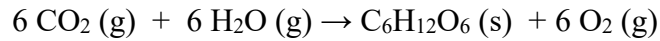
4. Reaksi Eksoterm dan Endoterm

Berdasarkan perubahan kalor sistem, reaksi kimia dapat dibedakan menjadi reaksi eksoterm dan reaksi endoterm. Reaksi eksoterm adalah reaksi yang melepaskan kalor dari sistem ke lingkungan karena energi pereaksi lebih tinggi daripada energi produk reaksinya. Sebagai contoh, ketika gas metana (CH_4) terbakar, reaksi ini melepaskan sebagian energi ke lingkungan sebagai panas. Dengan persamaan reaksi kimia:



Gambar 2. 2 Diagram energi untuk reaksi pembakaran CH_4

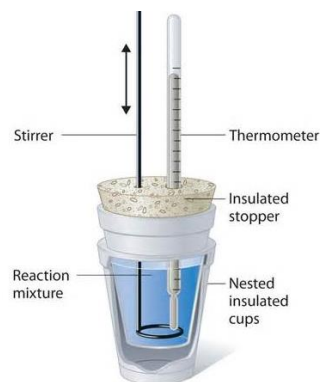
Pada beberapa reaksi yang lain, produk reaksi memiliki energi kimia yang lebih besar daripada pereaksi sehingga memerlukan energi dari lingkungan. Reaksi ini disebut reaksi endoterm. Sebagai contoh, reaksi CO_2 dengan H_2O dalam proses fotosintesis memerlukan energi cahaya matahari. Dengan persamaan reaksi sebagai berikut:



Gambar 2. 3 Diagram energi fotosintesis

5. Kalorimeter

Salah satu alat yang digunakan untuk mengukur panas atau kalor yaitu kalorimeter. Kalorimeter dalam penggunaannya untuk menghitung kapasitas panas spesifik suatu zat padat yang tidak bereaksi atau tidak larut dalam air. Kalorimeter sederhana dapat dibuat dari gelas atau wadah yang bersifat isolator, misalnya, gelas *styrofoam* atau plastik yang bersifat isolator. Dengan demikian, selama reaksi dianggap tidak ada kalor yang hilang.



Gambar 2. 4 Kalorimeter sederhana

(sumber: <https://chemistry206.wordpress.com/>)

Alat yang lebih teliti untuk mengukur perubahan kalor adalah kalorimeter bom yaitu suatu kalorimeter yang dirancang khusus sehingga sistem benar-benar dalam keadaan terisolasi. Umumnya, digunakan untuk menentukan perubahan entalpi dari reaksi-reaksi pembakaran yang melibatkan gas.

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, perubahan entalpi (ΔH) merupakan perubahan kalor yang diukur pada tekanan tetap (q_p). Pada reaksi eksoterm, kalor

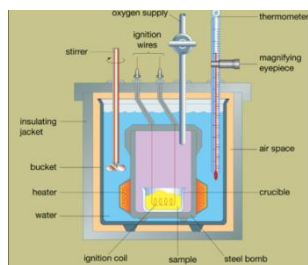
yang dilepas oleh sistem sebagian diserap oleh kalorimeter dan sebagian kalor akan menyebabkan naiknya suhu sistem. Pada reaksi endoterm, sistem akan menyerap kalor dari kalorimeter dan sebagian akan menyebabkan menurunnya suhu sistem. Jadi kalor total yang dilepas atau diserap sistem adalah sebagai berikut.

$$Q_{total} = Q_{sistem} + Q_{kalorimeter} \quad \dots(2)$$

Kalor yang diserap atau dilepas oleh kalorimeter merupakan hasil kali dari nilai kapasitas jenis kalorimeter pada tekanan tetap (C_p) dengan perubahan suhu yang terjadi pada kalorimeter. Kalorimeter yang baik merupakan kalorimeter yang tidak menyerap kalor (nilai kapasitas kalornya sangat kecil). Pada kalorimeter jenis ini, besar kalor yang diserap atau dilepas kalorimeter dapat diabaikan. Besar kalor yang mengakibatkan naik atau turunnya suhu sistem (q_{sistem}) merupakan hasil kali dari kalor jenis zat atau larutan (c), massa zat atau larutan (m), dan besarnya perubahan suhu sistem (ΔT).

$$Q_{kalorimeter} = C_p \times \Delta T \quad \dots(3)$$

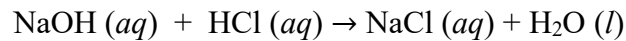
dengan :
 q = perubahan kalor (joule)
 m = massa zat (gram)
 c = kalor jenis zat ($J\ g^{-1}\ K^{-1}$)
 ΔT = perubahan suhu (K)



Gambar 2. 5 Kalorimeter bom
 (sumber: <https://www.britannica.com//>)

Contoh soal

1. Dalam suatu kalorimeter direaksikan 100 mL larutan NaOH 1 M dengan 100 mL larutan HCl 1 M. Ternyata, suhunya naik dari 25°C menjadi 35°C. Kalor jenis larutan dianggap sama dengan kalor jenis air, yaitu 4,18 J g⁻¹ K⁻¹ dan massa jenis larutan dianggap 1 g/mL. Jika kapasitas kalorimeter adalah 11,7 J °C⁻¹. Tentukan perubahan entalpi dari reaksi:



Jawab:

$$Q_{total} = Q_{sistem} + Q_{kalorimeter}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa larutan} &= m_{\text{NaOH}} + m_{\text{HCl}} \\ &= (100 + 100) \text{ gram} \\ &= 200 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta T &= (31 - 25)^\circ\text{C} \\ &= 6^\circ\text{C} = 6 \text{ K} \end{aligned}$$

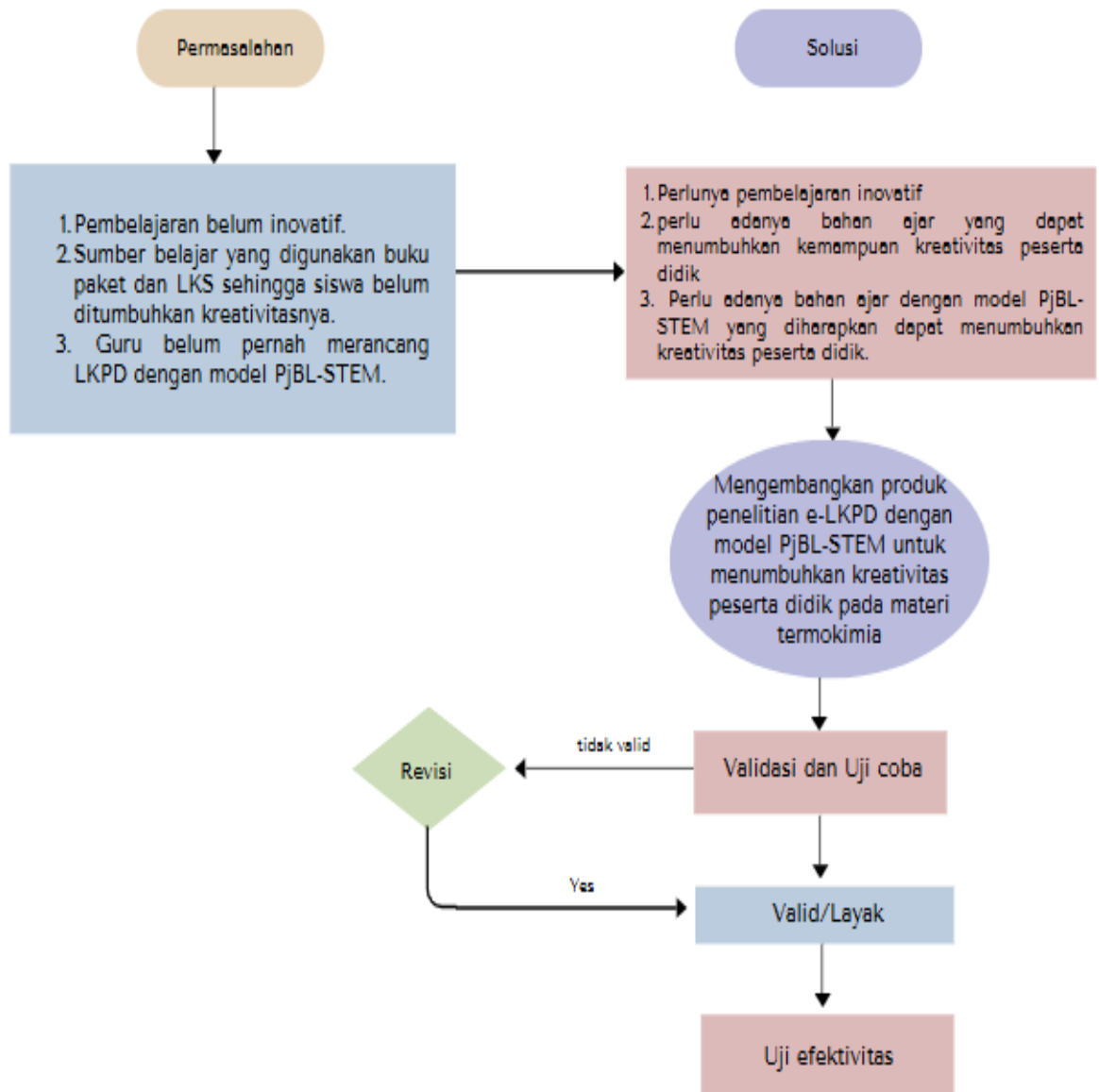
$$\begin{aligned} Q_{sistem} &= m_{\text{larutan}} \times c_{\text{larutan}} \times \Delta T \\ &= 200 \text{ gram} \times 4,18 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 6 \text{ K} \\ &= 5.016 \text{ joule} = 5,016 \text{ kJ.} \end{aligned}$$

$$\text{Mol reaksi} = 0,1 \text{ Liter} \times 1 \text{ M} = 0,1 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{reaksi} &= \frac{-Q_{reaksi}}{\text{mol reaksi}} \\ &= \frac{-5,016 \text{ kJ}}{0,1 \text{ mol}} = -50,16 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

2.10 Kerangka Berpikir

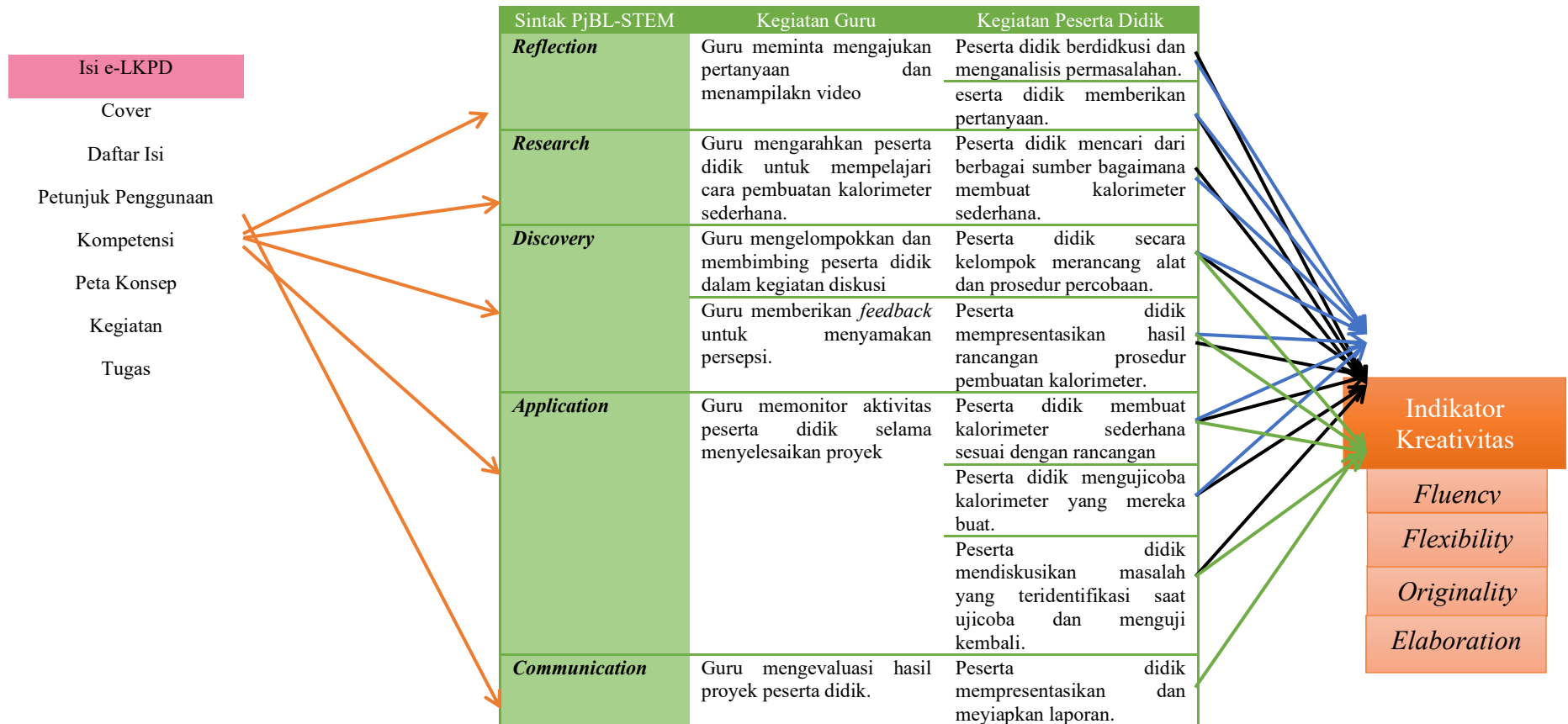
Berikut ini adalah kerangka berpikir untuk penelitian pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia.



Ganbar 2. 6 Kerangka berpikir pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM

2.11. Keterkaitan e-LKPD, Model Pembelajaran PjBL-STEM dan Kreativitas Peserta Didik

Pada pengembangan ini terutama pada isi e-LKPD disusun dengan sintak model pembelajaran PjBL-STEM menurut Laboy-Rush kemudian dihubungkan dengan indikator kreativitas peserta didik menurut Torrance, Ball, and Safter (2008) antara lain *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration*.. Berikut ini adalah matrik hubungan e-LKPD, model pembelajaran PjBL-STEM dan kreativitas peserta didik.



Gambar 2. 7 Matriks hubungan e-LKPD, PjBL-STEM, dan Kreativitas

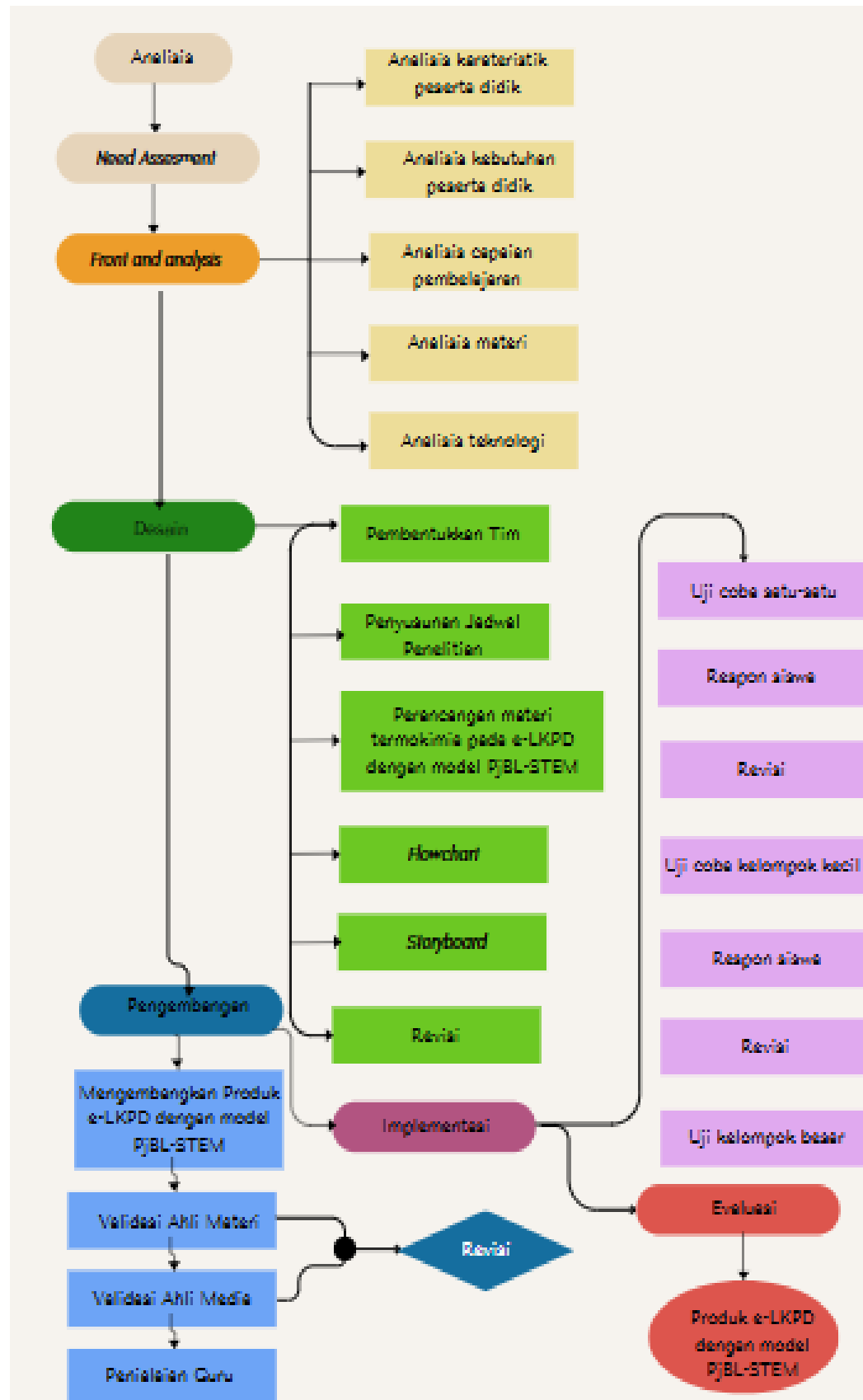
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Model Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan (*Research & Development*) yang bertujuan untuk menghasilkan produk. Dalam penelitian ini, peneliti melakukan pengembangan bahan ajar yang berupa elektronik lembar kerja peserta didik (e-LKPD) dengan model PjBL-STEM untuk pembelajaran kimia dengan pada materi termokimia sub bab kalorimeter. Pendekatan penelitian yang dilakukan adalah kombinasi antara pendekatan kuantitatif dan kualitatif.

Model pengembangan yang digunakan adalah model pengembangan Lee and Owens (2004) yang merupakan model pengembangan yang dikhususkan untuk mengembangkan multimedia. Langkah – langkah dalam model ini tersusun secara sistematis yang terdiri dari Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Berikut skema pada penelitian pengembangan.



Gambar 3. 1 Skema penelitian pengembangan e-LKPD Termokimia

3.2 Prosedur Penelitian

Berikut ini akan dijelaskan langkah-langkah prosedur penelitian menggunakan model pengembangan Lee & Owens.

3.2.1 Analisis (*Analysis*)

Beberapa tahap analisis yang dilakukan, yaitu analisis karakteristik peserta didik, analisis kebutuhan, analisis capaian pembelajaran, analisis materi, dan analisis teknologi yang dijabarkan sebagai berikut:

1. Analisis Kebutuhan
Analisis kebutuhan ini dilakukan dengan cara menyebarkan angket kepada peserta didik serta melakukan wawancara kepada guru kimia.
2. Analisis Karakteristik Peserta Didik
Analisis ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui karakteristik peserta didik seperti gaya belajar, minat serta kepemilikan gawai *android* yang nantinya akan digunakan dalam mengakses e-LKPD. Analisis ini dilakukan melalui penyebaran angket kepada peserta didik.
3. Analisis c
Pengembangan ini harus sesuai dengan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai pada materi termokimia. Berdasarkan capaian pembelajaran maka dirumuskan tujuan pembelajaran yang akan dicapai peserta didik.
4. Analisis Materi
Analisis materi dilakukan dengan mengidentifikasi materi termokimia yang akan diterapkan pada pembelajaran. Materi yang dijadikan dalam materi e-LKPD adalah materi termokimia sub bab energi dalam reaksi kimia dan kalorimeter. Pada materi kalorimeter peserta didik diharapkan untuk merancang dan membuat kalorimeter serta dapat menghitung kalor selama reaksi berlangsung dalam kalorimeter.
5. Analisis Teknologi
Analisis ini dilakukan untuk mengetahui aspek yang dibutuhkan dan tempat yang akan dijadikan objek penelitian memiliki sarana dan prasarana, yang

digunakan pada produk yang dikembangkan yaitu gawai *android* serta kecakapan guru dan peserta didik dalam penggunaannya.

3.2.2 Desain (*Design*)

Langkah selanjutnya adalah desain produk e-LKPD. Ada beberapa tahapan dalam tahap desain ini yaitu:

1. Pembentukan tim pengembang

Pengembangan e-LKPD memerlukan tim pengembang yang memiliki tugas tersendiri sehingga akan menghasilkan produk yang baik dan bermanfaat. Tim pengembang terdiri dari peneliti sebagai pengembang produk dan tim ahli untuk menilai kelayakan produk yang dihasilkan.

2. Penyusunan jadwal pengembangan

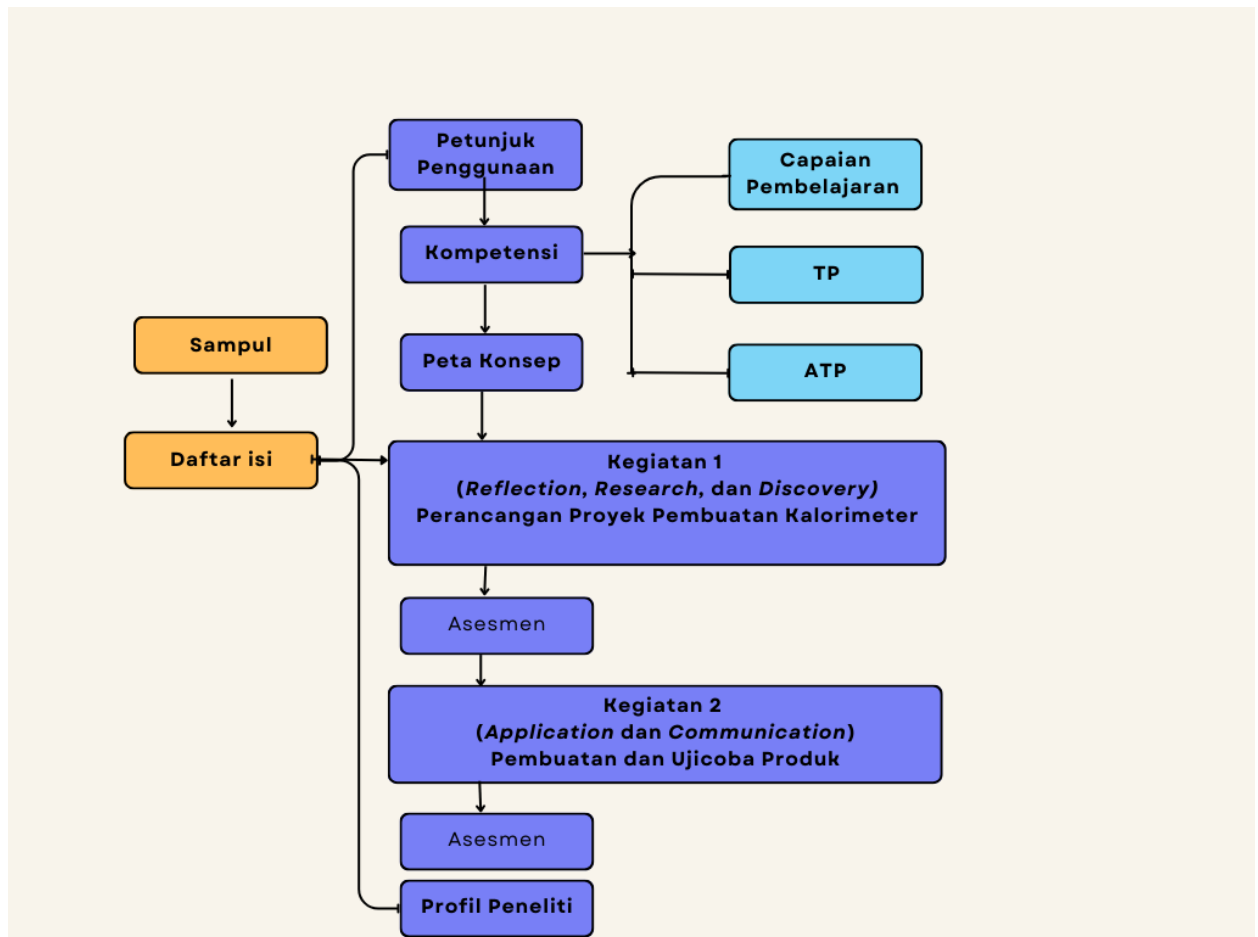
Pengembangan e-LKPD harus memiliki jadwal sehingga tahapan pengembangan tepat waktu.

Tabel 3. 1 Jadwal penelitian lembar kerja peserta didik elektronik (e-LKPD)

Tahap 1	Membuat rancangan e-LKPD
Tahap 2	Membuat rancangan materi
Tahap 3	Membentuk tim peneliti
Tahap 4	Membuat draf e-LKPD
Tahap 5	Menyelesaikan pembuatan e-LKPD

3. Pembuatan *Flowchart*

Pembuatan *flowchart* bermanfaat agar menjadi pedoman bagi peneliti dalam menentukan bagian-bagian yang terdapat dalam produk. Berikut *flowchart* e-LKPD dibuat dalam bentuk bagan sebagai berikut:



Gambar 3. 2 *Flowchart e-LKPD PjBL-STEM*

4. Pembuatan *Storyboard*

Pembuatan *storyboard* bertujuan sebagai dasar patokan untuk membuat e-LKPD. Pada tahapan ini peneliti mengumpulkan dan memilih gambar, video, dan materi yang dibutuhkan untuk konten produk serta akan dilakukan penyusunan instrumen penilaian yang digunakan untuk validasi ahli materi, ahli media, guru, dan peserta didik.

3.2.3 Pengembangan (*Development*)

Pada tahap pengembangan ini akan dibuat produk berdasarkan rancangan *flowchart* dan *storyboard* yang telah disusun. Pada tahap ini, peneliti menyusun materi, membuat *prototipe* produk, serta menyusun instrumen validasi. Langkah penting dalam tahap pengembangan adalah validasi yang dilakukan oleh tim ahli yaitu ahli materi, dan ahli media. Saran dari tim ahli digunakan sebagai bahan

revisi sampai menghasilkan produk yang layak dan sesuai. Kemudian produk yang dikembangkan segera diberi penilaian oleh guru melalui angket penilaian guru dan direvisi sesuai dengan saran guru sebelum diujicobakan kepada peserta didik.

3.2.4 Implementasi (*Implementation*)

Hasil pengembangan produk akan diterapkan dalam pembelajaran untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kualitas pembelajaran yang meliputi kesesuaian, keefektifan, kemenarikan, efisiensi serta kejelasan produk dalam pembelajaran. Produk diujicobakan untuk mengumpulkan data tentang kualitas produk yang dikembangkan. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling* dimana sampel diambil secara sengaja dengan kriteria tertentu. Dalam hal ini sampel diambil dengan pertimbangan pendapat guru yang mengajar di kelas XI MAN 3 Kota Jambi.

3.2.5 Evaluasi (*Evaluation*)

Evaluasi dilakukan oleh tim ahli materi, dan ahli media. Produk yang didesain dan dikembangkan selanjutnya dievaluasi oleh tim ahli untuk mendapatkan saran bagi perbaikan terhadap produk. Setelah itu, produk direvisi sesuai saran yang diberikan. Kemudian produk dinilai oleh guru, diujicobakan kepada peserta didik dan didapatkan respons peserta didik.

3.3 Uji Coba Produk

Uji coba produk dilakukan untuk mengetahui apakah produk telah dikategorikan layak atau tidak layak digunakan sebagai bahan ajar. Dari hasil uji coba dapat diketahui kualitas produk, dengan mempertimbangkan kesesuaian produk dengan pengguna. Agar pelaksanaan uji coba terarah maka desain uji coba dan subjek uji coba sebagai berikut:

3.3.1 Desain uji coba

1. Uji coba kelompok kecil

Tahapan uji coba kelompok kecil dilakukan pada 9 orang peserta didik dengan mencoba menggunakan produk selanjutnya memberikan penilaian tentang kualitas produk tersebut melalui angket respons peserta didik. Hasil uji coba kelompok kecil selanjutnya akan digunakan untuk bahan perbaikan produk yang dikembangkan.

2. Uji coba kelompok besar

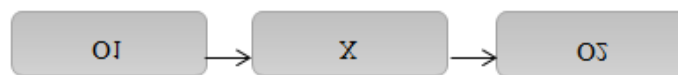
Uji coba kelompok besar dilakukan oleh 34 peserta didik. Tujuan uji coba ini untuk mengetahui kelayakan produk yang dikembangkan.

3. Uji efektivitas

Uji efektivitas dilakukan untuk mengetahui kreativitas peserta didik pada materi termokimia menggunakan tes esai (*pretest-posttest*) dengan indikator kreativitas Torrance, lembar observasi kreativitas pada pelaksanaan proyek dengan indikator Torrance.

Teknik analisis data kemampuan kreativitas (*pretest-posttest*) dengan menggunakan *N-Gain* untuk mengetahui 4 dimensi kreativitas peserta didik serta lembar observasi kreativitas pada pelaksanaan proyek.

Penelitian ini menggunakan desain *The One Grup Pretest-Posttest Design*. Peserta didik diberikan tes awal sebelum dimulainya perlakuan (O1) dan tes setelah perlakuan (O2). X digunakan sebagai perlakuan pada rancangan. Berikut pola *One Grup Pretest-Posttest Design*:



Gambar 3. 3 Desain penelitian *the one grup pretest-posttest*

(Sumber: Rusdi, 2019)

3.3.2 Subjek uji coba

Subjek uji coba kelompok kecil dilakukan pada 9 orang peserta didik yang telah mempelajari materi termokimia yang dipilih berdasarkan pendapat guru.

Subjek uji coba efektivitas e-LKPD dilakukan pada kelas XI F.2 MAN 3 Kota Jambi yang berjumlah 34 orang.

3.4 Jenis Data Penelitian

Dalam penelitian ini, jenis data yang diambil adalah data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperoleh dari saran dan kritik tim ahli dalam perbaikan media pembelajaran serta lembar observasi kreativitas serta lembar observasi pelaksanaan proyek. Data kuantitatif diperoleh dari skor angket ahli materi, dan ahli media, penilaian guru, nilai *pretest*, dan *posttest* peserta didik, serta respons peserta didik.

3.5 Instrumen Pengumpulan Data

Data diperoleh dengan menggunakan beberapa instrumen pengumpulan data sebagai berikut:

3.5.1 Lembar Wawancara Guru

Lembar wawancara guru digunakan untuk mendapatkan data awal penelitian. Adapun kisi-kisi pedoman wawancara dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Kisi-kisi lembar wawancara guru

No	Aspek	Indikator	Nomor item
1.	Kebutuhan Pembelajaran	Kurikulum yang digunakan	1
		Model pembelajaran yang digunakan	2
		Metode pembelajaran yang digunakan	3
		Bahan ajar yang digunakan	4,5
		KKTP mata pelajaran kimia	6
		Pelaksanaan PjBL-STEM dalam pembelajaran	7
		Ketuntasan peserta didik dalam pembelajaran termokimia	8
2	Sarana dan Prasarana	Penggunaan teknologi dalam pembelajaran	9,10
3	Karakteristik Peserta Didik	Gaya belajar peserta didik	11,12
		Kreativitas peserta didik	13

3.5.2 Angket

Angket yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari angket analisis kebutuhan peserta didik, angket validasi ahli materi dan ahli media, angket penilaian guru serta angket respons peserta didik.

1. Angket analisis kebutuhan peserta didik

Angket analisis kebutuhan peserta didik diperlukan untuk mengetahui kebutuhan yang seharusnya ada dan keadaan nyata di lapangan. Angket ini digunakan untuk mengumpulkan data peserta didik berupa minat, motivasi, gaya belajar, serta sarana dan prasarana sekolah.

Adapun kisi-kisi angket kebutuhan peserta didik ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 3. 3 Kisi-kisi angket kebutuhan peserta didik

Bagian	Aspek	Jumlah butir pertanyaan
A	Gaya belajar peserta didik	2
B	Minat belajar peserta didik terhadap materi termokimia	5
C	Motivasi belajar peserta didik terhadap materi termokimia	5
D	Penggunaan gawai peserta didik	3
E	Kebutuhan akan bahan ajar yang dikembangkan	3
Jumlah butir pertanyaan		18

2. Angket validasi ahli materi

Materi yang valid mencakup tiga aspek yaitu ranah materi, ranah konstruk, dan ranah bahasa. Kisi-kisi instrumen untuk validasi ahli materi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. 4 Kisi-kisi angket validasi ahli materi

Variabel	Aspek Penilaian	Indikator	Nomor soal
Kualitas produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik	Ranah Materi	Kesesuaian tujuan pembelajaran dengan capaian pembelajaran pada materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	1
		Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran pada pembelajaran menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	2

Variabel	Aspek Penilaian	Indikator	Nomor soal
pada materi termokimia		Materi yang disajikan sesuai dengan sub materi serta membuat konsep yang benar dan akurat pada pembelajaran menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	3
		Istilah-istilah yang disajikan sesuai dengan materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	4
		Notasi dan simbol kimia yang disajikan benar dan akurat sesuai dengan bidang ilmu kimia	5
	Ranah Konstruk	Materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter. yang disajikan sesuai dengan sintak model pembelajaran PjBL-STEM	6
		Gambar, ilustrasi, maupun video dalam perangkat pembelajaran mampu memvisualisasikan konsep dan pemahaman terhadap materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	7
		Asesmen yang diberikan sesuai dengan tujuan pembelajaran pada materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	8
		Konstruksi bahan ajar telah memenuhi CP, TP, ATP, materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter. contoh soal asesmen, dan pedoman penskoran.	9
		Tingkat pendalaman penjabaran materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	10
		Pengaitan materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter. dengan bahan yang mereka gunakan dalam pembuatan kalorimeter.	11
		Kesesuaian kegiatan dan asesmen pada e-LKPD dalam memahami konsep materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	12
	Ranah Bahasa	Bahasa yang digunakan sesuai dengan Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia	13
		Bahasa yang digunakan komunikatif sehingga mudah dipahami oleh peserta didik	14

Variabel	Aspek Penilaian	Indikator	Nomor soal
		Tidak menggunakan kalimat dengan penafsiran ganda (ambigu)	15
	Kemanfaatan Produk	Produk mampu menumbuhkan kreativitas peserta didik.	16
	Jumlah Pertanyaan		16

3. Angket validasi ahli media

Angket validasi ahli media berisikan kesesuaian media pembelajaran dilihat dari prinsip kesederhanaan, keterpaduan, penekanan, keseimbangan bentuk, dan warna. Tabel 3.5 merupakan kisi-kisi angket validasi ahli media.

Tabel 3. 5 Kisi-kisi angket validasi ahli media

No.	Aspek Penilaian	Indikator	Nomor soal
1.	Koherensi	Informasi yang ditampilkan sesuai dengan materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	1
2.	<i>Signaling</i>	Informasi yang penting dalam e-LKPD diberikan <i>bold</i> atau cetak miring	2
3.	<i>Spatial Contiguity</i>	Kata-kata dan gambar yang sesuai ditempatkan saling berdekatan satu sama lain	4
4.	<i>Temporal Contiguity</i>	Penyajian materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter. secara bersamaan	5
5.	<i>Segmenting</i>	Jenis dan ukuran huruf sesuai dengan tata tampilan halaman	6
6.	<i>Pre-Training</i>	Terdapat informasi awal yang berhubungan dengan materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	7
		Penyajian asesmen ditampilkan secara berurutan	8
7.	<i>Modality</i>	Terdapat penyajian materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter dengan cara yang beragam	9
		Terdapat penyajian audio dan video secara bersamaan	10
8.	<i>Personalization</i>	Penyajian materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter dengan kalimat yang mudah dipahami (komunikatif)	11

No.	Aspek Penilaian	Indikator	Nomor soal
9.	Suara	Penyajian narasi pada video ditampilkan secara jelas dan memudahkan pengguna	12
10.	Multimedia	Penyajian kata, gambar, dan video dapat berfungsi dengan baik	13
11.	Image	Penyajian gambar dan video memudahkan pengguna	14
12.	Praktis dan efisien	e-LKPD praktis dan efisien digunakan	15
13.	Kemanfaatan Produk	Produk mampu menumbuhkan kreativitas peserta didik.	16
Jumlah Pertanyaan			16

4. Angket penilaian guru

Angket penilaian guru bertujuan untuk mengetahui penilaian guru terhadap produk e-LKPD yang dikembangkan. Pada Tabel 3.6 merupakan kisi-kisi angket penilaian guru.

Tabel 3. 6 Kisi-kisi angket penilaian guru

Aspek Penilaian	Indikator	Nomor Soal
Penyajian materi dan tugas	Kesesuaian materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter di dalam e-LKPD dengan tujuan pembelajaran	1
	Kesesuaian informasi awal yang diberikan dengan materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	2
	Kesesuaian sintak model pembelajaran PjBL-STEM dengan materi yang disajikan	3
	Materi yang disajikan sesuai dengan sub materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter serta membuat konsep yang benar	4
	Asesmen yang diberikan sesuai dengan tujuan pembelajaran menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	5
	Kesesuaian tugas proyek yang diberikan dengan konsep materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter yang disampaikan	6
	Kesesuaian urutan materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter yang disajikan	7
Tampilan	Gambar dan video yang disajikan sesuai dengan materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	8
	Kata-kata yang digunakan komunikatif	9
	Gambar dan video yang ditampilkan tidak berlebihan sehingga tidak mengalihkan perhatian peserta didik.	10
	Kata-kata dan gambar yang berkaitan disajikan ditempatkan saling berdekatan	11

Aspek Penilaian	Indikator	Nomor Soal
	Terdapat gambar dan video dalam tampilan e-LKPD	12
	Ukuran video dan gambar yang disajikan sesuai dan terlihat jelas oleh pengguna	13
Bahasa	Bahasa yang digunakan sesuai dengan Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia	14
	Bahasa yang digunakan komunikatif sehingga mudah dipahami oleh peserta didik	15
Kemanfaatan Produk	Produk mampu menumbuhkan kreativitas peserta didik.	16
Jumlah pertanyaan		16

5. Angket respons peserta didik

Angket respons peserta didik digunakan untuk mengetahui respons peserta didik terhadap e-LKPD yang dikembangkan. Angket ini diisi pada akhir kegiatan uji lapangan. Berikut kisi-kisi instrumen respons peserta didik.

Tabel 3. 7 Kisi-kisi angket respons peserta didik

No.	Aspek Penilaian	Indikator	Nomor soal
1	Tampilan e-LKPD	Tampilan e-LKPD menarik	1
		Kombinasi tulisan dan <i>background</i> yang ditampilkan dalam e-LKPD menarik	2
		Kesesuaian antara gambar, dan video dengan materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	3
2	Materi	Materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter mudah dipahami	4
		Kesesuaian asesmen dengan materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	5,6
		Memacu untuk menumbuhkan kreativitas dalam pembelajaran menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	7
		Bahasa yang digunakan jelas dan mudah dipahami	8
		Kemudahan dalam penggunaan dan akses aplikasi	9
		Kemudahan dalam memahami gambar dan video dalam e-LKPD	10
Jumlah pertanyaan			10

6. Lembar observasi kreativitas peserta didik

Lembar observasi kreativitas peserta didik digunakan untuk menilai kreativitas peserta didik. Adapun kisi-kisi lembar kreativitas diadaptasi dari (Bozkurt Altan and Tan 2021) disajikan pada Tabel 3.8.

Tabel 3. 8 Kisi-kisi lembar observasi kreativitas peserta didik

	<i>Fluency</i>	<i>Flexibility</i>	<i>Elaboration</i>	<i>Originality</i>
Konsep Kreativitas 3 Aktivitas Pembuatan Kalorimeter	Peserta didik menyarankan empat solusi berbeda. Untuk setiap solusi, peserta didik menerima 1 poin.	Untuk setiap solusi yang berbeda, peserta didik menerima 1 poin.	Peserta didik dapat menjelaskan semua solusinya secara terperinci. Untuk setiap solusi yang diuraikan, peserta didik menerima 1 poin	Untuk setiap ide orisinal, peserta didik menerima 1 poin.

7. Lembar observasi penilaian pelaksanaan proyek

Lembar observasi penilaian pelaksanaan proyek digunakan untuk menilai pelaksanaan proyek yang dikerjakan peserta didik. Adapun kisi-kisi lembar observasi penilaian pelaksanaan proyek yang diadaptasi dari (Majid, 2017) disajikan pada Tabel 3.9.

Tabel 3. 9 Kisi-kisi lembar observasi penilaian pelaksanaan proyek

Aspek yang dinilai	Skor Penilaian		
	3	2	1
Perencanaan/persiapan	- Rumusan topik jelas - Tujuan dinyatakan dengan sangat jelas - Alat dan bahan yang dibutuhkan	- Rumusan topik kurang jelas - Tujuan dinyatakan dengan kurang jelas - Alat dan bahan yang	- Rumusan topik tidak jelas - Tujuan dinyatakan dengan tidak jelas - Alat dan

Aspek yang dinilai	Skor Penilaian		
	3	2	1
	dinyatakan dengan sangat jelas • Prosedur kerja dinyatakan dengan jelas	dibutuhkan dinyatakan dengan kurang jelas • Prosedur kerja dinyatakan dengan kurang jelas	bahan yang dibutuhkan dinyatakan dengan tidak jelas • Prosedur kerja dinyatakan dengan tidak jelas
Aktivitas pengamatan	• Data yang dikumpulkan sesuai dengan tujuan • Sumber datanya sangat tepat • Instrumen yang digunakan sangat tepat	• Data yang dikumpulkan kurang sesuai dengan tujuan • Sumber datanya kurang tepat • Instrumen yang digunakan kurang tepat	• Data yang dikumpulkan tidak sesuai dengan tujuan • Sumber datanya tidak tepat • Instrumen yang digunakan tidak tepat
Pengolahan data	• Tabulasi data sangat jelas • Penyajian data sangat lengkap • Penafsiran data sangat sesuai • Penafsiran data didukung oleh argumen yang kuat.	• Tabulasi data kurang jelas • Penyajian data kurang lengkap • Penafsiran data kurang sesuai • Penafsiran data didukung oleh argumen yang kurang kuat	• Tabulasi data tidak jelas • Penyajian data tidak lengkap • Penafsiran data tidak sesuai • Penafsiran data didukung oleh argumen yang tidak kuat
Pelaporan	• Sangat sistematis • Sangat komunikatif • Kesimpulan dinyatakan sangat lengkap • Saran-saran dinyatakan dengan sangat jelas • Sumber	• kurang sistematis • kurang komunikatif • Kesimpulan dinyatakan kurang lengkap • Saran-saran dinyatakan dengan kurang	• Tidak sistematis • Tidak komunikatif • Kesimpulan dinyatakan tidak lengkap • Saran-saran dinyatakan dengan

Aspek yang dinilai	Skor Penilaian		
	3	2	1
	pendukung dinyatakan sangat jelas	jelas • Sumber pendukung dinyatakan kurang jelas	tidak jelas • Sumber pendukung dinyatakan tidak jelas

3.5.3 Tes kreativitas peserta didik

Tes kreativitas peserta didik pada tes ini adalah kemampuan menulis yang dipakai dalam bentuk *pretest* dan *posttest*. *Pretest* dilakukan untuk menganalisis kemampuan awal peserta didik terkait materi. *Posttest* dilakukan untuk mengetahui kemampuan peserta didik setelah menggunakan produk e-LKPD yang dikembangkan. Indikator kreativitas yang digunakan adalah *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration*.

Tabel 3. 10 Kisi-kisi tes indikator kreativitas

No	Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Aspek indikator kreativitas	Indikator kreativitas
1.	Peserta didik memiliki kemampuan memahami konsep termokimia; sebagai implikasi perubahan materi dan energi yang menyertai reaksi kimia serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.	Peserta didik mampu menganalisis konsep termokimia pada rancangan kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka.	<i>Flexibility</i>	➤ Mampu mengusulkan berbagai gagasan serta jawaban dalam menyelesaikan pertanyaan.
2.		Peserta didik mampu mengemukakan ide untuk membuat kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka.	<i>Elaboration</i>	➤ Mampu menghubungkan materi yang dipelajari dengan kehidupan sehari-hari
3.		Peserta didik mampu melakukan percobaan untuk mengukur kalor pada suatu reaksi dengan menggunakan kalorimeter.	<i>Originality</i>	➤ Mampu merancang proyek yang baru dan unik. ➤ Mampu membuat kombinasi-kombinasi yang berbeda dari yang lain.
4.		Peserta didik mampu menentukan perubahan entalpi reaksi berdasarkan data percobaan.	<i>Elaboration</i>	➤ Mampu menghubungkan materi yang dipelajari dengan kehidupan sehari-hari
5.		Peserta didik mampu menentukan perubahan entalpi	<i>Fluency</i>	➤ Mampu mengusulkan berbagai gagasan serta jawaban dalam menyelesaikan pertanyaan.

No	Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Aspek indikator kreativitas	Indikator kreativitas
		reaksi berdasarkan data percobaan.		

3.6 Teknik Analisis Data

3.6.1 Data kualitatif

Data kualitatif pada penelitian ini diperoleh dari hasil wawancara dengan guru pada analisis kebutuhan, validasi tim ahli, penilaian guru, respons peserta didik, lembar observasi kreativitas peserta didik, serta lembar observasi pelaksanaan proyek. Data akan dianalisis dengan mengikuti pola model spiral menyesuaikan dengan data penelitian dan penelitian produk.

3.6.2 Data kuantitatif

Data kuantitatif diperoleh dari angket analisis kebutuhan peserta didik, penilaian tim ahli, penilaian guru terhadap bahan ajar yang dikembangkan, lembar observasi kreativitas peserta didik, lembar observasi pelaksanaan proyek, dan respons peserta didik dianalisis dengan *persentase*. Kemudian data yang diperoleh dari tes (*pretest dan posttest*) dianalisis menggunakan uji *N-Gain* untuk menguji efektivitas produk yang dikembangkan.

a. Analisis angket karakteristik peserta didik

Angket ini diisi oleh peserta didik melalui *google form*. Analisis data untuk angket dilakukan dengan menggunakan *rating scale* (Arikunto, 2018) menggunakan rumus sebagai berikut:

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

b. Analisis angket tim ahli

Untuk analisis angket ahli materi didasarkan pada jumlah penilaian. Pada skala *Likert* untuk menentukan jarak interval antara jenjang sikap mulai dari sangat tidak layak sampai dengan sangat layak digunakan rumus:

$$\text{Jarak Interval} = \frac{\text{skor tertinggi-skor terendah}}{\text{jumlah kelas interval}}$$

Untuk klasifikasi berdasarkan jawaban tim ahli:

Kriteria penilaian : 5

Skor tertinggi : 5 x 16 (deskriptor yang dinilai) = 80

Skor terendah : 1 x 16 (deskriptor yang dinilai) = 16

Jarak interval : $\frac{80-16}{5} = 12,8$ (dibulatkan menjadi 13)

Tabel 3. 11 Kriteria tingkat validasi tim ahli

No.	Skor	Kriteria
1.	68 – 80	Sangat layak (SL)
2.	55 – 67	Layak (L)
3.	42 – 54	Kurang Layak (KL)
4.	29 – 41	Tidak Layak (TL)
5.	16 – 28	Sangat Tidak Layak (STL)

c. Analisis angket penilaian guru

Lembar penilaian dinilai oleh guru kimia di MAN 3 Kota Jambi terhadap e-LKPD yang dikembangkan berisi 15 pertanyaan dengan jumlah skor minimal 15 dan maksimal 75 dengan 5 kriteria. Untuk klasifikasi berdasarkan skor jawaban sebagai berikut:

Untuk klasifikasi berdasarkan jawaban tim ahli:

Kriteria penilaian : 5

Skor tertinggi : 5 x 16 (deskriptor yang dinilai) = 80

Skor terendah : 1 x 16 (deskriptor yang dinilai) = 16

Jarak interval : $\frac{80-16}{5} = 12,8$ (dibulatkan menjadi 13)

Tabel 3. 12 Kriteria tingkat validasi guru

No.	Skor	Kriteria
1.	68 – 80	Sangat layak (SL)
2.	55 – 67	Layak (L)
3.	42 – 54	Kurang Layak (KL)
4.	29 – 41	Tidak Layak (TL)
5.	16 – 28	Sangat Tidak Layak (STL)

d. Analisis angket respons peserta didik

Untuk menentukan kriteria respons peserta didik digunakan skala Likert dengan skala 5 (sangat baik) hingga skala 1 (sangat tidak baik) sesuai dengan Tabel 3.13.

Tabel 3. 13 Skala respons peserta didik

No.	Bobot	Kriteria
1.	5	Sangat Baik (SB)
2.	4	Baik (B)
3.	3	Kurang Baik (KB)
4.	2	Tidak Baik (TB)
5.	1	Sangat Tidak Baik (STB)

Angket analisis responden dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

P = persentase penilaian

n = jumlah skor yang diperoleh

N = jumlah skor maksimum

Berikut ini kriteria interpretasi angket respons peserta didik sesuai dengan Tabel 3.14

Tabel 3. 14 Kriteria interpretasi skor

No.	Persentase (%)	Kriteria
1.	81- 100	Sangat Baik (SB)
2.	61 – 80	Baik (B)
3.	41 – 60	Kurang Baik (KB)
4.	21 – 40	Tidak Baik (TB)
5.	0 – 20	Sangat Tidak Baik (STB)

e. Analisis data uji efektivitas

1. Pretest dan Posttest

Pretest dilakukan untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik sebelum diberi perlakuan. Sedangkan *posttest* dilakukan untuk mengetahui kemampuan peserta didik setelah diberi perlakuan. Berikut cara menganalisis data *pretest* dan *posttest*

Perhitungan nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik

Nilai peserta didik dihitung dengan rumus:

$$\text{skor} = \frac{\text{skor jawaban}}{\text{skor maksimum}} \times 100$$

Data skor ini kemudian diuji dengan *N-gain* untuk memberikan gambaran peningkatan hasil belajar peserta didik dengan rumus:

$$g = \frac{\text{nilai posttest} - \text{nilai pretest}}{\text{nilai maksimum} - \text{nilai pretest}}$$

Adapun kriteria *N-Gain* dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 3. 15 Kriteria nilai *N-gain*

<i>N-Gain</i>	Kriteria
$N-Gain < 0,30$	Rendah
$0,30 \leq N-Gain \leq 0,70$	Sedang
$N-Gain > 0,70$	Tinggi

(Anggraynie, Qadar, and Zulkarnaen 2023)

2. Lembar observasi penilaian kreativitas peserta didik

Lembar observasi penilaian kreativitas peserta didik dilakukan dengan menghitung hasil skor frekuensi kegiatan peserta didik pada 3 aktivitas berdasarkan indikator kreativitas yaitu *fluency*, *flexibility*, *elaboration*, dan *originality* (Bozkurt Altan and Tan 2021). Interpretasi skor penilaian lembar observasi kreativitas adalah sebagai berikut:

Kategori penilaian	: 4
Skor terendah	: $3 \times 4 = 12$
Skor tertinggi	: $3 \times 16 = 48$
Jarak interval	: $\frac{48-12}{12} = 9$

Tabel 3. 16 Kriteria lembar observasi kreativitas

No.	Skor	Kriteria
1	40 – 48	Sangat baik
2	31 – 39	Baik
3	22 – 30	Cukup baik
4	12 - 21	Kurang baik

3. Lembar observasi penilaian pelaksanaan proyek

Menurut (Majid, 2017) penilaian pelaksanaan proyek dilakukan mulai dari perencanaan, proses pengerjaan, sampai hasil akhir proyek. Skor diperoleh dengan rumus:

$$\text{skor} = \frac{\text{skor jawaban}}{\text{skor maksimum}} \times 100$$

Adapun kriteria penilaian pelaksanaan proyek adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 17 Kriteria penilaian pelaksanaan proyek

No.	Nilai	Kriteria
1.	78 – 100	Baik
2.	56 – 77	Cukup Baik
3.	34 – 55	Kurang Baik

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian pengembangan e-LKPD dengan model pembelajaran PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia dengan sub bab kalorimeter ini menggunakan model pengembangan Lee & Owens (2004) yang meliputi 5 tahapan yaitu analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi.

Produk yang dikembangkan adalah e-LKPD yang mengikuti sintak model pembelajaran PjBL-STEM (*Project Based Learning-Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) menurut Laboy-Rush (2011) yang terdiri dari *Reflection, Research, Discovery, Application, dan Communication*. Berikut adalah hasil dari setiap tahapan pengembangan e-LKPD dengan model pembelajaran PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia dengan sub bab kalorimeter.

4.1.1 Tahap Analisis

Tahap awal yang dilakukan dalam pengembangan e-LKPD termokimia dengan model pembelajaran PjBL-STEM yaitu melakukan analisis diantaranya melalui wawancara dengan guru mata pelajaran kimia kelas XI Fase F (Lampiran 1) serta penyebaran angket untuk menganalisis karakteristik peserta didik di MAN 3 Kota Jambi (Lampiran 2). Adapun tahapan analisis yang dilakukan yaitu analisis kebutuhan, analisis karakteristik peserta didik, analisis capaian pembelajaran, analisis materi, dan analisis teknologi. Berikut data yang diperoleh:

a. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan adalah mengidentifikasi kesenjangan antara kenyataan dengan harapan atau kondisi ideal yang seharusnya, sehingga dapat ditentukan solusi untuk menjembati kesenjangan pada pelajaran sub materi kalorimeter di

MAN 3 Kota Jambi. Hasil wawancara dengan guru kimia kelas XI Fase F serta penyebaran angket kepada 37 peserta didik.

Berdasarkan hasil wawancara peneliti dengan guru kimia (lampiran 1) bahwa tingkat ketercapaian tujuan pembelajaran kimia pada materi termokimia kurang dari 60% serta tingkat kreativitas peserta didik belum pernah dilakukan pengujian. Penggunaan bahan ajar adalah dari buku dan LKS yang telah ada. Bahan ajar yang tersedia ini belum mengacu kepada kebutuhan dan pengembangan kreativitas peserta didik. Sehingga perlu adanya bahan ajar yang mampu menumbuhkan kreativitas peserta didik dan dapat digunakan dengan mudah.

Hal ini juga dapat dilihat dari data penyebaran angket yang telah dilakukan (lampiran 2) yaitu:

Tabel 4. 1 Hasil wawancara guru untuk analisis kebutuhan

No	Pertanyaan	Jawaban
8	Berapa persen ketuntasan peserta didik dalam pembelajaran termokimia	Ketuntasan klasikalnya kurang dari 60%
11	Bagaimana gaya belajar peserta didik MAN 3 Kota Jambi	Berdasarkan asesmen awal, peserta didik banyak memiliki gaya belajar kinestetik
12	Bagaimana minat belajar peserta didik dalam pembelajaran termokimia	Peserta didik memiliki minat belajar yang sedang karena peserta didik menganggap bahwa kimia pelajaran yang sulit
13	Bagaimana kreativitas peserta didik pada materi termokimia di MAN 3 Kota Jambi	Untuk kreativitas peserta didik tidak pernah diuji

Tabel 4. 2 Hasil penyebaran angket peserta didik untuk analisis kebutuhan

No	Pertanyaan	Jumlah	Persentase (%)
2	Saya lebih menyukai penyampaian pembelajaran termokimia dengan praktik atau membuat proyek.		
	☐ Sangat setuju	21	58,3
	☐ Setuju	16	44,4
	☐ Kurang setuju	1	2,8
	☐ Tidak setuju	0	0
	☐ Sangat tidak setuju	0	0
7	Saya belajar kimia dengan mandiri di rumah		
	☐ Sangat setuju	1	2,8
	☐ Setuju	18	50

	☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	14 3 1	38,9 8,3 2,8
15	Saya menggunakan gawai <i>android</i> untuk waktu yang lama ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	8 10 18 1 0	22,2 27,8 50 2,8 0
16	Saya pernah mempelajari materi termokimia melalui aplikasi pada gawai <i>android</i> ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	7 19 9 2 1	19,4 52,8 25 5,6 2,8
17	Saya tertarik mempelajari materi termokimia melalui aplikasi pada gawai <i>android</i> ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	8 22 7 0 0	22,2 61,1 19,4 0 0
18	Saya tertarik jika diadakan penelitian e-LKPD (lembar kerja peserta didik elektronik) pada materi termokimia berbentuk aplikasi pada gawai <i>android</i> sehingga dapat digunakan dimanapun. ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	19 17 1 0 0	52,8 47,2 2,8 0 0

Pada hasil penyebaran angket ini 98,2% peserta didik menyukai pembelajaran dengan praktik. Sebanyak 52,8% peserta didik belajar kimia secara mandiri di rumah. Peserta didik tertarik untuk mempelajari materi termokimia melalui aplikasi gawai *android* sebanyak 83,3%. Dari hasil angket ini diperoleh perlu adanya pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia sehingga peserta didik dapat belajar secara mandiri.

b. Analisis Karakteristik Peserta Didik

Hasil analisis karakteristik peserta didik melalui wawancara guru dan penyebaran angket yaitu peserta didik memiliki minat belajar kimia yang cukup. Peserta didik menyukai pembelajaran kimia yang dengan praktik atau pembuatan proyek. Hal ini sesuai dengan dengan penelitian yang dilakukan oleh Siew and Ambo (2018) pembelajaran dengan proyek dapat menumbuhkan minat belajar dan kreativitas peserta didik. Pembelajaran termokimia yang menggunakan proyek merupakan pembelajaran yang menjadikan konsep abstrak menjadi konkrit serta berhubungan langsung dengan kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan wawancara dengan guru, bahwa peserta didik lebih cenderung memiliki gaya belajar kinestetik sehingga diperlukan bahan ajar yang mampu memfasilitasi peserta didik sesuai dengan gaya belajarnya. Maka diperlukan bahan ajar e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk memfasilitasi gaya belajar peserta didik sehingga dapat menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia.

c. Analisis Capaian Pembelajaran

Analisis ini berdasarkan capaian pembelajaran pada kurikulum merdeka. Analisis ini bertujuan agar e-LKPD yang dikembangkan sesuai dengan capaian pembelajaran. Berikut adalah analisis dari capaian pembelajaran.

Tabel 4. 3 Analisis capaian pembelajaran termokimia

Capaian Pembelajaran	Peserta didik memiliki kemampuan memahami konsep termokimia implikasi perubahan materi dan energi yang menyertai reaksi kimia serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari;
Tujuan Pembelajaran	1. Peserta didik dapat menganalisis konsep termokimia pada rancangan kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan benar. 2. Peserta didik dapat mengemukakan ide untuk membuat kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan

	benar. 3. Peserta didik dapat merancang kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan benar. 4. Peserta didik dapat merangkai alat untuk membuat kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan benar. 5. Peserta didik dapat melakukan percobaan untuk mengukur kalor pada suatu reaksi dengan menggunakan kalorimeter yang mereka buat setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan benar. 6. Peserta didik dapat menentukan perubahan entalpi reaksi berdasarkan data yang diperoleh pada percobaan dengan menggunakan kalorimeter sederhana yang mereka buat setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan benar. 7. Peserta didik dapat mempresentasikan hasil percobaan pengukuran entalpi reaksi dengan menggunakan kalorimeter yang mereka buat setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan benar.
Alur Tujuan Pembelajaran	Pada fase ini peserta didik dapat bekerjasama dengan teman-temannya dan mampu berkomunikasi, bergotongroyong dan menumbuhkan kreativitasnya sehingga peserta didik mendapatkan pemahaman dan pengalaman yang baru dalam pembelajaran kalorimeter. Peserta didik dapat mengenal bahan-bahan yang ada di sekitar mereka yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran kalorimeter. Peserta didik juga

	mampu menerima tugas dan peran yang diberikan kelompok untuk melakukan kegiatan bersama-sama; mengenali alat dan bahan yang dapat dipakai dalam pembuatan kalorimeter sederhana; merangkai kalorimeter sederhana; melakukan percobaan untuk mengukur kalorimeter; menentukan perubahan entalpi dari reaksi yang mereka rancang; serta mampu mempresentasikan hasil dari percobaan yang dilakukan.
--	---

d. Analisis Materi

Analisis materi dilakukan dengan meninjau kurikulum yang digunakan di MAN 3 Kota Jambi. Berdasarkan wawancara yang dilakukan kepada guru, bahwa kurikulum yang digunakan di MAN 3 Kota Jambi adalah Kurikulum Merdeka. Materi pada bab termokimia yang diteliti adalah sub bab kalorimeter.

e. Analisis Teknologi

Berdasarkan wawancara dengan guru bahwa madrasah dilengkapi dengan fasilitas teknologi penunjang seperti laboratorium komputer, dan peserta didik dalam pelaksanaan pembelajaran tertentu dan asesmen akhir menggunakan gawai.

Tabel 4. 4 Hasil wawancara guru untuk analisis teknologi

No	Pertanyaan	Jawaban
9	Apa saja teknologi yang disediakan madrasah untuk mendukung proses pembelajaran?	Komputer, LCD proyektor, dan jaringan internet.
10	Apakah peserta didik diizinkan menggunakan laptop/komputer/gawai dalam proses pembelajaran?	Jika dibutuhkan dalam proses pembelajaran maka diperbolehkan.

Tabel 4. 5 Hasil penyebaran angket peserta didik untuk analisis teknologi

No	Pertanyaan	Jumlah	Persentase (%)
13	Saya memiliki gawai <i>android</i> ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	17 19 0 1 0	47,2 52,8 0 2,8 0
14	Saya sering menggunakan gawai <i>android</i>		

	untuk mengerjakan tugas sekolah ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	17 14 4 1 0	47,2 38,9 11,1 2,8 0
15	Saya menggunakan gawai <i>android</i> untuk waktu yang lama ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	8 10 18 1 0	22,2 27,8 50 2,8 0
16	Saya pernah mempelajari materi termokimia melalui aplikasi pada gawai <i>android</i> ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	7 19 9 2 1	19,4 52,8 25 5,6 2,8
17	Saya tertarik mempelajari materi termokimia melalui aplikasi pada gawai <i>android</i> ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	8 22 7 0 0	22,2 61,1 19,4 0 0

Berdasarkan data yang diperoleh dari wawancara kepada guru bahwa penggunaan e-LKPD dapat terlaksana di sekolah. Hal ini seiring dengan data angket peserta didik yang memiliki gawai *android* sebesar 97,2 % serta 86,1% peserta didik menggunakan gawai *android* untuk mengerjakan tugas. Berdasarkan angket bahwa peserta didik 83,3% tertarik untuk mempelajari materi termokimia melalui aplikasi pada gawai *android* sehingga diperlukan adanya pengembangan e-LKPD yang memfasilitasi hal tersebut.

4.1.2. Tahap Desain

Pada tahap ini, beberapa langkah yang dilakukan oleh peneliti yaitu pembentukan tim pengembang, penyusunan jadwal pengembangan, pembuatan *flowchart*, dan pembuatan *storyboard*. Beberapa tahapan dalam mendesain e-LKPD dengan model PjBL-STEM yang dilakukan oleh peneliti yaitu:

1) Pembentukan Tim Pengembang

1. Tim Pengembang

Peneliti : Halimatussa'diyah

Dosen pembimbing: 1. Dr. Yusnaidar, S.Si., M. Si.

2. Dr. Intan Lestari, S.Si., M.Si.

Validator ahli

Ahli Materi : Prof. Dr. rer.nat. Asrial, M.Si.

Ahli Media : Prof. Dr. rer.nat. Asrial, M.Si.

2. Validator Praktisi : Deis Reni, S.Pd.

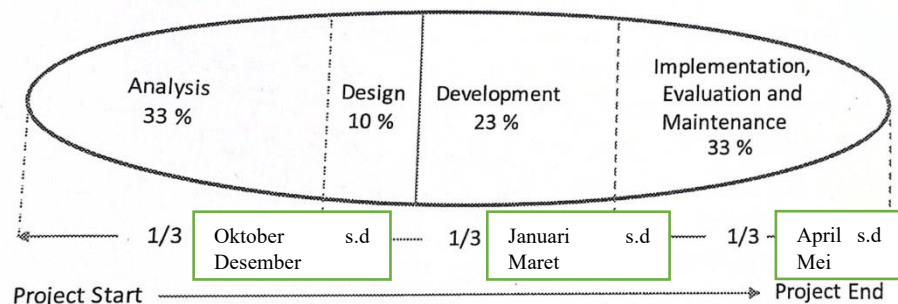
Yulia, S.Pd.

3. Responsden/Pengguna

Peserta didik kelas XI F 2 MAN 3 Kota Jambi.

2) Jadwal Pengembangan

Pembuatan produk memerlukan waktu $\pm$ 8 bulan dimulai dari Oktober 2024 s.d Mei 2025. Menurut Lee and Owens dalam Rusdi (2018) penyusunan jadwal pengembangan agar tahapan pencapaian kemajuan penelitian terukur secara baik. Kerangka waktu ini memberikan ilustrasi waktu yang dibutuhkan dalam proses pengembangan seperti gambar 4.1 di bawah ini.

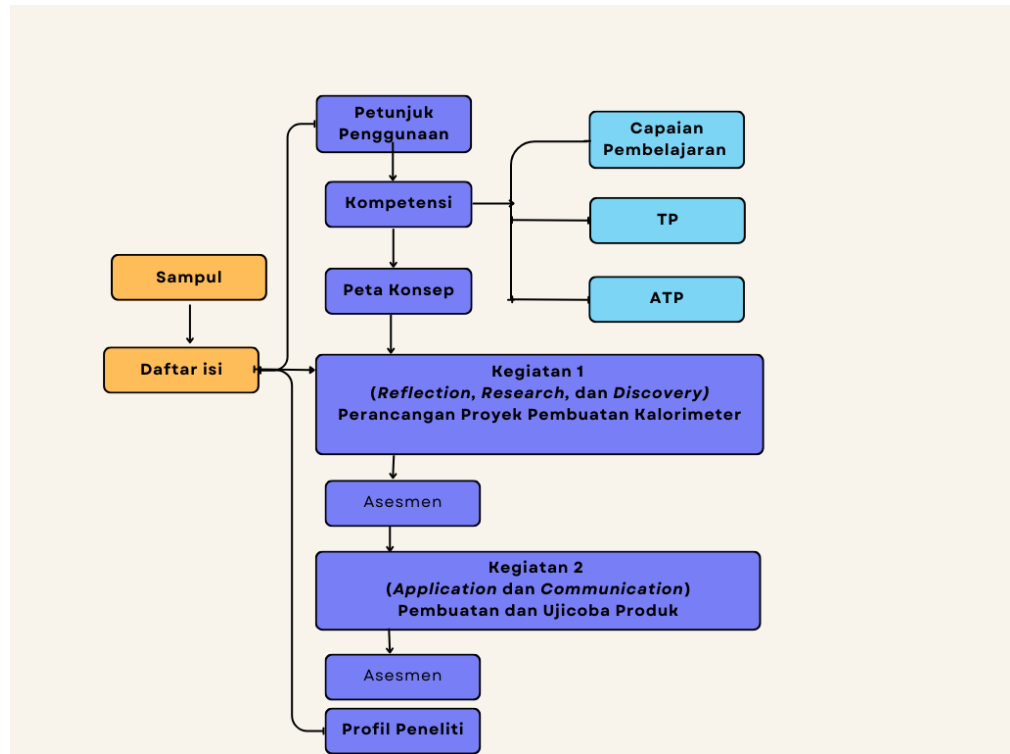


Gambar 4. 1 Rasio waktu pengembangan Lee & Owens

3) Pembuatan Flowchart

Langkah selanjutnya yaitu membuat diagram alir (*flowchart*) yang dapat menggambarkan kata kunci yang akan disajikan dalam materi yang dikembangkan serta keterkaitannya satu sama lain (Rusdi, 2019).

Adapun bentuk *flowchart* yang dibuat sebagai berikut.



Gambar 4. 2 Flowchart e-LKPD PjBL-STEM Termokimia

4) Pembuatan *Storyboard*

Tahap selanjutnya yaitu pembuatan *storyboard*. Pembuatan *storyboard* ini untuk memastikan bahwa konsep materi yang ada dalam media yang dikembangkan tersampaikan, mengidentifikasi kesalahan penyajian, dan memastikan bahwa pesan yang disampaikan pada setiap lembar tampilan. *Storyboard* yang dikembangkan pada e-LKPD kalorimeter dengan model PjBL-STEM terdapat pada lampiran 15.

4.1.3. Tahap Pengembangan

Tahapan ini, e-LKPD yang dikembangkan dibuat sesuai dengan *storyboard* e-LKPD yang telah disusun. Dalam tahapan ini penulis membuat e-LKPD menggunakan aplikasi *canva* dan diunggah melalui aplikasi *flip pdf*. Produk yang telah dibuat selanjutnya akan divalidasi oleh tim ahli dan validasi praktisi. Adapun validator ahli yang melakukan validasi yaitu ahli materi dan ahli media. Proses validasi ahli ini bertujuan untuk perbaikan produk yang dikembangkan secara konseptual dan praktikal. Adapun hasil validasi yang dilakukan oleh validator sebagai berikut:

1. Validasi ahli materi

Validator materi yang dilakukan oleh Bapak Prof. Dr. rer.nat Asrial, M. Si. Hal yang dinilai pada e-LKPD yang dikembangkan adalah kesesuaian materi yang dimuat dalam e-LKPD dengan capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, dan alur tujuan pembelajaran. Proses validasi dilakukan sebanyak 2 kali hingga diperoleh bahan ajar yang layak untuk diujicobakan kepada pengguna. Berikut tabel hasil validasi tahap pertama.

Tabel 4. 6 Hasil validasi ahli materi tahap pertama

No.	Pertanyaan	Saran	Skor
1	Kesesuaian tujuan pembelajaran dengan capaian pembelajaran pada materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	Sesuaikan capaian pembelajaran, tujuan dan alur tujuan pembelajaran dengan materi	3
2	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran pada pembelajaran menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	Sesuaikan, tujuan dan alur tujuan pembelajaran dengan materi	3
3	Kesesuaian materi yang disajikan sesuai dengan sub materi serta membuat konsep yang benar dan akurat pada pembelajaran menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	Sudah sesuai	5
4	Kesesuaian istilah-istilah yang disajikan sesuai dengan materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	Perbaiki beberapa istilah	3
5	Notasi dan simbol kimia yang disajikan benar dan akurat sesuai dengan bidang ilmu kimia	Sudah sesuai	5
6	Materi yang disajikan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM sesuai dengan sintak model pembelajaran PjBL-STEM	Sudah sesuai	5
7	Gambar, ilustrasi, maupun video dalam perangkat pembelajaran mampu	Sudah sesuai	5

No.	Pertanyaan	Saran	Skor
	memvisualisasikan konsep dan pemahaman terhadap materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.		
8	Kesesuaian antara asesmen yang diberikan sesuai dengan tujuan pembelajaran pada materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	Perbaiki sesuaikan dengan sintak PjBL-STEM	3
9	Konstruksi bahan ajar telah memenuhi CP, TP, ATP, materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter. contoh soal asesmen, dan pedoman penskoran.	Perbaiki dan sesuaikan dengan sintak PjBL-STEM	3
10	Kesesuaian tingkat pendalaman penjabaran materi yang disajikan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM.	Sudah sesuai	5
11	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM terdapat pengaitan materi termokimia dengan kehidupan sehari-hari..	Sudah sesuai	5
12	Kesesuaian kegiatan dan asesmen pada e-LKPD dalam memahami konsep materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	Sesuaikan dengan konsep PjBL-STEM	3
13	Bahasa yang digunakan sesuai dengan Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia	Sudah sesuai	5
14	Bahasa yang digunakan dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM komunikatif sehingga mudah dipahami oleh peserta didik	Sudah sesuai	5
15	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM tidak menggunakan kalimat dengan penafsiran ganda (ambigu)	Sudah sesuai	5
16	Produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM yang dikembangkan bermanfaat untuk menumbuhkan	Perbaiki sesuai dengan konsep PjBL-STEM	3

No.	Pertanyaan	Saran	Skor
	keaktivitas peserta didik.		
Total Skor			66
Kriteria			Layak

Dari hasil validasi materi pada tabel 4.6 diperoleh skor 66 dengan kriteria layak tetapi masih harus dilakukan revisi. Saran yang diberikan oleh validator dianalisis untuk memperbaiki e-LKPD yang dikembangkan. Berikut hasil revisi yang dilakukan peneliti pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Revisi dari ahli materi tahap pertama

No	Sebelum Revisi	Setelah Revisi
1	CAPAIAN PEMBELAJARAN Peserta didik memiliki kemampuan memahami konsep temokimia implikasi perubahan materi dan energi yang menyertai reaksi kimia serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. TUJUAN PEMBELAJARAN Melalui kegiatan pembelajaran, peserta didik dapat: 1. Menganalisis konsep temokimia pada rancangan kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka. 2. Mengemukakan ide untuk membuat kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka. 3. Merancang kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka. 4. Merangka alat untuk membuat kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka. 5. Melakukan percobaan untuk mengukur kalor pada suatu reaksi dengan menggunakan kalorimeter yang mereka buat. 6. Menentukan perubahan entalpi reaksi berdasarkan data yang diperoleh pada percobaan dengan menggunakan kalorimeter sederhana yang mereka buat. 7. Mempresentasikan hasil percobaan pengukuran entalpi reaksi dengan menggunakan kalorimeter yang mereka buat.	CAPAIAN PEMBELAJARAN Peserta didik memiliki kemampuan memahami konsep temokimia implikasi perubahan materi dan energi yang menyertai reaksi kimia serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. TUJUAN PEMBELAJARAN 1. Peserta didik dapat menganalisis konsep temokimia pada rancangan kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan benar. 2. Peserta didik dapat mengemukakan ide untuk membuat kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan benar. 3. Peserta didik dapat merancang kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan benar. 4. Peserta didik dapat merangka alat untuk membuat kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan benar. 5. Peserta didik dapat melakukan percobaan untuk mengukur kalor pada suatu reaksi dengan menggunakan kalorimeter yang mereka buat setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan benar. 6. Peserta didik dapat menentukan perubahan entalpi reaksi berdasarkan data yang diperoleh pada percobaan dengan menggunakan kalorimeter sederhana yang mereka buat setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan benar. 7. Peserta didik dapat mempresentasikan hasil percobaan pengukuran entalpi reaksi.
2	ALUR TUJUAN PEMBELAJARAN Melalui kegiatan pembelajaran, peserta didik dapat: 1. Menganalisis konsep temokimia pada rancangan kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka. 2. Mengemukakan ide untuk membuat kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka. 3. Merancang kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka. 4. Merangka alat untuk membuat kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka. 5. Melakukan percobaan untuk mengukur kalor pada suatu reaksi dengan menggunakan kalorimeter yang mereka buat. 6. Menentukan perubahan entalpi reaksi berdasarkan data yang diperoleh pada percobaan dengan menggunakan kalorimeter sederhana yang mereka buat. 7. Mempresentasikan hasil percobaan pengukuran entalpi reaksi dengan menggunakan kalorimeter yang mereka buat.	ALUR TUJUAN PEMBELAJARAN Pada fase ini peserta didik dapat bekerjasama dengan teman-temannya dan mampu berkomunikasi, bergotong royong dan menumbuhkan inisiatifnya sehingga peserta didik mendapatkan pemahaman dan pengalaman yang luas dalam pembelajaran kalorimeter. Peserta didik dapat mengenal bahan-bahan yang ada di sekitar mereka yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran kalorimeter. Peserta didik juga mampu menerima tugas dan peran yang diberikan kelompok untuk melakukan kegiatan bersama-sama; mengenali alat dan bahan yang dapat dipakai dalam pembuatan kalorimeter sederhana; mengukur kalorimeter sederhana; melakukan percobaan untuk mengukur kalorimeter; menentukan perubahan entalpi dari reaksi yang mereka rangang serta mampu mempresentasikan hasil dari percobaan yang dilakukan.
4	1. Energi dalam Reaksi Kimia Perubahan energi selalu menyertai perubahan kimia dan perubahan fisis. Sebagai contoh, tubuh kita menggunakan energi metabolisme makanan untuk menjalankan proses-proses biokimia dalam tubuh. Energi kimia adalah bentuk energi potensial yang tersimpan dalam ikatan kimia. Setiap reaksi kimia yang terjadi melalui proses pemutusan ikatan kimia dalam setiap pereaksi dan pembentukan ikatan kimia semua produk reaksinya. 2. Sistem dan Lingkungan Energi yang berpindah dalam bentuk panas berasal dari energi dalam objek. Energi dalam (E) adalah jumlah energi dari semua partikel yang ada dalam sampel materi. Perubahan energi dapat terjadi karena adanya perpindahan energi dari sistem ke lingkungan atau sebaliknya. Sistem adalah sesuatu yang diamati atau reaksi kimia yang sedang diamati. Adapun lingkungan adalah segala sesuatu yang berada di luar sistem. Sistem dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu: (1)Sistem terbuka, yaitu sistem yang memungkinkan terjadinya pertukaran materi dan energi antara sistem dan lingkungan. (2)Sistem tertutup, yaitu sistem yang memungkinkan terjadinya pertukaran energi antara sistem dan lingkungannya, tetapi tidak memungkinkan terjadinya pertukaran materi. (3)Sistem terisolasi, yaitu sistem dengan batas yang mengisolasi sistem dan lingkungan sehingga tidak terjadi pertukaran energi dan materi antara sistem dan lingkungan.  Sumber: KEMENDIKBUD (2016)	MATERI 1. Energi dalam Reaksi Kimia Perubahan energi selalu menyertai perubahan kimia dan/atau perubahan fase. Perubahan kimia, yang juga dikenal sebagai reaksi kimia, adalah proses di mana satu atau lebih zat diubah menjadi satu atau lebih zat baru dan berbeda. Sebagai contoh, tubuh kita menggunakan energi metabolisme makanan untuk menjalankan proses-proses biokimia dalam tubuh. Energi kimia adalah bentuk energi potensial yang tersimpan dalam ikatan kimia. Setiap reaksi kimia yang terjadi melalui proses pemutusan ikatan kimia dalam setiap pereaksi dan pembentukan ikatan kimia semua produk reaksinya. 2. Sistem dan Lingkungan Energi yang berpindah dalam bentuk panas berasal dari energi dalam objek. Energi dalam (E) adalah jumlah energi dari semua partikel yang ada dalam sampel materi. Perubahan energi dapat terjadi karena adanya perpindahan energi dari sistem ke lingkungan atau sebaliknya. Sistem adalah sesuatu yang diamati atau reaksi kimia yang sedang diamati. Adapun lingkungan adalah segala sesuatu yang berada di luar sistem. Sistem dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu: (1)Sistem terbuka, yaitu sistem yang memungkinkan terjadinya pertukaran materi dan energi antara sistem dan lingkungan. (2)Sistem tertutup, yaitu sistem yang memungkinkan terjadinya pertukaran energi antara sistem dan lingkungannya, tetapi tidak memungkinkan terjadinya pertukaran materi. (3)Sistem terisolasi, yaitu sistem dengan batas yang mengisolasi sistem dan lingkungan sehingga tidak terjadi pertukaran energi dan materi antara sistem dan lingkungan.  Sumber: KEMENDIKBUD (2016)

5

ASESMEN

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan benar di kertas yang telah disediakan!
1. Terdapat tiga buah gambar alat yang akan digunakan untuk pembuatan kalorimeter sederhana. Menurut anda manakah dari ketiga gambar tersebut yang menghasilkan kalorimeter yang baik? Jelaskan!

2. Perhatikan daftar alat di bawah ini!

- Kayu
- Styrofoam
- Gelas Kaca
- Batang Kayu
- Batang Kawat
- Plastik
- Kaleng
- Pipet plastik

Buatlah rancangan kalorimeter sederhana yang baik!

3. Bagaimana penggunaan kalorimeter untuk mengetahui entalpi dari reaksi antara 250 mL Ca(OH)_2 0,1 M dan 250 mL H_2SO_4 ?

4. Seorang peserta didik melakukan percobaan menggunakan kalorimeter. Pada

ASESMEN

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan benar di kertas yang telah disediakan!
1. Terdapat tiga buah gambar alat yang akan digunakan untuk pembuatan kalorimeter sederhana. Menurut anda manakah dari ketiga gambar tersebut yang menghasilkan kalorimeter yang baik? Jelaskan!

2. Perhatikan daftar alat di bawah ini!

- Kayu
- Styrofoam
- Gelas Kaca
- Batang Kayu
- Batang Kawat
- Plastik
- Kaleng
- Pipet plastik

Buatlah rancangan kalorimeter sederhana yang baik!

3. Bagaimana penggunaan kalorimeter untuk mengetahui entalpi dari reaksi yang kalian rancang?

4. Jika anda melakukan percobaan lagi dengan menggunakan kalorimeter yang telah dibuat. Kemudian anda ditugaskan untuk mencampurkan menghitung entalpi reaksi dari

9

PEMBUATAN KALORIMETER SEDERHANA DAN MENGHITUNG ENTALPI REAKSI

TUJUAN

- Dapat merangkai alat untuk membuat kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka.
- Dapat melakukan percobaan untuk mengukur kalor pada suatu reaksi dengan menggunakan kalorimeter yang mereka buat.
- Dapat menentukan perubahan entalpi reaksi berdasarkan data yang diperoleh pada percobaan dengan menggunakan kalorimeter sederhana yang mereka buat.
- Dapat mempresentasikan hasil percobaan pengukuran entalpi reaksi dengan menggunakan kalorimeter yang mereka buat.

ALAT DAN BAHAN

Alat	Bahan
Kalorimeter yang dibuat	Larutan NaOH 0,1 M
Gelas Ukur 100 mL	Larutan H_2SO_4 0,1 M
Termometer	Apaque Panas
Batang Pengaduk	Asam
Timbangan	

LANGKAH KERJA

A. Menguji Kapasitas Kalorimeter

- Buatlah kalorimeter sederhana sesuai dengan rancangan yang kalian buat pada pertemuan sebelumnya.

Kalorimeter Kalori!

PEMBUATAN KALORIMETER SEDERHANA DAN MENGHITUNG ENTALPI REAKSI

Ayo, buat kalorimeter yang sudah kalian rancang!

LANGKAH KERJA

A. Menguji Kapasitas Kalorimeter

- Buatlah kalorimeter sederhana sesuai dengan rancangan yang kalian buat pada pertemuan sebelumnya.
- Siapkan kalorimeter yang akan diuji, dengan memastikan kondisi kalorimeter kering dan bersih.

ALAT DAN BAHAN

Alat yang kalian gunakan:

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

Bahan yang kalian gunakan:

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

12

6. Tambahkan air panas ke dalam kalorimeter, aduk hingga suhu mencapai kesetimbangan.

7. Catat suhu kesetimbangan air.

8. Setelah suhu mencapai kesetimbangan, catat suhu akhir air (suhu kesetimbangan) dan timbang kembali kalorimeter dengan air di dalamnya.

9. Hitung kapasitas kalor kalorimeter menggunakan persamaan:

$$C_{\text{kalorimeter}} = \frac{\text{BAGIAN 1} \times C_{\text{air}} \times \Delta T_{\text{air}}}{\Delta T_{\text{kalorimeter}}}$$

B. Menentukan Entalpi Reaksi

1. Amati 25 mL larutan NaOH 0,1 M dan masukkan ke dalam kalorimeter kalian.

2. Catat suhu yang NaOH yang ditunjukkan oleh termometer.

3. Amati 25 mL larutan asam asetat 0,1 M serta ukur suhu asam asetat. Catat suhu yang ditunjukkan oleh termometer.

4. Masukkan larutan asam asetat tadi ke dalam kalorimeter. Diaduk dan ukur suhu sampai konstan. Catat suhu akhir.

5. Hitung kapasitas kalor kalorimeter menggunakan persamaan:

$$Q_{\text{reaksi}} = Q_{\text{sisitem}} + Q_{\text{kalorimeter}}$$

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = \frac{-Q_{\text{reaksi}}}{\text{mol reaktan}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hitunglah kapasitas kalor kalorimeter menggunakan persamaan:

$$C_{\text{kalorimeter}} = \frac{\text{BAGIAN 1} \times C_{\text{air}} \times \Delta T_{\text{air}}}{\Delta T_{\text{kalorimeter}}}$$

B. Menentukan Entalpi Reaksi

Hitunglah entalpi reaksi dari reaksi kimia yang kalian rancang dengan menggunakan persamaan:

$$Q_{\text{reaksi}} = Q_{\text{sisitem}} + Q_{\text{kalorimeter}}$$

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = \frac{-Q_{\text{reaksi}}}{\text{mol reaktan}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Silakan diskusi kelompok untuk membahas data hasil percobaan yang telah dilakukan!

Tabel 4. 8 Hasil validasi ahli materi tahap kedua

No.	Pertanyaan	Saran	Skor
1	Kesesuaian tujuan pembelajaran dengan capaian pembelajaran pada materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	Sudah sesuai	5
2	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran pada materi menentukan entalpi reaksi dengan	Sudah sesuai	4

No.	Pertanyaan	Saran	Skor
	kalorimeter.		
3	Kesesuaian materi yang disajikan sesuai dengan sub materi serta membuat konsep yang benar dan akurat pada pembelajaran menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	Sudah sesuai	5
4	Kesesuaian istilah-istilah yang disajikan sesuai dengan materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	Sudah sesuai	4
5	Notasi dan simbol kimia yang disajikan benar dan akurat sesuai dengan bidang ilmu kimia	Sudah sesuai	5
6	Materi yang disajikan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM sesuai dengan sintak model pembelajaran PjBL-STEM	Sudah sesuai	5
7	Gambar, ilustrasi, maupun video dalam perangkat pembelajaran mampu memvisualisasikan konsep dan pemahaman terhadap materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	Sudah sesuai	5
8	Kesesuaian antara asesmen yang diberikan sesuai dengan tujuan pembelajaran pada materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	Sudah sesuai	4
9	Konstruksi bahan ajar telah memenuhi CP, TP, ATP, materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter. contoh soal asesmen, dan pedoman penskoran.	Sudah sesuai	5
10	Kesesuaian tingkat pendalaman penjabaran materi yang disajikan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM.	Sudah sesuai	5
11	Pada e-LKPD dengan model	Sudah sesuai	5

No.	Pertanyaan	Saran	Skor
	PjBL-STEM terdapat pengaitan materi termokimia dengan kehidupan sehari-hari..		
12	Kesesuaian kegiatan dan asesmen pada e-LKPD dalam memahami konsep materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	Sudah sesuai	4
13	Bahasa yang digunakan sesuai dengan Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia	Sudah sesuai	5
14	Bahasa yang digunakan dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM komunikatif sehingga mudah dipahami oleh peserta didik	Sudah sesuai	5
15	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM tidak menggunakan kalimat dengan penafsiran ganda (ambigu)	Sudah sesuai	5
16	Produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM yang dikembangkan bermanfaat untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik.	Sudah sesuai	5
Total Skor			75
Kriteria			Sangat Layak

Validasi materi kedua dilakukan sesuai dengan saran yang diberikan validator. Validasi yang kedua memperoleh skor 75 dengan kategori “Sangat Layak”. Dari hasil validasi materi yang ditampilkan bahwa e-LKPD ini layak diuji coba tanpa revisi.

2. Validasi Ahli Media

Validasi ahli media dilakukan oleh Bapak Prof. Dr. rer.nat Asrial, M.Si. dilakukan sebanyak dua kali. Lembar angket validasi ahli media tahap pertama sesuai dengan tabel 4.9.

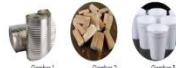
Tabel 4. 9 Hasil validasi ahli media tahap pertama

No.	Pertanyaan	Saran	Skor
1	Kesesuaian informasi yang ditampilkan sesuai dengan materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	Petunjuk penggunaan diperbaiki.	2
2	Keseuaian informasi yang penting dalam e-LKPD diberikan <i>bold</i> atau cetak miring sesuai dengan fungsinya	Sudah sesuai	5
3	Gambar dan visio yang ditampilkan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM tidak menimbulkan redundansi yang menyebabkan ketidaknyaman pengguna.	Sudah sesuai	5
4	Penyajian kata-kata dan gambar pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM yang sesuai ditempatkan saling berdekatan dan jelas dalam artian tidak saling berjauhan dalam beberapa halaman.	Sudah sesuai	5
5	Model dan ukuran huruf yang disajikan di e-LKPD dengan model PjBL-STEM pada setiap teks sesuai dengan tata letak tampilan halaman.	Sudah sesuai	5
6	Penyajian materi dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM secara bersamaan atau tidak terpisah.	Perlu diperbaiki	3
7	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM terdapat penyajian informasi awal mengenai materi termokimia yang diajarkan untuk memantik pengetahuan awal pengguna.	Sudah sesuai	5
8	Penyajian asesmen pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM ditampilkan secara berurutan.	Perlu diperbaiki, sesuaikan dengan konsep PjBL-STEM	2
9	Pada e-LKPD dengan model	Perbaiki beberapa bagian	2

No.	Pertanyaan	Saran	Skor
	PjBL-STEM penyajian materi dilakukan dengan cara yang beragam.	,penampilan materi	
10	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM penyajian audio dan video yang disajikan bersamaan.	Sudah sesuai	5
11	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM kalimat yang digunakan mudah dipahami (komunikatif).	Sudah sesuai	5
12	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM penyajian narasi pada video ditampilkan secara jelas dan memudahkan pengguna.	Sudah sesuai	5
13	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM penyajian kata, gambar, dan video dapat berfungsi dengan baik.	Sudah sesuai	5
14	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM memudahkan pengguna dalam memperoleh informasi.	Sudah sesuai	5
15	Produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM praktis dan efisien digunakan oleh pengguna.	Sudah sesuai	5
16	Produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM yang dikembangkan bermanfaat untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik.	Perbaiki sesuai dengan konsep PjBL-STEM	3
Total Skor			67
Kriteria			Layak

Dari hasil validasi media pada tabel 4.9 diperoleh skor 67 dengan kriteria layak tetapi masih harus dilakukan revisi. Saran yang diberikan oleh validator dianalisis untuk memperbaiki e-LKPD yang dikembangkan. Berikut hasil revisi yang dilakukan peneliti pada tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Revisi dari ahli media tahap pertama

No	Sebelum Revisi	Setelah Revisi
1	 1. Peserta didik diharapkan memahami kompetensi yang harus dicapai 2. Selama proses pembelajaran peserta didik akan belajar secara mandiri baik individual maupun kelompok. 3. Guru membimbing langsung setiap proses penyelesaian setiap kegiatan yang ada di e-LKPD dan menjadi fasilitator. 4. Tugas individual yang harus dikerjakan oleh peserta didik berbentuk soal-soal menurut dalam penentuan entalpi reaksi dengan menggunakan kalorimeter. 5. Peserta didik yang masih kurang memahami penentuan entalpi reaksi dengan menggunakan kalorimeter sepenuhnya diharapkan bertanya kepada rekan sekelasnya yang sudah memahami. 6. Tugas kelompok yang harus dikerjakan oleh peserta didik berupa merancang kalorimeter sederhana dengan bahan dan alat di sekitar lingkungannya untuk menentukan perubahan entalpi reaksi. 7. Setiap kelompok diharapkan menyampaikan hasil kerja kelompoknya dan kelompok lain diminta untuk menanggapi, sedangkan guru melakukan penguatan sesuai dengan tujuan pembelajaran. 8. Selain tugas kelompok, evaluasi di akhir e-LKPD akan menjadi indikator untuk mengukur narah kognitif peserta didik. Sehingga diharapkan agar peserta didik menjawab setiap pertanyaan dengan benar	 1. Peserta didik diharapkan memahami kompetensi yang akan mereka capai. 2. Selama proses pembelajaran peserta didik akan belajar secara mandiri baik individual maupun kelompok. 3. Pendidik membimbing langsung setiap proses penyelesaian setiap kegiatan yang ada di e-LKPD dan menjadi fasilitator. 4. Tugas individual yang harus dikerjakan oleh peserta didik berbentuk soal-soal menurut dalam penentuan entalpi reaksi dengan menggunakan kalorimeter. 5. Peserta didik yang masih kurang memahami penentuan entalpi reaksi dengan menggunakan kalorimeter sepenuhnya diharapkan bertanya kepada rekan sekelasnya yang sudah memahami. e-LKPD Termodinamika PIRI-STEM
6	1. Energi dalam Reaksi Kimia Perubahan energi selalu menyertai perubahan kimia dan perubahan fisis. Sebagai contoh, tubuh kita menggunakan energi metabolisme makanan untuk menjalankan proses-proses biokimia dalam tubuh. Energi kimia adalah bentuk energi potensial yang tersimpan dalam ikatan kimia. Setiap reaksi kimia yang terjadi melalui proses pemutusan ikatan kimia dalam setiap pereaksi dan pembentukan ikatan kimia semua produk reaksinya. 2. Sistem dan Lingkungan Energi yang berpindah dalam bentuk panas berasal dari energi dalam objek. Energi dalam (E) adalah jumlah energi dari semua partikel yang ada dalam sampel materi. Perubahan energi dapat terjadi karena adanya perpindahan energi dari sistem ke lingkungan atau sebaliknya. Sistem adalah sesuatu yang diamati atau reaksi kimia yang sedang diamati. Adapun lingkungan adalah segala sesuatu yang berada di luar sistem. Sistem dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu: [Sistem tertutup, yaitu sistem yang memungkinkan terjadinya pertukaran materi dan energi antara sistem dan lingkungan. [Sistem terbuka, yaitu sistem yang memungkinkan terjadinya pertukaran materi dan energi antara sistem dan lingkungan. [Sistem terisolasi, yaitu sistem yang memungkinkan terjadinya pertukaran energi antara sistem dan lingkungannya, tetapi tidak memungkinkan terjadinya pertukaran materi. [Sistem terisolasi, yaitu sistem dengan batas yang mengisolasi sistem dan lingkungan sehingga tidak terjadi pertukaran energi dan materi antara sistem dan lingkungan. 	MATERI 1. Energi dalam Reaksi Kimia Perubahan energi selalu menyertai perubahan kimia dan/atau perubahan fisis. Perubahan kimia, yang juga dikenal sebagai reaksi kimia, adalah proses di mana satu atau lebih zat diubah menjadi satu atau lebih zat baru dan berbeda. Sebagai contoh, tubuh kita menggunakan energi metabolisme makanan untuk menjalankan proses-proses biokimia dalam tubuh. Energi kimia adalah bentuk energi potensial yang tersimpan dalam ikatan kimia. Setiap reaksi kimia yang terjadi melalui proses pemutusan ikatan kimia dalam setiap pereaksi dan pembentukan ikatan kimia semua produk reaksinya. 2. Sistem dan Lingkungan Energi yang berpindah dalam bentuk panas berasal dari energi dalam objek. Energi dalam (E) adalah jumlah energi dari semua partikel yang ada dalam sampel materi. Perubahan energi dapat terjadi karena adanya perpindahan energi dari sistem ke lingkungan atau sebaliknya. Sistem adalah sesuatu yang diamati atau reaksi kimia yang sedang diamati. Adapun lingkungan adalah segala sesuatu yang berada di luar sistem. Sistem dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu: [Sistem tertutup, yaitu sistem yang memungkinkan terjadinya pertukaran materi dan energi antara sistem dan lingkungan. [Sistem terbuka, yaitu sistem yang memungkinkan terjadinya pertukaran energi antara sistem dan lingkungannya, tetapi tidak memungkinkan terjadinya pertukaran materi. [Sistem terisolasi, yaitu sistem dengan batas yang mengisolasi sistem dan lingkungan sehingga tidak terjadi pertukaran energi dan materi antara sistem dan lingkungan. 
8	ASESMEN Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan benar di kertas yang telah disediakan! 1. Terdapat tiga buah gambar alat yang akan digunakan untuk pembuatan kalorimeter sederhana. Menurut anda manakah dari ketiga gambar tersebut yang menghasilkan kalorimeter yang baik? Jelaskan!  2. Perhatikan daftar alat di bawah ini! - Kayu - Styrofoam - Gelas Kaca - Botang Kayu - Botang Kawat - Plastik - Kaleng - Pipet plastik Buatlah rancangan kalorimeter sederhana yang baik! 3. Bagaimana penggunaan kalorimeter untuk mengetahui entalpi dari reaksi antara 250 mL Ca(OH)_2 0,1 M dan 250 mL H_2SO_4? 4. Seorang peserta didik melakukan percobaan menggunakan kalorimeter. Pada	ASESMEN Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan benar di kertas yang telah disediakan! 1. Terdapat tiga buah gambar alat yang akan digunakan untuk pembuatan kalorimeter sederhana. Menurut anda manakah dari ketiga gambar tersebut yang menghasilkan kalorimeter yang baik? Jelaskan!  2. Perhatikan daftar alat di bawah ini! - Kayu - Styrofoam - Gelas Kaca - Botang Kayu - Botang kawat - Plastik - Kaleng - Pipet plastik Buatlah rancangan kalorimeter sederhana yang baik! 3. Bagaimana penggunaan kalorimeter untuk mengetahui entalpi dari reaksi yang kalon rancang? 4. Jika anda melakukan percobaan lagi dengan menggunakan kalorimeter yang telah dibuat. Kemudian anda ditugaskan untuk mencampurkan menghitug entalpi reaksi dari
9	Kegiatan Pembelajaran 2 TUJUAN PEMBELAJARAN - Merangkai alat untuk membuat kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka. - Melakukan percobaan untuk mengukur kalor pada suatu reaksi dengan menggunakan kalorimeter yang mereka buat. - Menentukan perubahan entalpi reaksi berdasarkan data yang diperoleh pada percobaan dengan menggunakan kalorimeter sederhana yang mereka buat. - Mempresentasikan hasil percobaan pengukuran entalpi reaksi dengan menggunakan kalorimeter yang mereka buat. Application MATERI Alat yang lebih teliti untuk mengukur perubahan kalor adalah kalorimeter bom yaitu suatu kalorimeter yang dirancang khusus sehingga sistem benar-benar dalam keadaan terisolasi. Umumnya, digunakan untuk menentukan perubahan entalpi dari reaksi-reaksi pembakaran yang melibatkan gas. Seperti yang dijelaskan sebelumnya, perubahan entalpi (mengapakan perubahan kalor yang diukur pada tekanan tetap (q_p). Pada reaksi eksoterm, kalor yang dilepaskan oleh sistem sebagai diserap oleh kalorimeter dan sebagian kalor akan menyebabkan naiknya suhu sistem. Pada reaksi endoterm, sistem akan menyerap kalor dari kalorimeter dan sebagian akan menyebabkan menurunnya suhu sistem. Jadi kalor total yang dilepaskan atau diserap sistem adalah sebagai berikut. $Q_{\text{reaksi}} = Q_{\text{kalorimeter}} + Q_{\text{kalorimeter}} \dots (2)$	Kegiatan Pembelajaran 2 TUJUAN PEMBELAJARAN - Peserta didik dapat merangkai alat untuk membuat kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan benar. - Peserta didik dapat melakukan percobaan untuk mengukur kalor pada suatu reaksi dengan menggunakan kalorimeter yang mereka buat setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan benar. - Peserta didik dapat menentukan perubahan entalpi reaksi berdasarkan data yang diperoleh pada percobaan dengan menggunakan kalorimeter sederhana yang mereka buat setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan benar. - Peserta didik dapat mempresentasikan hasil percobaan pengukuran entalpi reaksi dengan menggunakan kalorimeter yang mereka buat setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan benar. Application MATERI Alat yang lebih teliti untuk mengukur perubahan kalor adalah kalorimeter bom yaitu suatu kalorimeter yang dirancang khusus sehingga sistem benar-benar dalam keadaan terisolasi. Umumnya, digunakan untuk menentukan perubahan entalpi dari reaksi-reaksi pembakaran yang melibatkan gas. Seperti yang dijelaskan sebelumnya, perubahan entalpi (mengapakan perubahan kalor yang diukur pada tekanan tetap (q_p). Pada reaksi eksoterm, kalor yang dilepaskan oleh sistem kemudian diserap oleh kalorimeter dan sebagian kalor akan menyebabkan

16

PEMBUATAN KALORIMETER SEDERHANA DAN MENGHITUNG ENTALPI REAKSI

TUJUAN

1. Dapat merangkai alat untuk membuat kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka.
2. Dapat melakukan percobaan untuk mengukur kalor pada suatu reaksi dengan menggunakan kalorimeter yang mereka buat.
3. Dapat menentukan perubahan entalpi reaksi berdasarkan data yang diperoleh pada percobaan dengan menggunakan kalorimeter sederhana yang mereka buat.
4. Dapat menyampaikan hasil percobaan pengukuran entalpi reaksi dengan menggunakan kalorimeter yang mereka buat.

ALAT DAN BAHAN

Alat	Bahan
Kalorimeter yang dibuat	Larutan NaOH 0,1 M
Gelas Ukur 100 ml	Larutan 0,0001 0,1 M
Termometer	Ampiran Panas
Botang Pengaduk	Ampiran
Isolasi	

LANGKAH KERJA

A. Menguji Kapasitas Kalorimeter

1. Buatlah kalorimeter sederhana sesuai dengan rancangan yang kalian buat pada pertemuan sebelumnya.

Kalorimeter Kalori

PEMBUATAN KALORIMETER SEDERHANA DAN MENGHITUNG ENTALPI REAKSI

Ayo, buat kalorimeter yang sudah kalian rencanakan!

LANGKAH KERJA

A. Menguji Kapasitas Kalorimeter

1. Buatlah kalorimeter sederhana sesuai dengan rancangan yang kalian buat pada pertemuan sebelumnya.
2. Siapkan kalorimeter yang akan diuji, dengan memastikan kondisi kalorimeter kering dan bersih.

ALAT DAN BAHAN

Alat yang kalian gunakan:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Bahan yang kalian gunakan:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

Tabel 4. 11 Hasil validasi ahli media tahap kedua

No.	Pertanyaan	Saran	Skor
1	Kesesuaian informasi yang ditampilkan sesuai dengan materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter.	Sudah sesuai	5
2	Keseuaian informasi yang penting dalam e-LKPD diberikan <i>bold</i> atau cetak miring sesuai dengan fungsinya	Sudah sesuai	5
3	Gambar dan visio yang ditampilkan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM tidak menimbulkan redundansi yang menyebabkan ketidaknyamanan pengguna.	Sudah sesuai	5
4	Penyajian kata-kata dan gambar pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM yang sesuai ditempatkan saling berdekatan dan jelas dalam artian tidak saling berjauhan dalam beberapa halaman.	Sudah sesuai	5
5	Model dan ukuran huruf yang disajikan di e-LKPD dengan model PjBL-STEM pada setiap teks sesuai dengan tata letak tampilan halaman.	Sudah sesuai	5
6	Penyajian materi dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM secara bersamaan atau tidak terpisah.	Sudah sesuai	4

No.	Pertanyaan	Saran	Skor
7	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM terdapat penyajian informasi awal mengenai materi termokimia yang diajarkan untuk memantik pengetahuan awal pengguna.	Sudah sesuai	5
8	Penyajian asesmen pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM ditampilkan secara berurutan.	Sudah sesuai	4
9	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM penyajian materi dilakukan dengan cara yang beragam.	Sudah sesuai	4
10	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM penyajian audio dan video yang disajikan bersamaan.	Sudah sesuai	5
11	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM kalimat yang digunakan mudah dipahami (komunikatif).	Sudah sesuai	5
12	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM penyajian narasi pada video ditampilkan secara jelas dan memudahkan pengguna.	Sudah sesuai	5
13	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM penyajian kata, gambar, dan video dapat berfungsi dengan baik.	Sudah sesuai	5
14	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM memudahkan pengguna dalam memperoleh informasi.	Sudah sesuai	5
15	Produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM praktis dan efisien digunakan oleh pengguna.	Sudah sesuai	5
16	Produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM yang dikembangkan bermanfaat untuk menumbuhkan	Sudah sesuai	5

No.	Pertanyaan	Saran	Skor
	kreativitas peserta didik.		
Total Skor			77
Kriteria			Sangat Layak

Validasi media tahap kedua dilakukan sesuai dengan saran yang diberikan validator. Validasi media tahap kedua memperoleh skor 77 dengan kategori “Sangat Layak”. Dari hasil validasi materi yang ditampilkan bahwa e-LKPD ini layak diujicoba tanpa revisi.

3. Penilaian Guru

Produk e-LKPD yang sudah divalidasi selanjutnya dinilai oleh guru kimia sebagai validator praktisi sebelum diujicobakan kepada peserta didik. Hasil validasi terhadap produk menjadi jembatan penghubung antara pandangan konseptual ahli dengan pengguna produk.

Penilaian dilakukan oleh guru kimia yaitu ibu Deis Reni, S.Pd. dan ibu Yulia, S.Pd. selaku guru kimia di MAN 3 Kota Jambi. Penilaian terdiri dari 16 pertanyaan yang disusun berdasarkan kisi-kisi yang sudah dibuat. Berikut tabel hasil penilaian 2 guru kimia.

Tabel 4. 12 Hasil penilaian guru

No	Pertanyaan	Guru 1	Guru 2
1	Kesesuaian tujuan pembelajaran dengan capaian pembelajaran dalam e-LKPD pada materi termokimia.	5	5
2	Kesesuaian urutan materi termokimia yang disajikan dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM.	4	5
3	Kesesuaian materi yang disajikan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM dengan sub materi serta membuat konsep yang benar dan akurat	4	4
4	Kesesuaian istilah-istilah yang disajikan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM dengan materi termokimia	5	5
5	Notasi dan simbol kimia yang	5	5

	disajikan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM benar dan akurat sesuai dengan bidang ilmu kimia		
6	Materi yang disajikan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM sesuai dengan sintak model pembelajaran PjBL-STEM.	4	4
7	Gambar, ilustrasi, maupun video dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM yang dikembangkan mampu memvisualisasikan konsep dan pemahaman terhadap materi termokimia.	4	4
8	Kesesuaian antara asesmen yang diberikan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM dengan tujuan pembelajaran	5	5
9	Konstruksi bahan ajar pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM telah memenuhi CP, TP, ATP, materi, contoh soal asesmen, dan pedoman penskoran	5	4
10	Kesesuaian tingkat pendalaman penjabaran materi yang disajikan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM	4	4
11	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM terdapat pengaitan materi termokimia dengan kehidupan sehari-hari.	4	4
12	Kesesuaian kegiatan dan asesmen pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM dalam memahami konsep materi termokimia	5	4
13	Bahasa yang digunakan dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM sesuai dengan Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia	5	5
14	Bahasa yang digunakan dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM komunikatif sehingga	5	5

	mudah dipahami oleh peserta didik		
15	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM tidak menggunakan kalimat dengan penafsiran ganda (ambigu)	5	5
16	Produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM yang dikembangkan bermanfaat untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik.	5	5
Total Skor		74	73
Kategori		Sangat Layak	Sangat Layak

Skor perolehan dari angket penilaian guru yang bertindak sebagai validator praktisi adalah 74 dan 73 dengan kriteria sangat layak.

Dari hasil validasi ahli dan validasi praktisi yang memberikan kategori sangat layak, maka e-LKPD dengan model PjBL-STEM pada materi termokimia siap diimplementasikan kepada pengguna yaitu peserta didik MAN 3 Kota Jambi.

4.1.4. Tahap Implementasi

Pada tahap implementasi ini dilakukan dua uji coba yaitu:

1. Uji coba kelompok kecil

Pada uji coba kelompok kecil ini menggunakan subjek uji coba sebanyak 9 orang peserta didik MAN 3 Kota Jambi yang telah mengikuti pembelajaran termokimia dengan sub bab kalorimeter. Peserta didik ini mencoba bahan ajar e-LKPD yang dikembangkan. Setelah melakukan uji coba peserta didik mengisi angket tentang penggunaan e-LKPD dengan model PjBL-STEM yang telah disiapkan peneliti.



(a)



(b)

Gambar 4. 3 (a) dan (b), proses uji coba kelompok kecil

Responden	Pertanyaan										Skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
3	4	4	5	4	5	4	4	4	5	5	44
4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	45
5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	45
6	5	5	4	5	4	5	5	4	4	5	46
7	5	5	4	5	4	4	5	5	4	5	46
8	3	3	5	5	4	3	4	3	4	3	37
9	4	4	5	4	4	5	5	4	5	4	44
10	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	48
11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
12	5	4	4	5	3	4	4	5	5	5	44
13	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	46
14	5	5	4	4	4	4	5	5	4	4	44
15	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	42
16	5	5	4	4	4	5	5	4	4	5	45
17	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	47
18	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	47
19	5	4	4	4	5	5	5	4	5	4	45
20	5	4	4	4	4	4	5	4	5	4	43
21	4	5	4	5	4	3	4	5	4	3	41
22	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	47
23	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	47
24	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5	46
25	5	5	5	4	5	5	4	4	4	4	45
26	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	37
27	3	4	4	4	4	4	4	4	5	4	40
28	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
29	5	5	4	5	4	4	4	4	5	4	44
30	4	5	4	5	5	3	4	5	4	4	43
31	5	5	5	5	5	4	3	4	3	5	44
32	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	45
33	4	4	4	4	5	5	3	4	5	5	43
34	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
Jumlah											1527
Persentase											89,82%
Kriteria											Sangat Baik

Berdasarkan dari hasil angket respons peserta didik diperoleh persentase 89,82% dengan kriteria sangat baik.

2) Penilaian Kreativitas Peserta Didik

Hasil penilaian kreativitas peserta didik pada pembuatan kalorimeter berdasarkan indikator kreativitas *Fluency*, *Flexibility*, *Elaboration*, dan *Originality*.

Tabel 4. 15 Distribusi indikator kreativitas pada semua aktivitas

Aktivitas	Kelompok	<i>Fluency</i>	<i>Flexibility</i>	<i>Elaboration</i>	<i>Originality</i>
Perancangan Kalorimeter	1	3	3	3	2
	2	2	2	2	2
	3	3	3	3	3
	4	3	3	3	2
	5	3	3	2	3
Pembuatan Kalorimeter	1	1	1	2	1
	2	2	2	3	2
	3	2	3	3	3
	4	2	3	2	2
	5	3	3	3	2
Uji Coba Kalorimeter	1	2	2	2	1
	2	1	2	1	1
	3	2	2	2	2
	4	3	2	2	2
	5	3	2	2	2

Tabel 4. 16 Konsep kreativitas dalam pembelajaran secara keseluruhan

Konsep Kreativitas	Aktivitas 1: Perancangan Kalorimeter	Aktivitas 2 : Pembuatan Kalorimeter	Aktivitas 3: Uji Coba Kalorimeter
<i>Fluency</i>	14	10	11
<i>Flexibility</i>	14	10	11
<i>Elaboration</i>	13	14	9
<i>Originality</i>	12	10	8

Aktivitas peserta didik dalam menggunakan e-LKPD dengan model PjBL-STEM dalam kelompoknya:

1. Aktivitas 1 (Perancangan Kalorimeter)

**Gambar 4. 4** Tahap *reflection***Gambar 4. 5** Tahap *Research*



Gambar 4. 6 Tahap *discovery*

2. Aktivitas 2 (Pembuatan Kalorimeter)



(c)



(d)

Gambar 4. 7 (c) dan (d), adalah tahap *application*

3. Aktivitas 3 (Uji Coba Kalorimeter)



(e)



(f)

Gambar 4. 8 (e) dan (f) adalah tahap *application*



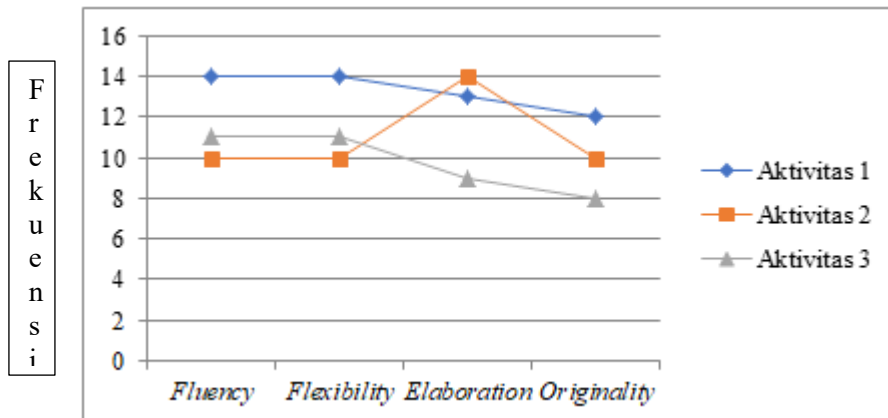
(g)



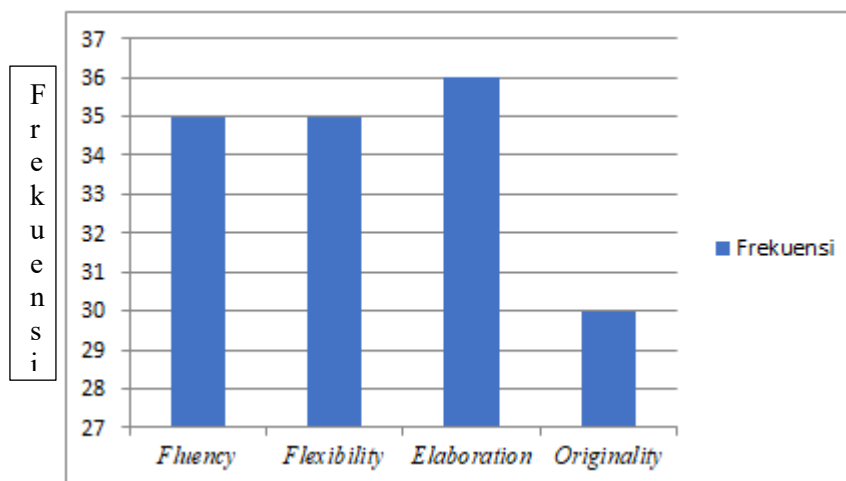
(h)

Gambar 4. 9 (g) dan (h) adalah tahap *communication*

Sebaran indikator kreativitas pada aktivitas dengan menggunakan e-LKPD PjBL-STEM ditampilkan dalam grafik di bawah ini:



Gambar 4. 10 Grafik observasi kreativitas setiap aktivitas



Gambar 4.11 Grafik observasi kreativitas penggunaan e-LKPD PjBL-STEM

Berikut adalah hasil penilaian observasi kreativitas peserta didik:

Tabel 4. 17 Hasil penilaian observasi kreativitas peserta didik

No.	Nama Kelompok	Skor	Kriteria
1	Kelompok 1	23	Cukup baik
2	Kelompok 2	22	Cukup baik
3	Kelompok 3	31	Baik
4	Kelompok 4	29	Cukup baik
5	Kelompok 5	31	Baik

Berdasarkan data tersebut bahwa penggunaan e-LKPD dengan model PjBL-STEM pada materi termokimia dapat menumbuhkan kreativitas peserta didik dengan kriteria kreativitas cukup baik dan baik.

3) Penilaian Pelaksanaan Proyek

Penilaian pelaksanaan proyek diperoleh dari lembar observasi penilaian menurut Majid (2017). Berikut data hasil penilaian pelaksanaan proyek setiap kelompok.

Tabel 4. 18 Hasil lembar observasi penilaian proyek setiap kelompok

No.	Nama Kelompok	Hasil Penilaian	Kriteria
1	Kelompok 1	66,7	Cukup baik
2	Kelompok 2	66,7	Cukup baik
3	Kelompok 3	83,3	Baik
4	Kelompok 4	75	Cukup Baik
5	Kelompok 5	83,3	Baik

Pada kelompok 1, skor yang diperoleh selama pelaksanaan proyek adalah 8, sedangkan skor maksimal adalah 12 maka:

$$\text{skor} = \frac{8}{12} \times 100$$

$$\text{skor} = 66,7$$

Nilai ini berdasarkan tabel 3.17 memberikan interpretasi cukup baik untuk pelaksanaan proyek kelompok 1. Berdasarkan rekapitulasi lembar observasi penilaian proyek pada setiap kelompok bahwa 3 kelompok memiliki kriteria cukup baik. Sedangkan kelompok lain memiliki kriteria baik.

4) Penilaian Kreativitas melalui *Pretest-Posttest*

Pada tahap ini, peneliti memberikan tes esai yang terdiri dari 5 soal. Soal ini diberikan sebagai soal *pretest* untuk melihat kemampuan awal peserta didik, kemudian dilanjutkan dengan kegiatan pembelajaran materi kalorimeter sesuai dengan modul ajar yang telah disusun oleh peneliti (lampiran 13) yang mana dibagi menjadi dua pertemuan. Pada pertemuan pertama sintak PjBL-STEM adalah *reflection*, *research*, dan *discovery* selanjutnya pada pertemuan kedua yaitu *application*, dan *communication*. Akhir pembelajaran peserta didik melakukan *posttest* untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan e-LKPD dengan model PjBL-STEM pada pembelajaran.

Adapun rekapitulasi data dari *pretest* dan *posttest* pada kelompok besar adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 19 Rekapitulasi nilai *pretest-posttest*

Kelas	Rata-rata <i>Pretest</i>	Rata-rata <i>Posttest</i>	Indeks <i>Gain</i>	Kriteria
XI F2	7,58	67,32	0,64	Sedang

$$g = \frac{\text{nilai posttest} - \text{nilai pretest}}{\text{nilai maksimum} - \text{nilai pretest}}$$

$$g = \frac{67,32 - 7,58}{100 - 7,58}$$

$$g = \frac{59,74}{92,42}$$

$$g = 0,64$$

Berdasarkan rekapitulasi nilai *pretest-posttest* aspek kreativitas kelas XI F2 menunjukkan nilai rata-rata *posttest* lebih tinggi dibandingkan nilai rata-rata *pretest*. Berdasarkan perbandingan *N-gain* 0,64 dengan kriteria “sedang” menurut Hake (1998) yang mengartikan bahwa e-LKPD dengan model PjBL-STEM memiliki dampak yang sedang menumbuhkan kreativitas peserta didik dalam materi termokimia.

4.1.5. Tahap Evaluasi

Tahap ini merupakan tahap akhir dari penelitian pengembangan yang bertujuan untuk melihat keberhasilan produk e-LKPD yang telah dikembangkan. Menurut Cahyadi (2019) evaluasi adalah sebuah proses yang dilakukan untuk memberikan nilai terhadap pengembangan bahan ajar dalam pembelajaran. Evaluasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah evaluasi formatif.

Evaluasi tahap pertama yaitu validasi dari ahli materi dan media. Pada tahapan ini ada beberapa saran yang diberikan oleh validator ahli untuk perbaikan produk yang dikembangkan.

Evaluasi tahap kedua yaitu menilai respons pengguna terhadap produk yang dikembangkan melalui uji pada kelompok kecil dan kelompok besar. Hasil yang diperoleh pada respons kelompok kecil dengan jumlah 10 pertanyaan serta jumlah responden yaitu 433 dengan persentase 96,22% diartikan sebagai kriteria “sangat baik”. Pada uji kelompok besar dengan jumlah responden 34 orang diperoleh persentase sebesar 89,82% dengan kriteria “sangat baik”. Ini menunjukkan bahwa

peserta didik memberikan respons sangat baik terhadap e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia.

Evaluasi tahap ketiga yaitu evaluasi penilaian kreativitas peserta didik melalui lembar observasi yang diuji pada kelompok besar yaitu kelas XI F2 MAN 3 Kota Jambi dengan jumlah peserta didik 34 orang. Pada penilaian ini 3 kelompok memiliki nilai dengan kriteria cukup baik dan 2 kelompok dengan kriteria baik. Berdasarkan data tersebut bahwa penggunaan e-LKPD dengan model PjBL-STEM pada materi termokimia dapat menumbuhkan kreativitas peserta didik.

Evaluasi selanjutnya adalah evaluasi kognitif yang diujicobakan pada kelompok besar. Penilaian ini diperoleh dari hasil *pretest* dan *posttest* yang diolah melalui uji *N-gain*. Pada uji *N-gain* ini diperoleh hasil “sedang”. Ini berarti bahwa adanya pengaruh penggunaan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia. Sedangkan untuk penilaian pelaksanaan proyek diperoleh hasil 3 kelompok memiliki kriteria cukup baik sedangkan kelompok lain memiliki kriteria baik.

4.2. Pembahasan

4.2.1 Prosedur Pengembangan

Pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia ini dikembangkan dengan tahap pengembangan Lee & Owens. Pada tahap analisis, peneliti melakukan analisis kebutuhan, karakteristik peserta didik, materi, capaian pembelajaran dan teknologi. Berdasarkan hasil analisis ini diperlukannya bahan ajar yang membantu dalam kegiatan pembelajaran di kelas XI fase F yang bertujuan untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik. Menurut Gulford dalam Bozkurt Altan and Tan (2021) bahwa kreativitas adalah kunci pendidikan dalam arti sebenarnya dan solusi dari masalah-masalah paling serius umat manusia. Kreativitas ini merupakan salah satu kompetensi yang dibutuhkan dalam abad 21 sehingga diperlukannya e-LKPD yang mampu menumbuhkan kreativitas peserta didik. Berdasarkan angket yang diberikan kepada peserta didik bahwa mereka cenderung

lebih banyak menggunakan gawai *android* baik dalam keseharian maupun dalam belajar secara mandiri.

Pada tahap desain, hal yang dilakukan adalah pembuatan tim pengembang, jadwal pengembangan, pembuatan *flowchart*, *storyboard*, pengumpulan materi, gambar, dan video yang akan dimuat dalam produk e-LKPD dengan model pembelajaran PjBL-STEM. Pada tahap ini peneliti mengaitkan pembuatan desain dengan landasan teori belajar. Teori kognitif Piaget menekankan dimana skema peserta didik dibangun melalui interaksi aktif dengan lingkungan belajar Siew and Ambo (2018). Hal ini senada dengan sintak pertama PjBL-STEM yang merefleksikan masalah yang ada di lingkungan peserta didik. Sehingga pada pembuatan desain e-LKPD peneliti mengaitkan dengan lingkungan peserta didik. Ini sama dengan teori belajar konstruktivisme L.S Vygotsky and Bakhtin (1978) ciri penting dalam pembelajaran adalah pembelajaran yang mampu membangkitkan berbagai proses perkembangan internal, yang hanya mampu beroperasi jika peserta didik bekerjasama dan mempelajari lingkungannya. Media dapat digunakan dalam pembelajaran dengan mengikuti beberapa prinsip dalam multimedia. Pembuatan desain e-LKPD yang dilakukan peneliti memperhatikan prinsip multimedia yang dikemukakan oleh Mayer yang menyatakan media dapat digunakan dalam pembelajaran dengan mengikuti beberapa prinsip dalam multimedia.(Mayer, 2021)

Pada tahap pengembangan, e-LKPD dengan model PjBL-STEM dibuat sesuai dengan rancangan *storyboard*. Produk yang dirancang peneliti bersama tim pengembang divalidasi oleh ahli materi dan media pembelajaran. Pada validasi tahap 1 ini ada beberapa perbaikan yang disarankan oleh validator. Setelah dilakukan revisi, produk ini divalidasi kedua kali oleh ahli materi dan media. Pada validasi kedua ini, validator menyarankan untuk ke tahap selanjutnya yaitu uji coba lapangan.

4.2.2 Kelayakan Konseptual dan Praktisi

Penentu kelayakan konseptual dalam penelitian pengembangan adalah hasil validasi ahli yaitu hasil validasi ahli materi dan hasil validasi media. Berikut adalah hasil validasi yang telah dilakukan oleh ahli materi dan media:

1. Validasi Ahli Materi

Hasil validasi pertama ahli materi menyatakan bahwa produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia perlu direvisi sebelum diujicobakan pada kelompok kecil. Ada beberapa komponen yang masih kurang tepat serta perlu perbaikan agar produk dapat dinyatakan valid dan layak untuk diujicobakan ke kelompok kecil. Adapun saran dari validator materi pada validasi tahap pertama yaitu:

- 1) Pada poin 1 dan 2, sesuaikan capaian pembelajaran, tujuan dan alur tujuan pembelajaran dengan materi. Sesuai dengan buku panduan pembelajaran dan asesmen kemdikbudristek (2024), tujuan pembelajaran dan alur tujuan pembelajaran diturunkan dari capaian pembelajaran. Format penulisan tujuan pembelajaran berdasarkan ABCD. Menurut Smaldino, dkk. (2018), ABCD (*Audience, Behavior, Condition, Degree*) adalah proses yang mudah diikuti untuk menulis tujuan pembelajaran. Hal ini menjadi dasar perbaikan dari saran validator.
- 2) Pada poin ke 4, yaitu kesesuaian istilah-istilah yang disajikan sesuai dengan materi penentuan entalpi reaksi dengan kalorimeter ada istilah yang harus diperbaiki. Istilah tersebut adalah perubahan energi selalu menyertai perubahan kimia dan perubahan fisika. Perubahan energi dikarenakan reaksi kimia dan/atau perubahan fasenya (<https://chem.libretexts.org/>)
- 3) Poin 8, kesesuaian antara asesmen yang diberikan sesuai dengan tujuan pembelajaran pada materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter harus disesuaikan dengan sintak PjBL-STEM. Menurut Siew and Ambo (2018), model PjBL-STEM adalah model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik sehingga peserta memiliki otonomi terhadap pembelajaran. Peserta didik yang melakukan penyelidikan hingga mengkomunikasikan proyek yang mereka kerjakan.
- 4) Poin 9, konstruksi bahan ajar telah memenuhi CP, TP, ATP, materi menentukan entalpi reaksi dengan kalorimeter contoh soal asesmen, dan pelaksanaan penskoran. Saran dari validator disesuaikan dengan sintak PjBL-STEM. Menurut Siew and Ambo (2018), model PjBL-STEM adalah model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik sehingga peserta

memiliki otonomi terhadap pembelajaran. Peserta didik yang melakukan penyelidikan hingga mengkomunikasikan proyek yang mereka kerjakan.

- 5) Poin 12 dan 16, diberikan saran oleh validator untuk menyesuaikan dengan konsep PjBL-STEM. Menurut Diana, Yohannes, and Sukma (2021) model PjBL-STEM adalah model yang mengedepankan aktivitas pembelajaran peserta didik dan mampu meningkatkan kreativitas peserta didik karena setiap tahap dalam sintak PjBL-STEM, peserta didik aktif dalam pembelajaran.

Setelah dilakukan revisi berdasarkan saran yang disampaikan oleh validator skor untuk validasi ahli materi dari 66 pada validasi tahap pertama menjadi 75 dengan kriteria “sangat layak”. Sehingga dapat dilanjutkan untuk diujicobakan pada kelompok kecil.

2. Validasi Ahli Media

Pengembangan bahan ajar berbasis media ini mengacu pada prinsip Mayer, seperti prinsip koherensi, prinsip redudansi, prinsip keterdekatan ruang, prinsip keterdekatan waktu, prinsip segmentasi, prinsip pra-latihan, prinsip modalitas, prinsip personalisasi, prinsip multimedia, prinsip *signaling*, prinsip suaran, dan prinsip gambar Mayer (2021). Hasil dari validasi ahli media pertama terhadap produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM perlu direvisi. Adapun saran dari validator ahli media sebagai berikut:

- 1) Poin 1, kesesuaian informasi yang ditampilkan sesuai dengan materi menentukan entalpi reaksi kimia dengan kalorimeter. Saran dari validator adalah petunjuk penggunaan e-LKPD diperbaiki, karena e-LKPD ini yang menggunakan adalah peserta didik jadi bagaimana peserta didik dapat memahami petunjuk penggunaan e-LKPD PjBL-STEM termokimia ini. Menurut Kosasih (2021), bahan ajar harus mampu memberikan pengalaman belajar yang konkret, dan mudah dipahami oleh peserta didik
- 2) Poin 8, perlu adanya perbaikann penyajian asesmen pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM ditampilkan secara berurutan. Menurut Laboy-Rush dalam Wiratman, Bungawati, and Rahmadani (2023), urutan sintak PjBL-STEM adalah *reflection*, *research*, *discovery*, *application*, dan

communication. Oleh karena itu, peneliti melakukan revisi berdasarkan sintak tersebut.

- 3) Poin 9, perlu adanya beberapa perbaikan penampilan materi di e-LKPD. Berdasarkan prinsip koherensi yang dikemukakan Mayer (2021) bahwa peserta didik dapat belajar lebih baik melalui kata-kata, gambar-gambar. Tampilan yang tidak sesuai dapat mengganggu proses penantaan materi, sehingga tujuan pembelajaran menjadi tidak sesuai. Sehingga peneliti mengeliminasi beberapa bagian yang dapat mengganggu tercapainya tujuan pembelajaran.
- 4) Poin 16, produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM yang dikembangkan bermanfaat untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik masih belum terlihat sehingga perlu perbaikan yang disesuaikan dengan sintak PjBL-STEM. Menurut Diana, Yohannes, and Sukma (2021) model PjBL-STEM adalah model yang mengedepankan aktivitas pembelajaran peserta didik dan mampu meningkatkan kreativitas peserta didik karena setiap tahap dalam sintak PjBL-STEM, peserta didik aktif dalam pembelajaran.

. Pada validasi tahap pertama ini, skor yang diperoleh adalah 67 setelah dilakukan revisi diperoleh skor 77 dengan kriteria “sangat layak” untuk validasi kedua. Setelah validasi kedua ini, produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia memenuhi syarat untuk uji coba lapangan.

3. Penilaian Guru

Guru berperan sebagai validasi praktisi untuk mendapatkan masukan terhadap produk dalam perspektif praktis (Rusdi, 2019). Berdasarkan angket penilaian kepada dua guru kimia di MAN 3 Kota Jambi terkait produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia diperoleh skor 74 dan 73 dengan kriteria “sangat layak”. Hasil skor ini menunjukkan bahwa produk ini sangat layak untuk diujicobakan ke peserta didik dalam kelompok kecil dan besar.

4.2.3 Respons Peserta Didik

Implementasi dan evaluasi merupakan penghubung antara perancang desain dan pengguna produk secara langsung. Pada penelitian ini produk diujicobakan pada kelompok kecil dan kelompok besar.

Uji coba kelompok kecil melibatkan 9 orang peserta didik dengan 3 tingkatan kognitif yang berbeda-beda rendah, sedang, dan tinggi. Pemilihan peserta didik pada kelompok kecil adalah rekomendasi dari guru mata pelajaran kimia. Peserta didik pada kelompok kecil ini adalah peserta didik yang telah mempelajari materi termokimia sebelumnya. Pada uji coba ini, hasil skor perolehan dari angket respons peserta didik sebesar 96,22% dengan kriteria “sangat baik” hasil respons peserta didik yang sangat baik ini dapat dilanjutkan untuk ujicoba pada kelompok besar.

Uji coba pada kelompok besar melibatkan 34 orang peserta didik kelas XI F2 MAN 3 Kota Jambi yang belum pernah mempelajari materi termokimia. Produk ini fokus pada penilaian kreativitas peserta didik baik secara kognitif, afektif, maupun psikomotor. Berdasarkan angket respons peserta didik terkait produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia diperoleh skor 89,82% dengan kriteria “sangat baik”. Ini menunjukkan bahwa peserta didik menggunakan produk e-LKPD lebih praktis sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Febrianto dan Kurniawati (2023).

4.2.4 Penilaian Kreativitas

Penelitian ini berfokus pada merancang produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM yang dimanfaatkan untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia. Hal ini dikarenakan kreativitas merupakan salah satu kompetensi yang diperlukan untuk bersaing pada abad 21 karena kreativitas adalah kunci dari pendidikan dalam arti yang paling lengkap dan solusi dari masalah-masalah paling serius umat manusia Dimock (2016). Ada beberapa penilaian yang dilakukan dalam penelitian penggunaan produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia yaitu:

1. Observasi Kreativitas Peserta Didik

Observasi kreativitas ini dilakukan dengan bantuan observer untuk melihat kreativitas peserta didik berdasarkan indikator kreativitas yaitu *fluency*, *flexibility*, *elaboration*, dan *originality* sesuai dengan penelitian yang dilakukan Bozkurt Altan and Tan (2021). Indikator ini digunakan untuk menilai 3 aktivitas peserta

didik yang disesuaikan dengan model PjBL-STEM yang terdapat dalam produk e-LKPD ini. Adapun aktivitas yang dilakukan adalah perancangan kalorimeter (sintak 1, 2, dan 3 pada model PjBL-STEM), pembuatan kalorimeter (sintak 4 model PjBL-STEM), dan uji kalorimeter (sintak 4 dan 5 model PjBL-STEM).

Hasil observasi berdasarkan frekuensi indikator kreativitas peserta didik dalam kelompok maupun antar kelompok. Pada tabel 4.14 skor di setiap kelompok menunjukkan berapa banyak kreativitas yang ditunjukkan oleh peserta didik berdasarkan indikator kreativitas. Seperti yang dijelaskan pada landasan teori bahwa *fluency* mengacu kepada jumlah ide, solusi, atau jawaban yang benar, misalnya pada aktivitas pertama yaitu merancang kalorimeter, peserta didik dalam kelompok 1 memberikan 3 ide dalam pembuatan kalorimeter. *Flexibility* mengacu kepada jumlah kategori ide, solusi, atau jawaban yang benar. Dari 3 ide yang diajukan oleh kelompok 1, ketiganya memiliki kategori yang berbeda-beda. *Originality* mengacu kepada keunikan dari ide, solusi, atau jawaban, dua dari ide kelompok ini tidak diajukan oleh kelompok lain. *Elaboration* mengacu kepada perincian konten ide, solusi, atau jawaban yang benar, dua dari ide ini didefinisikan secara terperinci sehingga mudah dipahami.

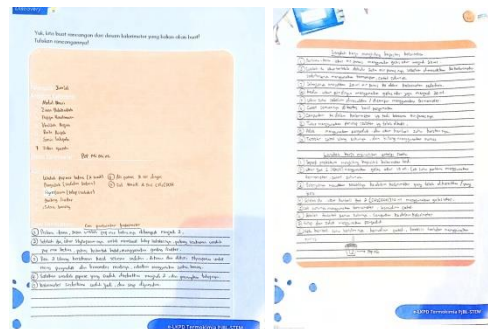
Dibandingkan dengan aktivitas pertama, aktivitas kedua peserta didik memiliki lebih sedikit ide. Begitu juga dengan aktivitas ketiga, karena pada aktivitas ini peserta didik mengujicoba kalorimeter yang mereka buat dengan menggunakan bahan yang tersedia di laboratorium.

Hasil observasi kreativitas ini 3 kelompok dengan kriteria cukup baik sedangkan 2 kelompok dengan kriteria baik. Dari hasil 3 aktivitas untuk menilai indikator kreativitas ditemukan bahwa indikator *fluency* dan *flexibility* serupa satu sama lain dan dominan lebih tinggi daripada indikator yang lain. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Mayasari et al. 2016). Pada indikator kreativitas *originality* memiliki skor rata-rata terendah karena peserta didik diminta untuk mengembangkan banyak solusi ataupun ide yang berbeda. Hasil ini konsisten dengan penelitian yang dikemukakan oleh (Syukri, Halim, and Mohtar 2017). Pada penelitian lain menyatakan bahwa e-LKPD berpengaruh positif terhadap kreativitas peserta didik (Febrianto and Kurniawati (2023) serta penelitian yang dilakukan Ma'sumah and Mitarlis 2021), e-LKPD dapat

membantu dalam pembelajaran kimia. Kreativitas harus difasilitasi dalam pembelajaran karena kreativitas adalah kemampuan seseorang yang dipengaruhi oleh gaya berpikir seseorang (Scratchley et al. 2016). Menumbuhkan kreativitas memberikan ruang bagi peserta didik untuk mengembangkan pemikiran divergen mereka. Sehingga diperlukannya bahan ajar yang mampu memfasilitasi hal tersebut. e-LKPD dengan model PjBL-STEM dapat menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia memberikan hasil yang efisien dan positif sebagai langkah awal untuk mengembangkan pemikiran divergen peserta didik.

2. Observasi Pelaksanaan Proyek

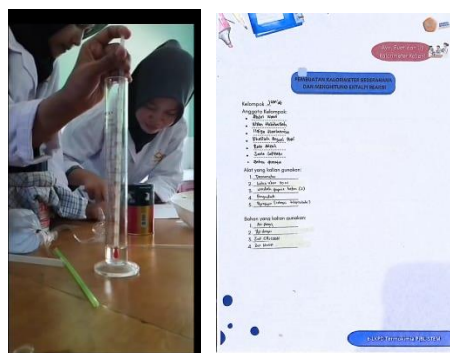
Pada pelaksanaan proyek, yang menjadi pengamatan adalah perencanaan/persiapan, aktivitas pengamatan, pengolahan data, dan pelaporan. Hasil observasi dalam pelaksanaan proyek ini kelompok 4 menunjukkan skor 75 dengan kriteria cukup baik. Kelompok 3 membuat perencanaan yang rinci, aktivitas pengamatan yang baik tetapi pengolahan data bagian penafsiran data belum sesuai serta pada pelaporan untuk kesimpulan dan saran belum jelas.



(i)



(j)



(k)

(l)

Gambar 4. 11 (i) persiapan, (j) aktivitas, (k) pengolahan data, dan (l) pelaporan

Menurut teori belajar Piaget dalam Siew and Ambo (2018) pada pembelajaran peserta didik harus membangun interaksi aktif dengan lingkungan belajar. Pada penggunaan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia ini, peserta didik dibimbing untuk mengalami sendiri pembelajaran termokimia tersebut. Peserta didik diminta untuk mengemukakan setiap ide yang untuk menyelesaikan sebuah permasalahan dalam bentuk proyek mereka sendiri. Itulah hakikat dari model pembelajaran PjBL-STEM, yaitu pembelajaran yang bermakna dan memberikan dampak positif yang akan menjadi bekal peserta didik dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21 (Ayu et al. 2023).

3. Uji efektivitas

Pada tahap ini, peserta didik diberikan soal *pretest* dan *posttest*. Menurut Arikunto (2018) hal ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana peserta didik telah terbentuk setelah menggunakan produk ini. Asesmen yang diberikan adalah dalam bentuk esai yang memberikan kesempatan peserta didik untuk berpikir lebih luas. Asesmen ini mengacu kepada kegiatan yang telah peserta didik lakukan selama pembelajaran yang menggunakan e-LKPD dengan model pembelajaran PjBL-STEM. Hasil tes kognitif kepada 34 peserta didik kelas XI F2 MAN 3 Kota Jambi menunjukkan skor *N-gain* 0,64 dengan kategori “sedang”. Ini menyatakan bahwa terdapat peningkatan pemahaman pada materi termokimia untuk penggunaan produk ini dalam menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia.

Berdasarkan hasil validasi ahli materi, ahli media, penilaian guru, respons peserta didik, dan penelitian yang relevan terkait dengan e-LKPD dengan model pembelajaran PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik, maka dapat disimpulkan bahwa produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM dinyatakan valid, praktis, dan efektif untuk dijadikan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran. e-LKPD ini berpotensi untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik dan menjadikan pembelajaran termokimia lebih bermakna. Berikut adalah tautan dari e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia <https://online.fliphtml5.com/jhehi/wasa/index.html>.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan terkait pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Proses pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia dikembangkan dengan model pengembangan Lee & Owens dengan tahapan: (1) analisis peserta didik tertarik untuk menggunakan e-LKPD dengan model PjBL-STEM pada materi termokimia dengan sub bab kalorimeter; (2) Desain meliputi pembentukan tim pengembang, penentuan jadwal pengembangan, pembuatan *flowchart* dan *storyboard*; (3) Pengembangan meliputi validasi ahli (ahli materi dan media) serta validasi praktisi; Pada tahap pengembangan ini ada beberapa saran yang telah diberikan oleh validator ahli untuk perbaikan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia dengan sub materi kalorimeter sehingga diperoleh e-LKPD yang layak untuk diimplementasikan ke lapangan; (4) Implementasi meliputi uji coba kelompok kecil yang terdiri dari 9 orang peserta didik yang telah mempelajari materi ini serta uji coba kelompok besar yang terdiri dari 34 orang peserta didik yang selanjutnya dilakukan penyebaran angket, *pretest* dan *posttest*, observasi kreativitas dan pelaksanaan proyek; (5) Evaluasi, pada tahap ini evaluasi formatif (selama proses pengembangan) yaitu saran dari validator, serta kelompok kecil, dan uji lapangan). Evaluasi sumatif, terhadap keseluruhan pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM serta efektivitas dari penggunaan produk e-LKPD ini.
2. Hasil pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia efektif digunakan dalam pembelajaran serta dapat menumbuhkan kreativitas peserta

didik. Hal ini diperkuat dengan hasil observasi kreativitas, hasil observasi pelaksanaan proyek, dan nilai *N-gain* yang diperoleh nilai sebesar 0,64 dengan kriteria sedang. Sehingga dapat disimpulkan bahwa e-LKPD dengan model PjBL-STEM ini dinyatakan valid, praktis, dan efektif untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia ini hanya dilakukan pada satu kelas yang bertujuan untuk mengetahui efektivitas produk dalam pembelajaran. Penelitian ini bisa dikembangkan pada sampel yang lebih dari satu kelas uji coba.
2. Penelitian pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia ini dapat menjadi acuan untuk melakukan penelitian dengan materi kimia yang memiliki karakteristik yang sama.
3. Penelitian pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia ini, pada indikator kreativitas untuk *originality* masih memiliki frekuensi yang rendah dibandingkan dengan indikator kreativitas yang lain. Penelitian selanjutnya dapat merancang penelitian untuk meningkatkan indikator tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkautsar, Shifa et al. (2023). "STEM-PjBL Worksheet: Ways to Improve Students' Collaboration, Creativity, and Computational Thinking." *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran dan Pembelajaran* 9(2): 681. [doi:10.33394/jk.v9i2.7587](https://doi.org/10.33394/jk.v9i2.7587).
- Anderson, Edward E., Roman Taraban, and M. P. Sharma. (2005). "Implementing and Assessing Computer-Based Active Learning Materials in Introductory Thermodynamics." *International Journal of Engineering Education* 21(6 PART I): 1168–76.
- Anggraynie, Rosytha Tri, Riskan Qadar, and Zulkarnaen Zulkarnaen. (2023). "The Effect of STEM-PjBL Learning on Temperature and Heat Material on Student Learning Outcomes at SMPN 2 Bontang." *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)* 6(2): 118–26. [doi:10.37891/kpej.v6i2.445](https://doi.org/10.37891/kpej.v6i2.445).
- Arikunto, Suharsimi. (2018). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan Edisi 3*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Aulya, Raisha Amayati, Rayandra Asyhar, and Yusnaidar. (2021). "Pengembangan E-Modul Kimia Berbasis PjBL-STEM Untuk Pembelajaran Daring Siswa SMA Pada Materi Larutan Penyangga." *Journal of the Indonesian Society of Integrated Chemistry* 13(2): 84–91. <https://doi.org/10.22437/jisic.v13i2.14506>.
- Ayu, Hena Dian et al. (2023). "Systematic Literature Review: Project-Based Learning Terintegrasi Dengan STEM." *Wiyata Dharma: Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan* 11(2): 89–106. [doi:10.30738/wd.v11i2.16492](https://doi.org/10.30738/wd.v11i2.16492).

- Azis, Andi Asmawati, Lutfi, and Ismail. (2018). "Pengaruh Project Based Learning Terintegrasi Stem Terhadap Literasi Sains, Kreativitas Dan Hasil Belajar Peserta Didik[The Influence of Stem-Integrated Project-Based Learning on Science Literacy, Creativity and Student Learning Outcomes]." *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya*: 189–94.
- Baran, Medine, Mukadder Baran, Ferit Karakoyun, and Abdulkadir Maskan. (2021). "The Influence of Project-Based STEM (PjBL-STEM) Applications on the Development of 21st-Century Skills." *Journal of Turkish Science Education* 18(4): 798–815. [doi:10.36681/tused.2021.104](https://doi.org/10.36681/tused.2021.104).
- Bozkurt Altan, Esra, and Sema Tan. (2021). "Concepts of Creativity in Design Based Learning in STEM Education." *International Journal of Technology and Design Education* 31(3): 503–29. [doi:10.1007/s10798-020-09569-y](https://doi.org/10.1007/s10798-020-09569-y).
- Cahyadi, Rahmat Arofah Hari. (2019). "Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Addie Model." *Halaqa: Islamic Education Journal* 3(1): 35–42. [doi:10.21070/halaqa.v3i1.2124](https://doi.org/10.21070/halaqa.v3i1.2124).
- Diana, N., Yohannes, and Y. Sukma.(2021). "The Effectiveness of Implementing Project-Based Learning (PjBL) Model in STEM Education: A Literature Review." *Journal of Physics: Conference Series* 1882(1).[doi:10.1088/1742-6596/1882/1/012146](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012146).
- Dimock, Marshall. (2016). "Creativity." *Administrative Leadership in the Public Sector*: 197–205. [doi:10.4324/9781315497976-23](https://doi.org/10.4324/9781315497976-23).
- Ellysia, Angjela, and Dedy Irfan. (2021). "Pengembangan E-Modul Dengan Flip PDF Professional Pada Mata Pelajaran Dasar Listrik Dan Elektronika." *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)* 9(3): 91. [doi:10.24036/voteteknika.v9i3.113525](https://doi.org/10.24036/voteteknika.v9i3.113525).

- Febrianto, Yogi, and Desy Kurniawati. (2023). "Pengembangan E-LKPD Terintegrasi STEM-PjBL Pada Materi Asam Basa Kelas XI SMA Menggunakan Flip PDF Proffesional Software." *Entalpi Pendidikan Kimia*: 31–39. [doi:10.24036/epk.v4i2.314](https://doi.org/10.24036/epk.v4i2.314).
- Hake, Richard R. (1998). "Interactive-Engagement versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses." *American Journal of Physics* 66(1): 64–74. [doi:10.1119/1.18809](https://doi.org/10.1119/1.18809).
- Kemendikbudristek. (2024). *Panduan Pembelajaran dan Asesmen Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah Edisi Revisi Tahun 2024*. Jakarta: Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan (BSKAP)
- Kosasih, E. (2020). *Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Bumi Aksara.
- L.S Vygotsky, and M M Bakhtin. (1978). "Mind in Society The Development." *University of Texas Press Slavic series* 1: 91. <http://books.google.dk/books>
- Lydiati, Ida. (2019). "Peningkatan Kreativitas Peserta Didik Pada Materi Statistika Melalui Model Pembelajaran PjBL-STEM Kelas XII MIPA 6 SMA Negeri 7 Yogyakarta." *Jurnal Ideguru* 4(2): 51–60. <https://jurnal-dikpora.jogjaprovo.go.id/index.php/jurnalideguru/article/view/94>.
- Ma'sumah, Anisatul, and Mitarlis Mitarlis. (2021). "Pengembangan LKPD Berorientasi STEM Dengan Model PjBL Materi Larutan Elektrolit Nonelektrolit Dengan Memanfaatkan Bahan Sekitar." *Jurnal Inovasi Pembelajaran Kimia* 3(1): 22. [doi:10.24114/jipk.v3i1.23222](https://doi.org/10.24114/jipk.v3i1.23222).
- Majid, Abdul. (2017). *Penilaian Autentik Proses dan Hasil Belajar*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.

- Mayasari, Tantri, Asep Kadarohman, Dadi Rusdiana, and Ida Kaniawati. (2016). "Exploration of Student's Creativity by Integrating STEM Knowledge into Creative Products." *AIP Conference Proceedings* 1708(February). doi:10.1063/1.4941191.
- Mayer, Richard E. (2021). "Teoría Cognitiva Del Aprendizaje Multimedia." *El manual de Cambridge de aprendizaje multimedia . 3ª edición* (May): 43–71.
- Muhammad Ilyas Alkayisy, Izzatun Najiha, Ii Rahmanudin. (2023). "Pendidikan Sains Dan Teknologi Berbasis Teori Konektivisme Dalam Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis." *Dar El Ilmi: Jurnal Keagamaan, Pendidikan dan Humaniora* 10(2): 85–102. <http://ejurnal.unisda.ac.id/index.php/dar/article/view/4562/2565>.
- Mukaromah, S. H., and I. U. Wusqo. (2020). "The Influence of PjBL Model with Stem Approach on Global Warming Topic to Students' Creative Thinking and Communication Skills." *Journal of Physics: Conference Series* 1521(4). doi:10.1088/1742-6596/1521/4/042052.
- Ningsih, Ane Fitriya, Firmanul Catur Wibowo, and I Made Astra. (2023). "Pengembangan Lkpd Berbasis Stem-Project Based Learning Pada Materi Induksi Elektromagnetik." XI: 175–80. doi:10.21009/03.1102.pf24.
- Parkhurst, Howard B. (1999). "Creativity as a Construct and the Definition of Creativity as o Construct." *Journal of Creative Behavior* 33(1): 1–21.
- Rusdi, M. (2019). *Penelitian Desain dan Pengembangan Kependidikan: Konsep, Prosedur, dan Sintesis Pengetahuan Baru*. Depok: Rajawali Pers.
- Scratchley, Linda S, A Ralph Hakstian, Linda S Scratchley, and A Ralph Hakstian. (2016). "The Measurement and Prediction of Managerial

Creativity The Measurement and Prediction of Managerial Creativity.” 0419(January). [doi:10.1207/S15326934CRJ1334](https://doi.org/10.1207/S15326934CRJ1334).

Siew, Nyet Moi, and Norjanah Ambo. (2018). “Development and Evaluation of an Integrated Project-Based and Stem Teaching and Learning Module on Enhancing Scientific Creativity among Fifth Graders.” *Journal of Baltic Science Education* 17(6): 1017–33. [doi:10.33225/jbse/18.17.1017](https://doi.org/10.33225/jbse/18.17.1017).

Smaldiono, Sharon E., Lowther, Deborah L., Mims, Clif. (2018). *Instructional technology and media for learning*. USA: Person Education.

Sriwahyuni, Indah, Eko Risdianto, and Henny Johan. (2019). “Pengembangan Bahan Ajar Elektronik Menggunakan Flip Pdf Professional Pada Materi Alat-Alat Optik Di Sma.” *Jurnal Kumparan Fisika* 2(3): 145–52. [doi:10.33369/jkf.2.3.145-152](https://doi.org/10.33369/jkf.2.3.145-152).

Storina, Ratmeli. (2022). “Implementasi Model PJBL-STEM Terhadap Kreativitas Siswa Pada Mata Pelajaran IPA Di SMP Negeri 5 Batam.” *Biodidak* 2(2): 87–93. <https://journal.unrika.ac.id>.

Suzana, Yenny., Jayanto, Imam. (2021). *Teori Belajar dan Pembelajaran*. Batu: Literasi Nusantara. <http://gramediadigital.com>.

Syukri, Muhammad, Lilia Halim, and Lilia Ellany Mohtar. (2017). “Engineering Design Process: Cultivating Creativity Skills through Development of Science Technical Product Muhammad.” *Jurnal Fizik Malaysia* 38(1): 10055–65.

Tamrin, Marwia, St. Fatimah S. Sirate, and Muh. Yusuf. (2011). “Teori Belajar Vygotsky Dalam Pembelajaran Matematika.” *Sigma (Suara Intelektual Gaya Matematika)* 3(1): 40–47.

Tseng, Kuo Hung, Chi Cheng Chang, Shi Jer Lou, and Wen Ping Chen. (2013). "Attitudes towards Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) in a Project-Based Learning (PjBL) Environment." *International Journal of Technology and Design Education* 23(1): 87–102. [doi:10.1007/s10798-011-9160-x](https://doi.org/10.1007/s10798-011-9160-x).

Undang-undang Republik Indonesia No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.

Wallach, Michael A., and E. Paul Torrance. (1968). "Torrance Tests of Creative Thinking: Norms -- Technical Manual." *American Educational Research Journal* 5(2): 272. [doi:10.2307/1161826](https://doi.org/10.2307/1161826).

Wiratman, Arwan, Bungawati Bungawati, and Ervi Rahmadani. (2023). "Project-Based Learning Integrated With Science, Technology, Engineering, and Mathematics (Stem) To the Critical Thinking Skills of Students in Elementary School." *SITTAH: Journal of Primary Education* 4(2): 167–80. [doi:10.30762/sittah.v4i2.1828](https://doi.org/10.30762/sittah.v4i2.1828).

Yulaikah, Indah, Sri Rahayu, and Parlan Parlan. (2022). "Efektivitas Pembelajaran STEM Dengan Model PjBL Terhadap Kreativitas Dan Pemahaman Konsep IPA Siswa Sekolah Dasar." *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan* 7(6): 223. [doi:10.17977/jptpp.v7i6.15275](https://doi.org/10.17977/jptpp.v7i6.15275).

Lampiran 1 Hasil wawancara guru kimia

Lampiran 1. Hasil Wawancara Guru Kimia

1. Apa jenis kurikulum yang diterapkan di MAN 3 Kota Jambi?
Jawaban : Kurikulum yang digunakan di MAN 3 Kota Jambi adalah kurikulum nasional.
2. Apa model pembelajaran yang ibu gunakan dalam pembelajaran kimia terutama dalam materi termokimia?
Jawaban : Model pembelajaran yang digunakan adalah discovery learning.
3. Apa metode pembelajaran yang ibu gunakan dalam pembelajaran dengan materi termokimia?
Jawaban : Metode pembelajaran yang digunakan ceramah, diskusi, dan latihan.
4. Untuk mendukung pembelajaran termokimia, bahan ajar apa yang ibu gunakan?
Jawaban : Bahan ajar yang digunakan adalah LKS dan buku yang ada di perpustakaan.
5. Apakah bahan ajar yang ibu gunakan pernah menggunakan e-LKPD?
Jawaban : Tidak pernah
6. Berapa KKTP (Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran) di kelas XI?
Jawaban : KKTP untuk kimia di Fase F kelas XI adalah 78
7. Apakah ibu mengetahui model pembelajaran PjBL-STEM?
Jawaban : Belum, yang saya ketahui PjBL saja
8. Berapa persen ketuntasan peserta didik dalam pembelajaran termokimia?
Jawaban : Ketuntasan klasikalnya kurang dari 60%.
9. Apa saja teknologi yang disediakan madrasah untuk mendukung proses pembelajaran?
Jawaban : Komputer, LCD Proyektor dan jaringan internet.
10. Apakah peserta didik diizinkan menggunakan laptop/komputer/gawai dalam proses pembelajaran?
Jawaban : Jika dibutuhkan dalam proses pembelajaran maka diperbolehkan.
11. Bagaimana gaya belajar peserta didik MAN 3 Kota Jambi?
Jawaban : Berdasarkan asesmen awal, peserta didik banyak memiliki gaya belajar kinestetik.
12. Bagaimana minat belajar peserta didik dalam pembelajaran termokimia?
Jawaban : Peserta didik memiliki minat belajar yang sedang karena peserta didik menganggap bahwa kimia pelajaran yang sulit.
13. Bagaimana kreativitas peserta didik pada materi termokimia di MAN 3 Kota Jambi?
Jawaban : untuk kreativitas peserta didik tidak pernah saya uji.
14. Bagaimana tanggapan ibu jika dalam pembelajaran termokimia digunakan bahan ajar e-LKPD berbasis PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik?
Jawaban : sangat bagus karena diharapkan dalam meningkatkan minat belajar dan menumbuhkan kreativitas peserta didik dalam pembelajaran termokimia.

Jambi, 2024
Guru Mata Pelajaran


Des Reni

Lampiran 2 Hasil angket analisis peserta didik

No	Pertanyaan	Jumlah	Persentase (%)
1	Saya lebih menyukai penyampaian pembelajaran termokimia dengan mendengarkan materi dari guru. ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	5 12 19 0 1	13,9 33,3 52,8 0 2,8
2	Saya lebih menyukai penyampaian pembelajaran termokimia dengan praktik atau membuat proyek. ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	21 16 1 0 0	58,3 14,4 1 0 0
3	Saya lebih menyukai materi kimia terutama materi termokimia. ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	6 11 21 0 0	16,7 30,6 58,3 0 0
4	Pembelajaran kimia pada materi termokimia merupakan pembelajaran yang menyenangkan. ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	3 9 24 0 0	8,3 25 66,7 0 0
5	Saya memperhatikan guru saat menjelaskan materi termokimia. ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	2 17 19 0 0	5,6 47,2 52,8 0 0
6	Jika mengalami kesulitan dalam pembelajaran termokimia, saya mengajukan pertanyaan kepada guru ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	5 13 19 0 0	13,9 36,1 52,8 0 0
7	Saya belajar kimia dengan mandiri di rumah ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju	1 3 18 14	2,8 8,3 50 38,9

	☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	1	2,8
8	Saya belajar kimia karena kemauan sendiri ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	5 9 22 1 1	13,9 25 61,1 2,8 2,8
9	Saya mempelajari terlebih dahulu materi termokimia sebelum guru menyampaikannya di kelas ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	0 6 16 15 0	0 16,7 44,4 41,7 0
10	Saya yakin dapat menguasai materi termokimia walaupun dianggap sulit ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	2 4 4 26 0	5,6 11,1 11,1 72,2 0
11	Saya memiliki target dalam pembelajaran termokimia ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	1 6 10 21 0	2,8 16,7 27,8 58,3 0
12	Saya bersemangat untuk mempelajari materi termokimia ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	4 10 23 1 0	11,1 27,8 63,9 2,8 0
13	Saya memiliki gawai <i>android</i> ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	17 19 0 1 0	47,2 52,8 0 2,8 0
14	Saya sering menggunakan gawai <i>android</i> untuk mengerjakan tugas sekolah ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju Sangat tidak setuju	17 14 4 1 0	47,2 38,9 11,1 2,8 0
15	Saya menggunakan gawai <i>android</i> untuk waktu yang lama ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju	8 10 18	22,2 27,8 50

	☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	1 0	2,8 0
16	Saya pernah mempelajari materi termokimia melalui aplikasi pada gawai <i>android</i> ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	7 19 9 2 1	19,4 52,8 25 5,6 2,8
17	Saya tertarik mempelajari materi termokimia melalui aplikasi pada gawai <i>android</i> ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	8 22 7 0 0	22,2 61,1 19,4 0 0
18	Saya tertarik jika diadakan penelitian e-LKPD (lembar kerja peserta didik elektronik) pada materi termokimia berbentuk aplikasi pada gawai android sehingga dapat digunakan dimanapun. ☐ Sangat setuju ☐ Setuju ☐ Kurang setuju ☐ Tidak setuju ☐ Sangat tidak setuju	19 17 1 0 0	52,8 47,2 2,8 0 0

Lampiran 3 Hasil validasi ahli materi tahap pertama

LEMBAR VALIDASI MATERI UNTUK e-LKPD DENGAN MODEL PjBL-STEM UNTUK MENUMBUHKAN KREATIVITAS PESERTA DIDIK PADA MATERI TERMOKIMIA

Materi Pelajaran : Termokimia
 Kelas : XI MA
 Judul Penelitian : Pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan
 Kreativitas peserta didik pada materi termokimia.
 Peneliti : Halimatussa'diyah
 Validator :
 NIP :
 Hari/Tanggal :

I. Tujuan

Instrumen ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang kevalidan materi yang dirancang pada pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia.

II. Petunjuk Penilaian

- Mohon kesediaannya Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap draf e-LKPD dengan meliputi aspek-aspek yang diberikan.
- Mohon diberikan tanda centang (✓) pada kolom yang dianggap sesuai.
- Adapun keterangan pilihan jawaban sebagai berikut:
 1 = sangat tidak baik
 2 = tidak baik
 3 = kurang baik
 4 = baik
 5 = sangat baik

III. Penilaian

No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
1.	Kesesuaian tujuan pembelajaran dengan capaian pembelajaran dalam e-LKPD pada materi termokimia.			✓		
	Komentar dan Saran: <i>Sesuai capaian pembelajaran, logis dan akurat tujuan pembelajaran</i>					
2.	Kesesuaian urutan materi termokimia yang disajikan dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM.			✓		
	Komentar dan Saran: <i>Sesuai TP & ATP dengan materi</i>					
3.	Kesesuaian materi yang disajikan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM dengan sub materi serta membuat konsep yang benar dan akurat					✓
	Komentar dan Saran:					

No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
	Sudah Sesuai					
4.	Kesesuaian istilah-istilah yang disajikan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM dengan materi termokimia			✓		
	Komentar dan Saran: Perbaiki beberapa istilah					
5.	Notasi dan simbol kimia yang disajikan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM benar dan akurat sesuai dengan bidang ilmu kimia					✓
	Komentar dan Saran: Sudah Sesuai					
6.	Materi yang disajikan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM sesuai dengan sintak model pembelajaran PjBL-STEM.					✓
	Komentar dan Saran: Sudah Sesuai					
7.	Gambar, ilustrasi, maupun video dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM yang dikembangkan mampu memvisualisasikan konsep dan pemahaman terhadap materi termokimia.					✓
	Komentar dan Saran: Sudah Sesuai					
8.	Kesesuaian antara asesmen yang diberikan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM dengan tujuan pembelajaran			✓		
	Komentar dan Saran: Perbaiki beberapa dengan sintak PjBL-STEM.					
9.	Konstruksi bahan ajar pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM telah memenuhi CP, TP, ATP, materi, contoh soal asesmen, dan pedoman			✓		

No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
	penskoran					
	Komentar dan Saran: <i>Perbaiki dan sesuaikan dengan sintaks PjBl-STEM.</i>					
10.	Kesesuaian tingkat pendalaman penjabaran materi yang disajikan pada e-LKPD dengan model PjBl-STEM					✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Benar</i>					
11.	Pada e-LKPD dengan model PjBl-STEM terdapat pengaitan materi termokimia dengan kehidupan sehari-hari.					✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Sesuai</i>					
12.	Kesesuaian kegiatan dan asesmen pada e-LKPD dengan model PjBl-STEM dalam memahami konsep materi termokimia			✓		
	Komentar dan Saran: <i>Sesuai dengan Konsep PjBl-STEM.</i>					
13.	Bahasa yang digunakan dalam e-LKPD dengan model PjBl-STEM sesuai dengan Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia					✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Sesuai</i>					
14.	Bahasa yang digunakan dalam e-LKPD dengan model PjBl-STEM komunikatif sehingga mudah dipahami oleh peserta didik					✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Benar</i>					

No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
15.	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM tidak menggunakan kalimat dengan penafsiran ganda (ambigu)					✓
Komentar dan Saran: <i>Gidak benar</i>						
16.	Produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM yang dikembangkan bermanfaat untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik.			✓		
Komentar dan Saran: <i>Perbaiki sesuai dengan konsep PjBl-STEM.</i>						

IV. Komentar secara keseluruhan

Perbaiki sesuai dengan revisi

V. Kesimpulan Hasil Penilaian

Secara umum penyajian materi pada pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia ini:

- ☐ Layak digunakan tanpa revisi
☒ Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
☐ Tidak Layak digunakan

(Mohon untuk memberi tanda centang (✓) sesuai dengan kesimpulan yang Bapak/Ibu berikan)

Jambi, 2025
Validator

[Signature]

Lampiran 4 Hasil validasi ahli materi tahap kedua

**LEMBAR VALIDASI MATERI UNTUK e-LKPD DENGAN MODEL PjBL-STEM
UNTUK MENUMBUHKAN KREATIVITAS PESERTA DIDIK PADA MATERI
TERMOKIMIA**

Materi Pelajaran : Termokimia
Kelas : XI MA
Judul Penelitian : Pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan Kreativitas peserta didik pada materi termokimia.
Peneliti : Halimatussa'diyah
Validator :
NIP :
Hari/Tanggal :

I. Tujuan

Instrumen ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang kevalidan materi yang dirancang pada pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia.

II. Petunjuk Penilaian

1. Mohon kesediaannya Bapak/Tbu untuk memberikan penilaian terhadap draf e-LKPD dengan meliputi aspek-aspek yang diberikan.
2. Mohon diberikan tanda centang (✓) pada kolom yang dianggap sesuai.
3. Adapun keterangan pilihan jawaban sebagai berikut:
 - 1 = sangat tidak baik
 - 2 = tidak baik
 - 3 = kurang baik
 - 4 = baik
 - 5 = sangat baik

III. Penilaian

Kemampuan		Skor Penilaian				
No	Aspek yang dinilai	1	2	3	4	5
1.	Kesesuaian tujuan pembelajaran dengan capaian pembelajaran dalam e-LKPD pada materi termokimia.					✓
Komentar dan Saran: <i>Sudah Sesuai</i>						
2.	Kesesuaian urutan materi termokimia yang disajikan dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM.					✓
Komentar dan Saran: <i>Sudah Sesuai</i>						
3.	Kesesuaian materi yang disajikan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM dengan sub materi serta membuat konsep yang benar dan akurat					✓
Komentar dan Saran:						

No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
	<i>Gudah Sena</i>					
4.	Kesesuaian istilah-istilah yang disajikan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM dengan materi termokimia				✓	
	Komentar dan Saran: <i>Gudah Sena</i>					
5.	Notasi dan simbol kimia yang disajikan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM benar dan akurat sesuai dengan bidang ilmu kimia					✓
	Komentar dan Saran: <i>Gudah Sena</i>					
6.	Materi yang disajikan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM sesuai dengan sintak model pembelajaran PjBL-STEM.					✓
	Komentar dan Saran: <i>Gudah Sena</i>					
7.	Gambar, ilustrasi, maupun video dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM yang dikembangkan mampu memvisualisasikan konsep dan pemahaman terhadap materi termokimia.					✓
	Komentar dan Saran: <i>Gudah Sena</i>					
8.	Kesesuaian antara asesmen yang diberikan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM dengan tujuan pembelajaran				✓	
	Komentar dan Saran: <i>Gudah Sena</i>					
9.	Konstruksi bahan ajar pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM telah memenuhi CP, TP, ATP, materi, contoh soal asesmen, dan pedoman					✓

No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
	penskoran					
	Komentar dan Saran: Sudah benar.					
10.	Kesesuaian tingkat pendalaman penjabaran materi yang disajikan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM					✓
	Komentar dan Saran: Sudah benar.					
11.	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM terdapat pengaitan materi termokimia dengan kehidupan sehari-hari.					✓
	Komentar dan Saran: Sudah benar.					
12.	Kesesuaian kegiatan dan asesmen pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM dalam memahami konsep materi termokimia				✓	
	Komentar dan Saran: Sudah benar.					
13.	Bahasa yang digunakan dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM sesuai dengan Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia					✓
	Komentar dan Saran: Sudah benar.					
14.	Bahasa yang digunakan dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM komunikatif sehingga mudah dipahami oleh peserta didik					✓
	Komentar dan Saran: Sudah benar.					

Lampiran 5 Hasil validasi ahli media tahap pertama

Lampiran 4. Angket Validasi Ahli Media

LEMBAR VALIDASI MEDIA UNTUK e-LKPD DENGAN MODEL PjBL-STEM UNTUK MENUMBUHKAN KREATIVITAS PESERTA DIDIK PADA MATERI TERMOKIMIA

Materi Pelajaran : Termokimia
 Kelas : XI MA
 Judul Penelitian : Pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia.
 Peneliti : Halimatussa'diyah
 Validator :
 NIP :
 Hari/Tanggal :

I. Tujuan

Instrumen ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang kevalidan desain media yang dirancang pada pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia.

II. Petunjuk Penilaian

4. Mohon kesediaannya Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap draf e-LKPD dengan meliputi aspek-aspek yang diberikan.
5. Mohon diberikan tanda centang (✓) pada kolom yang dianggap sesuai.
6. Adapun keterangan pilihan jawaban sebagai berikut:
 1 = sangat tidak baik
 2 = tidak baik
 3 = kurang baik
 4 = baik
 5 = sangat baik

III. Penilaian

No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
1.	Kesesuaian informasi (video, kata-kata, dan gambar) yang ditampilkan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM sesuai dengan materi termokimia.		✓			
Komentar dan Saran: <i>Penggunaan gambar diperbaiki.</i>						
2.	Kesesuaian informasi yang penting dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM diberikan <i>bold</i> atau cetak miring dengan fungsinya.					✓
Komentar dan Saran: <i>Sudah Sama.</i>						
3.	Gambar dan video yang ditampilkan pada e-					

No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
	LKPD dengan model PjBL-STEM tidak menimbulkan redundansi yang menyebabkan ketidaknyamanan pengguna					✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Sesuai</i>					
4.	Penyajian kata-kata dan gambar pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM yang sesuai ditempatkan saling berdekatan dan jelas dalam artian tidak saling berjauhan dalam beberapa halaman					✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Sesuai</i>					
5.	Model dan ukuran huruf yang disajikan di e-LKPD dengan model PjBL-STEM pada setiap teks sesuai dengan tata letak tampilan halaman.					✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Sesuai</i>					
6.	Penyajian materi dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM secara bersamaan atau tidak terpisah.			✓		
	Komentar dan Saran: <i>Perlu diperbaiki</i>					
7.	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM terdapat penyajian informasi awal mengenai materi termokimia yang diajarkan untuk memantik pengetahuan awal pengguna.					✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Sesuai</i>					
8.	Penyajian asesmen pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM ditampilkan secara berurutan.		✓			
	Komentar dan Saran:					

No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
	Perlu diperbaiki bahan dan PjBL-STEM					
9.	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM penyajian materi dilakukan dengan cara yang beragam.		✓			
	Komentar dan Saran: Ditambah beberapa bagian penyimpulan materi					
10.	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM penyajian audio dan video yang disajikan secara bersamaan.					✓
	Komentar dan Saran: Sudah benar					
11.	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM kalimat yang digunakan mudah dipahami (komunikatif).					✓
	Komentar dan Saran: Sudah benar					
12.	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM penyajian narasi pada video ditampilkan secara jelas dan memudahkan pengguna					✓
	Komentar dan Saran: Sudah benar					
13.	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM penyajian kata, gambar, dan video dapat berfungsi dengan baik					✓
	Komentar dan Saran: Sudah benar					
14.	Penyajian gambar dan video pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM memudahkan pengguna dalam memperoleh informasi.					

No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Sama.</i>					
15.	Produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM praktis dan efisien digunakan oleh pengguna.					✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Sama.</i>					
16.	Produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM yang dikembangkan bermanfaat untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik.			✓		
	Komentar dan Saran: <i>Portak. Sama dg Pjbl-STEM</i>					

IV. Komentar secara keseluruhan

Portak. Sama dengan saran.

V. Kesimpulan Hasil Penilaian

Secara umum media pembelajaran pada pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia ini:

- ☐ Layak digunakan tanpa revisi
☒ Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
☐ Tidak Layak digunakan

(Mohon untuk memberi tanda centang (✓) sesuai dengan kesimpulan yang Bapak/Ibu berikan)

Jambi, 2025
Validator



Lampiran 6 Hasil validasi ahli media tahap kedua

Lampiran 4. Angket Validasi Ahli Media LEMBAR VALIDASI MEDIA UNTUK e-LKPD DENGAN MODEL PjBL-STEM UNTUK MENUMBUHKAN KREATIVITAS PESERTA DIDIK PADA MATERI TERMOKIMIA

Materi Pelajaran : Termokimia
Kelas : XI MA
Judul Penelitian : Pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia.
Peneliti : Halimatussa'diyah
Validator :
NIP :
Hari/Tanggal :

I. Tujuan

Instrumen ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang kevalidan desain media yang dirancang pada pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia.

II. Petunjuk Penilaian

4. Mohon kesediaannya Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap draf e-LKPD dengan meliputi aspek-aspek yang diberikan.
5. Mohon diberikan tanda centang (✓) pada kolom yang dianggap sesuai.
6. Adapun keterangan pilihan jawaban sebagai berikut:
1 = sangat tidak baik
2 = tidak baik
3 = kurang baik
4 = baik
5 = sangat baik

III. Penilaian

No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
1.	Kesesuaian informasi (video, kata-kata, dan gambar) yang ditampilkan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM sesuai dengan materi termokimia.					✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Sama</i>					
2.	Kesesuaian informasi yang penting dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM diberikan <i>bold</i> atau cetak miring dengan fungsinya.					✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Sama</i>					
3.	Gambar dan video yang ditampilkan pada e-					

No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
	LKPD dengan model PjBL-STEM tidak menimbulkan redundansi yang menyebabkan ketidaknyamanan pengguna					✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Lgsa.</i>					
4.	Penyajian kata-kata dan gambar pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM yang sesuai ditempatkan saling berdekatan dan jelas dalam artian tidak saling berjauhan dalam beberapa halaman					✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Selesai.</i>					
5.	Model dan ukuran huruf yang disajikan di e-LKPD dengan model PjBL-STEM pada setiap teks sesuai dengan tata letak tampilan halaman.					✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Selesai.</i>					
6.	Penyajian materi dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM secara bersamaan atau tidak terpisah.				✓	✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Lgsa.</i>					
7.	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM terdapat penyajian informasi awal mengenai materi termokimia yang diajarkan untuk memantik pengetahuan awal pengguna..					✓ ✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Selesai.</i>					
8.	Peyajian asesmen pada e-LKPD dcngan model PjBL-STEM ditampilkan secara berurutan.				✓	
	Komentar dan Saran:					

No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
	<i>Sudah Selesai</i>					
9.	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM penyajian materi dilakukan dengan cara yang beragam.				✓	
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Selesai</i>					
10.	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM penyajian audio dan video yang disajikan secara bersamaan.					✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Selesai</i>					
11.	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM kalimat yang digunakan mudah dipahami (komunikatif).					✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Selesai</i>					
12.	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM penyajian narasi pada video ditampilkan secara jelas dan memudahkan pengguna					✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Selesai</i>					
13.	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM penyajian kata, gambar, dan video dapat berfungsi dengan baik					✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Selesai</i>					
14.	Penyajian gambar dan video pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM memudahkan pengguna dalam memperoleh informasi.					✓

No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
	Komentar dan Saran: <i>Sudah benar</i>					
15.	Produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM praktis dan efisien digunakan oleh pengguna.					✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah benar</i>					
16.	Produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM yang dikembangkan bermanfaat untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik.					✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah benar</i>					

IV. Komentar secara keseluruhan

siap lanjut ke uji lapangan

V. Kesimpulan Hasil Penilaian

Secara umum media pembelajaran pada pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik pada materi termokimia ini:

- ☒ Layak digunakan tanpa revisi
☐ Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
☐ Tidak Layak digunakan

(Mohon untuk memberi tanda centang (✓) sesuai dengan kesimpulan yang Bapak/Ibu berikan)

Jambi, 2025
Validator



Lampiran 7 Hasil penilaian guru pertama

INSTRUMEN TANGGAPAN DAN PENILAIAN GURU PENELITIAN E-LKPD DENGAN MODEL PjBL-STEM UNTUK MENUMBUHKAN KREATIVITAS PESERTA DIDIK PADA MATERI TERMOKIMIA

Petunjuk :

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh guru bidang studi
2. Evaluasi ini bertujuan untuk menindaklanjuti dari bahan ajar yang dibuat.
3. Pada angket ini terdapat 15 pertanyaan yang harus dijawab.
4. Berilah tanda centang (✓) pada kolom yang disediakan.

Keterangan:

- 1 = Sangat Tidak Baik
- 2 = Tidak Baik
- 3 = Sedang
- 4 = Baik
- 5 = Sangat Baik

Nama Guru : Desi Nur
NIP :
Sekolah : MAN 3 Kota Jambi

No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
1.	Kesesuaian materi yang ditampilkan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM sesuai dengan materi termokimia.					✓
	Komentar dan Saran: Sesuai					
2.	Kesesuaian informasi awal dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM dengan materi termokimia.				✓	
	Komentar dan Saran: Sesuai					
3.	Kesesuaian sintak model pembelajaran PjBL-STEM dengan materi termokimia pada tampilan e-LKPD dengan model PjBL-STEM.				✓	
	Komentar dan Saran: Sesuai					
4.	Penyajian materi yang disajikan dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM telah sesuai dengan sub materi serta membuat konsep yang benar.					✓
	Komentar dan Saran: Sesuai					

No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
5.	Kesesuaian antara asesmen yang terdapat dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM dengan tujuan pembelajaran.					✓
	Komentar dan Saran: Sesuai					
6.	Kesesuaian tugas proyek yang diberikan dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM dengan konsep materi yang disampaikan.				✓	
	Komentar dan Saran: Sesuai					
7.	Kesesuaian urutan materi yang ditampilkan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM.				✓	
	Komentar dan Saran: Sesuai					
8.	Ketepatan informasi (gambar dan video) yang disajikan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM.					✓
	Komentar dan Saran: Sesuai					
9.	Kata-kata yang digunakan dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM menggunakan kata-kata yang komunikatif.					✓
	Komentar dan Saran: Sesuai					
10.	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM penyajian gambar dan video tidak berlebihan sehingga tidak mengalihkan perhatian pengguna.				✓	
	Komentar dan Saran: Sesuai					

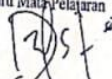
No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
11.	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM, kata-kata dan gambar yang berkaitan disajikan ditempatkan saling berdekatan.				✓	
Komentar dan Saran:		sesuai				
12.	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM terdapat tampilan gambar dan video.					✓
Komentar dan Saran:		sesuai				
13.	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM penyajian ukuran video dan gambar sesuai dan terlihat jelas oleh pengguna.					✓
Komentar dan Saran:		sesuai				
14.	Bahasa yang digunakan dalam penyajian e-LKPD dengan model PjBL-STEM telah sesuai dengan Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI).					✓
Komentar dan Saran:		sesuai				
15.	Bahasa yang digunakan dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM menggunakan bahasa komunikatif sehingga mudah dipahami oleh pengguna.					✓
Komentar dan Saran:		sesuai				
16.	Produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM yang dikembangkan bermanfaat untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik.					✓
Komentar dan Saran:		sesuai				

No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5

Komentar keseluruhan dan saran terhadap e-LKPD ini, yaitu:

e-LKPD layak digunakan oleh peserta didik

Jambi, 2025
Guru Mata Pelajaran


Deis Reni

Lampiran 8 Hasil penilaian guru kedua

INSTRUMEN TANGGAPAN DAN PENILAIAN GURU PENELITIAN E-LKPD DENGAN MODEL PjBL-STEM UNTUK MENUMBUHKAN KREATIVITAS PESERTA DIDIK PADA MATERI TERMOKIMIA

Petunjuk :

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh guru bidang studi
2. Evaluasi ini bertujuan untuk menindaklanjuti dari bahan ajar yang dibuat.
3. Pada angket ini terdapat 15 pertanyaan yang harus dijawab.
4. Berilah tanda centang (✓) pada kolom yang disediakan.

Keterangan:

- 1 = Sangat Tidak Baik
- 2 = Tidak Baik
- 3 = Sedang
- 4 = Baik
- 5 = Sangat Baik

Nama Guru : *K. M. S. P.*
NIP :
Sekolah : MAN 3 Kota Jambi

No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
1.	Kesesuaian materi yang ditampilkan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM sesuai dengan materi termokimia.					✓
Komentar dan Saran: <i>Sudah sesuai</i>						
2.	Kesesuaian informasi awal dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM dengan materi termokimia.					✓
Komentar dan Saran: <i>Sudah sesuai</i>						
3.	Kesesuaian sintak model pembelajaran PjBL-STEM dengan materi termokimia pada tampilan e-LKPD dengan model PjBL-STEM.				✓	
Komentar dan Saran: <i>Sudah Sesuai</i>						
4.	Penyajian materi yang disajikan dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM telah sesuai dengan sub materi serta membuat konsep yang benar.					✓

No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Sesuai</i>					
5.	Kesesuaian antara asesmen yang terdapat dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM dengan tujuan pembelajaran.					✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Sesuai</i>					
6.	Kesesuaian tugas proyek yang diberikan dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM dengan konsep materi yang disampaikan.				✓	
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Sesuai</i>					
7.	Kesesuaian urutan materi yang ditampilkan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM.				✓	
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Sesuai</i>					
8.	Ketepatan informasi (gambar dan video) yang disajikan pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM.					✓
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Sesuai</i>					
9.	Kata-kata yang digunakan dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM menggunakan kata-kata yang komunikatif.				✓	
	Komentar dan Saran: <i>Sudah Sesuai</i>					
10.	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM penyajian gambar dan video tidak berlebihan				✓	

No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
	sehingga tidak mengalihkan perhatian pengguna.					
	Komentar dan Saran: Sudah Sesuai					
11.	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM, kata-kata dan gambar yang berkaitan disajikan ditempatkan saling berdekatan.				✓	
	Komentar dan Saran: Sudah Sesuai					
12.	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM terdapat tampilan gambar dan video.				✓	
	Komentar dan Saran: Sudah Sesuai					
13.	Pada e-LKPD dengan model PjBL-STEM penyajian ukuran video dan gambar sesuai dan terlihat jelas oleh pengguna.					✓
	Komentar dan Saran: Sudah Sesuai					
14.	Bahasa yang digunakan dalam penyajian e-LKPD dengan model PjBL-STEM telah sesuai dengan Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI).					✓
	Komentar dan Saran: Sudah Sesuai					
15.	Bahasa yang digunakan dalam e-LKPD dengan model PjBL-STEM menggunakan bahasa komunikatif sehingga mudah dipahami oleh pengguna.					✓
	Komentar dan Saran: Sudah Sesuai					

No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
16.	Produk e-LKPD dengan model PjBL-STEM yang dikembangkan bermanfaat untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik.					✓
Komentar dan Saran:						
Sudah sesuai						

Komentar keseluruhan dan saran terhadap e-LKPD ini, yaitu:

...
 ...
 ...
 ...

Jambi, 2025
 Guru Mata Pelajaran



Lampiran 9 Respons peserta didik

**INSTRUMEN TANGGAPAN DAN RESPONS PESERTA DIDIK
PENGEMBANGAN E-LKPD DENGAN MODEL PjBL-STEM UNTUK MENUMBUHKAN
KREATIVITAS PESERTA DIDIK PADA MATERI TERMOKIMIA**

Nama Produk : e-LKPD
Pengembang : Halimatussa' diyah
Materi : Termokimia
Sasaran : Peserta didik MAN 3 Kota Jambi
Nama Peserta Didik : Rizky 205919

Petunjuk :

1. Lembar sngket ini diisi oleh peserta didik.
2. Angket ini bertujuan untuk menindaklanjuti dari bahan ajar yang dibuat.
3. Pada angket ini terdapat 10 pertanyaan yang harus dijawab.
4. Berilah tanda centang (✓) pada kolom yang disediakan.

Keterangan:

- 1 = Sangat Tidak Baik
- 2 = Tidak Baik
- 3 = Sedang
- 4 = Baik
- 5 = Sangat Baik

Uraian Pertanyaan

No	Pertanyaan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Menarik seluruh tampilan dalam e-LKPD yang disajikan membuat saya tertarik mengikuti pelajaran kimia.					✓
2	Kombinasi tulisan, animasi, dan <i>background</i> yang ditampilkan dalam e-LKPD sudah baik.				✓	
3	Kesesuaian gambar dan video dengan materi yang ditampilkan dalam e-LKPD sudah baik.					✓
4	Materi yang disajikan dalam e-LKPD mudah dipahami oleh saya.					✓
5	Asesmen yang disajikan dalam e-LKPD sesuai dengan materi termokimia sub bab kalorimeter.					✓
6	Asesmen yang disajikan dalam e-LKPD dapat membantu saya memahami materi termokimia sub bab kalorimeter.				✓	
7	Produk e-LKPD yang disajikan memacu untuk menumbuhkan kreativitas saya dalam pembelajaran termokimia sub bab kalorimeter.					✓
8	Bahasa yang digunakan dalam e-LKPD sudah jelas dan mudah dipahami oleh saya.					✓
9	Saya mudah dalam menggunakan dan mengakses e-LKPD ini.				✓	
10	Saya mudah dalam memahami gambar dan video dalam e-LKPD yang disajikan.					✓

Jambi, 2025
Peserta didik



Rizky 205919

Lampiran 10 Hasil observasi penilaian kreativitas

LEMBAR OBSERVASI PENILAIAN KREATIVITAS

PENGEMBANGAN E-LKPD DENGAN MODEL PjBL-STEM UNTUK MENUMBUHKAN KREATIVITAS PESERTA DIDIK PADA MATERI TERMOKIMIA

Nama Produk : e-LKPD
 Pengembang : Halimatulsa'diyah
 Materi : Termokimia
 Sasaran : Peserta didik MAN 3 Kota Jambi
 Kelompok :
 Anggota Kelompok :
 1. Adela Nani
 2. Eriwan Fegatelli
 3. Elanga Halimuz
 4. Melaklynn Agn-Ph
 5. Nur Hafid
 6. Samiz Latip
 7. Zahar Queta

Aktivitas	Indikator Kreativitas	Indikator Penilaian	Skor
Perancangan Kalorimeter	Fluency	Peserta didik menyarankan empat solusi berbeda. Untuk setiap solusi, peserta didik menerima 1 poin.	3
	Flexibility	Untuk setiap solusi yang berbeda, peserta didik menerima 1 poin.	3
	Elaboration	Peserta didik dapat menjelaskan semua solusinya secara terperinci. Untuk setiap solusi yang diuraikan, peserta didik menerima 1 poin	2
	Originality	Untuk setiap ide orisinal, peserta didik menerima 1 poin.	3
Pembuatan Kalorimeter	Fluency	Peserta didik menyarankan empat solusi berbeda. Untuk setiap solusi, peserta didik menerima 1 poin.	3
	Flexibility	Untuk setiap solusi yang berbeda, peserta didik menerima 1 poin.	3
	Elaboration	Peserta didik dapat menjelaskan semua solusinya secara terperinci. Untuk setiap solusi yang diuraikan, peserta didik menerima 1 poin	3

	<i>Originality</i>	Untuk setiap ide orisinal, peserta didik menerima 1 poin.	2
Uji Coba Kalorimeter	<i>Fluency</i>	Peserta didik menyarankan empat solusi berbeda. Untuk setiap solusi, peserta didik menerima 1 poin.	3
	<i>Flexibility</i>	Untuk setiap solusi yang berbeda, peserta didik menerima 1 poin.	2
	<i>Elaboration</i>	Peserta didik dapat menjelaskan semua solusinya secara terperinci. Untuk setiap solusi yang diuraikan, peserta didik menerima 1 poin	2
	<i>Originality</i>	Untuk setiap ide orisinal, peserta didik menerima 1 poin.	2

Jambi,
Observer

2025



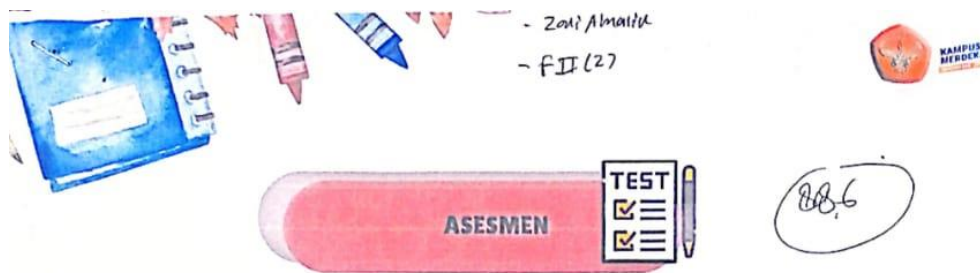
Lampiran 11 Hasil observasi penilaian pelaksanaan proyek

PENGEMBANGAN E-LKPD DENGAN MODEL PjBL-STEM UNTUK MENUMBUHKAN KREATIVITAS PESERTA DIDIK PADA MATERI TERMOKIMIA

Nama Produk : e-LKPD
 Pengembangan : Halimatul Azzahra
 Materi : Termokimia
 Sasaran : Peserta didik MAN 3 Kota Jambi
 Kelompok : Ij
 Anggota Kelompok :
 1. Joko Eli Gusman
 2. Muhammad Azzahra
 3. Fadhil al-Nugra
 4. Rizki Pratomo Nugra
 5. Elva Putri
 6. Rizki Pratomo
 7. Nurul Azzahra

No.	Aspek yang dinilai	Indikator Penilaian	Skor per kelompok		
			1	2	3
1.	Perencanaan/Persiapan	Rumusan topik			✓
		Tujuan proyek			
		Mencantumkan alat dan bahan			
		Mencantumkan prosedur kerja			
2.	Aktivitas Pengamatan	Mencantumkan data yang dikumpulkan			✓
		Mencantumkan sumber data			
		Penggunaan instrumen percobaan			
3.	Pengolahan data	Pembuatan tabulasi data		✓	
		Penyajian data			

Lampiran 12 Hasil asesmen peserta didik



Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan benar di kertas yang telah disediakan!

1. Terdapat tiga buah gambar alat yang akan digunakan untuk pembuatan kalorimeter sederhana. Menurut anda manakah dari ketiga gambar tersebut yang menghasilkan kalorimeter yang baik? Jelaskan!



Gambar 1



Gambar 2



Gambar 3

Jawab: gambar 3, karena ^{styrofoam} ~~plastik~~ merupakan isolator panas sehingga akan menjaga suhu didalam dengan lebih ~~lama~~ lama.

2. Perhatikan daftar alat di bawah ini!

- Kayu
- Styrofoam -> 3
- Gelas Kaca -> 2
- Batang Kayu
- Batang kawat -> 6
- Plastik -> 4
- Kaleng -> 1
- Pipet plastik -> 5

Buatlah rancangan kalorimeter sederhana yang baik!

1. Gunakan kaleng sebagai wadah utama
2. Masukkan gelas ukur kedalam kaleng
3. Isi celah dalam kaleng dengan styrofoam
4. Tutup kaleng dengan plastik tebal
5. Buat lubang sesuai pipet plastik untuk termometer
6. Lunt plastik dengan batang kawat sebagai pemertuk posisi.
tidak bisa digunakan

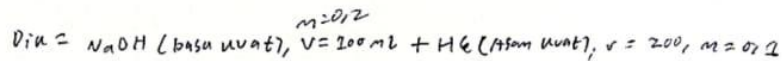


3. Bagaimana penggunaan kalorimeter untuk mengetahui entalpi dari reaksi yang kalian rancang?

Jawab: Kalorimeter berguna dalam perhitungan suhu larutan pertama & kedua, lalu menghitung perubahan suhu yang terjadi setelah dicampurkan. Yang mana berguna untuk mencari Q kalorimeter yang butuh kapasitas kalorimeter. Sehingga akan sampai pada $Q_{total} \Delta H$ reaksi.

4. Jika anda melakukan percobaan lagi dengan menggunakan kalorimeter yang telah dibuat. Kemudian anda ditugaskan untuk mencampurkan menghitung entalpi reaksi dari campuran 100 mL NaOH 0,2 M dan 200 mL HCl 0,1 M. Jika pada reaksi ini suhu naik menjadi 5 °C. Hitunglah entalpi reaksi ini! (massa jenis larutan dianggap 1 g/mL, kalor jenis air = 4,2 J/g.°C)

Jawab:



• Dm larutan = 5°

Dit: Entalpi / Q_{total} sistem + $Q_{kalorimeter}$

$$Q_{sistem} = 100 + 200 \times 4,2 \times 5$$

$$= 300 \times 4,2 \times 5$$

$$= 6.300$$

$Q_{kalorimeter} = \dots$

$= \dots$

$= \dots$

$Q_{reaksi} = Q_s + Q_k$

$= 6.300 + 26.055 = 32.355$

$n_{reaksi} = \text{Molal NaOH} \times \frac{V_{NaOH}}{1000}$

$= 0,2 \times 0,1 = 0,02 \text{ Mol}$

$\Delta H_{reaksi} = \frac{-Q_{reaksi}}{n_{reaksi}}$

$= \frac{-6.300}{0,02}$

$= -315.000$

$= -315 \text{ kJ}$



5. Perhatikan data percobaan dari reaksi yang kalian proyeksikan!

KOH CH₃COOH		
Nama Senyawa	Senyawa	Senyawa
Volume (mL)	20 mL	20 mL
Konsentrasi (M)	0,2 mol/L (M)	0,2 mol/L

Jika massa jenis larutan dianggap 1 g/mL, kalor jenis air = 4,2 J/g.°C, kapasitas kalorimeter dianggap nol. Tentukan perubahan entalpi dari reaksi tersebut!!

Dik: massa total = 40, $k_{\text{air}} = 4,2$, $\Delta T = 2$

$$Q_{\text{system}} = m_{\text{air}} \times k_{\text{air}} \times \Delta T \quad \text{atau } Q_{\text{reaksi}} = \frac{-336}{0,004}$$

$$= 40 \times 4,2 \times 2$$

$$= 336 \text{ J}$$

$$= -98400$$

$$Q_{\text{kalorimeter}} = -$$

$$n_{\text{reaksi}} = 0,2 \times \frac{20}{1000}$$

$$\Rightarrow 0,2 \times 0,2$$

$$= 0,004$$

Lampiran 13 Modul ajar termokimia

INFORMASI UMUM

A. Identitas Modul

Jenjang Sekolah	: SMA/MA
Satuan Pendidikan	: MAN 3 Kota Jambi
Tahun Ajaran	: 2024/2025
Kelas	: XI Fase F
Alokasi Waktu	: 5 x 45 menit (2 x pertemuan)

B. Kompetensi awal

Kompetensi yang harus dimiliki sebelum mempelajari materi termokimia sub bab perhitungan entalpi adalah peserta didik telah memahami konsep kalor, sistem, dan lingkungan.

C. Profil Pelajar Pancasila

Profil Pelajar Pancasila dan Rahmatallah Alamin yang diharapkan dapat tercapai yaitu beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, bergotong royong, dan kreatif.

D. Sarana Prasarana

- Gawai, Laptop, dan LCD Proyektor.
- Jaringan internet, buku pegangan peserta didik, alat tulis, bahan ajar yang berupa e-LKPD.
- Alat dan bahan praktikum.

E. Target Peserta Didik

Peserta didik yang menjadi target yaitu peserta didik reguler/tipikal umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar. Serta peserta didik dengan kesulitan belajar yaitu hanya memiliki gaya belajar terbatas hanya satu gaya belajar saja.

F. Model Pembelajaran

Model pembelajaran yang digunakan adalah PjBL-STEM untuk pembelajaran tatap muka.

G. Kompetensi Inti

1) Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan pembelajaran, peserta didik dapat:

1. Peserta didik dapat menganalisis konsep termokimia pada rancangan kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan benar.
2. Peserta didik dapat mengemukakan ide untuk membuat kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan benar.
3. Peserta didik dapat merancang kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan benar.
4. Peserta didik dapat merangkai alat untuk membuat kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan benar.
5. Peserta didik dapat melakukan percobaan untuk mengukur kalor pada suatu reaksi dengan menggunakan kalorimeter yang mereka buat setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan benar.
6. Peserta didik dapat menentukan perubahan entalpi reaksi berdasarkan data yang diperoleh pada percobaan dengan menggunakan kalorimeter sederhana yang mereka buat setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan benar.
7. Peserta didik dapat mempresentasikan hasil percobaan pengukuran entalpi reaksi dengan menggunakan kalorimeter yang mereka buat setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan benar.

2) Pemahaman Bermakna

Bayangkan kalian adalah juru masak yang ingin mengukur panas yang dihasilkan saat memasak hidangan kalian. Kalian pasti membutuhkan alat yang tepat untuk melakukan tugas ini dan disinilah kalorimeter berperan. Mari kita pelajari lebih dalam mengenai kalorimeter.

3) Pertanyaan Pemantik

- Bayangkan jika kalian adalah seorang detektif kalor yang akan melacak perpindahan panas dalam suatu reaksi. Alat apa yang dapat kamu gunakan untuk membantu penyelidikan ini?
- Kalorimeter membantu kita, mengukur “panas reaksi”. Bagaimana prinsip kerja kalorimeter ini jika dihubungkan dengan hukum termodinamika dan perubahan entalpi?
- Bagaiman jika ada beberapa jenis kalorimeter yang digunakan dalam mengukur panas reaksi?

4) Kegiatan Pembelajaran

Pertemuan 1 (2x 45 menit)

Pendahuluan (waktu 15 menit)		
1. Peserta didik memberi salam dan berdoa yang dipimpin oleh salah satu peserta didik (Beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa)		
2. Guru mengecek kehadiran peserta didik dan memberikan motivasi (yel-yel)		
3. Peserta didik mendapat motivasi belajar dengan cara mengaitkan materi yang akan dipelajari dengan kehidupan sehari-hari. ➤ Siapakah yang pernah masak air? ➤ Air yang telah dimasak dimasukkan kemana? ➤ Nah, kira-kira berapa kalor air dalam termos?		
4. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran hari ini		
5. Guru memberikan soal <i>pretest</i> tentang termokimia.		
Kegiatan Inti (waktu 65 menit)	Fase 1. <i>Reflection</i>	
	➤ Guru memberikan e-LKPD termokimia dengan model PjBL-STEM kepada peserta didik. ➤ Peserta didik diminta menyimak teks yang ada pada e-LKPD dan mendiskusikan masalah dan pemecahan masalahnya ➤ Peserta didik diharapkan memberikan pertanyaan setelah membaca wacana. ➤ Guru mrmberikan pertanyaan kepada peserta didik. “Tahukah kalian tempat penyimpanan air panas yang baik?” Mengapa air panas masih tetap panas pada selang waktu tertentu jika dimasukkan ke dalam termos? “Jika suatu zat dimasukkan ke dalam termos, kira-kira berapa kalor yang dibebakan atau diserap?” “Bagaimana cara membuat alat yang dapat mengukur kalor suatu reaksi?”	
	Fase 2. <i>Research</i>	
	➤ Guru mengarahkan peserta didik untuk mempelajari cara membuat kalorimeter sederhana dengan berbagai model dari sumber bacaan atau internet dengan langkah-langkah sesuai e-LKPD. ➤ Peserta didik mempelajari bagaimana cara membuat kalorimeter sederhana menggunakan alat yang ada di sekitar mereka melalui referensi dari berbagai sumber (Kreatif)	

	➤ Peserta didik mencari pembuatan kalorimeter sederhana yang efektif dan efisien dengan menggunakan alat yang ada di sekitar mereka? (Kreatif)
	Fase 3. Discovery
	➤ Peserta didik secara kelompok merancang alat (<i>blue print</i>) dan prosedur percobaan menguji alat yang mereka buat secara efektif dan efisien dengan menggunakan variabel percobaan. (Kreatif, gotong royong) ➤ Peserta didik mempresentasikan hasil rancangan prosedur pembuatan kalorimeter sederhana. ➤ Guru memberikan <i>feedback</i> untuk meyakinkan persepsi dan hasil diskusi rancangan percobaan yang akan dilakukan peserta didik
Penutup (waktu 10 menit)	
1. Peserta didik menyepakati rancangan yang akan diujicobakan.	
2. Peserta didik menyusun jadwal aktivitas penyelesaian proyek dibimbing oleh guru meliputi: jadwal desain, perencanaan proyek, pelaksanaan tugas proyek, dan pelaporan hasil tugas proyek	
3. Pemberian tugas membuat laporan rancangan proses pembuatan kalorimeter.	
4. Guru menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya	
5. Pembelajaran ditutup dengan lafaz hamdalah dan doa. (Beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa)	

Pertemuan 2 (3 x 45 menit)

Pendahuluan (waktu 5 menit)		
1. Peserta didik memberi salam dan berdoa yang dipimpin oleh salah satu peserta didik (Beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa)		
2. Guru mengecek kehadiran peserta didik dan memberikan motivasi (yel-yel)		
3. Guru menanyakan perkembangan tugas merancang prosedur dan set alat kalorimeter sederhana.		
4. Melakukan apersepsi dengan memberikan pertanyaan tentang proses pembuatan kalorimeter.		
Kegiatan Inti (waktu 100 menit)	Fase 4. Application	
	➤ Peserta didik dalam kelompok membuat kalorimeter sederhana sesuai rancangan. (Gotong Royong) ➤ Guru memberikan penjelasan tentang cara menguji kalorimeter yang peserta didik buat. ➤ Peserta didik menguji coba kalorimeter sederhana yang mereka buat. (Kreatif) ➤ Peserta didik secara berkelompok mendiskusikan masalah yang teridentifikasi saat uji coba kalorimeter dan mengevaluasi hasil serta mendesain ulang kalorimeter sehingga menghasilkan sesuai dengan kriteria yang diinginkan ➤ Guru memonitor aktivitas peserta didik selama menyelesaikan proyek menggunakan rubrik yang telah disiapkan. ➤ Peserta didik menguji coba kembali sampai mendapatkan prosedur yang tepat dan rangkaian alat yang efektif dan efisien.	
	Fase 5. Communication	
	➤ Peserta didik merencanakan dan menyiapkan laporan dengan cara berbagi tugas antar anggota kelompok. ➤ Peserta didik mempresentasikan tugas proyek dan menerima <i>feedback</i> dari teman dan guru.	

	➤ Guru menilai presentasi laporan tugas proyek pembuatan kalorimeter sederhana.
Penutup (waktu 30 menit)	
1.	Guru bersama peserta didik merefleksikan pengalaman belajar peserta didik dalam proyek pembuatan kalorimeter sederhana.
2.	Guru memberikan soal <i>posttest</i> termokimia kepada peserta didik.
3.	Pembelajaran ditutup dengan lafaz hamdalah dan doa. (Beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa)

5) Asesmen

Bentuk asesmen :

No	Aspek	Teknik Penilaian	Bentuk Penilaian	Instrumen Penilaian	Rubrik Penilaian
1.	Kognitif	Tes tertulis	Uraian	Lembar soal tes	Terlampir
2.	Afektif	Observasi	<i>Checklist</i>	Lembar Observasi	Terlampir
3.	Psikomotor	Observasi	<i>Checklist</i>	Lembar Observasi	Terlampir

Kisi-kis Soal Asesmen

Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Teknik	Aspek kemampuan berpikir kreatif	Butir Soal	Kunci Jawaban	Rubrik
Peserta didik memiliki kemampuan memahami konsep termokimia; sebagai implikasi perubahan materi dan energi yang menyertai reaksi kimia serta penerapannya dalam kehidupan sehari hari.	Peserta didik mampu menganalisis konsep termokimia pada rancangan kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka.	Tertulis	<i>Fluency</i>	Terdapat tiga buah gambar alat yang akan digunakan untuk pembuatan kalorimeter sederhana. Menurut anda manakah dari ketiga gambar tersebut yang menghasilkan kalorimeter yang baik? Jelaskan!  Gambar 1  Gambar 2 	Gambar 3 Alasan:	Terlampir

				Gambar 3		
	Peserta didik mampu mengemukakan ide untuk membuat kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka.	Tertulis	<i>Elaboration</i>	Perhatikan daftar alat di bawah ini! 1. Kayu 2. <i>Styrofoam</i> 3. Gelas Kaca 4. Batang Kayu 5. Batang kawat 6. Plastik 7. Kaleng 8. Pipet plastik Buatlah rancangan kalorimeter sederhana yang baik!	Wadah: Kaleng dilapisi dengan <i>styrofoam</i>. Tutup wadah: <i>Styrofoam</i>. Batang pengaduk: batang kayu	Terlampir
	Peserta didik mampu melakukan percobaan untuk mengukur kalor pada suatu reaksi dengan menggunakan kalorimeter.	Tertulis	<i>Originality</i>	Bagaimana penggunaan kalorimeter untuk mengetahui entalpi dari reaksi yang kalian rancang !	1. Buka tutup kalorimeter. 2. Masukkan larutan basa ke dalam kalorimeter. 3. Tutup kalorimeter dan catat suhu yang ditunjukkan oleh kalormeter. 4. Buka tutup kalorimeter dan masukkan larutan asam 5. Tutup kalorimeter dan diaduk. 6. Catat suhu yang	Terlampir

					ditunjukkan kalorimeter sampai konstan/	
	Peserta didik mampu menentukan perubahan entalpi reaksi berdasarkan data percobaan.	Tertulis	<i>Elaboration</i>	Jika anda melakukan percobaan lagi dengan menggunakan kalorimeter yang telah dibuat. Kemudian anda ditugaskan untuk menghitung entalpi dari reaksi 100 mL NaOH 0,2 M dan 200 mL HCl 0,1 M. Jika pada reaksi ini suhu naik menjadi 5 °C. Hitunglah entalpi reaksi ini! (massa jenis larutan dianggap 1 g/mL, kalor jenis air = 4,2 J/g.°C)	Tergantung percobaan	Terlampir
	Peserta didik mampu menentukan perubahan entalpi reaksi berdasarkan data percobaan.	Tertulis	<i>Fluency</i>	Perhatikan data percobaan dari yang kalian proyeksikan! Nama Basa Asam Senyawa Volume (mL) Konsentrasi (M) Jika massa jenis larutan dianggap 1 g/mL, kalor jenis air = 4,2 J/g.°C, kapasitas kalorimeter dianggap nol) Tentukan perubahan entalpi dari reaksi tersebut!	Tergantung percobaan	Terlampir

Rubrik Penilaian Kognitif

Butir Soal	Langkah	Kunci Jawaban	Skor
1	1	Gambar 3	1
	2		3

2	1	Wadah: Kaleng dilapisi dengan <i>styrofoam</i> .	1
	2	Tutup wadah: <i>Styrofoam</i> .	1
	3	Batang pengaduk: batang kayu	1
3	1	Buka tutup kalorimeter.	1
	2	Masukkan larutan basa ke dalam kalorimeter	1
	3	Tutup kalorimeter dan catat suhu yang ditunjukkan oleh kaloirmeter.	1
	4	Buka tutup kalorimeter dan masukkan larutan asam.	1
	5	Tutup kalorimeter dan diaduk.	1
	6	Catat suhu yang ditunjukkan kalorimeter sampai konstan	1
4	1	$\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + 2 \text{H}_2\text{O}$	1
	2	$\begin{array}{ccccccc} \text{NaOH} & + & \text{HCl} & \rightarrow & \text{NaCl} & + & \text{H}_2\text{O} \\ \text{Mula-mula : } 20 \text{ mmol} & & 20 \text{ mmol} & & - & & - \\ \text{Bereaksi} & : & 20 \text{ mmol} & & 20 \text{ mmol} & & 20 \text{ mmol} \\ \hline \text{Sisa} & : & - & & 20 \text{ mmol} & & 20 \text{ mmol} \end{array}$	3
	3	$Q = m \times c \times \Delta T + C_k \times \Delta T$ $Q = 300 \times 4,2 \times 5^\circ\text{C} + C_k \times 5^\circ\text{C}$ $Q = 6.300 + C_k \times 5^\circ\text{C}$	3
	4	$\Delta H_{\text{reaksi}} = \frac{-Q}{\text{mol}}$ $\Delta H_{\text{reaksi}} = \frac{-6.800 \text{ J}}{20 \text{ mmol}}$ $\Delta H_{\text{reaksi}} = \text{----- J/mol}$ $\Delta H_{\text{reaksi}} = \text{---- kJ/mol}$	5
5	1	$\text{Basa} + \text{Asam} \rightarrow \text{Garam} + \text{H}_2\text{O}$	1
	2	$\begin{array}{ccccccc} \text{Basa} & + & \text{Asam} & \rightarrow & \text{Garam} & + & \text{H}_2\text{O} \\ \text{Mula-mula : } \text{---mmol} & & \text{--- mmol} & & - & & - \end{array}$	3

		Bereaksi : ---mmol --- mmol --- mmol --- mmol Sisa : - - ---- mmol --- mmol	
	3	$Q = m \times c \times \Delta T + C_k \times \Delta T$ $Q =$	2
	4	$\Delta H_{reaksi} = \frac{-Q}{mol}$ $\Delta H_{reaksi} =$	3
Skor maksimal			34

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

Lampiran 14 Surat telah melaksanakan penelitian



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KOTA JAMBI
MADRASAH ALIYAH NEGERI 3 KOTA JAMBI
Jl. Marene- Sersan Darpin RT.07 Kelurahan Eka Jaya Kecamatan Paal Merah Kota Jambi
Email man3_kotajambi@kemenag.go.id

SURAT KETERANGAN

Nomor : B- 477/Ma.05.06.03/TL.00/06/2025

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : H. AMBOK PERA AFRIZAL, MA

NIP : 19710420 199703 1 003

Pangkat/Golongan : Pembina TK I (IVb)

Jabatan : Kepala Madrasah

menerangkan bahwa :

Nama : Halimatussa'diyah

N I M : P2A823003

Program Studi : Magister Pendidikan Kimia

Jurusan : PMIPA

Yang bersangkutan telah 07 Mei s.d 30 Mei 2025 guna memperoleh data yang diperlukan dalam menyusun tesis yang berjudul : **"Pengembangan E-LKPD Dengan Model PjBL-STEM Pada Materi Termokimia di Kelas XI Fase Funtuk Menumbuhkan Kreativitas Peserta Didik.**

Demikianlah surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Jambi, 13 Juni 2025

Kepala

H. AMBOK PERA AFRIZAL, MA

Lampiran 15 *Storyboard* pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM

Storyboard Pengembangan e-LKPD dengan model PjBL-STEM untuk Menumbuhkan kreativitas Peserta Didik pada Materi Termokimia.

No	Aspek	Deskripsi
1	Judul Media	e-LKPD Termokimia dengan model PjBL-STEM
2	Originalitas	(adopsi/adaptasi/original)* Original
3	Identitas pengembang: a. Nama b. NIM c. Tahun Pembuatan d. Afiliasi	Halimatussa'diyah P2A823003 2024 Universitas Jambi
4	Kesuaian Kurikulum: a. Kelas b. Capaian Pembelajaran	XI Fase F Peserta didik memiliki kemampuan memahami konsep termokimia; sebagai implikasi perubahan materi dan energi yang menyertai reaksi kimia serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.
	c. Alur Tujuan Pembelajaran	11.3.3 Menggunakan persamaan termokimia untuk mengaitkan perubahan jumlah pereaksi atau hasil reaksi dengan perubahan energi berdasarkan kalorimeter
	d.Materi e. Sub materi	Termokimia Kalorimeter
	f.Tujuan Pembelajaran	1. Menganalisis konsep termokimia pada rancangan kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka. 2. Mengemukakan ide untuk membuat kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka. 3. Merancang kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka. 4. Merangkai alat untuk membuat kalorimeter sederhana dengan alat yang ada di sekitar mereka. 5. Melakukan percobaan untuk mengukur kalor pada suatu reaksi dengan menggunakan kalorimeter yang mereka buat. 6. Menentukan perubahan entalpi reaksi berdasarkan data yang diperoleh pada percobaan dengan

		menggunakan kalorimeter sederhana yang mereka buat. 7. Mempresentasikan hasil percobaan pengukuran entalpi reaksi dengan menggunakan kalorimeter yang mereka buat.
5	Alat	Laptop/PC, Gawai, aplikasi <i>Canva</i> , aplikasi <i>Flipbook Creator</i> .
6	Spesifikasi Produk	Spesifikasi produk yang akan dikembangkan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua kategori yaitu: 1. Spesifikasi teknis e-LKPD dengan model PjBL-STEM pada materi termokimia dengan submateri kalorimeter yang dikembangkan dengan aplikasi <i>Canva</i> dalam membuat desain tampilan e-LKPD dan menggunakan program aplikasi <i>Flipbook Creator</i>. e-LKPD dilengkapi dengan capaian pembelajaran, alur tujuan pembelajaran, tujuan pembelajaran serta Profil Pelajar Pancasila Rahmatan Lilalaamin.. Tersedia peta konsep untuk menjelaskan rencana awal dalam mempelajari termokimia dengan submateri kalorimeter. Setiap kegiatan terdiri dari materi, kegiatan proyek, asesmen. 2. Spesifikasi nonteknis e-LKPD akan dilengkapi dengan cara penggunaan pada lembar awal e-LKPD.
7	Tahap pembuatan e-LKPD	Dalam pembuatan e-LKPD dengan model PjBL-STEM pada materi termokimia dengan submateri kalorimeter terdapat beberapa tahapan yaitu: 1. Memilih materi yang akan digunakan pada pengembangan e-LKPD. 2. Merancang ide dalam aplikasi <i>Canva</i> dan <i>Flipbook Creator</i>. 3. Melakukan desain tahap awal dengan merancang kegiatan pembelajaran yang akan dimuat. 4. Melakukan desain tahap lanjut dengan menggabungkan materi dalam <i>Flipbook Creator</i>. 5. Melakukan bimbingan dengan dosen pembimbing. 6. Melakukan validasi ahli materi, media, dan desain pembelajaran. 7. Melakukan revisi jika diperlukan. 8. Setelah media dinyatakan valid akan dilakukan penerapan kepada peserta didik di sekolah.
8	Cara penggunaan e-LKPD	e-LKPD dengan model PjBL STEM digunakan untuk menumbuhkan kreativitas peserta didik terkait materi termokimia dengan submateri kalorimeter yang di dalamnya terdapat langkah-langkah pembelajaran PjBL-STEM.



**E-LKP BERBASIS PBL-STEM
TERMOKIMIA**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami sampaikan kepada Allah SWT atas segala rahmat, taufik dan bimbingan-Nya sehingga dapat menyelesaikan e-LKP termokimia modul pembelajaran IPA-STEM sebagai acuan belajar bagi peserta didik yang akan melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan pendekatan pembelajaran berbasis masalah (PBM) dalam rangka meningkatkan kemampuan peserta didik dalam mengembangkan ketrampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah yang dapat diterapkan di kelas. Selain itu, e-LKP termokimia ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam memahami konsep-konsep termokimia yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.

Ditulis di Yogyakarta, 15 Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

1. Kata Pengantar

2. Daftar Isi

3. Tujuan Pembelajaran

4. Materi Pokok

5. Penutup

1. KATA PENGANTAR

Puji syukur kami sampaikan kepada Allah SWT atas segala rahmat, taufik dan bimbingan-Nya sehingga dapat menyelesaikan e-LKP termokimia modul pembelajaran IPA-STEM sebagai acuan belajar bagi peserta didik yang akan melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan pendekatan pembelajaran berbasis masalah (PBM) dalam rangka meningkatkan kemampuan peserta didik dalam mengembangkan ketrampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah yang dapat diterapkan di kelas. Selain itu, e-LKP termokimia ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam memahami konsep-konsep termokimia yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.

Ditulis di Yogyakarta, 15 Desember 2024

Penulis

2. DAFTAR ISI

1. Kata Pengantar

2. Daftar Isi

3. Tujuan Pembelajaran

4. Materi Pokok

5. Penutup

3. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Menjelaskan konsep termokimia sebagai ilmu yang mempelajari perubahan energi yang terjadi dalam suatu sistem.

2. Menjelaskan konsep entalpi sebagai besaran termodinamika yang menunjukkan perubahan energi dalam suatu sistem.

3. Menjelaskan konsep entropi sebagai besaran termodinamika yang menunjukkan perubahan energi dalam suatu sistem.

4. Menjelaskan konsep energi bebas Gibbs sebagai besaran termodinamika yang menunjukkan perubahan energi dalam suatu sistem.

5. Menjelaskan konsep potensial redoks sebagai besaran termodinamika yang menunjukkan perubahan energi dalam suatu sistem.

4. MATERI POKOK

1. Konsep dasar termokimia

2. Entalpi

3. Entropi

4. Energi bebas Gibbs

5. Potensial redoks

5. PENUTUP

1. Kesimpulan

2. Saran

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami sampaikan kepada Allah SWT atas segala rahmat, taufik dan bimbingan-Nya sehingga dapat menyelesaikan e-LKP termokimia modul pembelajaran IPA-STEM sebagai acuan belajar bagi peserta didik yang akan melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan pendekatan pembelajaran berbasis masalah (PBM) dalam rangka meningkatkan kemampuan peserta didik dalam mengembangkan ketrampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah yang dapat diterapkan di kelas. Selain itu, e-LKP termokimia ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam memahami konsep-konsep termokimia yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.

Ditulis di Yogyakarta, 15 Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

1. Kata Pengantar

2. Daftar Isi

3. Tujuan Pembelajaran

4. Materi Pokok

5. Penutup

1. KATA PENGANTAR

Puji syukur kami sampaikan kepada Allah SWT atas segala rahmat, taufik dan bimbingan-Nya sehingga dapat menyelesaikan e-LKP termokimia modul pembelajaran IPA-STEM sebagai acuan belajar bagi peserta didik yang akan melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan pendekatan pembelajaran berbasis masalah (PBM) dalam rangka meningkatkan kemampuan peserta didik dalam mengembangkan ketrampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah yang dapat diterapkan di kelas. Selain itu, e-LKP termokimia ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam memahami konsep-konsep termokimia yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.

Ditulis di Yogyakarta, 15 Desember 2024

Penulis

2. DAFTAR ISI

1. Kata Pengantar

2. Daftar Isi

3. Tujuan Pembelajaran

4. Materi Pokok

5. Penutup

3. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Menjelaskan konsep termokimia sebagai ilmu yang mempelajari perubahan energi yang terjadi dalam suatu sistem.

2. Menjelaskan konsep entalpi sebagai besaran termodinamika yang menunjukkan perubahan energi dalam suatu sistem.

3. Menjelaskan konsep entropi sebagai besaran termodinamika yang menunjukkan perubahan energi dalam suatu sistem.

4. Menjelaskan konsep energi bebas Gibbs sebagai besaran termodinamika yang menunjukkan perubahan energi dalam suatu sistem.

5. Menjelaskan konsep potensial redoks sebagai besaran termodinamika yang menunjukkan perubahan energi dalam suatu sistem.

4. MATERI POKOK

1. Konsep dasar termokimia

2. Entalpi

3. Entropi

4. Energi bebas Gibbs

5. Potensial redoks

5. PENUTUP

1. Kesimpulan

2. Saran

6. LAMPIRAN

1. Daftar pustaka

2. Gambar

3. Tabel

7. PENUTUP

1. Kesimpulan

2. Saran