

**PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM PADA MATERI
TERMOKIMIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI
SAINS PESERTA DIDIK**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana dalam Ilmu Pendidikan Kimia



Oleh: **NUR SAIDAH**

NIM: 2108076035

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2025**

**PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM PADA MATERI
TERMOKIMIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI
SAINS PESERTA DIDIK**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana dalam Ilmu Pendidikan Kimia



Oleh: **NUR SAIDAH**

NIM: 2108076035

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2025**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nur Saidah

NIM : 2108076035

Jurusan : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM PADA MATERI TERMOKIMIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya

Semarang, 17 Juni 2025

Pembuat Pernyataan



Nur Saidah

NIM. 2108076035

PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km.1 Semarang
E-mail: fst@walisongo.ac.id, Web: <http://fst.walisongo.ac.id>

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pengembangan e-LKPD Berbasis STEM pada Materi Termokimia untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik
Penulis : Nur Saidah
NIM : 2108076035
Program Studi : Pendidikan Kimia

Telah diajukan dalam sidang munaqasyah oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelas sarjana dalam Ilmu Pendidikan Kimia

Semarang, 26 Juni 2025

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang/Penguji I

Dr. Suwahono, S. Pd., M. Pd
NIP. 197205201999031004

Penguji Utama I

Wiwik Kartika Sari, M. Pd
NIP. 199302132019032020

Pembimbing I

Dr. Suwahono, S. Pd., M. Pd
NIP. 197205201999031004

Sekretaris Sidang/Penguji II

Fachri Hakim, M. Pd
NIP. 199108032023211021

Penguji Utama II

Resi Pratiwi, M. Pd
NIP. 198703142019032013

Pembimbing II

Fachri Hakim, M. Pd
NIP. 199108032023211021



NOTA DINAS

Semarang, 16 Juni 2025

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum. Wr. Wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengembangan e-LKPD Berbasis STEM pada Materi
Termokimia untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi
Sains Peserta Didik

Nama : **Nur Saidah**

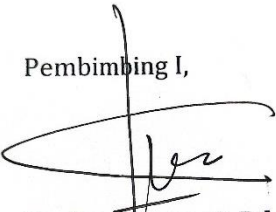
NIM : 2108076035

Jurusan : Pendidikan Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diujicobakan dalam sidang Munaqosyah.

Wassalamualaikum. Wr. Wb.

Pembimbing I,



Dr. Suwahono, S. Pd., M. Pd

NIP. 197205201999031004

NOTA DINAS

Semarang, 16 Juni 2025

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum. Wr. Wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengembangan e-LKPD Berbasis STEM pada Materi
Termokimia untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi
Sains Peserta Didik

Nama : **Nur Saidah**

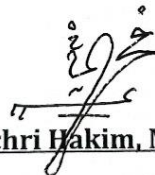
NIM : 2108076035

Jurusan : Pendidikan Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diujicobakan dalam sidang Munaqosyah.

Wassalamualaikum. Wr. Wb.

Pembimbing II,



Fachri Hakim, M. Pd

NIP. 199108032023211021

ABSTRAK

Rendahnya kemampuan literasi sains peserta didik dipicu oleh karakteristik mata pelajaran kimia yang kompleks dan membutuhkan kemampuan matematis yang baik seperti materi termokimia. Kondisi tersebut mendorong peneliti untuk mengembangkan e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengukur validitas, respons dan peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik. Penelitian ini merupakan penelitian RnD (*Research and Development*) menggunakan model ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implementation, Evaluation*). Subjek dalam penelitian adalah 30 peserta didik kelas XI-E MAN 2 Kota Semarang. Teknis analisis data menggunakan formula *Aiken's V* untuk menguji validitas ahli, perhitungan persentase untuk menganalisis respons peserta didik dan N-gain untuk mengukur peningkatan literasi sains. Produk yang dihasilkan berupa media pembelajaran e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik. Hasil validasi ahli media menunjukkan nilai 0,91 dan ahli materi 0,90 dengan kategori validitas yang tinggi. Persentase respons peserta didik sebesar 82,16% dengan kategori respons sangat baik. Peningkatan literasi sains sebesar 0,61 yang termasuk dalam kategori sedang. Berdasarkan hasil tersebut, dapat dinyatakan bahwa media e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

Kata Kunci: *e-LKPD, literasi sains, STEM, termokimia*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum. Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur peneliti ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, kasih sayang dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun skripsi dengan **judul “Pengembangan e-LKPD Berbasis STEM pada Materi Termokimia untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik”** dengan baik. Tidak lupa Shalawat dan salam penulis haturkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW yang menjadi suri tauladan bagi umatnya yang syafa'atnya dinantikan di *yaumul akhir* nanti.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, kerja sama, bimbingan dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terimakasih dengan tulus kepada semua pihak yang terkait, kepada yang terhormat:

1. Prof. Dr. Nizar, M. Ag. selaku Rektor UIN Walisongo Semarang
2. Prof. Dr. H. Musahadi, M. Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang
3. Wirda Udaibah, M. Si. selaku Ketua Prodi Pendidikan Kimia UIN Walisongo Semarang
4. Julia Mardhiya, M. Pd. selaku Wali Dosen akademik sekaligus validator ahli media yang telah membimbing penulis, menyediakan waktu, tenaga dan kasih sayangnya kepada penulis
5. Dr. Suwahono, S. Pd., M. Pd. selaku pembimbing I dan Fachri Hakim, M. Pd. selaku pembimbing II yang selalu memberikan nasehat, dukungan, kritik dan saran dalam penyusunan skripsi

6. Tim validator ahli yaitu Nur Alawiyah, S. Pd., M. Pd, Julia Mardhiya, M. Pd, Nurlaila, S. Pd, M. Zahri Johan, S.Si., M.Pd, Lailatul Khoirun Ni'mah, S.pd. selaku validator ahli yang telah memberikan penilaian, saran dan komentar terhadap media yang dikembangkan oleh penulis
7. Guru MAN 2 Kota Semarang yaitu Nurlaila, S. Pd dan M. Zahri Johan, S.Si., M.Pd yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian sehingga penyusunan skripsi berjalan dengan baik
8. Guru MA Tahfidh Tasywiqu Al Qur'an Kudus yaitu Lailatul Khoirun Ni'mah, S.pd yang telah memberi penilaian dan meluangkan waktunya serta memberikan kritik dan saran kepada penulis
9. Segenap Bapak/Ibu dosen, Pegawai, dan seluruh Civitas Akademik di Jurusan Pendidikan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah mengajar, berbagi ilmu, dipermudah dalam administrasi perkuliahan, semoga diberi keberkahan oleh Allah SWT
10. Ainun Jariyah dan Jamaluddin selaku Orang Tua tersayang penulis yang telah banyak berkorban, senantiasa mencurahkan doa, dukungan, dan cinta kasihnya.
11. Nurul Isti'anah, Anshoruddin dan Salman Al-Farisi selaku saudara penulis yang selalu mendoakan, mendukung dan mewarnai hari-hari penulis dengan tawa dan keributan
12. Nurul Istiqomah selaku bibik penulis yang selalu memotivasi dan membantu penulis dengan ketulusan hati
13. Moh. Hafis Jutawan orang terkasih penulis yang bersedia membantu, mendukung, memotivasi penulis dan selalu meluangkan waktunya

untuk penulis

14. Teman-teman seperjuangan Pendidikan Kimia angkatan 2021, khususnya kelas PK-B yang telah memberikan doa dan dukungannya
15. Keluarga besar Pondok Pesantren Ristek Al-Madinah khususnya Oka, Difa, Fina, Hujjah, Yuni, Loli yang senantiasa mendukung dan selalu mendengarkan keluh kesah penulis selama menyusun skripsi
16. Teman-teman UKM Pagar Nusa UIN Walisongo Semarang, khususnya angkatan ke-9 yang telah mendukung dan mendoakan penulis
17. Teman-teman PLP MAN 2 Kota Semarang yang telah mendukung dan membantu penulis
18. Semua pihak yang telah berkontribusi dan memberikan dukungan yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu

Penulis tidak dapat memberikan balasan apapun selain ucapan terimakasih dan do'a kepada Allah SWT agar dapat berikan keberkahan.

Aamiiinn

wassalamualaikum. Wr. Wb

Semarang, 16 Juni 2025

Penulis

Nur Saidah

NIM. 2108076035

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PENGESAHAN.....	iii
NOTA DINAS.....	iv
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	8
C. Pembatasan Masalah	8
D. Rumusan Masalah.....	9
E. Tujuan Penelitian.....	9
F. Manfaat Penelitian	10
G. Asumsi Pengembangan	11
H. Spesifikasi Produk.....	12
BAB II KAJIAN PUSTAKA	14
A. Kajian Teori.....	14
B. Kajian Penelitian yang Relevan	39
C. Kerangka Berpikir.....	43
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	47
A. Model Pengembangan.....	47
B. Prosedur Pengembangan	48

C. Desain Uji Coba Produk.....	51
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	66
A. Hasil Pengembangan Produk Awal.....	66
B. Hasil Uji Coba Produk.....	85
C. Revisi Produk.....	102
D. Kajian Akhir Produk dan Pembahasan	110
E. Keterbatasan Penelitian.....	121
BAB V PENUTUP.....	123
A. Kesimpulan.....	123
B. Saran.....	123
C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut.....	124
DAFTAR PUSTAKA	126

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Literasi STEM	21
Tabel 3.1	Skala Angket Lembar Validasi	56
Tabel 3.2	Skala Angket Respons Peserta Didik	58
Tabel 3.3	Acuan Analisis Persentase	58
Tabel 3.4	Kriteria Reliabilitas Instrumen	61
Tabel 3.5	Kriteria Daya Pembeda Instrumen	61
Tabel 3.6	Kriteria Tingkat Kesukaran	62
Tabel 3.7	Kriteria N-Gain	65
Tabel 4.1	Perhitungan Validitas Aspek Media	87
Tabel 4.2	Perhitungan Validitas Aspek Materi	88
Tabel 4.3	Rekapitulasi Hasil Analisis Respons Peserta Didik	91
Tabel 4.4	Hasil Validitas Instrumen Soal	93
Tabel 4.5	Hasil Analisis Uji Reliabilitas	94
Tabel 4.6	Hasil Analisis Daya Pembeda	95
Tabel 4.7	Hasil Analisis Tingkat Kesukaran	95
Tabel 4.8	Hasil Analisis Nilai N-Gain Per-Peserta Didik	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Energi Reaksi Eksoterm	30
Gambar 2.2	Diagram Energi Reaksi Endoterm	31
Gambar 2.3	Siklus Energi Hess	36
Gambar 2.4	Kerangka Berpikir	45
Gambar 3.1	Tahapan model ADDIE	48
Gambar 4.1	Sampul Depan e-LKPD	71
Gambar 4.2	Prakata	72
Gambar 4.3	Daftar Isi	72
Gambar 4.4	Pendahuluan	73
Gambar 4.5	Peta Konsep	74
Gambar 4.6	Petunjuk Penggunaan	75
Gambar 4.7	STEM	75
Gambar 4.8	Integrasi STEM Dalam Materi Termokimia	76
Gambar 4.9	Tujuan Pembelajaran dan Uraian Materi	77
Gambar 4.10	Ayo Berdiskusi	78
Gambar 4.11	Praktikum	78
Gambar 4.12	Kotak STEM	79
Gambar 4.13	Latihan Soal	79
Gambar 4.14	Tes Formatif	80
Gambar 4.15	Rangkuman	80
Gambar 4.16	Glosarium	81
Gambar 4.17	Daftar Pustaka	81
Gambar 4.18	Sampul Belakang e-LKPD	82
Gambar 4.19	<i>Table of Content</i>	83
Gambar 4.20	Menampilkan Judul e-LKPD	84
Gambar 4.21	<i>Background Setting</i>	85
Gambar 4.22	Hasil Validasi Aspek Media dan Materi	87
Gambar 4.23	Hasil Validasi Aspek Media	90
Gambar 4.24	Hasil Validasi Aspek Materi	90
Gambar 4. 25	Hasil Uji Normalitas Menggunakan <i>Shapiro-Wilk</i>	96
Gambar 4.26	Hasil Uji Statistik Wilcoxon <i>Signed-Rank</i>	97
Gambar 4. 27	Jawaban Peserta Didik	100
Gambar 4. 28	Jawaban Peserta didik	101
Gambar 4.29	Revisi Penyusunan Daftar Isi dan Nomor Halaman	104
Gambar 4. 30	Revisi Penambahan Gambar Terhadap	

	Penyematan <i>Link Youtube</i> atau Artikel	105
Gambar 4.31	Revisi Sampul Depan e-LKPD	105
Gambar 4.32	Revisi Penyeimbangan Komposisi Layout	106
Gambar 4.33	Revisi Latihan Soal Dibasiskan STEM	107
Gambar 4.34	Revisi Penulisan Reaksi Eksoterm dan Endoterm	108
Gambar 4.35	Revisi Fungsi Kertas Lakmus	109
Gambar 4.36	Revisi Rangkuman Dibuat <i>Caption</i> Tersendiri	109
Gambar 4.37	Revisi Penambahan Penentuan Rumus Penentuan ΔH Kalometri dan Hukum Hess	110

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Hasil Wawancara dengan Guru Kimia	134
Lampiran 2.	Angket Kebutuhan Peserta Didik	136
Lampiran 3.	Hasil Angket Kebutuhan Peserta Didik	137
Lampiran 4.	Rubrik Penilaian Validasi Ahli Media	138
Lampiran 5.	Rubrik Penilaian Validasi Ahli Materi	142
Lampiran 6.	Lembar Instrumen Validasi Ahli Media	147
Lampiran 7.	Lembar Instrumen Validasi Ahli Materi	154
Lampiran 8.	Hasil Penilaian Validasi Ahli Media	162
Lampiran 9.	Hasil Validasi Ahli Materi	174
Lampiran 10.	Perhitungan Validasi Ahli Media	186
Lampiran 11.	Perhitungan Validasi Ahli Materi	187
Lampiran 12.	Lembar Respons Peserta Didik	188
Lampiran 13.	Hasil Lembar Respons Peserta Didik	191
Lampiran 14.	Hasil Analisis Respons Peserta Didik	201
Lampiran 15.	Perhitungan Excel Angket Respons Peserta Didik	202
Lampiran 16.	Kisi-Kisi Soal Instrumen Tes	204
Lampiran 17.	Instrumen Tes	256
Lampiran 18.	Hasil Perhitungan Excel Instrumen Tes	268
Lampiran 19.	Hasil Penilaian Ahli Instrumen	270
Lampiran 20.	Hasil Analisis Instrumen Tes	282
Lampiran 21.	Hasil Uji Coba Instrumen Tes	285
Lampiran 22.	Kisi-kisi Instrumen Tes Setelah Pengujian	289
Lampiran 23.	Instrumen Tes Setelah Pengujian	333
Lampiran 24.	Hasil Analisis Kemampuan Literasi Sains	344
Lampiran 25.	Hasil <i>Pretest</i> Peserta Didik	346
Lampiran 26.	Hasil <i>Posttest</i> Peserta Didik	348
Lampiran 27.	Daftar Nama Kelas Uji Coba Instrumen	350
Lampiran 28.	Daftar Nama Kelas Uji Coba Produk	351
Lampiran 29.	Surat Keterangan Selesai Penelitian	352
Lampiran 30.	Surat Permohonan Izin Penelitian	352
Lampiran 31.	Surat Keterangan Penunjukan Dosen Pembimbing	354
Lampiran 32.	Tabel Nilai <i>r Product Moment</i>	355
Lampiran 33.	Tabel <i>Aiken's V</i>	356
Lampiran 34.	Dokumentasi Penelitian	357
Lampiran 35.	Daftar Riwayat Hidup	358

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan memiliki peran penting dalam mempersiapkan peserta didik dalam menghadapi tantangan di masa depan, termasuk tantangan pembelajaran abad 21 (Ichsan *et al.*, 2020). Pembelajaran abad ke-21 sangat erat kaitannya dengan revolusi industri 4.0. Proses pembelajaran memerlukan beberapa wawasan yang mendukung era saat ini (Boholano, 2017). Pendidikan abad ke-21 dapat memberikan konsep dan teori yang nyata untuk meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan sikap dalam dunia pendidikan (Suwahono, 2023). Pendidikan tidak hanya sebatas mengajarkan ilmu pengetahuan, tetapi juga memastikan peserta didik mempunyai berbagai macam kemampuan (Yunianto *et al.*, 2020). Salah satu kemampuan yang sangat dibutuhkan peserta didik saat ini adalah literasi sains (Muliastri, 2020). Literasi sains merupakan salah satu keterampilan dasar untuk bersaing dalam kehidupan yang semakin kompetitif (Kähler *et al.*, 2020).

Literasi sains menurut *Program for International Student Assessment* (PISA) adalah kemampuan untuk terlibat dalam permasalahan yang terkait dengan sains, menggunakan pengetahuan ilmiah, mengenali masalah, dan mengembangkan kesimpulan berdasarkan fakta yang ada (OECD, 2019). Literasi menurut Haerani dkk (2020), literasi sains tidak hanya sebatas

memahami sains tetapi juga mencakup pemahaman proses dan informasi ilmiah dalam kehidupan sehari-hari, termasuk dalam tahap pengambilan keputusan. Oleh karena itu, literasi sains dalam pembelajaran kimia harus ditingkatkan agar peserta didik tidak hanya memahami kimia sebagai suatu konsep tetapi juga memahami dan memecahkan masalah bagi masyarakat modern yang terkait dengan sains dan teknologi dengan menerapkan kimia (Ihsan dan Jannah, 2021). Meskipun demikian, peserta didik Indonesia masih memiliki tingkat literasi sains yang rendah, seperti pada hasil PISA terbaru tahun 2022. Dari 80 negara, Indonesia menempati posisi ke-69 dalam literasi sains (OCDE, 2022)

Salah satu tantangan dalam pembelajaran kimia adalah rendahnya kemampuan literasi sains peserta didik. Hal ini terlihat dari kesulitan peserta didik dalam memahami materi termokimia mengenai perubahan energi, entalpi, dan aplikasi termokimia dalam kehidupan sehari-hari. Kemampuan literasi sains sangat penting untuk mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan era industri 4.0, di mana literasi sains menjadi dasar dalam berbagai aktivitas kehidupan. Literasi sains mencakup pemahaman konsep ilmiah, kemampuan berpikir kritis, memecahkan masalah, dan mengambil keputusan berdasarkan bukti ilmiah (Fitriyani *et al.*, 2023). Kemampuan literasi sains peserta didik dapat ditingkatkan dengan bantuan media pembelajaran yang efektif, dimana literasi sains memiliki

keterhubungan yang sangat erat dengan media pembelajaran, keterhubungan keduanya terletak pada kemampuan media pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan literasi sains melalui konten edukatif yang akurat dan mudah diakses (Anita *et al.*, 2021). Pemanfaatan teknologi dan media pembelajaran yang dikembangkan dapat menyajikan konsep ilmiah secara efektif, membuat pembelajaran lebih menarik dan dapat meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik. Integrasi literasi sains dengan media pembelajaran juga memungkinkan pengembangan keterampilan abad 21 seperti komunikasi, kolaborasi dan pemecahan masalah. Hal ini sejalan dengan tujuan literasi sains, yaitu meningkatkan kemampuan peserta didik memahami dan menerapkan konsep ilmiah dalam kehidupan sehari-hari (Situmorang, 2016).

Pelajaran kimia yang diajarkan di sekolah seringkali berfokus pada materi yang ada di buku pelajaran, bukan pada kehidupan sehari-hari yang mempertimbangkan kemajuan zaman dan dapat menumbuhkan keingintahuan tentang peristiwa atau fenomena yang terjadi di lingkungan sekitar. Akibatnya, peserta didik kurang mengetahui kegunaan pembelajaran kimia yang terkesan terpisah dari kehidupan (Hakim, 2025), dimana salah satu aspek literasi sains adalah kemampuan mengaitkan materi pembelajaran dengan kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, dibutuhkan media pembelajaran yang dapat membantu meningkatkan kemampuan literasi sains

peserta didik.

Media pembelajaran merupakan sarana berpengaruh pada peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik. Selain Guru dan peserta didik, media pembelajaran memiliki peran penting sebagai objek utama dalam proses belajar, hal ini dapat disimpulkan bahwasanya jika media pembelajaran minim/kurang maka akan menghambat tercapainya tujuan pendidikan (Sirait dan Oktaviani, 2023). Salah satu media pembelajaran yang dikembangkan adalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Keuntungan penggunaan LKPD adalah memudahkan guru dalam melaksanakan suatu pembelajaran, dan bagi peserta didik akan belajar lebih mandiri, mampu memahami serta mengerjakan tugas (Jasmine, 2014). LKPD memuat sekumpulan kegiatan mendasar yang harus dilakukan oleh peserta didik dalam memaksimalkan pemahaman pembentukan kemampuan dasar sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar yang harus ditempuh (Dazrullisa, 2018). LKPD perlu dioptimalkan baik dari segi tampilan maupun kualitas pembelajaran dibutuhkan transformasi yang dapat meningkatkan inovasi dan menambah kreativitas peserta didik dengan digantikan fungsinya LKPD cetak biasa menjadi LKPD elektronik (e-LKPD) (Putra dan Agustiana, 2021).

Kelebihan e-LKPD adalah dapat meningkatkan minat belajar dan kemampuan literasi sains peserta didik (Hidayati *et al.*, 2022). e-LKPD interaktif dapat memudahkan guru untuk

mengarahkan peserta didik dalam menemukan konsep melalui percobaan atau penyelidikan (Apriliyani dan Mulyatna, 2021). Penggunaan e-LKPD dalam proses pembelajaran menawarkan berbagai kelebihan dibandingkan dengan modul pembelajaran cetak atau e-modul. Salah satu keunggulan utama e-LKPD adalah interaktivitas yang lebih tinggi, yang memungkinkan peserta didik untuk terlibat secara aktif dalam proses belajar melalui berbagai media, seperti video, gambar dan pertanyaan interaktif. Hal ini tidak hanya meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik tetapi membantu mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif yang diperlukan di abad 21 (Syafitri dan Tressyalina, 2020). Selain itu, e-LKPD memberikan aksesibilitas yang lebih baik, peserta didik dapat mengakses materi kapan saja dan dimana saja menggunakan perangkat elektronik, sehingga mendukung fleksibilitas dalam pembelajaran (Lathifah dan Hidayati, 2021). e-LKPD juga lebih ramah lingkungan karena mengurangi penggunaan kertas dan memungkinkan guru untuk mengelola materi ajar dengan lebih efisien (Ramlawati *et al.*, 2014).

Semua keunggulan e-LKPD yang telah dipaparkan menjadikan e-LKPD sebagai pilihan yang lebih efektif dan menarik dibandingkan dengan modul pembelajaran tradisional atau e-modul dalam mendukung proses belajar mengajar yang inovatif dan menyenangkan. Oleh karena itu, dikembangkanlah media pembelajaran berupa e-LKPD pada materi termokimia

agar dapat menunjang atau meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik.

e-LKPD yang dikembangkan harus didasarkan pada pendekatan atau konsep tertentu untuk memastikan media pembelajaran tersebut efektif dan relevan dengan kebutuhan peserta didik. Salah satu pendekatan yang sangat direkomendasikan adalah berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematic*), yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik dan matematika, sehingga dapat meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik. Menurut Bybee (2015), pendekatan STEM efektif dalam meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik dan mempersiapkan peserta didik untuk menghadapi tantangan di masa depan.

STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) adalah pendekatan yang berkembang di abad ke-21 yang menggabungkan beberapa bidang ilmu, yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika, satu sama lain. (Harahap *et al.*, 2022). Pendekatan STEM memfokuskan pembelajaran untuk menelusuri beberapa bidang ilmu agar menjadikan peserta didik ikut aktif ketika memecahkan permasalahan di kehidupan nyata. Pendekatan STEM mampu mengasah kemampuan peserta didik dalam menerapkan pemahaman untuk melakukan suatu tindakan dalam menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan fenomena yang ada di lingkungan sekitar (Agustiningsh *et al.*, 2019).

e-LKPD yang dikembangkan menawarkan berbagai keunggulan dalam proses pembelajaran, pendekatan STEM dalam e-LKPD mendorong peserta didik untuk berpikir kritis, kreatif dan meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik yang terintegrasi dengan konsep sains, teknologi, rekayasa dan matematika (Hanum & Amini, 2023). Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa penggunaan e-LKPD berbasis STEM dapat meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik (Pokhrel, 2024).

Berdasarkan wawancara dengan guru kimia dan angket kebutuhan peserta didik yang dilakukan di MAN 2 Kota Semarang, diketahui bahwa bahan ajar yang digunakan yaitu Lembar Kerja Siswa (LKS) dan buku paket. Guru menyatakan pernah menggunakan bahan ajar modul pembelajaran sebagai bahan ajar, namun guru belum pernah mengembangkan e-LKPD dengan pendekatan STEM. Guru juga cenderung menggunakan model ceramah dan diskusi dalam pembelajaran kimia. Hasil angket kebutuhan peserta didik dari 30 peserta didik diketahui, 76,7% peserta didik menganggap materi termokimia sulit, 40% peserta didik masih menggunakan LKS untuk membantu proses pembelajaran kimia, dan 73,7% peserta didik membutuhkan sumber belajar atau media pembelajaran yang bahasanya mudah dipahami.

Guru memerlukan bahan ajar e-LKPD yang menarik sehingga peserta didik lebih mudah memahami materi dan lebih

fokus pada proses pembelajaran di kelas. Berdasarkan penjelasan sebelumnya, model pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematis*) dapat digunakan sebagai dasar pengembangan e-LKPD pada materi termokimia. Penerapan model ini akan berdampak pada literasi sains peserta didik. Oleh karenanya, peneliti tertarik untuk mengembangkan bahan ajar berupa e-LKPD berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematis*) pada materi termokimia terhadap kemampuan literasi sains peserta didik. e- LKPD tersebut diharapkan dapat menjadi bahan ajar alternatif yang digunakan guru dan menjadi sumber belajar alternatif untuk peserta didik.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka dapat diidentifikasi masalah-masalah sebagai berikut:

1. Rendahnya kemampuan literasi sains peserta didik pada materi termokimia di MAN 2 Kota Semarang
2. Belum terdapat bahan ajar atau media pembelajaran berbasis STEM di MAN 2 Kota Semarang
3. Peserta didik masih membutuhkan sumber belajar tambahan untuk menunjang proses pembelajaran.
4. Kurangnya penggunaan media pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan literasi sains peserta didik

C. Pembatasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada permasalahan berikut:

1. Belum tersedia e-LKPD dengan pendekatan STEM di MAN 2

Kota Semarang

2. e-LKPD yang dikembangkan pada penelitian ini hanya pada materi termokimia
3. e-LKPD yang dikembangkan berbasis STEM
4. Kurangnya penggunaan media pembelajaran yang efektif terhadap kemampuan literasi sains peserta didik pada materi termokimia

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana validitas e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia terhadap kemampuan literasi sains peserta didik?
2. Bagaimana respons peserta didik terhadap e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia terhadap kemampuan literasi sains peserta didik?
3. Bagaimana peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik setelah e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia di implementasikan?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan dalam penelitian adalah:

1. Menganalisis validitas e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia terhadap kemampuan literasi sains peserta didik
2. Menganalisis respons peserta didik terhadap e-LKPD

berbasis STEM pada materi termokimia terhadap kemampuan literasi sains peserta didik

3. Menganalisis peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik setelah e-LKPD berbasis STEM di implementasikan

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat terhadap berbagai pihak diantaranya:

1. Manfaat Teoritis

penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi perkembangan dunia pendidikan, khususnya di bidang kimia yaitu sebagai referensi tambahan bahan ajar pada materi termokimia.

2. Manfaat Praktis

1) Bagi Sekolah

Diharapkan bahwa e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia terhadap kemampuan literasi sains peserta didik tersebut dapat meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah dan menambah ilmu pengetahuan untuk mengembangkan bahan ajar yang bersifat mendidik.

2) Bagi Guru

- a. Membantu guru dalam proses pelaksanaan pembelajaran melalui e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia terhadap kemampuan literasi sains peserta didik.

- b. Sebagai inovasi dalam mengembangkan bahan ajar pada pembelajaran kimia di SMA/MA/MAN

3) Bagi Peserta Didik

- a. Sebagai sumber belajar untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik.
- b. Dapat meningkatkan pemahaman peserta didik pada materi termokimia.
- c. Dapat menambah wawasan baru mengenai pembelajaran kimia pada materi termokimia dengan pemanfaatan e-LKPD berbasis STEM .

4) Bagi Peneliti

Penelitian pengembangan e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia terhadap kemampuan literasi sains peserta didik dapat bermanfaat bagi peneliti dalam menambah wawasan ilmu pengetahuan dalam mengembangkan bahan ajar khususnya yang berkaitan dengan pemanfaatan perkembangan teknologi .

G. Asumsi Pengembangan

e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia terhadap kemampuan literasi sains peserta didik memiliki beberapa asumsi, yaitu:

1. e-LKPD dapat diakses melalui *smartphone* atau laptop
2. e-LKPD dapat diakses jika sinyal internet atau *wifi* lancar
3. e-LKPD yang dikembangkan mendapat respons sangat baik

dari peserta didik

4. e-LKPD yang dikembangkan dapat meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik

H. Spesifikasi Produk

Penelitian ini menghasilkan produk berupa e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia yang dapat digunakan sebagai sumber belajar mandiri peserta didik dengan spesifikasi produk sebagai berikut:

1. e-LKPD yang dikembangkan yaitu e-LKPD berbasis STEM berbentuk media elektronik.
2. e-LKPD berbasis STEM yang dikembangkan fokus pada materi termokimia
3. e-LKPD ini didesain menggunakan bantuan aplikasi *microsoft word*, *flipbook*, dan *canva*. Jenis huruf yang digunakan adalah *campria* ukuran 12.
4. e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia terhadap kemampuan literasi sains peserta didik ditujukan kepada peserta didik kelas XI MIPA.
5. Sistematika e-LKPD yang dikembangkan disusun dengan urutan yaitu: 1) sampul depan, 2) prakata, 3) daftar isi, 4) pendahuluan, 5) peta konsep, 6) petunjuk penggunaan, 7) STEM, 8) integrasi STEM dalam materi termokimia 9) kegiatan belajar, 10) rangkuman, 11) glosarium, 12) daftar pustaka, 13) sampul penutup.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD)

a. Pengertian e-LKPD

e-LKPD adalah lembar materi yang dijadikan sebagai bahan latihan peserta didik yang pengerjaannya dilakukan secara digital dan terstruktur serta berkelanjutan dalam jangka waktu tertentu (Ramlawati *et al.*, 2014). e-LKPD biasanya didukung oleh gambar, video serta pertanyaan yang relevan yang dapat dijawab oleh peserta didik tanpa harus membuka *link* menuju *google form* atau *link* lainnya. Dalam merancang e-LKPD harus dibuat sesuai dengan tujuan pembelajaran dan kreativitas dari masing-masing guru mata pelajaran, peserta didik nantinya akan mengakses e-LKPD tersebut melalui internet (*smartphone*, *desktop* ataupun *notebook*) (Hidayati *et al.*, 2022).

e- LKPD merupakan perangkat pembelajaran elektronik yang menggunakan media pembelajaran berbasis elektronik atau internet untuk mendukung kegiatan pembelajaran dengan fokus melatih peserta didik menjadi pembelajar yang bertanggung jawab, mandiri, dan aktif ketika belajar (Farkhati dan Sumarti, 2019). e-LKPD menjadi kegiatan yang berfungsi untuk memandu aktivitas belajar peserta didik dengan memberikan kemudahan

dalam menciptakan situasi belajar mengajar (Cholifah dan Novita, 2022).

e-LKPD yang dikembangkan diharapkan dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik dan menciptakan suasana belajar yang nyaman terutama di pembelajaran kimia. Keunggulan LKPD elektronik adalah tampilannya yang memudahkan peserta didik belajar mandiri tanpa batasan waktu dan tempat, serta dilengkapi dengan video yang membuat pembelajaran lebih bervariasi (Oktavianto dan Aghni, 2022).

Berdasarkan penjelasan diatas, dapat disimpulkan bahwa e-LKPD merupakan media pembelajaran yang berupa lembaran digital berisi soal, materi dan bahan latihan peserta didik. Media ini bersifat terstruktur dan berkelanjutan dalam kurun waktu tertentu. Pada penelitian ini e-LKPD yang dikembangkan adalah berbasis STEM.

b. Fungsi e-LKPD

Pengembangan E-LKPD ini memiliki beberapa fungsi lain selain sebagai media pembelajaran seperti yang telah dijabarkan berikut (Diniaty dan Atun, 2015):

- 1) Mendorong peserta didik agar lebih aktif dalam pelaksanaan proses pembelajaran.
- 2) Merupakan media alternatif bagi guru untuk mengajar dan mengarahkan peserta didik untuk lebih memahami materi pembelajaran.

- 3) Meningkatkan kepercayaan diri peserta didik melalui peningkatan motivasi belajar dan rasa ingin tahu terhadap materi yang diajarkan.
- 4) Meningkatkan kemampuan peserta didik dalam memecahkan suatu masalah.
- 5) Penyusunan e-LKPD yang terstruktur dan sistematis dapat membangkitkan minat belajar peserta didik.

Berdasarkan beberapa fungsi e-LKPD yang telah dijelaskan, maka dapat disimpulkan bahwa e-LKPD digunakan sebagai media untuk membantu penyerapan informasi yang terkandung dalam materi pembelajaran sehingga peserta didik dapat mengaplikasikan konsep yang telah diperoleh untuk menyelesaikan masalah yang muncul dalam kehidupan sehari-hari.

c. Syarat e-LKPD

Penggunaan e-LKPD berkontribusi besar dalam proses aktivitas pembelajaran. Oleh karena itu, beberapa persyaratan yang harus dipenuhi untuk membuat e-LKPD yang baik diantaranya sebagai berikut (Prihaswati *et al.*, 2023):

1) Syarat Didaktik

Syarat didaktik berhubungan dengan peran e-LKPD yang dimanfaatkan oleh semua kalangan dalam pembelajaran, baik untuk peserta didik yang cerdas maupun yang lamban. Syarat tersebut lebih

menekankan pada penemuan konsep dan pengembangan kemampuan emosional, komunikasi sosial, estetika serta moral. Selain itu, kesempatan belajar yang diperoleh peserta didik juga ditekankan pada beberapa syarat. Syarat didaktik tersebut sebagai berikut:

- a) Peserta didik didorong untuk berpartisipasi dalam kegiatan pembelajaran
- b) Mampu mengembangkan komunikasi, emosional, sosial, moral serta estetika pada diri peserta didik
- c) Pengalaman belajar ditentukan dengan tujuan pengembang diri

2) Syarat Konstruksi

Syarat konstruksi mencakup penggunaan bahasa, kosa kata, penyusunan kalimat, tingkat kesukaran serta e-LKPD agar mudah dipahami oleh pengguna. Syarat konstruksi tersebut dijelaskan sebagai berikut:

- a) Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik
- b) Penggunaan struktur kalimat yang jelas
- c) Penyesuaian urutan pelajaran dengan kemampuan peserta didik
- d) Tersedia ruang yang cukup pada e-LKPD untuk menggambar ataupun menuliskan jawaban ke dalam e-LKPD.

Hal tersebut dapat memudahkan guru dalam mengoreksi hasil kerja peserta didik

- e) Penggunaan ilustrasi yang lebih banyak dibandingkan dengankalimat
- f) Tujuan pembelajaran yang jelas dan memiliki manfaat
- g) Terdapat identitas untuk mempermudah administrasinya

3) Syarat Teknis

Syarat teknis berkaitan dengan penyajian e-LKPD yang meliputi penataan gambar, jenis tulisan serta tampilan dalam e-LKPD. Syarat teknis lebih lanjut dijabarkan sebagai berikut:

- a) Penampilan e-LKPD yang menarik
- b) Penggunaan gambar yang dapat menyampaikan pesan secara efektif kepada pengguna e-LKPD
- c) Tulisan yang digunakan konsisten

d. Penyusunan e-LKPD

Penyusunan e-LKPD dilakukan dengan memperhatikan beberapa langkah berikut (Permendiknas, 2008):

1) Analisis Kurikulum

Analisis kurikulum dilakukan dengan mencermati indikator, kompetensi dasar, dan materi pembelajaran.

2) Penyusunan Peta Kebutuhan e-LKPD

Tahap penyusunan peta kebutuhan e-LKPD berguna dalam menentukan kuantitas e-LKPD yang diperlukan serta penentuan urutan e-LKPD agar tersusun secara sistematis sehingga tidak menimbulkan kebingungan ketika digunakan.

3) Penentuan Judul e-LKPD

Penentuan judul e-LKPD perlu memperhatikan kompetensi dasar yang akan dicapai sesuai dengan materi pembelajaran yang diajarkan.

4) Penulisan e-LKPD

Penulisan e-LKPD dapat dilaksanakan dengan mencermati beberapa tahapan berikut (Fitriyah & Wardani, 2022):

- a) Perumusan capaian pembelajaran (CP) yang perlu dikuasai oleh peserta didik mengacu pada kurikulum yang berlaku
- b) Pemilihan instrumen penilaian untuk menilai proses dan hasil kerja peserta didik
- c) Materi disusun sesuai dengan capaian pembelajaran (CP) yang ingin dicapai
- d) Struktur yang terdapat dalam e-LKPD pada umumnya meliputi judul, petunjuk belajar, kompetensi yang hendak dicapai, informasi pendukung, tugas-tugas, langkah-langkah kerja dan penilaian.

2. STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematic*)

Guru sebagai memiliki tantangan dalam menjalankan tugasnya, salah satu tantangan yang akan dihadapi adalah guru harus mampu menyajikan pembelajaran dengan memberi kesempatan peserta didik untuk menggabungkan pengetahuan dan keterampilan dalam pembelajaran dan dalam kehidupan sehari-hari. Jika pengetahuan dan keterampilan dikemas secara utuh dalam proses pembelajaran, kesempatan ini dapat terwujud sebagaimana yang dinyatakan oleh (Andrews *et al.*, 2014).

Ketika STEM menjadi subjek pembelajaran, siswa memperoleh pemahaman mendalam tentang bagaimana inovasi dan solusi teknologi diciptakan melalui sintesis berbagai disiplin ilmu, tidak hanya menerapkan konsep matematika dalam sains, tetapi memahami filosofi dan proses berpikir STEM itu sendiri (Zhan, Z & Shijing, 2023)

Keempat aspek STEM memiliki karakteristik secara khusus yang membedakan dengan tiap-tiap aspek STEM. Pembelajaran STEM dapat membimbing peserta didik dalam memecahkan masalah dengan cara yang lebih komprehensif. (Torlakson, 2014) mendefinisikan aspek-aspek STEM sebagai berikut:

1. Sains adalah pengetahuan yang mencakup ilmu atau konsep yang berlaku di alam.
2. Teknologi merupakan sistem atau keterampilan untuk

mengorganisir kelompok lainnya, desain rekayasa produk, pengoperasian produk rekayasa guna mempermudah pekerjaan.

3. Teknik ialah pengetahuan dalam menyelesaikan masalah melalui aturan-aturan tertentu.

4. Matematika adalah pengetahuan dengan menghubungkan konsep, bilangan, besaran, dan ruang dengan argumen logis atau bukti nyata.

Seluruh aspek STEM menjadi lebih bermakna apabila diterapkan dalam proses pembelajaran (Rusli *et al.*, 2021). Peserta didik yang mampu menghubungkan seluruh aspek STEM, maka dikatakan peserta didik tersebut mampu memahami dan merangkai 4 aspek interdisiplin STEM. Masing-masing aspek STEM memiliki literasi STEM yang dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Literasi STEM

Muatan STEM	Literasi
<i>Science</i> (Sains)	Kemampuan menggunakan pengetahuan ilmiah dan proses dalam memahami gejala-gejala alam, dan untuk berpartisipasi dalam memberikan solusi dari suatu permasalahan.
<i>Technology</i> (Teknologi)	Pengetahuan dalam menggunakan alat rekayasa atau teknologi baru, memahami produk yang dikembangkan, serta memiliki kemampuan untuk mempengaruhi individu/masyarakat

<i>Engineering</i> (Teknik)	Penerapan ilmu dan teknologi melalui proses desain menggunakan pembelajaran berbasis proyek
<i>Mathematic</i> (Matematika)	Kemampuan menganalisis, mencetuskan ide secara tepat, merumuskan, memecahkan, serta menafsirkan solusi pada masalah matematika dan penerapannya.

(Fathoni, 2020)

Peserta didik dalam jenjang pendidikan tertentu tentunya membutuhkan pengetahuan yang kompleks sesuai dengan jenjang pendidikannya, melalui penerapan STEM, peserta didik akan lebih mudah dalam memahami konteks pembelajaran. Pembelajaran STEM berkelanjutan harus dimulai dari pendidikan sejak dini, yaitu ketika peserta didik sudah mampu bekerja sama untuk memecahkan masalah, memunculkan ide-ide baru, belajar mandiri, berpikir secara logis, mengoperasikan teknologi, serta mampu menghubungkan pembelajaran STEM pada permasalahan di kehidupan sehari-hari (Rochim *et al.*, 2022).

Langkah-langkah dalam merancang pembelajaran bercirikan STEM menurut (Izaati, 2019), yaitu:

1. Mengidentifikasi materi pembelajaran yang akan dimuat dalam pembelajaran STEM
2. Mengidentifikasi tujuan pembelajaran, dalam hal ini fokus pada pengembangan keterampilan yang relevan dengan STEM seperti pemecahan masalah, berpikir

kritis, kolaborasi, dan literasi teknologi.

3. Merancang aktivitas pembelajaran yang memadukan berbagai disiplin ilmu STEM.
4. Memilih topik atau proyek yang menarik dan relevan bagi peserta didik serta memiliki keterkaitan dengan STEM.

Kelebihan dan penerapan pembelajaran STEM menurut (Widayanti *et al.*, 2019), yaitu:

1. Membantu peserta didik dalam mempelajari dasar-dasar materi dan keterampilan secara khusus
2. Menstimulus rasa ingin tahu dan menumbuhkan berpikir kritis dan kreatif.
3. Memperkuat pemahaman dan keterampilan melalui proses penyelidikan ilmiah
4. Meningkatkan kerja sama antar peserta didik dan keterampilan pemecahan masalah dalam kerja kelompok.
5. Menambah pemahaman dengan berbagai konsep sains dan pengetahuan matematika
6. Mendorong motivasi belajar serta menambah pengetahuan aktif secara mandiri
7. Mengembangkan hubungan antara keterampilan, pengetahuan, dan belajar secara bersamaan
8. Mengembangkan kemampuan peserta didik dalam menerapkan ilmu yang dikuasai.

9. Meningkatkan kehadiran, keaktifan, dan minat belajar.

3. Literasi Sains

Literasi sains (*science literacy*) berasal dari gabungan dua kata bahasa latin, yaitu *literatus* artinya ditandai dengan huruf, melek huruf, atau berpendidikan, dan *scientia*, yang artinya memiliki pengetahuan. Literasi merupakan upaya pengungkapan makna yang terdapat dalam gambaran desain makna yang telah ada, serta upaya menghasilkan makna dengan jalan menambah sesuatu sebagai hasil pemikiran kita sendiri pada desain yang telah ada tersebut (Rusmansyah *et al.*, 2023). Sedangkan sains atau lebih dikenal dengan ilmu pengetahuan merupakan sebuah kajian ilmu yang berfokus dan menjelaskan mengenai fenomena alam beserta interaksinya (Abidin, 2017). Sains merupakan cara penyelidikan yang berusaha keras mendapatkan data sehingga informasi tentang dunia kita (alam semesta) dengan menggunakan metode pengamatan dan hipotesis yang telah teruji berdasarkan pengamatan itu (Firman *et al.*, 2022).

Literasi dalam bidang sains diartikan sebagai kemampuan memahami, berpikir, dan mengaplikasikan konsep dan perspektif sains dalam berbagai kejadian. Para ahli mengemukakan istilah literasi sains sebagai berikut:

- a. Durrant (Jgunkola & Ogunkola, 2013) mengartikan literasi sains sebagai "*the general public ought to know about science*". Pun (Ogunkula, 2014) menyatakan bahwa,

“Scientific literacy defines what the public should know about science in order to live more effectively with respect to thenatural world.” Artinya keterampilan literasi sains harus dimiliki oleh semua orang. Serta melek sains tidak artikan ketika seseorang mendapatkan konten sains saja, melainkan menjadikan sains sebagai syarat untuk dapat beradaptasi terhadap tantangan perubahan dunia yang begitu cepat, sehingga menimbulkan sikap peduli terhadap alam.

- b. Keterampilan literasi sains dipandang harus dimiliki oleh peserta didik, Pestel & Engeldinger (Situmorang, 2016) memandang literasi sains sebagai sebuah hasil belajar yang harus berlangsung melalui pembelajaran yang berkelanjutan. Artinya ada tindakan yang berkelanjutan yang dilakukan di dalam dunia pendidikan. Oleh karena itu *Programme for International Student Assessment (PISA)* dalam (Gormally *et al.*, 2012), mengartikan:

Scientific literacy is “the capacity to use scientific knowledge to identify questions and to draw evidence-based conclusions in order to understand and help make decisions about the natural world and the changes made toit through human activity”.

Pengertian di atas, memahami bahwa literasi sains lebih mengarah kepada arti sains, pemahaman sains yang diperuntukkan untuk menjadi sebuah solusi dalam sebuah permasalahan yang ada. Semakin berkembangnya penerapan sains, PISA kemudian memodifikasi definisi

dari literasi sains, PISA 2015 mengartikan literasi sains sebagai kemampuan untuk terlibat isu-isu atau ide-ide yang terkait dengan ilmu pengetahuan sebagai warga reflektif serta merumuskannya dalam empat area yakni, konteks, kompetensi, pengetahuan, dan sikap (Abidin *et al.*, 2018).

Indikator literasi sains umumnya terdiri dari tiga aspek utama, sesuai dengan standar internasional yang sering digunakan, seperti dari OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*) dalam penilaian PISA (*Programme for International Student Assessment*):

1) Pengetahuan ilmiah (*Scientific Knowledge*)

Kemampuan memahami konsep, fakta, dan teori ilmiah yang berlaku pada berbagai fenomena alam, serta penguasaan atas pengetahuan dasar sains.

2) Proses ilmiah (*Scientific Processes*)

Kemampuan untuk menggunakan metode ilmiah dalam mengajukan pertanyaan, merumuskan hipotesis, merancang eksperimen, mengumpulkan, menganalisis, dan menafsirkan data, serta menarik kesimpulan yang logis.

3) Konteks sains (*Context of Science*)

Kemampuan untuk menerapkan pengetahuan dan pemahaman ilmiah dalam kehidupan sehari-hari, termasuk mengambil keputusan berbasis sains dalam

isu-isu yang berdampak pada lingkungan, kesehatan, dan teknologi

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa literasi sains merupakan keterampilan yang diperlukan oleh peserta didik untuk memahami isu-isu sains berdasarkan fakta valid yang digali dengan menggunakan kompetensi sains yang diharapkan mampu untuk menjangkau pemecahan masalah sains dan perubahannya, sehingga memiliki sikap dan kepekaan yang tinggi terhadap alam semesta. Pada penelitian ini literasi sains dapat diukur melalui materi termokimia.

4. Materi Termokimia

a. Definisi Termokimia

Cabang ilmu tentang hubungan antara energi dan reaksi kimia atau proses yang berkaitan dengan reaksi kimia dikenal sebagai termokimia. Cabang ilmu termokimia ini merupakan penerapan dari hukum termodinamika pertama terhadap peristiwa kimia (Chang, 2004). Hukum termodinamika pertama disebut juga dengan hukum kekekalan energi. Hukum kekekalan energi ini menyebutkan bahwa energi tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan (konstan) namun dapat diubah dari bentuk satu ke bentuk yang lain. Contohnya pada baterai yang dapat menggerakkan jarum jam. Energi yang didapatkan dari reaksi kimia yang terdapat pada baterai menyebabkan energi berubah menjadi energi listrik kemudian berubah

menjadi energi gerak. Perubahan energi tersebut tidak menyebabkan suatu energi hilang namun energi tersebut bersifat tetap (konstan) hanya saja berubah dalam bentuk energi lain.

Total energi yang terkandung dalam suatu benda disebut sebagai energi dalam (E). Energi dalam tidak dapat ditentukan, yang dapat ditentukan adalah perubahan energinya (ΔE). Perubahan energi dalam (ΔE) secara matematis dituliskan dalam persamaan berikut :

$$\Delta E = q + w$$

$$\Delta E = q - p \Delta V$$

Berdasarkan persamaan tersebut, perubahan energi dalam (ΔE) suatu sistem merupakan total kalor (q) yang diserap atau dilepaskan sistem dengan kerja (w) yang dikenakan terhadap sistem atau dilakukan oleh sistem. Pada tekanan tetap tidak terjadi perubahan volume sehingga nilai $\Delta V=0$ dan kerja (w)=0. Untuk itu, perubahan energi dalam (ΔE) secara matematis dituliskan dalam persamaan berikut:

$$\Delta E = q$$

b. Entalpi dan Perubahan Entalpi

Total energi dalam (E) dalam hukum termodinamika disebut dengan istilah entalpi (H). Sama halnya dengan total energi dalam, entalpi hanya dapat dihitung melalui perubahannya (ΔH).

$$\Delta H = q$$

Berdasarkan persamaan tersebut, besarnya perubahan entalpi merupakan besarnya nilai kalor yang terdapat pada suatu sistem. Perubahan entalpi (ΔH) hanya ditentukan oleh keadaan awal dan akhir reaksi. Dengan demikian, untuk menentukan ΔH dapat dirumuskan sebagai berikut (Mulyanti, 2015) :

$$\Delta H = H_{\text{akhir}} - H_{\text{awal}}$$

c. Sistem dan Lingkungan

Konsep termokimia harus memperhatikan dua hal yang menyangkut perpindahan energi yaitu sistem dan lingkungan. Sistem yaitu segala sesuatu yang menjadi pusat perhatian dalam reaksi atau perubahan energinya. Sedangkan lingkungan yaitu segala sesuatu diluar sistem yang dapat mempengaruhi sistem. Sistem terbagi atas tiga jenis yaitu:

1) Sistem terbuka

Sistem terbuka merupakan sistem dimana energi dan materi dapat bertukar antara sistem dan lingkungannya.

2) Sistem tertutup

Sistem tertutup merupakan sistem dimana terjadi perpindahan energi antara sistem dan lingkungannya namun tidak ada pertukaran materi (zat)

3) Sistem terisolasi

Sistem terisolasi merupakan sistem dimana tidak

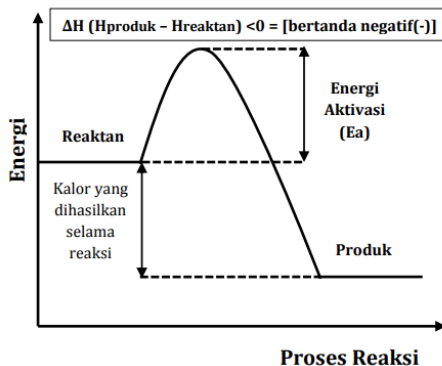
terjadi perpindahan energi dan materi antara sistem dan lingkungannya

d. Reaksi Eksoterm dan Reaksi Endoterm

Reaksi dalam termokimia ada dua jenis yaitu reaksi eksoterm dan endoterm. Kedua jenis reaksi tersebut diuraikan sebagai berikut :

1) Reaksi Eksoterm

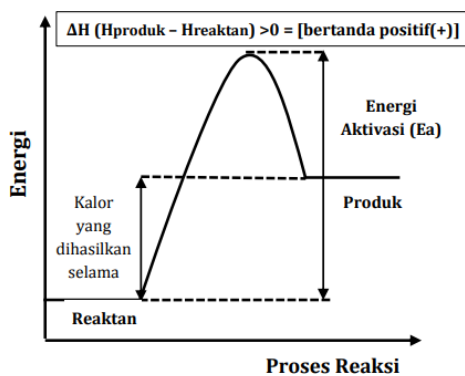
Reaksi eksoterm merupakan reaksi yang terjadi adanya perpindahan energi dari sistem ke lingkungan sehingga lingkungan menjadi naik temperaturnya dan entalpi sistem akan berkurang. Dengan kata lain entalpi produk (H_p) lebih kecil daripada entalpi reaktan (H_r). Hal tersebut menyebabkan perubahan entalpinya (ΔH) bertanda negatif. Perubahan energi pada reaksi eksoterm dinyatakan dalam diagram energi reaksi eksoterm berikut ini:



Gambar 2.1 Diagram Energi Reaksi Eksoterm

2) Reaksi Endoterm

Reaksi endoterm merupakan reaksi yang terjadi akibat perpindahan energi dari lingkungan ke sistem sehingga temperatur lingkungan menjadi turun dan entalpi sistem akan bertambah. Hal tersebut dapat diartikan bahwa entalpi produk (H_p) lebih besar daripada entalpi reaktan (H_r). Keadaan tersebut menyebabkan perubahan entalpi (ΔH) yang merupakan selisih antara entalpi produk dan reaktan ($H_p - H_r$) berharga positif. Perubahan energi pada reaksi endoterm dinyatakan dalam diagram energi reaksi endoterm berikut ini:

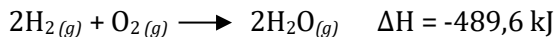


Gambar 2.2 Diagram Energi Reaksi Endoterm

e. Persamaan Termokimia

Persamaan termokimia yaitu suatu persamaan reaksi kimia yang disertai dengan nilai perubahan entalpi (ΔH) yang menyertai reaksi. Persamaan termokimia harus menyertakan fasa suatu zat dalam tanda kurung s, l, g, dan aq masing-masing menyatakan zat padat, cair, gas dan zat

yang terlarut dalam air (Mulyanti, 2015). Contoh dari persamaan termokimia adalah sebagai berikut:



Berdasarkan persamaan termokimia tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa pembentukan 2 mol uap air ($\text{H}_2\text{O}_{(g)}$) akan disertai dengan pelepasan energi sebesar 489,6 kJ. Harga negatif pada nilai perubahan entalpi (ΔH) pembentukan 2 mol uap air bukan menunjukkan nilai sebenarnya namun menunjukkan bahwa reaksi kimia yang terjadi merupakan reaksi eksoterm dimana reaksi tersebut disertai dengan pelepasan energi.

f. Jenis – Jenis Perubahan Entalpi Standar (ΔH°)

Energi kimia yang terkandung dalam suatu sistem atau kalor pada tekanan konstan disebut sebagai entalpi. Entalpi suatu sistem tidak dapat diukur yang dapat diukur adalah perubahan entalpi (ΔH) yang menyertai sistem tersebut. Hal tersebut disebabkan perubahan entalpi (ΔH) merupakan fungsi keadaan dimana fungsi tersebut bergantung pada keadaan awal dan akhir suatu reaksi kimia. Secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

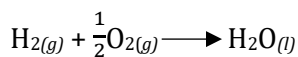
$$\Delta H = H_{\text{akhir}} - H_{\text{awal}}$$

Pengukuran entalpi dengan temperatur dan tekanan yang berbeda akan menghasilkan nilai perubahan entalpi yang berbeda. Berdasarkan kondisi tersebut, maka disepakati suatu keadaan yaitu pada tekanan 1 atm dan

suhu 298 K. Perubahan entalpi reaksi dalam kondisi standar dinyatakan dengan lambang ΔH° atau ΔH_{298} . Perubahan entalpi standar berdasarkan jenis dan prosesnya dibedakan menjadi 3 jenis yaitu sebagai berikut:

1) Perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH°_f)

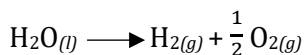
Perubahan entalpi pembentukan standar merupakan pembentukan 1 mol zat dari unsur-unsurnya dalam keadaan standar yaitu pada tekanan 1 atm dan suhu 298 K. Contoh reaksinya adalah sebagai berikut:



$$\Delta H^\circ_f = -285,85 \text{ kJ mol}^{-1}$$

2) Perubahan entalpi penguraian standar (ΔH°_d)

Perubahan entalpi penguraian standar merupakan perubahan entalpi yang terjadi akibat adanya penguraian 1 mol zat menjadi unsur-unsurnya pada keadaan standar yaitu pada tekanan 1 atm dan suhu 298 K. Contoh reaksinya adalah sebagai berikut :

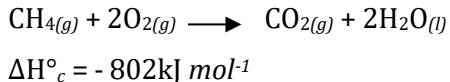


$$\Delta H^\circ_d = + 285,85 \text{ kJ mol}^{-1}$$

3) Perubahan entalpi pembakaran standar (ΔH°_c)

Perubahan entalpi pembakaran standar merupakan perubahan entalpi yang terjadi pada pembakaran 1 mol zat secara sempurna pada keadaan standar yaitu pada tekanan 1 atm dan suhu 298 K.

Contoh reaksinya adalah sebagai berikut:



g. Penentuan Perubahan Energi Entalpi Reaksi

1) Penentuan perubahan entalpi secara eksperimen (Kalorimetri)

Penentuan perubahan entalpi secara eksperimen dilakukan dengan menggunakan kalorimeter. Kalorimeter merupakan sistem yang terisolasi dimana tidak ada pertukaran energi maupun materi dengan lingkungan diluar kalorimeter. Besarnya kalor yang diserap atau dilepaskan oleh kalorimeter dihitung berdasarkan rumus berikut ini:

$$Q_{\text{kalorimeter}} = C \times \Delta T$$

Dimana:

Q = perubahan kalor pada kalorimeter (J)

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

ΔT = kenaikan suhu kalorimeter ($^\circ\text{C}$ atau K)

Kalorimeter yang baik yaitu tidak dapat menyerap kalor sehingga menjadikan kapasitas kalor sangat kecil. Pada kalorimeter ini besarnya kalor yang dilepas atau diserap dapat diabaikan. Besarnya kalor yang menyebabkan turun atau naiknya temperatur sistem dapat dihitung melalui persamaan berikut ini:

$$Q_{\text{sistem}} = m \times c \times \Delta T$$

Dimana:

Q_{sistem} = perubahan kalor sistem (J)

m = massa zat (g)

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

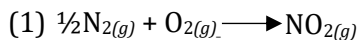
ΔT = kenaikan suhu kalorimeter ($^{\circ}\text{C}$ atau K)

Jadi, untuk kalor total yang dilepas atau diserap sistem dihitung melalui persamaan berikut:

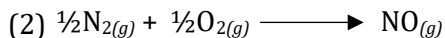
$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{sistem}} + Q_{\text{kalorimeter}}$$

2) Penentuan perubahan entalpi menggunakan Hukum Hess

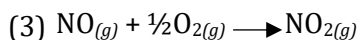
Penentuan perubahan entalpi melalui hukum Hess digunakan terutama pada penentuan perubahan entalpi yang tidak dapat ditentukan melalui eksperimen. Hukum Hess menyatakan bahwa perubahan entalpi suatu reaksi tidak bergantung pada bagaimana jalannya reaksi namun hanya bergantung pada keadaan awal dan akhir reaksi. Berdasarkan pernyataan tersebut menunjukkan bahwa perubahan entalpi suatu reaksi kimia tidak bergantung apakah reaksi kimia yang terjadi berjalan satu tahap atau beberapa tahap.



$$\Delta H_1 = x \text{ kJ} = +33,85 \text{ kJ/mol}$$

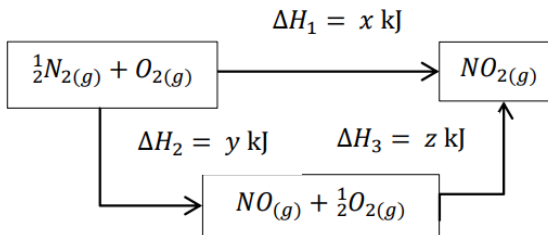


$$\Delta H_2 = y \text{ kJ} = +90,37 \text{ kJ/mol}$$



$$H_3 = z \text{ kJ} = -56,52 \text{ kJ/mol}$$

Berdasarkan hukum Hess, $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$ atau $x = y + z$. Reaksi dapat digambarkan melalui siklus energi atau siklus Hess sebagai berikut:



Gambar 2.3 Siklus Energi Hess

Hukum Hess berguna dalam perhitungan perubahan entalpi (ΔH) suatu reaksi berdasarkan perubahan entalpi (ΔH) dari beberapa reaksi yang telah diketahui.

- 3) Penentuan perubahan entalpi berdasarkan perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH°_f)

Data entalpi pembentukan standar (ΔH°_f) zat pereaksi dan produk dapat menentukan kalor reaksi suatu zat. Zat pereaksi terurai menjadi unsur-unsurnya, selanjutnya unsur-unsur tersebut bereaksi membentuk zat produk. Perubahan entalpi dapat dihitung melalui rumus berikut :

$$\Delta H = \sum \Delta H^\circ_f(\text{produk}) - \sum \Delta H^\circ_f(\text{reaktan})$$

- 4) Penentuan perubahan entalpi berdasarkan energi ikatan

Energi ikatan merupakan energi yang diperlukan untuk memutuskan 1 mol ikatan dari suatu molekul

dalam wujud gas. Energi ikatan dapat digunakan sebagai informasi kuatnya ikatan serta kestabilan suatu molekul. Energi ikatan yang besar pada suatu molekul menunjukkan bahwa ikatan dalam molekul tersebut kuat dan menunjukkan stabil. Sedangkan energi ikatan kecil pada suatu molekul menunjukkan bahwa ikatan pada molekul tersebut kurang stabil dan mudah terurai.

Penentuan perubahan entalpi menggunakan metode ini berlaku pada reaksi antara zat-zat yang memiliki fase gas dengan ikatan kovalen. Hal tersebut berdasarkan ketentuan semua ikatan dari suatu jenis tertentu adalah setara dan identik, misalnya CH pada CH_4 dan nilai energi jenis tertentu adalah sama serta tidak bergantung pada jenis senyawa dimana ikatan itu berada.

Selanjutnya untuk nilai energi ikatan dapat digunakan sebagai penentu nilai perubahan entalpi reaksi. Perubahan entalpi reaksi didapatkan dari selisih energi yang digunakan untuk memutuskan ikatan dengan energi pada penggabungan ikatan. Persamaan tersebut dituliskan sebagai berikut :

$$\Delta H = \sum E_i \text{ pereaksi} - \sum E_i \text{ hasil reaksi}$$

h. STEM dalam Materi Termokimia

Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dalam materi termokimia

memungkinkan integrasi konsep ilmiah dengan aplikasi praktis, sehingga dapat meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik (Sugiarto, 2016). Dalam sains, termokimia mempelajari perubahan energi dalam reaksi kimia, yang esensial untuk memahami fenomena alam dan proses industri. Teknologi berperan melalui penggunaan alat seperti kalorimeter digital dan perangkat lunak simulasi untuk menganalisis perubahan entalpi dan energi. Dari sisi rekayasa, prinsip termokimia diterapkan dalam desain proses industri yang efisien, seperti pengukuran nilai energi pada bahan bakar yang sangat dibutuhkan dalam proses industri. Matematika digunakan untuk menghitung dan memodelkan perubahan energi, entalpi, dan efisiensi reaksi kimia (Rahmawati, 2020). Misalnya, peserta didik dapat merancang eksperimen untuk mengamati bagaimana penambahan air ke dalam reaksi kimia tertentu mempengaruhi suhu dan energi yang terlibat. Dengan pendekatan ini, peserta didik tidak hanya belajar teori tetapi juga menerapkan prinsip-prinsip rekayasa untuk merancang eksperimen yang relevan (Defista dan Aznam, 2024).

Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan e-LKPD berbasis STEM dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kolaboratif peserta didik, serta membuat pembelajaran menjadi lebih menarik dan aplikatif (Zuliatin

et al., 2022). Dengan demikian, e-LKPD yang terintegrasi dengan pendekatan STEM memberikan pengalaman belajar yang lebih holistik dan dalam meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik pada materi termokimia.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian ini menggunakan beberapa kajian penelitian yang relevan untuk memperoleh teori dari beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Kajian penelitian yang relevan ini sebagai referensi untuk penelitian ini dan juga bertujuan untuk menghindari adanya pengulangan penelitian dengan permasalahan yang sama. Beberapa penelitian kajian yang relevan sebagai berikut:

1. Hasil Penelitian yang dilakukan oleh Sihombing *et al.*, (2022) menunjukkan bahwa model yang digunakan dalam pengembangan LKPD adalah model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Tingkat praktikalitas yang diberikan oleh guru terhadap LKPD berada pada kategori sangat praktis dengan persentase nilai sebesar 97,7%, dan hasil respons peserta didik terhadap LKPD berada pada kriteria baik dengan persentase nilai sebesar 98,8% sehingga produk LKPD dinyatakan siap dimanfaatkan untuk kegiatan pembelajaran. Adapun perbedaan dengan e-LKPD yang akan dikembangkan oleh peneliti yaitu pada materi termokimia dan menggunakan model pengembangan ADDIE.
2. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Cholifah & Novita,

(2022) menunjukkan bahwa e-LKPD *guided inquiry-liveworksheet* dinyatakan layak untuk dijadikan bahan ajar dalam pembelajaran kimia. Aspek kevalidan e-LKPD diperoleh kriteria valid, aspek kepraktisan e-LKPD diperoleh kategori praktis. Keefektifan e-LKPD juga diperoleh kriteria sangat efektif dibuktikan dengan hasil tes kognitif dan peningkatan keterampilan literasi sains peserta didik. Pengembangan e-LKPD tersebut menggunakan model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Adapun perbedaan dengan skripsi yang akan diteliti oleh peneliti terdapat pada materi dimana peneliti menggunakan materi termokimia, kemudian dalam pengembangan e-LKPD menggunakan model ADDIE. e-LKPD yang akan dikembangkan oleh peneliti berbasis STEM sedangkan pada penelitian tersebut e-LKPD yang dikembangkan berbasis *guided inquiry berbantuan liveworksheet*.

3. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ni Made Ary Suparwati *et al.*, (2023) menunjukkan bahwa e-LKPD kimia berbasis STEM dengan muatan etnosains yang dihasilkan dalam penelitian tersebut tergolong valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan model mental kimia peserta didik dengan hasil rata-rata model mental kimia peserta didik sebesar 0,76. e-LKPD tersebut juga digunakan guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran. Adapun perbedaan dalam penelitian tersebut e-LKPD yang dikembangkan berbasis

STEM bermuatan etnosains sedangkan e-LKPD yang akan dikembangkan oleh peneliti hanya berbasis STEM, variabel bebas yang diukur dalam penelitian adalah model mental kimia peserta didik sedangkan peneliti menggunakan literasi sains sebagai variabel bebas. Selain itu, model yang digunakan oleh penelitian tersebut dalam mengembangkan e- LKPD adalah model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) sedangkan model yang akan digunakan oleh peneliti adalah ADDIE.

4. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Zuliatin *et al.*, (2022) menunjukkan bahwa e-LKPD yang dikembangkan layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran, penelitian tersebut menunjukkan kelayakan e-LKPD berbasis STEM pada materi struktur atom sebesar 88,51% dengan kriteria sangat valid, sehingga dapat diuji coba pada peserta didik. Kepraktisan e-LKPD berbasis STEM yang dikembangkan ditinjau dari respons peserta didik yang dihasilkan sebesar 87,13% dengan kriteria sangat praktis. Adapun perbedaan dalam penelitian terdapat pada materi dan variabel dimana penelitian tersebut menggunakan materi struktur atom dalam mengembangkan e-LKPD berbasis STEM sedangkan peneliti menggunakan materi termokimia dengan variabel terikat literasi sains.
5. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Vadilla (2022) menunjukkan bahwa e-LKPD yang dikembangkan

berkategorikan sangat layak dan dapat dimanfaatkan untuk digunakan dalam proses pembelajaran dengan persentase rata-rata 94%, pengembangan e-LKPD berbasis model *Discovery Learning* efektif terhadap keterampilan sains peserta didik, di mana keterampilan sains peserta didik meningkat diatas KKM (>75). Adapun perbedaan dalam penelitian terdapat pada variabel bebas, penelitian tersebut menggunakan keterampilan proses sains sebagai variabel terikat sedangkan peneliti menggunakan literasi sains, e-LKPD yang dikembangkan dalam penelitian tersebut berbasis *Discovery Learning*, sedangkan e-LKPD yang akan dikembangkan oleh peneliti berbasis STEM.

Berdasarkan hasil analisis dari berbagai penelitian yang relevan, terlihat bahwa pengembangan e-LKPD merupakan upaya strategis untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, khususnya dalam mata pelajaran kimia. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) sangat umum digunakan dan menghasilkan produk e-LKPD yang valid, praktis, dan efektif dalam pembelajaran (Sihombing *et al.*, 2022; Cholifah & Novita, 2022; Ni Made Ary Suparwati *et al.*, 2023; Zuliatin *et al.*, 2022). Selain itu, berbagai pendekatan yang diterapkan, seperti *Guided Inquiry* dan *Discovery Learning* juga telah terbukti meningkatkan keterampilan kognitif, literasi sains, dan keterampilan proses sains peserta didik. Namun, penelitian-

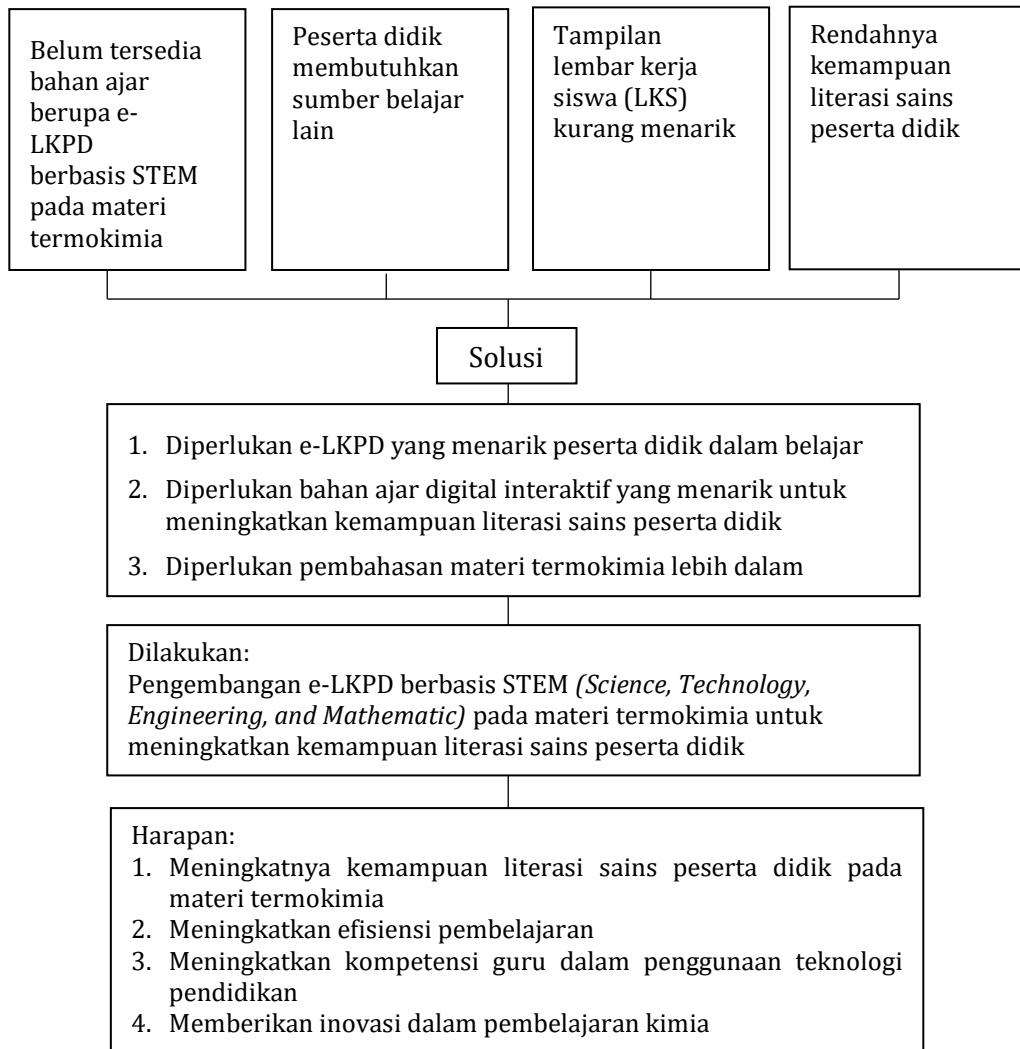
penelitian tersebut memiliki keterbatasan dalam hal fokus materi, pendekatan, dan variabel yang diukur. Sebagian besar penelitian mengembangkan e-LKPD pada materi yang berbeda, seperti struktur atom, dengan pendekatan berbasis *Guided Inquiry* atau *Discovery Learning*, sedangkan penelitian ini fokus pada materi termokimia dengan pendekatan berbasis STEM. Pendekatan STEM telah terbukti efektif dalam meningkatkan literasi sains, tetapi belum banyak penelitian yang mengintegrasikan pendekatan ini secara spesifik untuk materi termokimia.

Pengembangan e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia sangat penting untuk dilakukan, mengingat literasi sains merupakan kemampuan esensial yang diperlukan peserta didik dalam menghadapi tantangan abad ke-21. Dengan menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate*), penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan e-LKPD yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan literasi sains peserta didik. Hal ini sekaligus memberikan kontribusi baru dalam pengembangan bahan ajar inovatif yang relevan dengan kebutuhan pembelajaran berbasis teknologi dan pendekatan multidisiplin.

C. Kerangka Berpikir

Sesuai dengan latar belakang yang telah ditulis oleh peneliti, ditemukan bahwa kemampuan literasi sains peserta didik dikatakan cukup rendah menurut data PISA pada tahun

2022. Rendahnya literasi sains peserta didik dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah bahan ajar atau media yang digunakan pada saat pembelajaran. Oleh karena itu, peneliti mengembangkan media pembelajaran berupa e-LKPD berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik. e-LKPD berbasis STEM yang dikembangkan untuk meningkatkan literasi sains peserta didik hanya pada materi termokimia. Setelah pengembangan e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia diharapkan kemampuan literasi sains peserta didik meningkat. Berdasarkan kajian teori diatas maka penulis menyusun kerangka pemikiran teoritis pada diagram berikut:



Gambar 2.4 Kerangka Berpikir

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan kajian teori serta latar belakang yang telah diuraikan, maka timbul beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana penilaian ahli materi dan media terhadap e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia terhadap kemampuan literasi sains peserta didik?
2. Bagaimana validitas e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia terhadap kemampuan literasi sains peserta didik?
3. Bagaimana respons peserta didik terhadap e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia terhadap kemampuan literasi sains peserta didik?
4. Bagaimana peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik setelah di implementasikan e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia?

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Model Pengembangan

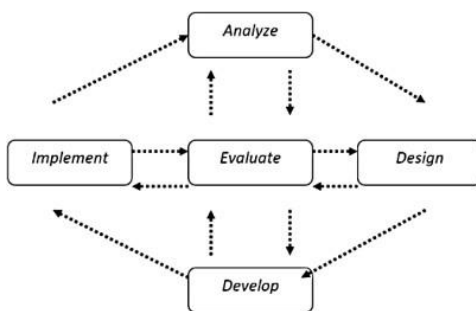
Penelitian yang dilakukan oleh peneliti termasuk dalam penelitian pengembangan yang disebut juga dengan *Research and Development* (RnD). RnD dilakukan sebagai riset dalam mengembangkan dan menguji efektivitas produk (Sugiyono, 2015). Penelitian RnD sebagai metode yang digunakan dalam pengembangan dan penilaian validitas suatu produk (Danuri & Maisaroh, 2019). Produk tersebut dapat berupa perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), model pembelajaran interaktif, model bimbingan dan sebagainya (Junaedi, 2019). Adapun produk yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia terhadap kemampuan literasi sains peserta didik.

Model penelitian yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini yaitu model ADDIE. Menurut Branch (dikutip dalam Dwipayanti *et al.*, 2020), model ADDIE merupakan model penelitian yang tahapannya yaitu *Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation* untuk menghasilkan suatu produk. Model ADDIE tidak hanya dapat digunakan untuk mengembangkan e-LKPD, namun dapat diterapkan dalam berbagai aspek kehidupan. Model ADDIE dipilih sebagai model dalam penelitian ini karena. 1) 5 tahapan yang terdapat dalam model ADDIE sangat tepat untuk

mengembangkan e-LKPD, 2) model ADDIE memiliki alur pengembangan yang fleksibel, 3) evaluasi dan revisi dapat dilakukan terus-menerus, sehingga produk yang dihasilkan dari model ADDIE memiliki nilai kevalidan dan reliabel. Pengembangan produk berupa e-LKPD berbasis STEM tersebut memerlukan semua tahap-tahap ADDIE guna menghasilkan dan mengevaluasi produk (Andi, 2003).

B. Prosedur Pengembangan

Berikut adalah tahapan yang terdapat dalam model ADDIE



Gambar 3. 1 Tahapan model ADDIE (Sugiyono, 2015)

1. Tahap Analisis (*Analyze*)

Analisis adalah tahapan yang perlu dilakukan dalam mengembangkan e-LKPD dengan menganalisis validasi sesuai syarat-syarat pengembangan. Pada tahap ini tujuan pembelajaran dalam mengembangkan bahan ajar perlu dianalisis (Cahyadi, 2019). Tahap analisis yang dilakukan mencakup:

a. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilaksanakan dengan wawancara kepada guru kimia pada saat pra penelitian di sekolah dan penyebaran angket kebutuhan peserta didik. Langkah selanjutnya adalah mencari solusi untuk suatu permasalahan yang dirasakan oleh guru dan peserta didik ketika proses pembelajaran.

b. Analisis Materi

Analisis materi dilaksanakan dengan menganalisis berdasarkan kurikulum yang diterapkan di sekolah melalui wawancara kepada guru kimia. Langkah selanjutnya adalah menentukan materi kimia yang akan diuji dengan e-LKPD dalam pembelajaran, kemudian menganalisis capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran dan indikator yang akan diperoleh dalam pembelajaran.

2. Tahap Desain (*Design*)

Rancangan atau desain yang dimaksud adalah perancangan produk e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia terhadap kemampuan literasi sains peserta didik. Perancangan dilakukan sesuai dengan hasil yang telah didapatkan pada tahap *analyze*. Tahapan – tahapan yang dilakukan yaitu menyusun rancangan instrumen, menyiapkan kerangka e-LKPD dan menyusun komponen e-LKPD (Adolph, 2016). Tahap ini penting dalam memastikan bahwa produk yang dihasilkan tidak hanya menarik, tetapi

juga memiliki dampak positif pada proses pembelajaran dan pengembangan kemampuan literasi sains peserta didik (Sugiyono, 2008).

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap *development* dalam model ADDIE berisi kegiatan realisasi rancangan produk yang meliputi kegiatan membuat dan memodifikasi bahan ajar (Cahyadi, 2019). Dalam tahap desain telah disusun kerangka konseptual produk, kemudian dalam tahap *development* kerangka konseptual tersebut direalisasikan dalam bentuk produk berupa e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia terhadap kemampuan literasi sains peserta didik yang siap diimplementasikan sesuai dengan tujuan. Langkah selanjutnya adalah validasi, revisi, dan uji respons dengan uji coba produk.

Dalam penelitian ini, tahap revisi produk dalam penelitian pengembangan e-LKPD berbasis STEM bertujuan untuk memperbaiki kekurangan yang ditemukan selama validasi, meningkatkan kualitas produk, dan memastikan bahwa produk yang dihasilkan siap untuk digunakan secara efektif dalam proses pembelajaran. Revisi tersebut mencakup perbaikan konten, aspek teknis, dan desain visual untuk memastikan bahwa e-LKPD dapat memenuhi standar pendidikan, mendukung pemahaman peserta didik, serta relevan dengan pendekatan STEM (Sugiyono, 2016).

4. Tahap Pelaksanaan (*Implementation*)

Tahap implementasi disebut juga dengan tahap uji lapangan, dimana e-LKPD yang dikembangkan diimplementasikan pada situasi nyata di kelas (Cahyadi, 2019). Implementasi produk hasil pengembangan berupa e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia diujikan kepada peserta didik untuk mengetahui peningkatan literasi sains. Implementasi dilakukan terhadap 30 peserta didik yang terdiri dari kelas XI MIPA di MAN 2 Kota Semarang.

5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Tahap evaluasi dilakukan pada semua tahapan model pengembangan ADDIE. Evaluasi produk dilakukan oleh dosen pembimbing, yakni pada tahap desain. Evaluasi selanjutnya dilakukan pada tahap pengembangan, yang dilakukan oleh kedua validator yaitu ahli materi dan ahli media untuk memberikan validasi terhadap e-LKPD. Ahli materi berfokus pada kebenaran konten dan relevansi kurikulum, sedangkan ahli media menilai kualitas desain, kemudahan penggunaan, serta interaktivitas produk. Kedua validasi tersebut penting untuk memastikan bahwa produk yang dikembangkan oleh peneliti tidak hanya secara ilmiah benar, tetapi juga menarik, mudah digunakan, dan efektif dalam mendukung pembelajaran berbasis STEM.

C. Desain Uji Coba Produk

1. Desain Uji Coba

Tahap uji coba kelas kecil dalam penelitian ini bertujuan untuk menguji validitas produk dalam kondisi nyata, mengidentifikasi kelemahan, serta mengukur efektivitas, kemudahan penggunaan, dan penerimaan oleh peserta didik dan guru. Tahap ini memberikan umpan balik yang sangat berharga untuk penyempurnaan produk sebelum diujicobakan pada skala yang lebih besar atau diimplementasikan secara luas dalam pembelajaran.

2. Subjek Uji Coba

Subjek penelitian ini dilaksanakan kepada peserta didik kelas XI MAN 2 Kota Semarang. Uji coba produk diterapkan pada kelas kecil 30 peserta didik. Pengambilan sampel pada kelas uji coba dalam penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling*. *Purposive sampling* yaitu pengambilan sampel sumber data dengan pertimbangan tertentu (Arikunto, 2010). Peneliti menetapkan peserta didik kelas XI MAN 2 sebagai sampel karena selaras dengan kriteria yang telah ditetapkan. Kriteria kelas sampel yang ditentukan, yaitu:

- a) Kelas yang telah mempelajari materi termokimia
- b) Terdapat peserta didik yang pasif pada saat pembelajaran
- c) Kelas yang memiliki nilai belajar rendah

3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Untuk menentukan hasil penelitian yang tepat maka metode pengumpulan data menjadi bagian yang sangat

penting dalam sebuah penelitian. Sebab pemilihan metode pengumpulan data yang tepat akan dapat diperoleh data yang akurat dan relevan.

a. Teknik pengumpulan data

Teknik pengumpulan data adalah prosedur atau metode yang digunakan oleh peneliti untuk memperoleh informasi atau data yang diperlukan guna menjawab pertanyaan penelitian atau mencapai tujuan penelitian. Teknik ini sangat penting dalam proses penelitian karena kualitas data yang dikumpulkan akan menentukan keakuratan dan validitas hasil penelitian. Berbagai teknik pengumpulan data digunakan tergantung pada jenis penelitian, populasi yang diteliti, serta tujuan penelitian (Sugiyono, 2016). Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes dan non-tes. Adapun teknik non-tes yang digunakan meliputi:

1) Teknik Wawancara

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data untuk memperoleh informasi secara langsung (tatap muka) maupun tidak langsung (Chamidah *et al.*, 2021). Teknik wawancara pada penelitian ini dilakukan secara tidak langsung terhadap guru kimia MAN 2 Kota Semarang. Instrumen yang digunakan berupa panduan wawancara. Teknik wawancara

dilakukan bertujuan untuk melakukan studi pendahuluan terkait dengan proses pembelajaran yang dilakukan dan untuk menemukan suatu permasalahan yang harus diteliti sehingga ditemukan solusinya.

2) Teknik Kuesioner (Angket)

Angket merupakan teknik untuk mengumpulkan data melalui pengajuan tertulis dari daftar pertanyaan yang harus dijawab oleh responden (Muhidin & Faruq, 2018). Angket digunakan untuk memperoleh data mengenai tanggapan peserta didik. Teknik kuesioner yang ada dalam penelitian ini meliputi: a) Angket kebutuhan peserta didik bertujuan untuk memperoleh data terkait kesulitan-kesulitan yang dihadapi peserta didik, b) Lembar validasi ahli materi dan media bertujuan untuk memvalidasi e-LKPD yang dikembangkan, c) Angket respons peserta didik untuk mengetahui respon peserta didik pada e-LKPD yang telah divalidasi oleh ahli materi dan media. Adapun teknik tes yang digunakan meliputi:

1) Soal-soal termokimia

Tujuan diadakannya tes tersebut agar dapat mengetahui dan mengukur kemampuan awal literasi sains peserta didik serta agar dapat menilai kemampuan aplikasi dimana supaya peneliti melihat bagaimana peserta didik menerapkan

prinsip-prinsip termokimia dalam situasi nyata atau pemecahan masalah terkait energi dalam reaksi kimia (Brown, 2009).

b. Instrumen pengumpulan data

1) Lembar wawancara

Tujuan adanya lembar wawancara dalam instrumen pengumpulan data adalah untuk mengarahkan proses wawancarasehingga data yang dihasilkan relevan, terstruktur, dan komprehensif. Lembar wawancara tersebut digunakan untuk membantu peneliti mengumpulkan data kualitatif yang mendalam, konsisten, dan terstruktur, serta memungkinkan fleksibilitas dalam menggali lebih banyak informasi dari responden.

2) Lembar soal peserta didik

Lembar soal merupakan instrumen yang penting dalam pengumpulan data penelitian ini, karena memberikan cara terstruktur untuk menilai berbagai aspek pembelajaran peserta didik. Hal tersebut membantu mengidentifikasi tingkat pemahaman, kemampuan literasi sains, dan perkembangan akademis peserta didik.

3) Lembar angket

Lembar angket merupakan instrumen yang sangat penting dalam penelitian karena

memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan data secara sistematis dan terstruktur, sehingga memudahkan analisis dan interpretasi hasil, serta memberikan wawasan yang mendalam tentang sikap, pengetahuan, dan perilaku responden (Sugiyono, 2017).

4. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji validitas e-LKPD, uji respons peserta didik, uji instrumen literasi sains dan uji peningkatan literasi sains. Keempat uji tersebut yaitu:

a. Uji Validasi e-LKPD

1) Uji Validitas Ahli

Tujuan dari uji validitas ahli ini adalah untuk memberikan jawaban terhadap rumusan masalah dalam penelitian, yaitu menguji validasi produk yang telah dikembangkan. Instrumen validitas ahli yang digunakan adalah angket validasi. Kriteria atau penentuan validitas e-LKPD diperoleh dari penilaian validasi ahli berupa angket skala *likert*, dengan skala penilaian 1-5, seperti pada Tabel 3.1

Tabel 3. 1 Skala Angket Lembar Validasi

Kriteria Penilaian	Skor
Sangat Baik	5
Baik	4
Cukup Baik	3

Kurang Baik	2
Tidak Baik	1

(Sudijono, 2012)

Perolehan total skor validasi kemudian dianalisis secara kuantitatif sehingga diperoleh nilai validitas dan kualitas dari e-LKPD. Besarnya validitas e-LKPD dihitung menggunakan rumus *Aiken's V* sebagai berikut:

$$V = \frac{\sum S}{[n(C-1)]}$$

Keterangan:

V = indeks validitas isi

S = r-l₀

r = skor dari validator

l₀ = skor penilaian terendah

n = jumlah validator

C = skor penilaian tertinggi

Berdasarkan tabel *Aiken's V* dengan jumlah validator yang terdiri dari 4 orang dan skala 5, maka e-LKPD dinyatakan valid jika nilai $V \geq 0,88$ (Heri Retnawati, 2016).

2) Uji Respons Peserta Didik

Uji tanggapan peserta didik merupakan uji coba skala kecil terhadap produk yang telah dinyatakan valid melalui angket tanggapan peserta didik sebagai pengguna (subjek uji coba) e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia. Instrumen angket respons peserta didik disusun menggunakan skala penilaian 1 – 5. Adapun tabel skala angketnya disajikan pada tabel

3.2 berikut:

Tabel 3. 2 Skala Angket Respons Peserta Didik

Keterangan	Skor
Sangat Setuju (SS)	5
Setuju (S)	4
Kurang Setuju (KS)	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

(Sugiyono, 2017)

Skor perhitungan angket yang dihasilkan berupa persentase (Sugiyono, 2017). Skor tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan:

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

Keterangan:

P = presentasi respons

f_i = jumlah skor

n = nilai skor maksimum

Hasil perhitungan skor persentase kemudian diubah dalam bentuk kategori analisis sesuai Tabel 3.3

Tabel 3.3 Acuan Analisis Persentase

Persentase (%)	Kriteria
81 - 100	Sangat baik
61 - 80	Baik
41 - 60	Cukup baik
21 - 40	Kurang baik
0 - 21	Sangat tidak baik

(Febrianti, 2024)

b. Uji Instrumen Literasi Sains

1) Validasi Ahli

Instrumen tes disempurnakan melalui proses validasi dari ahli. Penilaian validitas ahli terhadap instrumen ini diukur dengan menggunakan lembar angket validasi yang menggunakan skala penilaian 1-5. Setelah instrumen tas divalidasi oleh ahli, langkah selanjutnya adalah menganalisis validitas *Aiken's V* (Azwar, 2018) dengan menggunakan rumus yang telah ditentukan:

$$V = \frac{\sum S}{[n (C - 1)]}$$

Keterangan:

V = indeks validitas isi

S = $r - l_0$

r = skor dari validator

l_0 = skor penilaian terendah

n = jumlah validator

C = skor penilaian tertinggi

Pada tahap ini instrumen dinilai oleh 3 orang ahli dengan taraf kesalahan 5%, setelah dilakukan perhitungan dan menghasilkan indeks *Aiken's V*, instrumen dikatakan valid apabila nilai $V \geq 0,92$.

2) Uji Validitas Soal

Pengujian validitas merupakan langkah yang diterapkan untuk mengevaluasi keabsahan instrumen yang akan digunakan. Metode yang digunakan untuk melaksanakan pengujian ini adalah teknik korelasi *product moment*, sebagaimana dijelaskan oleh Sugiyono (2017):

$$r_{xy} = \frac{N \Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{\{(N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2) \{N \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2\}}}}$$

Keterangan:

r_{xy} = koefisien korelasi antara X dan Y

N = jumlah peserta didik

X = skor item soal

Y = skor total

Setelah itu dibandingkan antara nilai r_{xy} yang diperoleh dengan nilai r_{tabel} *product moment* dengan tingkat kesalahan 5%. Jika $r_{xy} > r_{tabel}$, maka dapat disimpulkan bahwa pertanyaan tersebut dianggap valid (Arikunto, 2013).

3) Uji Reliabilitas

Pengujian reliabilitas merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana instrumen dapat diandalkan dalam konteks penelitian (Ali, 2013). Uji reliabilitas tersebut dilakukan dengan mengaplikasikan rumus alpha yang dijelaskan oleh Sugiyono (2017). Rumus Alpha digunakan untuk menentukan instrumen tersebut dapat dipercaya atau konsisten dalam pengukuran variabel yang di teliti:

$$r_{11} = \left\{ \frac{n}{n-1} \right\} \left\{ 1 - \frac{\Sigma S_i^2}{S_t^2} \right\}$$

Keterangan:

r_{11} = reliabilitas instrumen

n = jumlah item dalam instrumen

ΣS_i^2 = jumlah varians butir

S_t^2 = varians total

Setelah itu dilakukan perbandingan antara harga r_{11}

dengan r_{tabel} *product moment* dengan tingkat signifikansi sebesar 5%. Jika $r_{11} > r_{\text{tabel}}$, maka dapat disimpulkan bahwa instrumen tersebut memiliki tingkat reliabilitas yang tinggi.

Tabel 3.4 Kriteria Reliabilitas Instrumen

Indeks Reliabilitas	Kriteria
$0,00 \leq r_{11} < 0,50$	Reliabilitas rendah
$0,50 \leq r_{11} < 0,70$	Reliabilitas sedang
$0,70 \leq r_{11} < 0,90$	Reliabilitas tinggi
$0,90 \leq r_{11} \leq 1,00$	Reliabilitas sangat tinggi

(Son, 2019)

4) Uji Daya Beda

Uji daya beda dilakukan untuk melihat kemampuan instrumen dalam membedakan antara peserta didik yang memiliki tingkat literasi sains tinggi dengan peserta didik yang memiliki kemampuan literasi sains rendah. Rumus yang digunakan untuk menghitung daya beda instrumen sebagai berikut:

$$DP = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{SMI}$$

Keterangan:

DP = daya pembeda

$\bar{X}_A$ = rata - rata skor jawaban peserta didik kelompok atas

$\bar{X}_B$ = rata- rata skor jawaban peserta didik kelompok bawah

SMI = skor maksimum ideal

Tabel 3.5 Kriteria Daya Pembeda Instrumen

Indeks Daya Beda	Kriteria
Tanda <i>negative</i>	Tidak ada daya pembeda
$0,00 \leq DP < 0,20$	Lemah
$0,20 \leq DP < 0,40$	Cukup
$0,40 \leq DP < 0,70$	Baik
$0,70 \leq DP \leq 1,00$	Sangat baik

(Son, 2019)

5) Uji Tingkat Kesukaran

Pengujian tingkat kesukaran dilakukan untuk mengetahui apakah soal yang dibuat peneliti mudah, sedang atau sukar (Son, 2019). Rumus yang digunakan untuk mengetahui tingkat kesukaran soal adalah:

$$P = \frac{\bar{X}}{SMI}$$

Keterangan:

P = indeks kesukaran butir soal

$\bar{X}$ = nilai rata-rata tiap butir soal

SMI = skor maksimum ideal

Tabel 3.6 Kriteria Tingkat Kesukaran

Indeks Kesukaran	Kriteria
$0,00 \leq IK < 0,30$	Sukar
$0,30 \leq IK < 0,80$	Sedang
$0,80 \leq IK \leq 1,00$	Mudah

(Son, 2019)

c. Uji Peningkatan Literasi Sains

Analisis kemampuan literasi sains peserta didik dilakukan untuk memperoleh hasil peningkatan peserta didik setelah memanfaatkan e-LKPD berbasis STEM. Analisis kemampuan literasi sains peserta didik dapat

ditentukan menggunakan uji dibawah ini:

1) Uji Normalitas

Uji *Saphiro-Wilk* dilakukan untuk menentukan uji normalitas, yang bertujuan untuk menentukan data berdistribusi normal atau tidak. Uji *Saphiro-Wilk* dengan taraf kesalahan 5% melalui SPSS versi 26. Uji tersebut dipilih karena data berjumlah kurang dari 50. Hipotesis uji normalitas pada penelitian ini yaitu:

H_0 : sampel berdistribusi normal

H_1 : sampel berdistribusi tidak normal

Kriteria pengujian *Saphiro-Wilk* yaitu:

Jika nilai Sig < 0,05 maka H_0 ditolak, sampel berdistribusi tidak normal

Jika nilai Sig > 0,05 maka H_0 diterima, sampel berdistribusi normal

2) Uji Wilcoxon

Uji Wilcoxon digunakan untuk membandingkan dua kelompok data berpasangan atau dua sampel independen ketika asumsi normalitas tidak terpenuhi (Fadilatunnisyah *et al.*, 2024). Uji Wilcoxon dilakukan berbantuan SPSS versi 26. Uji *Paired Sample T-test* pada taraf signifikansi 5%, berikut kriteria pengujiannya:

H_0 : tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest*

H_1 : terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest*

Kriteria pengujian Wilcoxon yaitu:

Jika nilai $p\text{-value} < 0,05$ maka H_0 ditolak, terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest*.

Jika nilai $p\text{-value} > 0,05$ maka H_0 diterima, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest*.

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, diperoleh hasil uji normalitas sebesar $0,040 < 0,05$ untuk nilai *pretest* dan $0,002 < 0,05$ untuk nilai *posttest*. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa data *pretest* dan *posttest* tidak berdistribusi normal sehingga dilakukanlah uji wilcoxon.

3) Uji N-gain

N-gain dihitung berdasarkan perbedaan skor literasi sains *pretest* dan *posttest* peserta didik yang mencerminkan sejauh mana kemajuan mereka setelah menjalani proses pembelajaran menggunakan e-LKPD.

Data N-gain digunakan untuk mengetahui peningkatan kemampuan peserta didik antara sebelum dan sesudah pemberian perlakuan (*treatment*). Rumus yang digunakan yaitu sebagai berikut (Agustiningsih *et al.*, 2019):

$$N\text{-Gain} = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor maksimum ideal} - \text{skor pretest}}$$

Kriteria perolehan nilai N-Gain dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. 7 Kriteria N-Gain

Batasan	Kategori
$N\text{-g} > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq N\text{-g} \leq 0,7$	Sedang
$N\text{-g} < 0,3$	Rendah

(Hake, 2014)

Berdasarkan tabel N-Gain tersebut, e-LKPD dinyatakan efektif jika terjadi peningkatan kemampuan literasi sains pada peserta didik dan N-Gain berada dalam kategori sedang-tinggi ($0,3 \leq N\text{-g} \leq 0,7$).

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Penelitian pengembangan ini menghasilkan sebuah produk akhir berupa e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik. e-LKPD disusun berdasarkan tahapan-tahapan model pembelajaran bercirikan STEM untuk memfasilitasi proses belajar. *Software* yang digunakan untuk menyusun e-LKPD adalah *Heyzine Flipbooks* yang bersifat *open source*.

e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik dikembangkan dengan model ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Tahapan yang dilaksanakan pada penelitian ini sampai pada tahap evaluasi (*Evaluation*). Prosedur pengembangan model ADDIE yang dilakukan terhadap e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia adalah sebagai berikut:

1. Tahap Analisis (*Analyze*)

Analisis dilaksanakan pada tahap awal pengembangan produk. Analisis yang digunakan adalah analisis kebutuhan dan analisis materi.

a. Analisis Kebutuhan

Langkah awal yang dilakukan adalah menganalisis terhadap kendala yang dialami peserta didik dan guru

selama proses pembelajaran termokimia(Putri Nadlifah Tiara Nita, 2023).

Analisis kebutuhan dilaksanakan dengan wawancara kepada Guru Mata Pelajaran Kimia MAN 2 Kota Semarang dan angket kebutuhan peserta didik mengenai bahan ajar yang dijadikan sumber belajar saat kegiatan pembelajaran. Hasil dari wawancara menyatakan bahwa peserta didik belum pernah menggunakan bahan ajar berupa e-LKPD berbasis STEM yang dapat diakses menggunakan *Heyzine Flipbooks*. Bahan ajar yang digunakan pada kegiatan pembelajaran hanya berupa Lembar Kerja Siswa (LKS), buku paket dan modul ajar cetak dan PPT. Hal tersebut membuat peserta didik bosan, sehingga belajar kimia kurang menyenangkan. Dari hasil wawancara tersebut juga diperoleh bahwa kemampuan literasi sains peserta didik masih rendah.

Hasil angket yang telah disebar terhadap 30 peserta didik terdiri dari empat pertanyaan. Pertanyaan pertama adalah materi apa yang dianggap paling sulit, sebagian peserta didik menjawab materi termokimia sebanyak 76,7%. Lalu pertanyaan kedua adalah metode pembelajaran apa yang sering digunakan guru saat pembelajaran, sebagian peserta didik menjawab diskusi sebanyak 56,7%. Pertanyaan ketiga adalah sumber belajar apa yang digunakan sebagai referensi dalam pembelajaran

kimia, sebagian peserta didik menjawab LKS sebanyak 40%. Pertanyaan terakhir adalah menurut peserta didik, bagaimana kriteria sumber atau media belajar yang menarik untuk dipelajari, peserta didik menjawab bahasa mudah dipahami (73,3%), dilengkapi gambar (46,7%) dan kasus atau contoh dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari (56,7%). Adapun hasil angket kebutuhan peserta didik dapat dilihat pada Lampiran 2.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dikembangkan media pembelajaran berupa e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia. Pengembangan media ini berdampak positif terhadap peserta didik dengan *smartphone* yang bermanfaat, yaitu untuk kegiatan pembelajaran.

b. Analisis Materi

Analisis materi dilaksanakan dengan wawancara kepada Guru Kimia MAN 2 Kota Semarang mengenai materi kimia yang sesuai dengan Kurikulum Merdeka. Guru Mata Pelajaran Kimia mengatakan bahwa hampir semua materi kimia dianggap sulit oleh peserta didik. materi yang dijadikan penelitian adalah materi termokimia.

Pada tahap analisis, evaluasi yang dilakukan difokuskan terhadap identifikasi kebutuhan pembelajaran peserta didik serta hasil wawancara yang telah

dilaksanakan bersama Guru Kimia di MAN 2 Kota Semarang, dengan tujuan untuk memperoleh gambaran yang menyeluruh mengenai kondisi pembelajaran yang sedang berlangsung, kendala-kendala yang dihadapi dalam proses pembelajaran, serta kebutuhan-kebutuhan spesifik yang diperlukan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran kimia, sehingga dapat dijadikan sebagai landasan yang kuat dalam merancang solusi pembelajaran yang tepat.

2. Tahap Desain (*Design*)

Tahap kedua dalam mengembangkan e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia adalah desain. Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap desain, yaitu:

a. Menyusun rancangan instrumen

Rancangan instrumen yang disusun terdiri dari angket dan instrumen tes. Angket yang dibutuhkan pada penelitian adalah angket validasi ahli media dan materi, angket respons peserta didik dan angket validasi instrumen soal. Instrumen tes yang digunakan untuk penelitian adalah soal uraian/*essay*.

b. Menyusun kerangka e-LKPD

Kerangka e-LKPD digunakan sebagai rancangan awal untuk menyusun e-LKPD berbasis STEM dengan berbantuan *Heyzine Flipbooks* sesuai dengan analisis kebutuhan dan materi. Hasil dari analisis kebutuhan dan

materi dijadikan pedoman untuk menyusun kerangka e-LKPD yang dikembangkan. Rancangan kerangka e-LKPD yang disusun dapat dilihat di bawah ini:

- 1) Sampul depan e-LKPD
 - 2) Prakata
 - 3) Daftar isi
 - 4) Pendahuluan
 - a) Identitas e-LKPD
 - b) Capaian pembelajaran
 - c) Elemen capaian pembelajaran
 - d) Tujuan pembelajaran
 - 5) Peta konsep
 - 6) Petunjuk penggunaan
 - 7) STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematic*)
 - 8) Integrasi STEM dalam materi termokimia
 - 9) Kegiatan belajar
 - 10) Glosarium
 - 11) Daftar pustaka
 - 12) Sampul penutup e-LKPD
- c. Menyusun komponen e-LKPD

Komponen e-LKPD disusun selaras dengan kerangka yang telah dirancang. Hasil desain awal dari komponen e-LKPD adalah sebagai berikut:

- 1) Sampul depan e-LKPD

Sampul depan e-LKPD memuat judul materi, nama penulis, nama pembimbing, logo perguruan tinggi, logo kurikulum merdeka, dan catatan bahwa e-LKPD digunakan untuk penelitian. Sampul depan e-LKPD dapat ditinjau pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Sampul Depan e-LKPD

2) Prakata

Prakata menjelaskan ungkapan syukur kepada Allah SWT dan terimakasih kepada berbagai pihak yang telah membantu, mendoakan, dan memberikan dukungan dalam penyusunan e-LKPD Berbasis STEM pada Materi Termokimia. Penulis juga berharap menerima kritik dan saran yang konstruktif kepada para pembaca agar e-LKPD dapat dikembangkan dengan lebih baik. Kata pengantar dapat ditinjau pada Gambar 4.2



PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji bagi Allah SWT atas segala nikmat, kasih sayang, rahmat, Ridho dan pertolongan-Nya dalam segala urusan sehingga penyusunan e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik dapat terselesaikan. Penulis mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing, para dosen ahli, serta para siswa yang telah ikut serta untuk memberikan masukan dan respon terhadap e-LKPD ini.

e-LKPD ini disusun untuk memenuhi kebutuhan peserta didik akan pengetahuan, pemahaman, dan sejumlah kemampuan yang dipersyaratkan guna memasuki jenjang yang lebih tinggi, serta mengembangkan ilmu teknologi. e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik ini diharapkan dapat membantu pembaca baik peserta didik, guru, maupun semua pihak yang terlibat dalam pendidikan. Tujuannya untuk mengembangkan kemampuan belajar mengembangkan pengalaman belajar memupuk sikap ilmiah, meningkatkan kemampuan literasi sains, dan untuk menemukan solusi alternatif masalah yang dihadapi secara nyata dan disampaikan dengan baik melalui keempat aspek STEM yaitu: sains, teknologi, teknik, dan matematika, mempelajari fenomena-fenomena ilmiah yang dapat ditinjau dari ilmu kimia pada materi termokimia, serta membentuk sikap positif sains.

Penulis menyadari bahwa penulisan pada e-LKPD ini tidaklah sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun guna perbaikan e-LKPD ini. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah terlibat untuk membantu proses penyelesaian penyusunan e-LKPD ini. Semoga e-LKPD ini dapat memberikan manfaat untuk penulis, guru, peserta didik, dan semua pihak lingkungan pendidikan.

Gambar 4.2 Prakata

3) Daftar Isi

Memuat informasi bagi pembaca untuk mengetahui halaman konten yang ingin dituju. Daftar isi dapat ditinjau pada Gambar 4.3



DAFTAR ISI

PRAKATA.....	1
DAFTAR ISI.....	2
PENDAHULUAN.....	3
PETA KONSEP.....	5
PETUNJUK PENGGUNAAN.....	6
STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematic).....	7
INTEGRASI STEM DALAM MATERI TERMOKIA.....	8
Energi dan Entalpi.....	9
A. Perubahan Energi dalam Reaksi Kimia.....	9
PRAKTIKUM 1.....	13
B. Perubahan Entalpi.....	16
PRAKTIKUM 2.....	19
LATIHAN SOAL 1.....	21
TES FORMATIF 1.....	22
Penentuan Perubahan Entalpi.....	25
A. Kalorimetri.....	25
B. Hukum Hess.....	29
PRAKTIKUM 3.....	32
LATIHAN SOAL 2.....	33
TES FORMATIF 2.....	34
RANGKUMAN.....	59
GLOSARIUM.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40

Gambar 4.3 Daftar Isi

4) Pendahuluan

Pendahuluan pada e-LKPD memuat identitas e-LKPD, capaian pembelajaran, elemen capaian pembelajaran, dan tujuan pembelajaran. Pendahuluan dapat ditinjau dari Gambar 4.4



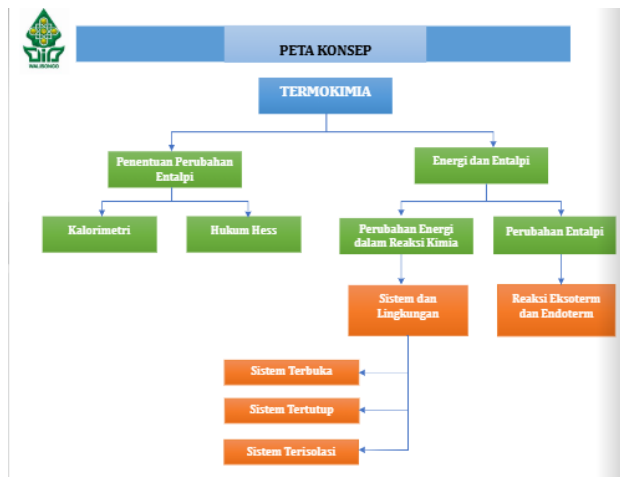
PENDAHULUAN	
1. Identitas e-LKPD Mata Pelajaran : Kimia Kelas/Semester : XI/Genap Materi : Termokimia Muatan Materi : Bercirikan STEM	
2. Capaian Pembelajaran Pada akhir fase F, peserta didik mampu menerapkan operasi matematika dalam perhitungan kimia; mempelajari sifat, struktur dan interaksi antar partikel dalam membentuk berbagai senyawa; memahami dan menjelaskan aspek energi, laju dan kesetimbangan reaksi kimia; menggunakan konsep asam-basa dalam keseharian; menggunakan transformasi energi kimia dalam keseharian; memahami kimia organik; memahami konsep kimia pada makhluk hidup. Peserta didik mampu menjelaskan penerapan berbagai konsep kimia dalam keseharian dan menunjukkan bahwa perkembangan ilmu kimia menghasilkan berbagai inovasi. Peserta didik memiliki pengetahuan kimia yang lebih mendalam sehingga menumbuhkan minat sekaligus membantu peserta didik untuk melanjutkan ke jenjang pendidikan berikutnya agar dapat tercapai masa depan yang baik. Peserta didik diharapkan semakin memiliki pemikiran kritis dan pemikiran terbuka melalui kerja ilmiah dan sekaligus menerapkan profil pelajar Pancasila khususnya jujur, objektif, bernalar kritis, kreatif, mandiri, inovatif, bergotong royong, dan berkebhinekaan global.	
3. Elemen Capaian Pembelajaran	
Elemen	Capaian Pembelajaran
Pemahaman Kimia	Peserta didik mampu mengamati, menyelidiki dan menjelaskan fenomena sehari-hari sesuai kaidah kerja ilmiah dalam menjelaskan konsep kimia dalam keseharian; menerapkan operasi matematika dalam perhitungan kimia; mempelajari sifat, struktur dan interaksi partikel dalam membentuk berbagai senyawa termasuk pengolahan dan penerapannya dalam keseharian; memahami dan menjelaskan aspek energi, laju dan kesetimbangan reaksi kimia; menggunakan konsep asam-basa dalam keseharian; menggunakan transformasi energi kimia dalam keseharian termasuk termokimia dan elektrokimia; memahami kimia organik termasuk penerapannya dalam keseharian.
Keterampilan Proses	1. Mengamati Mampu memilih alat bantu yang tepat untuk melakukan pengukuran dan pengamatan. Memperhatikan detail yang relevan dari obyek yang diamati. 2. Mempertanyakan dan mempresiksi Merumuskan pertanyaan ilmiah dan hipotesis yang dapat diselidiki secara ilmiah.

Gambar 4.4 Pendahuluan

5) Peta Konsep

Peta konsep e-LKPD mengilustrasikan urutan materi

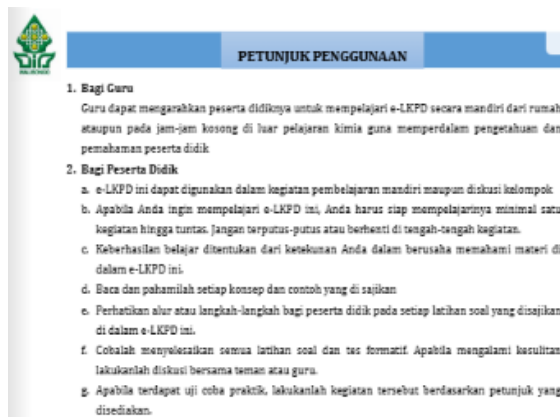
yang akan disusun. Peta konsep dapat ditinjau pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Peta Konsep

6) Petunjuk Penggunaan

Petunjuk penggunaan dirancang sesuai dengan langkah-langkah kegiatan isi dari e-LKPD. Diperuntukkan bagi guru dan peserta didik agar dapat menggunakan e-LKPD dengan mudah. Petunjuk penggunaan tersebut dapat ditinjau pada Gambar 4.6



Gambar 4.6 Petunjuk Penggunaan

7) STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematic*)

Memuat definisi dari setiap aspek STEM dan tujuan dari pendekatan STEM terhadap peserta didik. Hal dapat ditinjau dari Gambar 4.7

STEM (<i>Science, Technology, Engineering, and Mathematic</i>)	
STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematic</i> . Pendekatan ini bertujuan agar peserta didik dapat menemukan solusi alternatif masalah yang dihadapi secara nyata dan disampaikan dengan baik melalui keempat aspek STEM yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika. Berikut tabel pengertian STEM.	
Tabel Pengertian STEM	
Muatan STEM	Pengertian
<i>Science</i> (Sains)	Kemampuan menggunakan pengetahuan ilmiah dan proses dalam memahami gejala-gejala alam, dan untuk berpartisipasi dalam memberikan solusi dari suatu permasalahan.
<i>Technology</i> (Teknologi)	Pengetahuan dalam menggunakan alat rekayasa atau teknologi baru, memahami produk yang dikembangkan, serta memiliki kemampuan untuk mempengaruhi individu/masyarakat
<i>Engineering</i> (Teknik)	Penerapan ilmu dan teknologi melalui proses desain menggunakan pembelajaran berbasis proyek
<i>Mathematic</i> (Matematika)	Kemampuan menganalisis, mencetuskan ide secara tepat, merumuskan, memecahkan, serta menafsirkan solusi pada masalah matematika dan penerapannya.

Gambar 4.7 STEM

8) Integrasi STEM Dalam Materi Termokimia

Memuat integrasi setiap aspek STEM dalam materi termokimia. Integrasi STEM dalam materi termokimia dapat ditinjau dari Gambar 4.8

E



Ayo Berdiskusi!!!



Gambar 2.3 Ilustrasi fermentasi tapai

Sumber: <https://febrineli.blogspot.com/2016/06/cara-membuat-tapai-singkong-ubi-kayu.html>

Tapai singkong adalah tapai yang dibuat dari singkong yang difermentasi. Proses fermentasi yang terjadi pada pembuatan tapai menghasilkan panas saat mikroorganisme mengubah gula menjadi alkohol dan karbon dioksida. Energi yang dilepaskan selama proses ini membuat tapai terasa hangat. Pembuatan tapai melibatkan umbi singkong sebagai substrat dan ragi tapai (*Saccharomyces cerevisiae*) yang dibalurkan pada umbi yang telah dikupas kulitnya. Pada dasarnya tapai adalah makanan matang setelah melalui proses kukus atau rebus. Ada dua teknik pembuatan yang menghasilkan tapai biasa, yang basah dan lunak; dan tapai kering, yang lebih legit dan dapat digantung tanpa mengalami kerusakan.

Jawablah pertanyaan - pertanyaan berikut dengan berdiskusi dengan teman sebangku Anda!

1. Coba hubungkan peristiwa tersebut dengan prinsip entalpi dan perubahan entalpi yang telah Anda pelajari?
2. Dekripsikan keterkaitan antara aspek - aspek STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematic*) yang terdapat pada proses fermentasi tapai pada kegiatan diskusi di atas!

Sains (<i>Science</i>)	Teknologi (<i>Technology</i>)	Teknik (<i>Engineering</i>)	Matematika (<i>Mathematic</i>)

Gambar 4.8 Integrasi STEM Dalam Materi Termokimia

9) Kegiatan Belajar

Memuat tujuan pembelajaran, uraian materi, ayo

Gambar 4.9 Tujuan Pembelajaran dan Uraian Materi

Ayo Berdiskusi!!!

Perhatikan fenomena dibawah ini!



Gambar 1.2 Fenomena gunung meletus

Sumber: <https://sunday.kompas.com/maps/2023/01/15/09101070-0-001/sumbu-gunung-semeru-beludker-keluar-abu-sekitar-900-metar/?page=4>

Dari perspektif termokimia, letusan gunung berapi adalah contoh reaksi kimia yang kompleks. Ketika magma terbakar dan bereaksi dengan oksigen di atmosfer terbentuklah karbon dioksida dan uap air. Proses ini tidak hanya menghasilkan energi panas tetapi juga mempengaruhi kualitas udara di sekitar. Gas-gas berbahaya yang dilepaskan dapat mencemari lingkungan dan memengaruhi kesehatan manusia serta ekosistem. Setelah letusan terjadi, dampak lingkungan menjadi sangat nyata. Abu vulkanik menutupi area sekitarnya, merusak tanaman dan mengubah pemandangan alam. Air hujan yang jatuh dapat bercampur dengan abu ini, menciptakan lahar yang berbahaya bagi masyarakat di sekitarnya. Dalam jangka panjang, letusan dapat mempengaruhi pola cuaca dengan menyebarkan partikel-partikel kecil ke atmosfer yang dapat memblokir sinar matahari. Namun, ada sisi positif dari fenomena ini. Energi panas dari aktivitas vulkanik dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan melalui pembangkit listrik tenaga panas bumi (geothermal). Dengan memanfaatkan uap yang dihasilkan dari magma untuk menghasilkan listrik, kita dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mengurangi emisi gas rumah kaca.

Fenomena tersebut berkaitan erat dengan konsep termokimia, terutama dalam konteks energi panas, kalor sistem, dan lingkungan. Berikanlah penjelasan mengenai keterkaitan tersebut! Tentukan manakah yang termasuk ke dalam sistem dan lingkungan.

Gambar 4.10 Ayo Berdiskusi



PRAKTIKUM 1

- A. Judul Praktikum : Menentukan sistem dan lingkungan dalam reaksi kimia
- B. Tujuan : Membedakan antara sistem dan lingkungan dalam reaksi kimia serta mengamati perubahan suhu yang terjadi selama reaksi

C. Alat dan Bahan

Alat	Jumlah	Bahan	Jumlah
Gelas kimia	2 buah	Larutan HCl	50 mL
Termometer	1 buah	Pita Magnesium (Mg)	1 cm
Batang pengaduk	1 buah	Air	50 mL

D. Cara Kerja

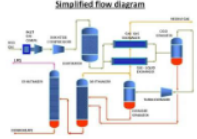
- Siapkan semua alat dan bahan yang diperlukan, partikan gelas kimia dalam keadaan bersih
- Tuangkan 50 mL air ke dalam gelas kimia pertama. Ukur dan catat suhu awal air menggunakan termometer
- Tambahkan 50 mL larutan HCl ke dalam gelas kimia kedua, kemudian masukkan pita magnesium ke dalam larutan HCl dan aduk campuran tersebut dengan batang pengaduk, setelah reaksi berlangsung selama beberapa menit, ukur suhu larutan HCl dengan termometer. Catat suhu akhir setelah reaksi selesai.
- Hitung perubahan suhu (ΔT) dengan rumus: $\Delta T = T_{\text{akhir}} - T_{\text{awal}}$
- Analisislah hasil praktikum yang telah dilakukan!

Gambar 4.11 Praktikum



Kotak STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematic)

Hal menarik dari sains yang perlu kamu ketahui adalah sains (*science*) berhubungan dengan teknologi (*technology*), teknik (*engineering*), dan matematika (*mathematic*). Ayo kita lihat keterkaitan STEM dalam materi termokimia pada kasus pembuatan gas LPG berikut!

Sains (Science)	Teknologi (Technology)
 Gambar 1.3 Gas LPG Sumber: https://metapetroleum.mpihikita.co.id/posta/241359/top-5-pemasangan-gas-lpg-di-dan-tanah-hadapi-lebokannya Gambar di atas merupakan gas LPG, dimana proses pembakaran gas LPG adalah reaksi eksotermik, di mana energi dilepaskan ke lingkungan dalam bentuk panas. Pemahaman tentang entalpi reaksi dan perubahan energi selama pembakaran sangat penting untuk mengoptimalkan penggunaan energi. Selain itu, gas LPG terdiri dari campuran hidrokarbon, terutama propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}). Ketika dibakar gas ini bereaksi dengan oksigen (O_2) di udara untuk menghasilkan karbon dioksida (CO_2), uap air (H_2O), dan energi panas.	 Gambar 1.4 teknologi pembuatan gas LPG Sumber: https://www.scribd.com/document/2017/02/penyisihan-lpg-larutan-pengolahan.html LPG (<i>Liquefied Petroleum Gas</i>) merupakan campuran hidrokarbon, terutama propana dan butana, yang diperoleh dari dua sumber utama pemrosesan gas alam dan kilang minyak. Teknologi utama dalam pembuatan LPG meliputi: • Pemisahan gas melalui absorpsi, adsorpsi, atau metode kriogenik • Fraksinasi untuk memisahkan berbagai komponen hidrokarbon • Pemurnian untuk menghilangkan zat pengotor • Pencairan melalui pendinginan dan kompresi • Sistem penyimpanan dan distribusi bertekanan Inovasi modern berfokus pada peningkatan efisiensi <i>recovery</i>, optimalisasi energi,

Gambar 4.12 Kotak STEM



LATIHAN SOAL 1

- Seorang siswa melakukan percobaan dengan mencampurkan 5,55 gram NH_4Cl padat ($M_r = 53,5$) dengan 8,55 gram $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$ padat ($M_r = 315$) dalam sebuah kalorimeter sederhana yang berisi 50 mL air. Reaksi yang terjadi adalah: $2NH_4Cl(s) + Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O(s) \rightarrow BaCl_2(aq) + 2NH_3(g) + 10H_2O(l)$. Setelah reaksi berlangsung sempurna, suhu campuran turun dari $25,0^\circ C$ menjadi $16,5^\circ C$.
 - Analisislah perubahan entalpi (ΔH) untuk reaksi tersebut dalam kJ/mol NH_4Cl , jika diketahui kapasitas kalor total kalorimeter beserta isinya adalah $225 \text{ J}/^\circ C$.
 - Berdasarkan nilai ΔH yang diperoleh, analisislah mengapa suhu larutan mengalami penurunan dan bagaimana konsep ini berkaitan dengan hukum kekekalan energi dalam sistem termodinamika.
- PT. Hijau Teknologi sedang mengembangkan sistem penyimpanan energi baru yang menggunakan reaksi termodinamika sebagai dasar kerjanya. Tim riset perusahaan ini telah mengidentifikasi dua senyawa, Compound-X dan Compound-Y, yang dapat bereaksi membentuk dua senyawa baru, Eco-Store dan Heat-Release. Reaksi ini dapat dibalik, memungkinkan penyimpanan dan pelepasan energi sesuai kebutuhan. Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa reaksi:

$$\text{Compound-X}(x) + \text{Compound-Y}(y) \rightarrow \text{Eco-Store}(x) + \text{Heat-Release}(y)$$
 menyerap energi sebesar 125 kJ (endotermik). Jika kandungan entalpi dari reaktan adalah:
 - Compound-X: 240 kJ/mol
 - Compound-Y: 105 kJ/mol
 Sebagai konsultan termokimia yang dipekerjakan oleh PT. Hijau Teknologi Anda diminta untuk menganalisis besarnya entalpi produk Eco-Store dan Heat-Release dengan tepat

Gambar 4.13 Latihan Soal



TES FORMATIF 1

Penggunaan Pupuk di Lahan Pertanian dan Reaksi Termokimia

Di sebuah desa subur para petani bersiap untuk musim tanam dengan menggunakan pupuk ammonium nitrat untuk meningkatkan hasil panen. Setelah menyiapkan lahan, mereka menyebarkan pupuk yang mengandung nitrogen penting bagi pertumbuhan tanaman. Pupuk larut dalam air dan bereaksi dengan tanah serta mikroorganisme, menungkinikan nitrogen diserap oleh akar tanaman. Proses penyerapan ini bersifat endoterm, di mana tanaman menyerap energi dari lingkungan untuk memecah senyawa pupuk. Energi ini juga mendukung fotosintesis, di mana tanaman mengubah karbon dioksida dan air menjadi glukosa dan oksigen, juga merupakan reaksi endoterm. Dengan pupuk, tanaman tumbuh subur menghasilkan lebih banyak daun, bunga, dan buah, sehingga meningkatkan hasil panen. Penggunaan pupuk tidak hanya meningkatkan produktivitas pertanian, tetapi juga menghubungkan konsep termokimia dengan praktik pertanian berkelanjutan.

1. Jelaskan bagaimana proses penyerapan pupuk amonium nitrat oleh tanaman dapat dikaitkan dengan konsep endoterm dan entalpi dalam termokimia!

2. Diskusikan pentingnya penggunaan pupuk dalam konteks pertanian berkelanjutan dan bagaimana hal ini dapat dihubungkan dengan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)?

Gambar 4.14 Tes Formatif

10) Rangkuman

Rangkuman e-LKPD berisi mengenai ringkasan materi yang sudah disusun. Rangkuman dapat ditinjau pada Gambar 4.15



RANGKUMAN

- Menurut Hukum ke-1 (1st) Termodinamika, energi panas akan berpindah dari benda yang bersuhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah.
- Sistem adalah segala sesuatu yang menjadi pusat perhatian dalam mempelajari perubahan energi
- Lingkungan adalah segala sesuatu di luar sistem dan dapat mempengaruhi sistem
- Sistem dibagi menjadi 3, yaitu: sistem terbuka, sistem tertutup dan sistem terisolasi
- Besarnya perubahan kalor pada tekanan tetap dinyatakan dengan

$$q_p = \Delta E + P\Delta V$$
- Dituk setiap proses yang terjadi, perubahan entalpi (ΔH) dinyatakan dengan

$$\Delta H = \Delta E + (P\Delta V)$$
- Perubahan kalor pada tekanan tetap sama dengan perubahan entalpi $q_p = \Delta H$
- Nilai perubahan entalpi ΔH suatu sistem dinyatakan disyatakan sebagai selisih besar entalpi sistem pada keadaan akhir dengan besar entalpi sistem pada keadaan awal, pada tekanan tetap

$$\Delta H = H_{akhir} - H_{awal}$$
- Reaksi eksoterm adalah pelepasan kalor dari sistem ke lingkungan dengan ciri khas suhu sistem naik
- Reaksi endoterm adalah perpindahan kalor dari lingkungan ke sistem/menyerap kalor dengan ciri khas suhu reaksi berlangsung terjadi penurunan suhu

Gambar 4.15 Rangkuman

11) Glosarium

Memuat definisi yang jelas dan ringkas untuk setiap istilah dalam materi pada e-LKPD. Glosarium dapat ditinjau pada Gambar 4.16



GLOSARIUM	
Hukum Hess	: hukum yang menyatakan bahwa perubahan entalpi suatu reaksi hanya tergantung pada keadaan awal dan keadaan akhir dari suatu reaksi dan tidak tergantung bagaimana jalannya reaksi
Termokimia	: bagian ilmu kimia yang membahas hubungan antara kalor dengan reaksi kimia atau proses - proses yang berhubungan dengan reaksi kimia
Persamaan termokimia	: menggambarkan suatu reaksi yang disertai informasi tentang perubahan entalpi (kalor) yang menyertai reaksi tersebut
Reaksi eksoterm	: reaksi yang disertai dengan perpindahan kalor dari sistem ke lingkungan
Reaksi endoterm	: reaksi yang disertai dengan perpindahan kalor dari lingkungan ke dalam sistem
Sistem terbuka	: sistem yang memungkinkan terjadinya perpindahan kalor dan zat (materi) antara lingkungan dengan sistem

Gambar 4.16 Glosarium

12) Daftar Pustaka

Berisi sumber rujukan yang digunakan penulis dalam penyusunan e-LKPD. Daftar pustaka dapat dilihat dari Gambar 4.17



DAFTAR PUSTAKA	
Adelphi, R. (2016). <i>Model Ajar Kimia Kalor XI SMA</i> . 1-23.	
Chang, R. (2004). <i>Buku Kimia Dasar</i> . In <i>Erlangga</i> : Vol. Jilid 2 (pp. 1-290).	
Handayani, S., Murti, S. U., Rachmawati, D., & Wahyuni, R. (2021). <i>Evaluasi Pembelajaran Berbasis ITEM Menu Pelajaran Kimia</i> . Malang: Lentera Berkah Jaya.	
Mubidix, A., & Faruq, U. Al. (2018). Pengembangan bahan ajar di perguruan tinggi. In <i>Siberia Didot</i> . https://siberia.wordpress.com/2010/06/24/	
Randi, M., Sutisnawati, M., Budhi, T. M., & Subandari, A. (2022). <i>Kimia SMA/MA Kelas XI</i> .	
Ummah, M. S. (2019). Rencana Pelaksanaan Pembelajaran. <i>Sustainability (Switzerland)</i> , 11(1), 1-14. http://dx.doi.org/10.1016/j.republika.2018.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/315320484_SISTEM_PEMBANTUAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELISTARI	

Gambar 4.17 Daftar Pustaka

13) Sampul Belakang

Sampul belakang e-LKPD memuat sinopsis dari e-LKPD tersebut. Sampul belakang e-LKPD dapat dilihat pada Gambar 4.18



Gambar 4.18 Sampul Belakang e-LKPD

Evaluasi pada tahap desain dilaksanakan melalui proses penilaian terhadap desain e-LKPD berbasis STEM yang telah dikembangkan, dimana penilaian tersebut dilakukan oleh dosen pembimbing yang berkompeten di bidangnya dengan tujuan utama untuk memastikan bahwa struktur e-LKPD yang dirancang telah memenuhi standar kualitas yang ditetapkan, aktivitas-aktivitas STEM yang terintegrasi di dalamnya dapat memberikan pengalaman pembelajaran yang bermakna bagi

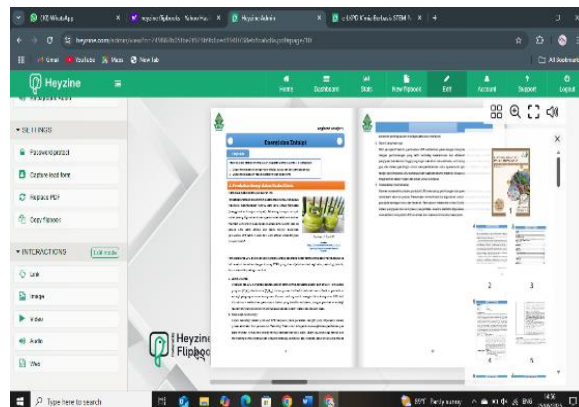
peserta didik, serta alur pembelajaran yang disusun secara logis dan sistematis telah sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap *development* merupakan tahap untuk mengembangkan keseluruhan produk bahan ajar yang telah dirancang pada tahap sebelumnya sehingga menghasilkan produk awal. Langkah-langkah yang digunakan dalam menyusun e-LKPD adalah:

1) *Table of content*

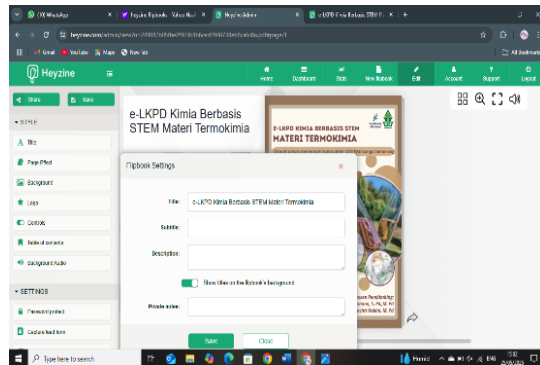
Table of content digunakan dalam membuat daftar isi secara otomatis yang berfungsi untuk memudahkan pembaca mencari halaman yang akan dibaca. *Table of content* pada e-LKPD berbasis STEM dapat dilihat pada gambar 4.19



Gambar 4.19 *Table of Content*

2) Menampilkan judul e-LKPD

Tampilan judul e-LKPD digunakan sebagai halaman pembuka yang berfungsi untuk memberikan informasi awal mengenai identitas, tema, dan tujuan pembelajaran kepada peserta didik. Tampilan judul tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4.20 Menampilkan Judul e-LKPD

3) *Background settings*

Background settings digunakan dalam mengkustomisasi tampilan latar belakang e-LKPD secara otomatis yang berfungsi untuk menciptakan suasana visual yang menarik dan mendukung tema pembelajaran. *Background settings* pada e-LKPD berbasis STEM



B. Hasil Uji Coba Produk

Tahap *Implementation* (Implementasi)

Tahap implementasi atau uji coba adalah tahap di mana produk pengembangan berupa e-LKPD berbasis STEM diimplementasikan kepada peserta didik. Uji coba dilaksanakan pada kelas XI-E dengan jumlah peserta didik sebanyak 30. Uji coba dilaksanakan selama dua kali pertemuan. Peneliti terlebih dahulu mengenalkan media e-LKPD berbasis STEM terhadap peserta didik dengan memberikan *link* untuk mengaksesnya secara *online*. Peneliti memberikan penjelasan singkat mengenai cara penggunaan media tersebut. Sebelum produk yang dikembangkan tersebut diimplementasikan terhadap peserta didik produk terlebih dahulu divalidasi oleh validator ahli.

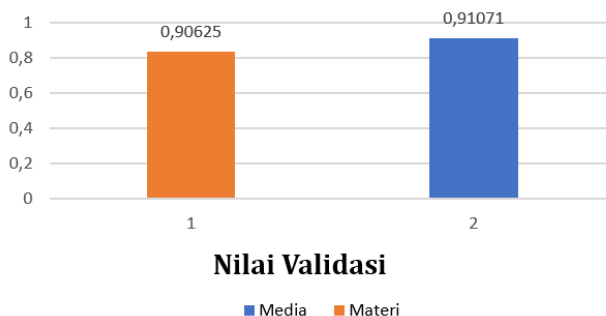
Hasil pengembangan produk awal ini divalidasi oleh validator ahli untuk menilai kualitas dan validitas e-LKPD baik dari segi materi maupun media pembelajaran. Validasi produk dilakukan oleh dua Dosen Kimia UIN Walisongo Semarang dan tiga Guru Mata Pelajaran Kimia.

1. Uji Validasi e-LKPD

a. Validasi Ahli

Validasi ahli memiliki dua aspek penilaian yaitu aspek materi dan aspek media. Aspek materi adalah penilaian yang berhubungan dengan materi serta kebahasaan dari media yang dikembangkan. Aspek media adalah penilaian yang berhubungan dengan tampilan dan kualitas dari media yang dikembangkan. Aspek materi dan media digunakan untuk mengetahui isi dari keseluruhan media yang dikembangkan

layak sebagai media pembelajaran atau tidak (Ulfah, Wahyuni, dan Nurtamam, 2021). Hasil dari validasi ahli media dan materi dapat dilihat pada Gambar 4.22



Gambar 4.22 Hasil Validasi Aspek Media dan Materi

Berdasarkan aspek penilaian media didapatkan nilai rata-rata sebesar 0,91, ketika dilihat pada tabel *Aiken's V* dengan nilai signifikansi 5% media pembelajaran tersebut memiliki validitas yang tinggi. Hasil dari penilaian media dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Perhitungan Validitas Aspek Media

No.	Aspek	Nilai	Keterangan
Tampilan e-LKPD			
1	Kesesuaian pendesainan halaman isi	0,81	Valid
2	Kesesuaian pendesainan halaman <i>cover</i> e-LKPD	0,93	Valid
3	Kesesuaian penggunaan e-LKPD	0,93	Valid
4	Kesesuain tampilan seni huruf	0,87	Valid
Kualitas e-LKPD			

5	Keterbacaan pada berbagai perangkat	0,93	Valid
6	Ketersediaan dalam ukuran fail yang relatif ringan	0,93	Valid
7	Kemudahan didistribusikan kepada pengguna	0,93	Valid

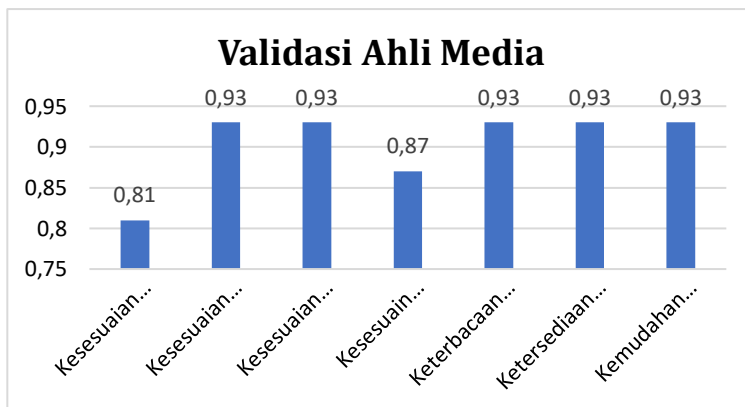
Berdasarkan aspek penilaian materi didapatkan nilai rata-rata sebesar 0,90 sehingga ketika dilihat pada tabel *Aiken's V* dengan nilai signifikasi 5% materi dalam media pembelajaran tersebut memiliki validitas yang tinggi. Hasil dari penilaian materi dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Perhitungan Validitas Aspek Materi

No.	Aspek	Nilai	Keterangan
Kelayakan Isi e-LKPD			
1	Kebenaran dari segi keilmuan	0,87	Valid
2	Kesesuaian dengan standar nasional pendidikan dan kurikulum yang berlaku	0,93	Valid
3	Kesesuaian dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi	0,87	Valid
4	Kesesuaian dengan konteks dan lingkungan	0,93	Valid
5	Kesatupaduan antar bagian isi e-LKPD	1	Valid
Kelayakan Penyampaian Isi e-LKPD			
6	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik yang disajikan secara runtut dan berkelanjutan	0,81	Valid
Kelayakan Penggunaan Bahasa			
7	Kesesuaian dengan kemampuan berbahasa peserta didik	1	Valid

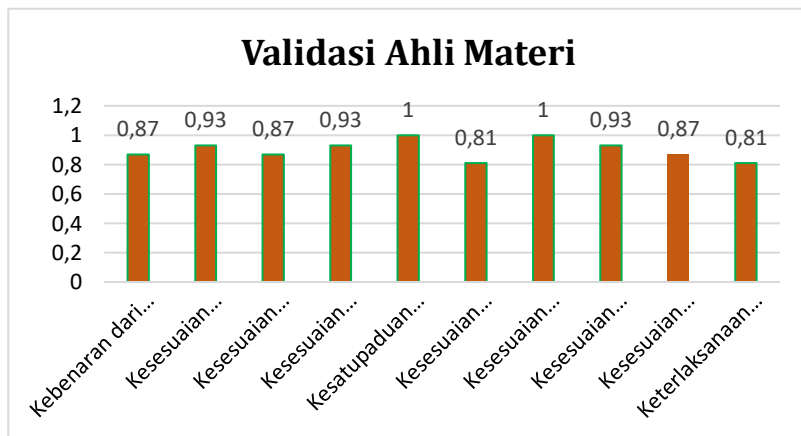
8	Kesesuaian dengan bahasa perjenjangan buku	0,93	Valid
Kelayakan Pendukung Penyajian			
9	Kesesuaian penyajian e-LKPD	0,87	Valid
Pengembangan e-LKPD			
10	Keterlaksanaan pembelajaran bercirikan STEM	0,81	Valid

Berdasarkan Tabel 4.1 dan Tabel 4.2, pada perhitungan *Aiken's V* nilai kevalidan dengan empat validator rentang kriteria dari angka satu sampai lima menggunakan signifikansi 5% menyatakan validitas rendah jika $V < 0,88$ dan validitas tinggi jika $V \geq 0,88$. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa validasi ahli pada aspek media dan materi mempunyai validitas tinggi sehingga media pembelajaran berupa e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik layak digunakan sebagai media pembelajaran. Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 dapat dikonversi menjadi grafik yang terdapat pada Gambar 4.23 dan Gambar 4.24.



Gambar 4.23 Hasil Validasi Aspek Media

Berdasarkan Gambar 4.23, uji validitas media pembelajaran e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia pada aspek media terdiri dari 4 indikator dengan rata-rata 0,91 secara keseluruhan telah dinyatakan valid. Indikator ke-2,3,5,6 dan 7 memiliki nilai validitas tertinggi yaitu 0,93. Kemudian indikator ke-1 memiliki nilai validitas sebesar 0,81. Indikator ke-4 memiliki nilai validitas 0,87.



Gambar 4.24 Hasil Validasi Aspek Materi

Berdasarkan Gambar 4.24 uji validitas aspek materi terhadap media e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia terdiri dari 10 indikator yang secara keseluruhan dinyatakan valid dengan rata-rata 0,90. Pada indikator ke-5 dan ke-7 diperoleh nilai validasi sebesar 1. Kedua indikator tersebut memiliki nilai paling tinggi dibandingkan dengan indikator yang lain. Indikator ke-2,4, dan ke-8 memiliki nilai validasi sebesar 0,93. Indikator ke-1,3 dan ke-9 memiliki nilai

validasi sebesar 0,87. Indikator ke-6 dan ke-10 memiliki nilai validasi sebesar 0,81. Perhitungan uji validitas ahli media dan ahli materi secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 10 dan Lampiran 11. Selain memberikan nilai pada aspek media dan materi, validator ahli juga memberikan beberapa saran dan komentar terhadap media pembelajaran yang dikembangkan agar produk menjadi lebih baik lagi.

b. Analisis Respons Peserta Didik

Uji respons peserta didik dilakukan pada peserta didik kelas XI MAN 2 Kota Semarang. Uji respons peserta didik dilakukan bertujuan agar peneliti dapat mengetahui respons terhadap media yang dikembangkan (Febrianti, 2024). Lembar angket respons peserta didik bertujuan untuk mengetahui tanggapan peserta didik terhadap e-LKPD yang dikembangkan dengan memberikan nilai pada enam aspek yaitu, kesesuaian penyajian isi, menarik minat peserta didik, keterbacaan, kesesuaian tampilan e-LKPD, kualitas gambar/video dan kemudahan penggunaan/pengoperasian. Rekapitulasi hasil analisis respons peserta didik dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Rekapitulasi Hasil Analisis Respons Peserta Didik

Aspek	Persentase	Kategori
Kesesuaian penyajian isi	86,42%	Sangat baik
Menarik minat peserta didik	85,85%	Sangat baik
Keterbacaan	91,07%	Sangat baik
Kesesuaian tampilan e-LKPD	89,04%	Sangat baik

Kualitas gambar/video	90,71%	Sangat baik
Penggunaan/pengoperasian	88,09%	Sangat baik
Rata-rata Skor	82,16%	Sangat baik

Berdasarkan hasil analisis angket respons peserta didik terhadap e-LKPD berbasis STEM diperoleh skor total sebesar 82,16% dengan kategori sangat baik. Hasil perhitungan analisis respons peserta didik secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 14.

2. Uji Instrumen Literasi Sains

Instrumen soal diterapkan terhadap peserta didik sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) menggunakan e-LKPD. Instrumen soal berbentuk *essay* berdasarkan 2 aspek literasi sains yaitu aspek pengetahuan dan konteks sains.

Instrumen soal *essay* disusun berdasarkan kisi-kisi yang dijelaskan secara rinci dalam Lampiran 16. Terdapat 15 butir soal dalam instrumen tersebut yang memadukan aspek STEM dan literasi sains yang berbeda. Hasil dari analisis pengujian ini akan menjadi dasar untuk menilai sejauh mana instrumen soal dapat mengukur literasi sains peserta didik dengan akurat.

a. Uji Validasi Ahli

Instrumen soal yang telah dirancang divalidasi oleh tiga validator. Validator ini terdiri dari pakar instrumen soal yaitu dosen pendidikan kimia UIN Walisongo Semarang Ibu Nur Alawiyah, S. Pd., M. Pd (Validator I), Ibu Nur Laila, S. Pd sebagai guru mata pelajaran kimia MAN 2 Kota Semarang

(Validator II), dan Ibu Lailatul Khoirun Ni'mah, S. Pd sebagai guru mata pelajaran kimia MA Tahfidh Tasywiqu Al-Qur'an Kudus (Validator III).

Analisis uji validitas butir soal menggunakan Indeks *Aiken's V*. Butir soal yang divalidasi sebanyak 15 soal *essay* yang dijadikan sebagai soal *pretest* dan soal *posttest*. Penilaian pada angket validasi butir soal *essay* mencakup empat aspek yaitu aspek materi, konstruksi soal, kebahasaan penulisan dan literasi sains. Hasil uji validitas instrumen soal dapat dilihat pada Lampiran 19 yang menunjukkan bahwa semua soal dikategorikan valid.

Sebelum diujicobakan kepada peserta didik, soal *essay* tersebut diuji nilai validitas, reliabilitas, daya beda dan tingkat kesukaran soal. Berdasarkan uji validitas soal menggunakan rumus *product moment* (Sugiyono, 2017), soal yang dibuat oleh peneliti memiliki nilai valid sebanyak 12 soal dan tidak valid sebanyak tiga soal dengan nomor soal 9,12 dan 13. Hasil nilai validitas dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil Validitas Instrumen Soal

No.item	r_{xy}	r_{tabel}	keterangan
1	0,418	0,361	Valid
2	0,586	0,361	Valid
3	0,423	0,361	Valid
4	0,631	0,361	Valid
5	0,491	0,361	Valid
6	0,611	0,361	Valid
7	0,460	0,361	Valid

8	0,751	0,361	Valid
9	0,236	0,361	Invalid
10	0,601	0,361	Valid
11	0,558	0,361	Valid
12	0,287	0,361	Invalid
13	0,146	0,361	Invalid
14	0,513	0,361	Valid
15	0,445	0,361	Valid

Berdasarkan Tabel 4.4, setelah diperoleh nilai r_{xy} dibandingkan dengan nilai r_{tabel} *product moment* dengan tingkat kesalahan 5%. Jika $r_{xy} > r_{tabel}$, maka soal tersebut dianggap valid. Mengenai nilai validitas soal, maka peneliti menggunakan soal sebanyak 12 untuk mengetahui peningkatan literasi sains peserta didik.

b. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas digunakan untuk mengukur kekonsistenan soal yang akan digunakan pada uji coba. Hasil perhitungan uji reliabilitas soal dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4. 5 Hasil Analisis Uji Reliabilitas

Jumlah Varians Total	Reliabilitas
63,826	0,8313

Hasil perhitungan reliabilitas soal dengan taraf signifikansi 5% diperoleh $r_{11} = 0,83$ dan $r_{tabel} = 0,361$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa $r_{11} > r_{tabel}$ sehingga instrumen soal yang digunakan memiliki reliabilitas tinggi. Hasil analisis selengkapanya dapat dilihat pada Lampiran 19.

c. Daya Pembeda

Daya pembeda soal bertujuan untuk membedakan kemampuan peserta didik. hasil uji daya pembeda soal yang berjumlah 12 soal *essay* dapat dilihat pada Tabel 4.7

Tabel 4.6 Hasil Analisis Daya Pembeda

Kriteria	Nomor Soal	Jumlah
Cukup	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	12

Perhitungan uji daya pembeda secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 19.

d. Tingkat Kesukaran

Analisis tingkat kesukaran bertujuan untuk mengetahui kriteria soal yang akan digunakan. Hasil analisis tingkat kesukaran soal yang berjumlah 12 soal *essay* dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.7 Hasil Analisis Tingkat Kesukaran

Kriteria	Nomor Soal	Jumlah
Sedang	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10, 11,12	12

Perhitungan analisis tingkat kesukaran soal secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 19.

3. Uji Peningkatan Literasi Sains

Analisis kemampuan literasi sains peserta didik dilakukan untuk memperoleh hasil peningkatan peserta didik setelah memanfaatkan e-LKPD berbasis STEM. Analisis kemampuan literasi sains peserta didik dapat ditentukan menggunakan uji dibawah ini:

1) Uji Normalitas

Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan program SPSS 26 yaitu uji *Shapiro-Wilk* pada taraf kesalahan 5%. Jika $\text{sig} > 0,05$ data berdistribusi normal, sedangkan jika nilai $\text{sig} < 0,05$ data berdistribusi tidak normal. Dalam penelitian ini, uji normalitas untuk hasil *pretest* dan *posttest* dilakukan menggunakan uji *Shapiro-Wilk* melalui SPSS versi 26 dengan klik *Analyze* $\longrightarrow$ *Descriptive Statistic* $\longrightarrow$ *Explore*. Berikut

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
PRETEST	.150	30	.083	.927	30	.040
POSTTEST	.252	30	.000	.877	30	.002

a. Lilliefors Significance Correction

data hasil uji normalitas disajikan Pada Gambar 4.25

Gambar 4. 25 Hasil Uji Normalitas Menggunakan *Shapiro-Wilk*

Berdasarkan analisis data diatas dapat dikatakan bahwa hasil *pretest* Sig sebesar $0,040 < 0,05$ dan hasil *posttest* Sig sebesar $0,002 < 0,05$. Kesimpulan dari hasil tersebut adalah data *pretest* dan *posttest* tidak berdistribusi normal.

2) Uji Wilcoxon

Uji Wilcoxon ini digunakan sebagai uji alternatif dari *Paired Sample T-test*. Jenis uji wilcoxon yang digunakan dalam penelitian ini adalah Uji Wilcoxon *Signed-Rank*. Uji Wilcoxon *Signed-Rank* tersebut membandingkan dua sampel berpasangan (*paired samples*) untuk mengetahui apakah ada perbedaan signifikan antara hasil rata-rata *pretest* dan

posttest. Uji Wilcoxon dengan taraf kesalahan 5% melalui SPSS versi 26 dilakukan dengan Klik *Analyze* → *Nonparametric Test* → *Legacy Dialogs* → *2 Related Samples*

Hipotesis uji Wilcoxon pada penelitian ini yaitu:

H_0 : tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest*

H_1 : terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest*

Jika nilai p-value > 0,05 maka H_0 diterima, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil rata-rata *pretest* dan *posttest*. Hasil uji Wilcoxon *Signed-Rank* dapat dilihat Pada Gambar 4.26

Wilcoxon Signed Ranks Test

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Posttest - Pretest	Negative Ranks	0 ^a	.00	.00
	Positive Ranks	30 ^b	15.50	465.00
	Ties	0 ^c		
	Total	30		

a. Posttest < Pretest

b. Posttest > Pretest

c. Posttest = Pretest

Test Statistics^a

	Posttest - Pretest
Z	-4.793 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

Gambar 4.26 Hasil Uji Statistik Wilcoxon *Signed-Rank*

Berdasarkan gambar diatas hasil uji wilcoxon menunjukkan nilai signifikasi 0,000 yang mana nilai Sig 0,000 < 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang

signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest*.

3) Uji N-gain

Uji peningkatan literasi sains dianalisis menggunakan rumus N-gain dengan tujuan untuk mengukur peningkatan literasi sains peserta didik. Uji N-gain dilakukan dengan menganalisis nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik. Kategori dari nilai N-gain dapat digolongkan menjadi tiga, apakah tingkat literasi sains tinggi, sedang dan rendah. Uji N-gain dapat digunakan jika ada perbedaan signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest*. Hasil nilai *pretest* dan nilai *posttest* dari peserta didik dapat dilihat pada Lampiran 24.

Berdasarkan data yang terlihat pada Lampiran 24 dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan literasi sains pada peserta didik. Analisis dari nilai *pretest* dan *posttest* per peserta didik menunjukkan perbedaan yang signifikan sebelum dan sesudah perlakuan. Hasil dari analisis tersebut dapat dilihat pada Tabel 4. 8

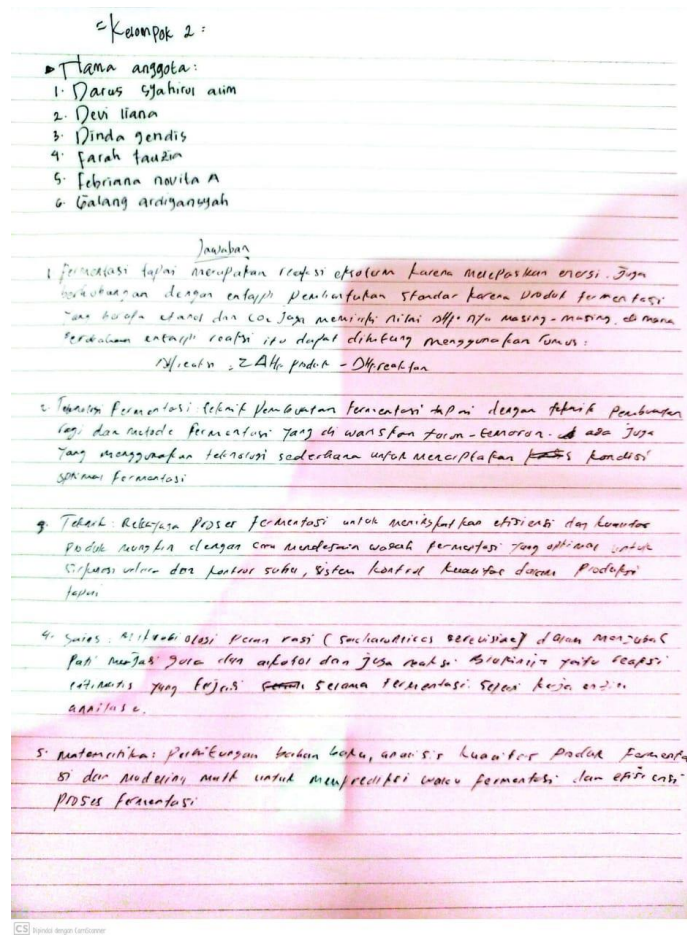
Tabel 4. 8 Hasil Analisis Nilai N-Gain Per-Peserta Didik

Nomor	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	N-Gain	Kategori
1	35	73	0,584615	sedang
2	55	76	0,466667	sedang
3	35	75	0,615385	sedang
4	50	85	0,7	sedang
5	45	80	0,636364	sedang
6	50	86	0,72	sedang
7	55	85	0,666667	sedang
8	55	80	0,555556	sedang

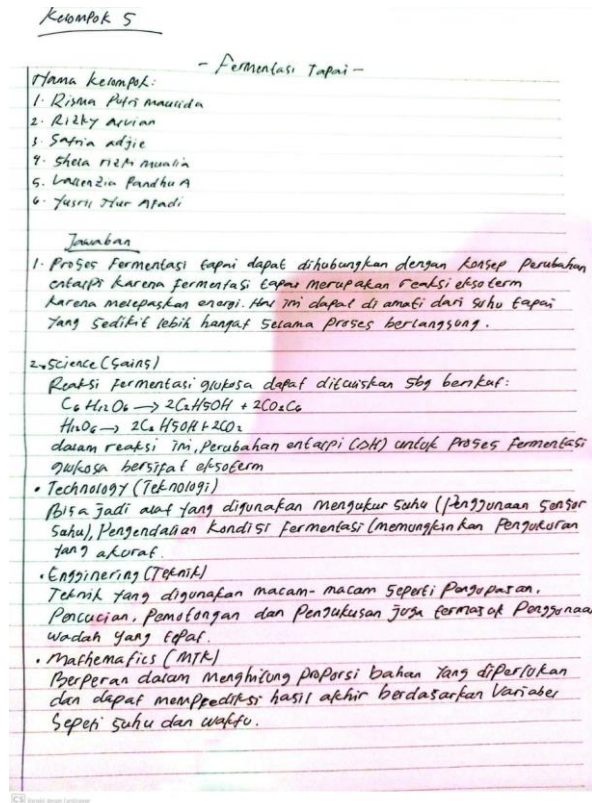
9	40	83	0,716667	tinggi
10	55	80	0,555556	sedang
11	30	85	0,785714	tinggi
12	40	85	0,75	tinggi
13	60	85	0,625	sedang
14	45	80	0,636364	sedang
15	40	80	0,666667	sedang
16	35	80	0,692308	sedang
17	50	85	0,7	sedang
18	35	70	0,538462	sedang
19	45	75	0,545455	sedang
20	55	70	0,3	sedang
21	40	66	0,433333	sedang
22	35	80	0,692308	sedang
23	45	80	0,636364	sedang
24	45	85	0,727273	tinggi
25	35	85	0,769231	tinggi
26	50	68	0,36	sedang
27	55	80	0,555556	sedang
28	40	76	0,6	sedang
29	45	80	0,636364	sedang
30	55	80	0,555556	sedang

Berdasarkan Tabel 4.8, terlihat bahwa kemampuan literasi sains peserta didik mengalami peningkatan setelah mengerjakan soal "Ayo Berdiskusi" di e-LKPD secara kelompok. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebanyak 5 peserta didik termasuk dalam kategori peningkatan tinggi dengan nilai N-gain $> 0,7$, sedangkan 25 peserta didik lainnya termasuk dalam kategori peningkatan sedang dengan rentang N-gain dari 0,3–0,7. Data ini mengindikasikan bahwa

pembelajaran melalui e-LKPD memberikan dampak positif terhadap pengembangan literasi sains peserta didik, dengan mayoritas peserta didik menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam kemampuan literasi sains. Hasil pengerjaan dari soal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4. 27 dan 4.28,



Gambar 4. 27 Jawaban Peserta Didik



Gambar 4. 28 Jawaban Peserta didik

Berdasarkan jawaban peserta didik, aspek pengetahuan pada literasi sains tercapai hal ini terlihat dari pemahaman proses fermentasi dan penulisan reaksi kimia $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$ serta penjelasan peserta didik mengenai fermentasi sebagai reaksi eksotermik. Peserta didik juga mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika untuk menjelaskan fenomena fermentasi. Aspek konteks tercapai dengan jawaban peserta didik mengenai pengamatan suhu tapai yang hangat dalam kehidupan sehari-hari dan

kemampuan peserta didik mengaitkan fenomena (fermentasi tapei) dengan materi termokimia. Secara keseluruhan, peserta didik berhasil menghubungkan konsep teoretis dengan fenomena nyata dalam konteks yang relevan, meskipun masih dapat dikembangkan lebih lanjut dalam hal analisis kuantitatif dan mekanisme detail proses fermentasi.

Evaluasi pada tahap implementasi dilaksanakan secara sistematis dan terstruktur melalui pelaksanaan uji coba lapangan di lingkungan pembelajaran yang sesungguhnya, dengan fokus utama pada analisis terhadap respons peserta didik yang meliputi tingkat penerimaan, keterlibatan aktif, dan kemudahan penggunaan e-LKPD berbasis STEM yang telah dikembangkan khusus untuk pembelajaran materi termokimia, dimana proses evaluasi ini bertujuan untuk memperoleh data empiris yang akurat mengenai kesesuaian produk dengan kebutuhan pembelajaran di lapangan, mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan yang masih terdapat dalam produk.

C. Revisi Produk

Tahap *Evaluation* (Evaluasi)

Tahap evaluasi ini bertujuan untuk mengevaluasi media pembelajaran yang dikembangkan, di mana tahap evaluasi ini dilakukan disetiap tahapan model ADDIE. Dalam mengembangkan media pembelajaran, peneliti tidak hanya mencari nilai dari aspek materi dan media namun juga

menginginkan komentar, kritik atau saran dari validator ahli agar media dapat menjadi produk akhir yang lebih baik dari desain awal. Revisi produk bertujuan agar produk yang dikembangkan layak untuk diujicobakan ke lapangan. Kritik, saran dan komentar juga dibutuhkan oleh peneliti karena media pembelajaran yang dikembangkan juga memiliki kelemahan yang belum disadari oleh peneliti. Harapan, kritik dan saran tersebut diharapkan dapat mengurangi beberapa kelemahan dari media pembelajaran yang dikembangkan. Kritik, saran maupun komentar terhadap media dapat ditinjau dari aspek media dan aspek materi.

1. Hasil Revisi Aspek Media

- a) Daftar isi masih terdapat kesalahan nomor halaman, penyusunan daftar isi dapat dimulai dengan judul materi, rangkuman/ringkasan materi, kegiatan/praktikum dan latihan soal. Revisi daftar isi dapat dilihat pada Gambar 4.29

	DAFTAR ISI
PRABATA	1
DAFTAR ISI	2
PENGANTARAN	3
PETA KONSEP	5
PETUNJUK PENGGUNAAN	6
STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)	7
INTEGRASI STEM DALAM MATERI TERMODINAMIKA	8
Energi dan Entalpi	9
A. Perubahan Energi dalam Reaksi Kimia	9
PRAKTIKUM 1	13
B. Perubahan Entalpi	16
PRAKTIKUM 2	19
LATIHAN SOAL 1	21
TES FORMATIF 1	23
Penemuan Perubahan Entalpi	25
A. Kalorimetri	25
B. Hukum Hess	29
PRAKTIKUM 3	32
LATIHAN SOAL 2	33
TES FORMATIF 2	34
BANGUNAN	39
GLOSARIUM	39
DAFTAR PUSTAKA	40

Sebelum revisi

	
DAFTAR ISI	
PRASATA	1
DAFTAR ISI	2
KEPERAWATAN	3
KATA PENGANTAR	4
PETUNJUK PENGGUNAAN	5
STEN (Science Technology, Engineering, and Mathematics)	6
INTEGRASI STEN DALAM MATERI TERMODINAMIKA	7
Energi dan Entalpi	8
A. Perubahan Energi dalam Reaksi Kimia	9
FRAKTISUN 1	10
A. Perubahan Entalpi	11
FRAKTISUN 2	12
LATIHAN SOAL 1	13
TES FORMATIF 1	14
Keperawatan Perawatan Kulit	15
A. Keperawatan	16
B. Teknik Tata	17
FRAKTISUN 3	18
LATIHAN SOAL 2	19
TES FORMATIF 2	20
GLORIASUM	21
DAFTAR PUSTAKA	22

Sesudah revisi

Gambar 4.29 Revisi Penyusunan Daftar Isi dan Nomor Halaman

- b) Penyematan *link youtube* atau artikel disarankan sebaiknya disertai dengan gambar yang relevan terkait konten *youtube* atau artikel. Hasil revisi dapat dilihat pada Gambar 4.30

Teknik (<i>engineering</i>)	Matematika (<i>mathematic</i>)
Teknik pembuatan gas LPG juga bisa di tonton melalui link yt berikut: https://www.youtube.com/watch?v=m34wnPrTs	Dalam termokimia, perhitungan energi yang dihasilkan dari pembakaran LPG penting untuk menentukan efisiensi penggunaan bahan bakar. Misalnya, jika 1 kg LPG

Sebelum revisi

Teknik (<i>engineering</i>)	Matematika (<i>mathematic</i>)
Teknik pembuatan gas LPG juga bisa di tonton melalui link youtube berikut:  https://www.youtube.com/watch?v=jm34wpP... Teknik juga digunakan dalam analisis kekuatan tabung gas LPG untuk memastikan bahwa tabung dapat menahan tekanan internal dan eksternal selama penggunaan.)	Dalam termokimia, perhitungan energi yang dihasilkan dari pembakaran LPG penting untuk menentukan efisiensi penggunaan bahan bakar. Misalnya, perhitungan energi dari propana dan butana dalam pembuatan gas LPG menggunakan rumus entalpi dan stoikiometri.

Sesudah revisi

Gambar 4. 30 Revisi Penambahan Gambar Terhadap Penyematan *Link Youtube* atau Artikel

- c) Pada sampul judul materi disarankan bisa ditulis lebih besar atau tebal agar pembaca langsung fokus pada topik materi. Hasil revisi dapat dilihat pada Gambar 4.31



Sebelum revisi



Sesudah revisi

Gambar 4.31 Revisi Sampul Depan e-LKPD

2. Hasil Revisi Aspek Materi

- a) Komposisi *layout* diseimbangkan antara tulisan dan ilustrasi, *font* juga disarankan diperbesar. Hasil revisi dapat dilihat pada Gambar 4.32



Sebelum revisi



Sesudah revisi

Gambar 4.32 Revisi Penyeimbangan Komposisi Layout

- b) Latihan soal disesuaikan/dibaskan STEM dengan mengakomodasi keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS). Hasil revisi latihan soal dapat dilihat pada Gambar 4.33

1. Di dalam gelas kimia direaksikan amonium klorida padat dengan barium hidroksida padat sehingga dihasilkan barium klorida, air dan gas amonia. Pada reaksi tersebut ternyata suhu sistem turun dari 25°C menjadi 12°C. Dari fakta tersebut:
 - a. Tentukan masalah yang menjadi sistem dan lingkungannya.
 - b. Tentukan apakah reaksi tersebut termasuk reaksi eksoterm atau endoterm.
2. Diketahui bahwa perubahan entalpi untuk reaksi berikut adalah:

$$A_{(l)} + B_{(g)} \longrightarrow C_{(g)} + D_{(l)} \quad \Delta H = +75 \text{ kJ}$$

Jika entalpi awal dari zat A dan B masing – masing adalah:
 $H_A: 100 \text{ kJ/mol}$
 $H_B: 50 \text{ kJ/mol}$
 Hitunglah entalpi akhir dari produk C dan D!
3. Ke dalam ruang tertutup dan tekanan tetap, direaksikan larutan natrium hidroksida dengan asam asetat sehingga terjadi reaksi berikut:

Sebelum revisi

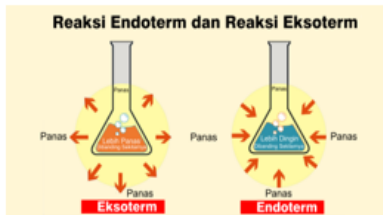
1. Seorang siswa melakukan percobaan dengan mencampurkan 5,35 gram NH_4Cl padat ($M_r = 53,5$) dengan 8,55 gram $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ padat ($M_r = 315$) dalam sebuah kalorimeter sederhana yang berisi 50 mL air. Reaksi yang terjadi adalah: $2\text{NH}_4\text{Cl}(s) + \text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}(s) \rightarrow \text{BaCl}_2(aq) + 2\text{NH}_3(g) + 10\text{H}_2\text{O}(l)$. Setelah reaksi berlangsung sempurna, suhu campuran turun dari 25,0°C menjadi 16,5°C.
 - a. Analisislah perubahan entalpi (ΔH) untuk reaksi tersebut dalam kJ/mol NH_4Cl , jika diketahui kapasitas kalor total kalorimeter beserta isinya adalah 225 J/°C.
 - b. Berdasarkan nilai ΔH yang diperoleh, analisislah mengapa suhu larutan mengalami penurunan dan bagaimana konsep ini berkaitan dengan hukum kekekalan energi dalam sistem termodinamika.
2. PT. Hijau Teknologi sedang mengembangkan sistem penyimpanan energi baru yang menggunakan reaksi termodinamika sebagai dasar kerjanya. Tim riset perusahaan ini telah mengidentifikasi dua senyawa, Compound-X dan Compound-Y, yang dapat bereaksi membentuk dua senyawa baru, *Eco-Store* dan *Heat-Release*. Reaksi ini dapat dibalik, memungkinkan penyimpanan dan pelepasan energi sesuai kebutuhan. Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa reaksi:

$$\text{Compound-X}(s) + \text{Compound-Y}(s) \rightarrow \text{Eco-Store}(s) + \text{Heat-Release}(s)$$

Sesudah revisi

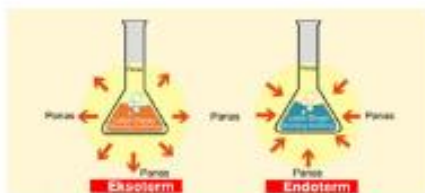
Gambar 4.33 Revisi Latihan Soal Dibaskan STEM

- c) Gambar untuk reaksi eksoterm dan endoterm dibalik agar sesuai dengan kalimat di atasnya. Hasil revisi dapat dilihat pada Gambar 4.34



Gambar 2.2 Reaksi eksoterm dan endoterm

Sebelum revisi



Gambar 2.2 Reaksi eksoterm dan endoterm

Sesudah revisi

Gambar 4.34 Revisi Penulisan Reaksi Eksoterm dan Endoterm

- d) Fungsi lakmus dan langkah mencium hasil reaksi terkait dengan permasalahan yang ditanyakan dalam soal dan jika tidak ada relevansi sebaiknya dihilangkan. Hasil revisi dapat dilihat pada Gambar 4.35

D. Cara Kerja

7. Masakkan lebih kurang 10cm³ nair ke dalam gelas kimia dan ujliah dengan lakmus merah. Rasakan suhunya dengan memegang gelas tersebut. Tambahkan seongkah CaO, biarkan sebentar dan rasakan suhunya. Ujliah dengan kertas lakmus merah. Catat hasil pengamatan. Anda!
8. Masukkan kristal Ba(OH)₂·8H₂O sebanyak 1 spatula ke dalam tabung reaksi. Tambahkan NH₄Cl sebanyak 2 spatula. Aduk campuran tersebut, kemudian tutuplah dengan sumbat gabus. Pegang tabung tersebut dan rasakan suhunya. Biarkan sebentar, kemudian buka tabung dan cium bau gas yang timbul (Hati - hati, jangan mencium langsung bau gas dari mulut tabung, tetapi kibaskan tangan Anda di mulut tabung). Catat pengamatan Anda!

Sebelum revisi

D. Cara Kerja

1. Masukkan lebih kurang 10cm³ air ke dalam gelas kimia dan ujilah dengan lakmus merah. Rasakan suhunya dengan memegang gelas tersebut. Tambahkan seongkah CaO, biarkan sebentar dan rasakan suhunya.
2. Masukkan kristal Ba(OH)₂·8H₂O sebanyak 1 spatula ke dalam tabung reaksi. Tambahkan NH₄Cl sebanyak 2 spatula. Aduk campuran tersebut, kemudian tutuplah dengan sumbat gabus. Pegang tabung tersebut dan rasakan suhunya. Biarkan sebentar dan catat pengamatan Anda!

Sesudah revisi

Gambar 4.35 Revisi Fungsi Kertas Lakmus

- e) Judul “Rangkuman” sebaiknya dibuat *caption* tersendiri, reaksi eksoterm dan endoterm sebaiknya masuk ke dalam rangkuman. Hasil revisi dapat dilihat pada Gambar 4.36

Rangkuman

1. Menurut Hukum ke-0 (nol) Termodinamika, energi panas akan berpindah dari benda yang bersuhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah.
2. Sistem adalah segala sesuatu yang menjadi pusat perhatian dalam mempelajari perubahan energi

Sebelum revisi



RANGKUMAN

1. Menurut Hukum ke-0 (nol) Termodinamika, energi panas akan berpindah dari benda yang bersuhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah.
2. Sistem adalah segala sesuatu yang menjadi pusat perhatian dalam mempelajari perubahan energi
3. Lingkungan adalah segala sesuatu di luar sistem dan dapat mempengaruhi sistem
4. Sistem dibagi menjadi 3, yaitu: sistem terbuka, sistem tertutup dan sistem terisolasi
5. Besarnya perubahan kalor pada tekanan tetap dirumuskan dengan

$$q_p = \Delta E + P\Delta V$$
6. Untuk setiap proses yang terjadi, perubahan entalpi (ΔH) dinyatakan dengan

$$\Delta H = \Delta E + (P\Delta V)$$
7. Perubahan kalor pada tekanan tetap sama dengan perubahan entalpi $q_p = \Delta H$
8. Nilai perubahan entalpi ΔH suatu sistem dinyatakan sebagai selisih besar entalpi sistem pada keadaan akhir dengan besar entalpi sistem pada keadaan awal, pada tekanan tetap

$$\Delta H = H_{akhir} - H_{awal}$$

Sesudah revisi

Gambar 4.36 Revisi Rangkuman Dibuat Caption

Tersendiri

- f) Rangkuman sebaiknya diberikan rumus penentuan ΔH dengan metode kalorimetri dan Hukum Hess. Hasil revisi dapat dilihat pada Gambar 4.37

7. Untuk setiap proses yang terjadi, perubahan entalpi (ΔH) dinyatakan dengan

$$\Delta H = \Delta E + (P\Delta V)$$
8. Perubahan kalor pada tekanan tetap sama dengan perubahan entalpi $q_p = \Delta H$
9. Nilai perubahan entalpi ΔH suatu sistem dinyatakan dinyatakan sebagai selisih besar entalpi sistem pada keadaan akhir dengan besar entalpi sistem pada keadaan awal, pada tekanan tetap

$$\Delta H = H_{akhir} - H_{awal}$$
10. Reaksi eksoterm adalah pelepasan kalor dari sistem ke lingkungan dengan ciri khas suhu sistem naik
11. Reaksi endoterm adalah perpindahan kalor dari lingkungan ke sistem/menyerap kalor dengan ciri khas selama reaksi berlangsung terjadi penurunan suhu

Sebelum revisi

14. Kalorimetri adalah metode eksperimental untuk mengukur perubahan entalpi (ΔH) suatu reaksi dengan mengukur perubahan suhu yang terjadi. Langkah-langkah penentuan ΔH dengan kalorimetri:
 - a. Menempatkan reaksi dalam kalorimeter (alat yang terisolasi dari lingkungan)
 - b. Mengukur suhu awal dan akhir sistem
 - c. Menghitung jumlah kalor yang diserap atau dilepas dengan rumus: $q = m \cdot c \cdot \Delta T$
 - d. Menghitung ΔH reaksi dengan rumus: $\Delta H = -q/n$ Dimana: n = jumlah mol pereaksi atau produk. Tanda negatif (-) menunjukkan bahwa kalor yang dilepas sistem adalah entalpi yang berkurang dari sistem.
15. Cara menentukan ΔH dengan Hukum Hess adalah dengan mengikuti langkah-langkah berikut:
 - a. Mencari reaksi-reaksi dengan nilai ΔH yang sudah diketahui
 - b. Menyusun reaksi-reaksi tersebut sehingga jika dijumlahkan akan menghasilkan reaksi target
 - c. Menjumlahkan nilai ΔH dari reaksi-reaksi tersebut

38

Sesudah revisi

Gambar 4.37 Revisi Penambahan Penentuan Rumus Penentuan ΔH Kalometri dan Hukum Hess

D. Kajian Akhir Produk dan Pembahasan

1. Kajian Akhir Produk

Penelitian ini dilaksanakan di MAN 2 Kota Semarang pada tanggal 19 Mei 2025. Penelitian media ini dilaksanakan sebanyak tiga kali. Penelitian pertama adalah mengenai pra-penelitian guna mengetahui permasalahan serta kebutuhan peserta didik pada

tanggal 13 Januari 2025. Penelitian kedua adalah menguji kevalidan soal yang dijadikan sebagai instrumen tes *pretest* dan *posttest* pada tanggal 3 Maret 2025. Penelitian ketiga untuk menguji apakah terdapat peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik sebelum dan sesudah mendapat media pembelajaran yang dikembangkan.

Pada penelitian, pihak sekolah membatasi waktu penelitian dikarenakan peserta didik perlu mempersiapkan diri dalam menghadapi Penilaian Akhir Semester. Hal tersebut mengakibatkan penelitian hanya dilaksanakan empat pertemuan. Waktu yang diberikan oleh pihak sekolah digunakan secara maksimal, sehingga data yang dibutuhkan dalam penelitian terpenuhi.

Media pembelajaran e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia merupakan sebuah pengembangan media pembelajaran yang diharapkan mampu menunjang proses pembelajaran dan meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik. Pengembangan media pembelajaran tersebut dilakukan dengan metode RnD (*Research and Development*) yang bertujuan untuk mengetahui validitas dan respons peserta didik terhadap media yang dikembangkan. Hasil produk dari penelitian ini adalah e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik. Tahapan pengembangan e-LKPD menggunakan model ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implementation, Evaluation*). Media

pembelajaran e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia dapat diakses melalui (<https://heyzine.com/flip-book/9ee967e5f4.html>).

Tahap analisis dilakukan melalui kegiatan pra-penelitian ke MAN 2 Kota Semarang. Analisis kebutuhan dilakukan dengan wawancara kepada Guru Mata Pelajaran Kimia, yaitu Ibu Nurlaila, Sp. Pd dan penyebaran angket kebutuhan peserta didik. Hasil analisis wawancara menunjukkan bahwa e-LKPD berbasis STEM belum pernah digunakan dalam proses pembelajaran. Bahan ajar yang sering digunakan oleh guru dan siswa beberapa masih berbentuk cetak, sehingga peserta didik merasa bosan dalam belajar kimia. Hasil angket yang telah disebar kepada 30 peserta didik menunjukkan bahwa 76,7% peserta didik menganggap materi termokimia sulit, 56,7% peserta didik menjawab metode diskusi merupakan metode yang sering digunakan dalam proses pembelajaran, 40% peserta didik menjawab LKS adalah media yang sering digunakan ketika proses pembelajaran, untuk pertanyaan terakhir 73,3% peserta didik membutuhkan sumber belajar dengan bahasa yang mudah dipahami, 46,7% dilengkapi gambar dan 56,7% dilengkapi kasus atau contoh yang dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari. Analisis materi dilakukan dengan memperhatikan kurikulum sekolah melalui wawancara kepada Guru Mata Pelajaran Kimia MAN 2 Kota Semarang. Materi yang digunakan dalam penelitian adalah materi termokimia, karena peserta didik menganggap bahwa materi tersebut sulit dan

membutuhkan pendukung pembelajaran yang dapat membantu meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik.

Tahap desain dilakukan dengan menyusun rancangan instrumen, menyusun kerangka e-LKPD dan menyusun komponen e-LKPD. Rancangan instrumen yang disusun berupa angket ahli media, ahli materi, angket respons peserta didik, angket validasi butir soal. Kerangka e-LKPD disusun sesuai dengan kurikulum, analisis kebutuhan dengan berpendekatan STEM serta dilengkapi dengan pendukung penyajian seperti kata pengantar, rangkuman, glosarium, peta konsep, dan tes formatif. Komponen e-LKPD disusun sesuai dengan kerangka e-LKPD menggunakan *Microsoft Word 2010*. e-LKPD yang telah disusun kemudian dimasukkan ke dalam *heyzine flipbooks* agar dapat menambahkan *link* video *youtube* dan dapat diakses melalui *smartphone*, tablet dan laptop. e-LKPD harus diakses menggunakan bantuan internet atau wifi.

Tahap pengembangan merupakan proses pengembangan keseluruhan produk berdasarkan rancangan yang telah dibuat sebelumnya. Dalam tahap ini, dilakukan penambahan tiga komponen pengembangan, meliputi: (1) *table of contents*, (2) penampilan judul e-LKPD, dan (3) pengaturan *background setting*. *Table of content* berfungsi untuk mempermudah peserta didik memilih topik sesuai kebutuhan atau mengulang materi tertentu. Penampilan judul e-LKPD berfungsi untuk menunjukkan fokus pembelajaran pada materi termokimia

berbasis STEM sehingga peserta didik dapat memahami pendekatan pembelajaran yang digunakan. *Backgorund setting* berfungsi untuk membantu peserta didik tetap fokus pada proses pembelajaran.

Tahap implementasi dilakukan dengan validasi produk, revisi produk, dan uji coba produk. e-LKPD yang telah dikembangkan kemudian diuji validitasnya oleh validator ahli media dan materi. Uji validasi ahli media dan materi dilakukan oleh satu dosen kimia dan tiga guru pengampu mata pelajaran kimia. Perhitungan menggunakan rumus *Aiken's V* dan hasilnya dapat ditinjau pada Gambar 4.22 menjelaskan bahwa nilai validasi aspek media dengan nilai rata-rata sebesar 0,91 dan aspek materi dengan nilai rata-rata 0,90. Hal ini dapat memberikan kesimpulan bahwa media e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia valid untuk digunakan sebagai media pembelajaran dengan nilai validitas yang tinggi.

Tahap evaluasi dilakukan dengan mengevaluasi pada setiap tahapan dari model ADDIE. Evaluasi dalam model ADDIE pada pengembangan e-LKPD berbasis STEM untuk materi termokimia dilakukan secara menyeluruh pada setiap tahapan pengembangan. Pada tahap analisis, evaluasi difokuskan pada kebutuhan pembelajaran peserta didik dan hasil wawancara dari Guru Kimia MAN 2 Kota Semarang. Evaluasi pada tahap desain dilakukan melalui penilaian desain e-LKPD berbasis STEM oleh dosen pembimbing untuk memastikan struktur e-LKPD, aktivitas

STEM, dan alur pembelajaran sesuai dengan tujuan yang ditetapkan. Evaluasi pada tahap pengembangan, melibatkan validasi produk oleh validator ahli (ahli materi dan ahli media) serta uji coba produk untuk menilai aspek teknis berupa tampilan, kualitas, validitas konten, dan *usability* e-LKPD. Evaluasi tahap implementasi melalui uji coba lapangan dengan mengukur respons peserta didik terhadap e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia. Terakhir, tahap evaluasi dilakukan dengan *posttest* untuk mengukur kemampuan literasi sains peserta didik setelah menggunakan e-LKPD berbasis STEM, yang bertujuan untuk mengetahui efektivitas produk dalam meningkatkan literasi sains pada materi termokimia.

Media pembelajaran e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia juga mendapat saran dan komentar dari validator ahli. Komentar dan saran tersebut dapat dilihat pada tahap revisi produk. Hasil akhir dari produk yang telah dikembangkan berupa media yang lebih baik dari desain awal dan dapat lanjut dalam alur uji coba produk.

e-LKPD yang sudah divalidasi dan direvisi kemudian diujicobakan terhadap peserta didik. Uji coba produk dilaksanakan pada subjek penelitian sebanyak 30 peserta didik di MAN 2 Kota Semarang. Uji coba dilaksanakan sebanyak empat pertemuan. Pertemuan pertama untuk melaksanakan *pretest*, pertemuan kedua merupakan pengenalan media terhadap peserta didik, pertemuan ketiga untuk menguji respons peserta

didik dan pertemuan terakhir untuk mengetahui peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik. Berdasarkan Tabel 4.3 dijelaskan bahwa media e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia mendapat nilai dengan rata-rata sebesar 82,16% dengan kategori sangat baik. Hal tersebut dapat dikatakan media pembelajaran yang diberikan peneliti diterima peserta didik sebagai media pembelajaran pada materi termokimia. Sesuai dengan pernyataan Salsabila *et al.*, (2021) bahwa media *web* atau internet memiliki pengaruh positif terhadap peserta didik karena dapat diakses dimanapun dan kapanpun, melatih kemandirian, meningkatkan inovasi dan kreativitas lainnya. Produk akhir dari media pembelajaran e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia terbukti valid dan memiliki respons yang sangat baik

2. Pembahasan

Implementasi e-LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik elektronik) berbasis STEM dilaksanakan di MAN 2 Kota Semarang dengan melibatkan 30 peserta didik melalui empat tahapan pertemuan yang sistematis dan terstruktur. Pertemuan pertama diawali dengan pelaksanaan *pretest* untuk mengidentifikasi dan mengukur kemampuan literasi sains peserta didik sebagai *baseline* data sebelum implementasi media pembelajaran e-LKPD berbasis STEM. Soal yang diberikan kepada peserta didik berupa soal *essay* sebanyak 15 soal yang sudah memuat indikator literasi sains dan STEM. Soal yang digunakan untuk uji coba sebelumnya sudah divalidasi terlebih dahulu oleh validator. Instrumen soal

dinilai melalui empat aspek yaitu, materi, konstruksi soal, kebahasaan penulisan dan literasi sains. Soal yang telah divalidasi kemudian dianalisis menggunakan Indeks *Aiken's V*. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semua soal memperoleh kategori valid.

Soal uji coba yang telah dikerjakan oleh peserta didik dianalisis untuk mengetahui validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran soal dan uji daya beda soal. Uji validitas menunjukkan hasil $r_{xy} > r_{tabel}$, sehingga instrumen soal yang digunakan dinyatakan valid sebanyak 12 soal dan tidak valid sebanyak 3 soal maka peneliti menggunakan soal sebanyak 12 untuk mengetahui peningkatan literasi sains peserta didik. uji reliabilitas soal menunjukkan $r_{11} > r_{tabel}$, sehingga instrumen dinyatakan reliabel atau konstan. Daya pembeda soal digunakan untuk menentukan kelayakan soal yang akan digunakan. Daya pembeda soal terdiri dari lima kategori yaitu, sangat baik, baik, cukup, lemah, tidak ada daya pembeda. Soal yang digunakan untuk *pretest-posttest* berada dalam kategori cukup. Tingkat kesukaran soal terdiri dari tiga kategori yaitu sukar, sedang dan mudah. Soal yang digunakan untuk *pretest-posttest* adalah soal yang berkategori sedang sebanyak 12 soal.

Pertemuan kedua difokuskan pada pengenalan media e-LKPD dengan penekanan pada materi termokimia yang diintegrasikan dengan kehidupan sehari-hari melalui pendekatan STEM, peserta didik diperkenalkan dengan konsep perpindahan kalor dalam

reaksi kimia yang dapat diamati dalam fenomena sehari-hari seperti proses memasak, pembakaran bahan bakar, dan proses fermentasi tapai yang terdapat dalam e-LKPD berbasis STEM. Sementara aspek *technology* diintegrasikan melalui penggunaan e-LKPD berbasis STEM yang dapat diakses menggunakan *link* yang dibagikan terhadap peserta didik. e-LKPD tersebut berbantuan *heyzine flipbooks*, kemudian aspek *engineering* diterapkan melalui proses desain *thinking*, di mana peserta didik dibagi menjadi 5 kelompok untuk menyelesaikan salah satu persoalan yang ada di e-LKPD. Persoalan tersebut berupa proses fermentasi tapai, dalam hal ini tidak menggunakan eksperimen seperti yang dikatakan oleh English & King (2015) bahwa aspek *engineering* dalam STEM tidak selalu berbasis proyek atau eksperimen karena pada dasarnya *engineering* lebih menekankan pada proses berpikir desain (*design thinking*) dan pemecahan masalah sistematis daripada implementasi fisik, sedangkan aspek *mathematics* dimanfaatkan dalam perhitungan entalpi reaksi dan interpretasi data termokimia.

Pembelajaran berbasis STEM di kelas dapat meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik melalui diskusi dan pemecahan masalah sistematis tanpa praktikum langsung. Pendekatan tersebut mengintegrasikan *Science* (reaksi fermentasi glukosa), *Technology* (penggunaan *smartphone* untuk mencari data fermentasi dan analisis video proses), *Engineering* (desain *thinking*) untuk optimalisasi proses fermentasi tapai),

dan *Mathematics* (perhitungan persentase kandungan alkohol). Ketika peserta didik diberi tugas untuk mendiskusikan proses fermentasi tapai yang terdapat dalam e-LKPD, peserta didik tidak sekadar menghafal konsep fermentasi, tetapi mengembangkan kemampuan mengidentifikasi fenomena ilmiah, merumuskan hipotesis berdasarkan pengetahuan biokimia dan termokimia, dan merancang solusi *engineering* untuk mengoptimalkan kondisi fermentasi di berbagai iklim.

Proses desain *thinking* dalam memecahkan masalah secara sistematis melatih komponen literasi sains yang krusial. Peserta didik menggunakan pengetahuan sains untuk menjelaskan mengapa suhu dan kelembaban mempengaruhi aktivitas *Saccharomyces cerevisiae*, mengevaluasi data dari berbagai sumber teknologi untuk membandingkan metode fermentasi tradisional vs modern, serta menafsirkan data matematis tentang suhu dan kualitas tapai. Melalui pendekatan ini, literasi sains peserta didik meningkat karena tidak hanya memahami konsep secara teoretis, tetapi mampu mengaplikasikan pengetahuan lintas disiplin untuk memecahkan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari, mengembangkan sikap ilmiah seperti ketelitian dalam analisis dan keterbukaan terhadap bukti empiris, serta membangun kepercayaan diri dalam menggunakan pendekatan saintifik untuk menjelaskan fenomena yang ada di sekitar. Pertemuan ketiga dilakukan uji respons peserta didik untuk mengevaluasi tanggapan peserta didik terhadap media e-

LKPD berbasis STEM yang telah diimplementasikan.

Pertemuan keempat sebagai tahap akhir pelaksanaan *posttest* untuk mengukur peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik setelah menggunakan e-LKPD berbasis STEM, dimana hasil *posttest* dibandingkan dengan hasil *pretest*, untuk rata-rata hasil *pretest* sebesar 45,16 dan rata-rata hasil *posttest* sebesar 79,38 hasil tersebut menunjukkan bahwa ada peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik secara signifikan dengan hasil uji N-gain sebesar 0,61 yang termasuk dalam kriteria sedang. Peningkatan kemampuan literasi sains tersebut diperoleh setelah diimplementasikannya media pembelajaran berupa e-LKPD berbasis STEM, berdasarkan Gambar 4.25 dijelaskan bahwa peningkatan kemampuan literasi sains sebelum dan sesudah mendapatkan media pembelajaran cukup signifikan, dalam hal ini peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik tidak terlepas dari isi yang terkandung pada e-LKPD.

Runtutan kegiatan pada e-LKPD yang dikembangkan sesuai dengan langkah-langkah pendekatan STEM. Pendekatan STEM dapat digunakan pada tingkat SMP sampai perguruan tinggi. Hal tersebut disebabkan pendekatan STEM berbasis literasi sains sehingga melibatkan peserta didik untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran. Permasalahan pada e-LKPD diambil dari kehidupan sehari-hari, sehingga peserta didik dapat mencari solusi alternatif jawaban dengan baik. Peserta didik dapat menjawab dan mengaitkan konsep materi termokimia dengan

fakta atau permasalahan yang diangkat sehingga kemampuan literasi sains peserta didik meningkat.

Media pembelajaran e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia yang dikembangkan juga memiliki kelebihan dan kelemahan. Kelebihan dari media pembelajaran e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia adalah:

- a. Aksesibilitas fleksibel dengan tampilan *flipbook* yang menarik, hemat biaya dan mudah didistribusikan serta kompatibel di berbagai perangkat (*smarphone*, tablet, laptop).
- b. Pembelajaran lebih efektif dengan integrasi STEM yang holistik dalam mengembangkan kemampuan literasi sains.
- c. Media ini mendorong pembelajaran aktif, menghubungkan teori dengan aplikasi nyata dan melatih literasi digital.

Kemudian kelemahan dari media pembelajaran e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia adalah:

- a. Aksesibilitasnya sangat bergantung pada kekuatan sinyal, ketersediaan kuota internet, atau koneksi *wifi* yang stabil.
- b. Latihan soal tidak semuanya berkonteks STEM.
- c. Media pembelajaran yang dikembangkan masih belum memiliki kuis interaktif dengan umpan balik langsung dan animasi yang relevan dengan konsep STEM untuk meningkatkan daya tarik bagi peserta didik.

E. Keterbatasan Penelitian

Media pembelajaran e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia memiliki keterbatasan dalam melakukan penelitian.

Keterbatasan penelitian yang dilakukan oleh peneliti adalah:

1. Penelitian tersebut hanya dilakukan di MAN 2 Kota Semarang, sehingga hasil penelitian hanya berlaku di MAN 2 Kota Semarang. Hasil dapat berbeda ketika dilakukan di sekolah yang berbeda.
2. Penelitian yang dilakukan kurang efektif karena hanya empat pertemuan saja. Hal ini dikarenakan waktu dan izin penelitian yang terbatas.
3. Pengembangan e-LKPD berbasis STEM hanya terbatas pada materi termokimia
4. Media yang dikembangkan tidak dapat diakses jika koneksi internet bermasalah

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan mengenai media pembelajaran e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia dapat disimpulkan bahwa:

1. Media pembelajaran e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia memiliki karakteristik yang menarik, interaktif antara Guru dan peserta didik serta mampu membuat peserta didik memahami materi dengan baik. Media pembelajaran e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia memiliki nilai rata-rata validitas yang tinggi yakni 0,90 sehingga valid untuk digunakan sebagai media pembelajaran.
2. Media pembelajaran e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia memiliki respons yang sangat baik dari peserta didik yakni sebesar 82,16%, sehingga media tersebut baik digunakan dalam proses pembelajaran.
3. Media pembelajaran e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia dapat meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik dengan nilai N-gain sebesar 0,61 yang termasuk dalam kategori sedang.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang dikembangkan menghasilkan beberapa saran seperti:

1. Bagi Sekolah

Peneliti mengharapkan pihak sekolah dapat menyediakan fasilitas berupa jaringan *wifi* atau perangkat pendukung lainnya yang memadai untuk membantu siswa mengakses media e-LKPD berbasis STEM, mengingat adanya kendala sinyal dan keterbatasan kuota internet yang sering dialami siswa ketika mengakses media pembelajaran yang dikembangkan

2. Bagi Peserta Didik

Media pembelajaran e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia dapat digunakan sebagai sumber belajar secara mandiri. Peneliti mengharapkan media pembelajaran yang telah dikembangkan dapat digunakan dengan maksimal.

3. Bagi Guru

Media pembelajaran e-LKPD berbasis STEM dapat digunakan Guru dalam kegiatan pembelajaran di kelas khususnya pada materi termokimia. Media yang dikembangkan juga diharapkan dapat meningkatkan pemahaman dan ketertarikan peserta didik terhadap pembelajaran kimia.

C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut

Sebuah media yang dikembangkan tentu memiliki kelebihan dan kelemahan. Kelemahan dari media yang telah dikembangkan disebutkan dalam pembahasan bertujuan agar peneliti selanjutnya mampu mengembangkan media pembelajaran e-

LKPD berbasis STEM pada materi termokimia. Pengembangan media pembelajaran dengan menyediakan quiz interaktif berumpan balik langsung dan penambahan animasi konsep-konsep STEM akan meningkatkan minat belajar peserta didik sekaligus daya tarik media yang dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Y. (2017). Pengembangan Model Pembelajaran Literasi Berbasis Konsep Multiliterasi, Integratif, dan Berdiferensiasi (MID) di Sekolah Dasar. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 36(2), 156–166. <https://doi.org/10.21831/cp.v36i2.13283>
- Adolph, R. (2016). Pengembangan E-Lkpd Berbasis Stem (Science, Technology, Engineering, And Mathematic) Pada Materi Struktur Atom. 1–23.
- Agustiningsh, Nuriman, Mahmudi, K., Lestari, F. T. P., & Wardoyo, A. A. (2019). Development of textbooks based on the STEM (Science Technology Engineering And Mathematics) approach on the always energy saving theme energy source subtheme for class IV elementary school students. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(9), 2348–2350.
- Amalia Yunia Rahmawati. (2020). Pengembangan Modul Kimia SMA Berbasis STEM Pada Materi Termokimia Teuku. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(July), 1–23.
- Andi, M. (2003). Metodologi Penelitian Pendidikan (Issue March).
- Andrews, E., Bufford, A., Banks, D., Curry, A., & Curry, M. (2014). STEM Modules: Developing Innovative Approaches to Enhance Student Learning. *Proceedings of the 2014 ASEE Gulf-Southwest Conference*, April, 1–8. <http://asee-gsw.tulane.edu/pdf/stem-modules-developing-innovative-approaches-to-enhance-student-learning.pdf>
- Anita, Y., Thahir, A., Komarudin, K., Suherman, S., & Rahmawati, N. D. (2021). Buku Saku Digital Berbasis STEM: Pengembangan Media Pembelajaran terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(3), 401–412. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v10i3.1004>
- Apriliyani, S. W., & Mulyatna, F. (2021). Flipbook E-Lkpd dengan Pendekatan Etnomatematika pada Materi Teorema Phytagoras. *Jurnal Sinasis: Seminar Nasional Sains*, 2(1), 491–500. <http://www.proceeding.unindra.ac.id/index.php/sinasis/article/view/5389>
- Azwar, S. (2018). Reliabilitas dan Validitas.
- Bybee, R. W. (2015). The Case for STEM Education: Challenges and

- Opportunities. <https://doi.org/10.2505/9781936959259>
- Cahyadi, R. A. H. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Addie Model. *Halaqa: Islamic Education Journal*, 3(1), 35–42. <https://doi.org/10.21070/halaqa.v3i1.2124>
- Chamidah, D., Wijaya, U., Surabaya, K., Siregar, R. S., Indonesia, U. P., Nugroho, A., Dahlan, U. A., Nugroho, A., & Saputro, C. (2021). *Metodologi Penelitian Pendidikan* (Issue September).
- Chang, R. (2004). Buku Kimia Dasar. In Erlangga: Vol. jilid 2 (pp. 1–290).
- Cholifah, S. N., & Novita, D. (2022). Pengembangan E-LKPD Guided Inquiry-Liveworksheet untuk Meningkatkan Literasi Sains pada Submateri Faktor Laju Reaksi. *Chemistry Education Practice*, 5(1), 23–34. <https://doi.org/10.29303/cep.v5i1.3280>
- Danuri, & Maisaroh, S. (2019). Metodologi penelitian. In Samudra Biru.
- Dazrullisa, K. H. (2018). Pengaruh Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Kearifan Lokal Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Bangun Datar. *Program Studi S1 Pendidikan Guru Sekolah ...*, 386–393. https://www.researchgate.net/profile/Karlimah-Karlimah/publication/341643580_Media_Pop-Up_Book_Simetri_Lipat_dan_Simetri_Putar_untuk_Siswa_Sekolah_Dasar/links/5ecd042892851c313aea939c/Media-Pop-Up-Book-Simetri-Lipat-dan-Simetri-Putar-untuk-Siswa-Sekolah-D
- Defista, C., & Aznam, N. (2024). Development of E-Worksheet Based on Flipped-Guided Inquiry Learning (FGIL) in Thermochemistry for Phase F. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.23887/jpki.v8i1.74638>
- Diniaty, A., & Atun, S. (2015). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Industri Kecil Kimia Berorientasi Kewirausahaan Untuk Smk. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 1(1), 46. <https://doi.org/10.21831/jipi.v1i1.4531>
- Dwipayanti, N. K. I., Citrawathi, D. M., & Julyasih, K. S. (2020). Pengembangan Unit Kegiatan Belajar Mandiri Berbasis Pendekatan Stem Pada Materi Sistem Respirasi Dengan Berbantuan Edmodo Untuk Kelas Xi Mipa Di Sma. *Jurnal Pendidikan Biologi Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*, 7(2), 81–93.
- English, L. D., & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace.

- International Journal of STEM Education, 2(1).
<https://doi.org/10.1186/s40594-015-0027-7>
- Fadilatunnisya, F., Fakhirah S, R., Fasha, E. A., Putri, A. K., & Putri, D. A. J. D. (2024). Penggunaan Uji Wilcoxon Signed Rank Test untuk Menganalisis Pengaruh Tingkat Motivasi Belajar Sebelum dan Sesudah Diterima di Universitas Impian. *IJEDR: Indonesian Journal of Education and Development Research*, 2(1), 581–587.
<https://doi.org/10.57235/ijedr.v2i1.1887>
- Farkhati, A., & Sumarti, S. S. (2019). Chemistry In Education Implementasi Manajemen Pembelajaran Kimia Berbantuan E-Lkpd Terintegrasi Chemoentrepreneurship untuk Menganalisis Soft Skill Siswa. *CiE*, 8(2), 1–5. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/chemined>
- Fathoni, A. (2020). Stem : Innovation in Vocational Learning. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 17(1), 33.
<https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v17i1.22832>
- Febrianti, Y. (2024). Respon Siswa Terhadap Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Google Sites. *JTPPM (Jurnal Teknologi Pendidikan Dan Pembelajaran): Edutech and Intructional Research Journal*, 11(1), 12–19.
<https://doi.org/10.62870/jtpm.v11i1.28390>
- Firman, R., Biologi, A. P., Matematika, F., Ilmu, D., Alam, P., Surabaya, U. N., & Biologi, P. (2022). Analisis Kategori Indikator Literasi Sains Pada Materi Sel dalam Buku Pegangan Siswa Analysis Of Science Literation Indicators in Cell Materials in Student Handbooks Sifak Indana. 11(1), 148–154.
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu>
- Fitriyah, C. Z., & Wardani, R. P. (2022). Paradigm of Independent Curriculum for Elementary Teacher School. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 12, 236–243.
- Fitriyani, F., Suyidno, S., & Perdana, R. (2023). Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik Melalui Problem-Based Learning Dipadu Stem Di Sekolah Penggerak. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 10(2), 209–225. <https://doi.org/10.36706/jipf.v10i2.23022>
- Gormally, C., Brickman, P., & Lut, M. (2012). Developing a test of scientific literacy skills (TOSLS): Measuring undergraduates' evaluation of scientific information and arguments. *CBE Life Sciences Education*, 11(4), 364–377. <https://doi.org/10.1187/cbe.12-03-0026>

- Haerani, S. A. S., Setiadi, D., & Rasmi, D. A. C. (2020). Pengaruh Model Inkuiri Bebas Terhadap Kemampuan Literasi Sains. *Jurnal Pijar Mipa*, 15(2), 140–144. <https://doi.org/10.29303/jpm.v15i2.1682>
- Hake, R. R. (2014). Interactive-Engagement Versus Traditional Methods : A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses Interactive-engagement versus traditional methods : A six-thousand-student survey of mechanics test data for introduc. January 1998. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Hakim, F. (2025). Pengembangan Bahan Ajar Kimia Berbasis Proyek Yang Berorientasi Pada Pemikiran Kewirausahaan Sains. 13(1), 15–20.
- Hanum, L., & Amini, R. (2023). Pengembangan E-LKPD Berbasis Problem Based Learning Menggunakan Aplikasi Book Creator di Kelas III Sekolah Dasar. *Jurnal Elementaria Edukasia*, 6(4), 2183–2194. <https://doi.org/10.31949/jee.v6i4.7963>
- Harahap, R., Ahmad, N. Q., & Fiteri, R. (2022). Peningkatan Kemampuan Kreativitas Matematis Siswa melalui Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) berbasis Project Based Learning (PjBL). *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(3), 3479–3488. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i3.2621>
- Heri Retnawati. (2016). *Proving Content Validity Of Self-Regulated Learning Scale (The Comparison Of Aiken Index And Expanded Gregory Index)*. 2(2), 155–164.
- Hidayati, L. N., Nurhayati, S., Susatyo, E. B., & Wardani, S. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik Berbasis Masalah untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Materi Laju Reaksi. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 16(2), 85–91. <https://doi.org/10.15294/jipk.v16i2.30935>
- Ichsan, I. Z., Hasanah, R., Ristanto, R. H., Rusdi, R., Cahapay, M. B., Widiyawati, Y., & Rahman, M. M. (2020). *Designing an Innovative Assessment of HOTS in the Science Learning for the 21st Century*. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran IPA*, 6(2), 211. <https://doi.org/10.30870/jppi.v6i2.4765>
- Ihsan, M.S & Jannah, S. W. (2021). Analisis Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Dalam Pembelajaran Kimia Menggunakan Multimedia Interaktif Berbasis Blended Learning. *EduMatSains: Jurnal Pendidikan, Matematika Dan Sains*, 6(1), 197–206.

<https://doi.org/10.33541/edumatsains.v6i1.2934>

- Jasmine, K. (2014). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Problem Based Learning (PBL) dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Mata Pelajaran Sosiologi di SMA Negeri 1 Payakumbuh. *Jurnal Sikola: Jurnal Kajian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 2(1), 27–34.
- Jgunkola, B. J., & Ogunkola, B. J. (2013). Scientific Literacy: Conceptual Overview, Importance and Strategies for Improvement. *Journal of Educationai and Sociai Research*, 3(1), 265–274. <https://doi.org/10.5901/jesr.2013.v3n1p265>
- Junaedi, D. (2019). Desain Pembelajaran Model ADDIE. *STAI Syamsul Ulum*, 1–14.
- Kähler, J., Hahn, I., & Köller, O. (2020). *The development of early scientific literacy gaps in kindergarten children. International Journal of Science Education*, 42(12), 1988–2007. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1808908>
- Loka Son, A. (2019). Instrumentasi Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis: Analisis Reliabilitas, Validitas, Tingkat Kesukaran Dan Daya Beda Butir Soal. *Gema Wiralodra*, 10(1), 41–52. <https://doi.org/10.31943/gemawiralodra.v10i1.8>
- Mahardika Arsa Putra, G. Y., & Tri Agustiana, I. G. A. (2021). ELKPD Materi Pecahan dalam Pembelajaran di Sekolah Dasar. *MIMBAR PGSD Undiksha*, 9(2), 220. <https://doi.org/10.23887/jjpgsd.v9i2.35813>
- Miqro' Fajari Lathifah, Baiq Nunung Hidayati1, Z. (2019). Efektifitas LKPD Elektronik sebagai Media Pembelajaran pada Masa Pandemi Covid-19 untuk Guru di YPI Bidayatul Hidayah Ampenan. *JUPE : Jurnal Pendidikan Mandala*, 4(4), 0–5. <https://doi.org/10.36312/jupe.v4i4.995>
- Muhidin, A., & Faruq, U. Al. (2018). Pengembangan bahan ajar di perguruan tinggi. In Suberia Diklat. <https://suberia.wordpress.com/2010/06/26/>
- Muliasrini, K. E. (2020). New literacy sebagai upaya peningkatan mutu pendidikan sekolah dasar di abad 21. *PENDASI: Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 4(1), 115–125. https://ejournal-pasca.undiksha.ac.id/index.php/jurnal_pendas/article/view/3114
- Ni Made Ary Suparwati, I Wayan Suja, & I Nyoman Tika. (2023). E-LKPD Kimia Berbasis STEM dengan Muatan Etnosains untuk

- Meningkatkan Model Mental Kimia pada Materi Laju Reaksi. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 7(1), 1–10.
<https://doi.org/10.23887/jjpk.v7i1.60208>
- Nur Izaati. (2019). Pengenalan Pendekatan STEM sebagai Inovasi Pembelajaran Era. *Anugerah Jurnal*, 1(2), 83–89.
- OCDE. (2022). Pisa 2022. In *Perfiles Educativos* (Vol. 46, Issue 183).
<https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2024.183.61714>
- OECD. (2019). PISA 2018 Assessment and Analytical Framework. In OECD Publishing.
- Oktavianto, R., & Aghni, R. I. (2022). Pengembangan E-LKPD Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Keterampilan Complex Problem Solving Siswa. *Kajian Pendidikan Akuntansi Indonesia*, 11(9), 1–16.
- Permendiknas. (2008). Permendiknas 2008. 61–64.
- Pokhrel, S. (2024). Pengembangan e-LKPD Berbasis STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Fungsi Eksponen. *Αγαη*, 15(1), 37–48.
- Prihaswati, M., Yuliani, I., Purnomo, E. A., Adnan, M., & Khasanah, U. (2023). Desain E-Lkpd Berbasis Stem Tema Kearifan Lokal Bernuansa Pendidikan Karakter Materi Lingkaran. *JIPMat*, 8(2), 151–162. <https://doi.org/10.26877/jipmat.v8i2.15489>
- Prof.Dr.Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan Sugiyono_20.pdf* (pp. 47–281).
- Prof.Dr.Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R & D*.
- Putri Nadlifah Tiara Nita. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Terintegrasi Komik untuk Menunjang Kemampuan Numerik pada Materi Stoikiometri. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 7(2), 27–31.
<https://doi.org/10.23887/jjpk.v7i2.63452>
- Ramlawati, R., Liliarsari, L., Martoprawiro, M. A., & Wulan, A. R. (2014). The Effect of Electronic Portfolio Assessment Model to Increase of Students' Generic Science Skills in Practical Inorganic Chemistry. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 8(3), 179–186.
<https://doi.org/10.11591/edulearn.v8i3.260>
- Rochim, R. A., Prabowo, P., Budiyanto, M., Hariyono, E., & Prahani, B. K. (2022). The Use of STEM-Integrated Project-based Learning Models to Improve Learning Outcomes of Junior High School Students. *Proceedings of the Eighth Southeast Asia Design Research (SEA-DR)*

- & the Second Science, Technology, Education, Arts, Culture, and Humanity (STEACH) International Conference (SEADR-STEACH 2021), 627, 211-218.
<https://doi.org/10.2991/assehr.k.211229.034>
- Rusli, R., Rahman, A., Ahmar, A. S., Musa, H., & Lince, R. (2021). Development of teaching materials for digital higher education in the industrial revolution 4.0 era. *Linguistics and Culture Review*, 5(1), 361-366. <https://doi.org/10.21744/lingcure.v5n1.1692>
- Rusmansyah, R., Leny, L., & Sofia, H. N. (2023). Improving Students' Scientific Literacy and Cognitive Learning Outcomes through Ethnoscience-Based PjBL Model. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 4(1), 1-9.
- Salsabila, U., Utami, S., Zahra, A., Haikal, F., & Cahyono, A. (2021). Pengaruh Penggunaan Media Belajar Online Selama Pandemi. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 7(1), 1-9.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.4412063>
- Sihombing, R. K., Sihombing, J. L., & Amdayani, S. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Berbasis Stem (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Pada Materi Laju Reaksi. *Js (Jurnal Sekolah)*, 6(3), 26.
<https://doi.org/10.24114/js.v6i3.35240>
- Sirait, E. Y., & Oktaviani, C. (2023). Problematika Kurangnya Media Pembelajaran di Sekolah. *KATALIS: Jurnal Penelitian Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 5(2), 27-31.
<https://doi.org/10.33059/katalis.v5i2.6734>
- Situmorang, R. P. (2016). Integrasi Literasi Sains Peserta Didik Dalam Pembelajaran Sains. *Satya Widya*, 32(1), 49.
<https://doi.org/10.24246/j.sw.2016.v32.i1.p49-56>
- Sudijono. (2012). *Statistik / Statistic Statistika / Statistics*. Pengantar Statistik Pendidikan.
- Sugiarto. (2016). Termokimia Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics. 4(1), 1-23.
- Sugiyono. (2008). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. (p. 334).
- Suwahono. (2023). Exploration of Student ' s Critical Thinking Skills in the Context of Chemistry Based on the Nature of Science. 1(June), 10-20.

- Syafitri, R. A., & Tressyalina. (2020). The Importance of the Student Worksheets of Electronic (E-LKPD) Contextual Teaching and Learning (CTL) in Learning to Write Description Text during Pandemic COVID-19. 485(Icile), 284–287. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.201109.048>
- Torlakson, T. (2014). Innovate A blueprint for STEM in California public education. May, 7.
- Ulfah, Tri Azizah., Wahyuni, Eva Ari., Nurtamam, M. E. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Permainan Kartu Uno Pada Pembelajaran Matematika Materi Satuan Panjang. Prosiding Seminar Nasional Matematika Dan Pembelajarannya, 3(3), 955–961. <https://doi.org/10.31219/osf.io/qt4mv>
- Vadilla, N. (2022). Pengembangan E-Lkpd Berbasis Model *Discovery Learning* Pada Materi Termokimia Untuk Mengukur Keterampilan Sains Siswa. Educenter : Jurnal Ilmiah Pendidikan, 1(3), 152–164. <https://doi.org/10.55904/educenter.v1i3.63>
- Widayanti, Abdurrahman, A., & Suyatna, A. (2019). *Future Physics Learning Materials Based on STEM Education: Analysis of Teachers and Students Perceptions. Journal of Physics: Conference Series*, 1155(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1155/1/012021>
- Yunianto, T., Suyadi, S., & Suherman, S. (2020). Pembelajaran abad 21: Pengaruhnya terhadap pembentukan karakter akhlak melalui pembelajaran STAD dan PBL dalam kurikulum 2013. Premiere Educandum : Jurnal Pendidikan Dasar Dan Pembelajaran, 10(2), 203. <https://doi.org/10.25273/pe.v10i2.6339>
- Zehui Zhan dan Shijing. (2023). Integrasi mata pelajaran dan evolusi tema pendidikan STEM dalam penelitian K-12 dan pendidikan tinggi. 1–13.
- Zuliatin, Q., Fatayah, F., Ika, D., & Yuliana, F. (2022). Pengembangan E-Lkpd Berbasis Stem (*Science, Technology, Engineering, and Mathematic*) Pada Materi Struktur Atom Development of Stem-Based E-Lkpd (*Science, Technology, Engineering, and Mathematic*) on *Materials Atomic Structure*. UNESA Journal of Chemical Education, 11(3), 195–202.

Lampiran 1. Hasil Wawancara dengan Guru Kimia

PEDOMAN WAWANCARA PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM PADA MATERI TERMOKIMIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK

Narasumber : Nurlaila, S. Pd
Nama Sekolah : MAN 2 Kota Semarang
Hari/Tanggal : Senin, 13 Januari 2025

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Kurikulum apa yang saat ini diterapkan di MAN 2 Kota Semarang?	Kurmer
2	Apakah peserta didik menganggap bahwa kimia merupakan mata pelajaran yang sulit?	Secara umum seperti itu
3	Materi kimia manakah yang dianggap sulit oleh peserta didik?	Dari pengalaman, yang dianggap sulit adalah hitungan
4	Apakah materi termokimia termasuk salah satu materi yang dianggap sulit oleh peserta didik?	Ya
5	Bagaimana cara Bapak/Ibu mengilustrasikan materi untuk memudahkan pemahaman peserta didik?	Untuk memudahkan pemahaman peserta didik, biasanya digunakan contoh contoh peristiwa di kehidupan sehari - hari
6	Bagaimana cara Bapak/Ibu dalam mengembangkan kemampuan literasi sains peserta didik?	Kemampuan literasi PD dapat dikembangkan dengan penggunaan buku bacaan, ditampilkan video dll
7	Bahan ajar apa saja yang digunakan Bapak/Ibu ketika mengajar di kelas?	Bahan ajar yang digunakan adalah LKS, buku paket, modul pembelajaran dan PPT
8	Bagaimana ketersediaan sumber belajar yang digunakan sekolah untuk mendukung pembelajaran kimia?	Ketersediaan sumber belajar di sekolah dirasa cukup, walaupun ada kekurangan bisa disiasati dengan sumber belajar di luar sekolah

9	Apakah dari pihak sekolah mengizinkan penggunaan handphone untuk proses pembelajaran? Jika iya, apakah sudah digunakan dengan baik?	Ya, cukup baik
10	Apakah Bapak/Ibu pernah menggunakan bahan ajar berupa e-LKPD berbasis STEM?	Belum pernah
11	Bagaimana menurut Bapak/Ibu jika e-LKPD berbasis STEM digunakan untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik?	Menurut saya bagus untuk meningkatkan kemampuan literasi sains PD
12	Apa metode dan model yang digunakan Bapak/Ibu saat pembelajaran kimia?	Metode yang saya terapkan terkadang diskusi, ceramah, eksperimen.
13	Bagaimana respon peserta didik terhadap metode yang Bapak/Ibu gunakan?	Ada yang respon bagus, ada yang responnya kurang
14	Bagaimana pendapat Bapak/Ibu mengenai sumber belajar yang baik?	Menurut saya sumber belajar yang baik itu mudah didapatkan serta mudah dipahami.
15	Apakah sebelumnya Bapak/Ibu pernah mengembangkan bahan ajar?	Pernah
16	Apakah Bapak/Ibu pernah mengajar dengan pembelajaran berpendekatan STEM?	Belum pernah melakukan uji coba pembelajaran STEM

Semarang, 13 Januari 2025

Guru Kimia



(Nur Laila, S. Pd)

Lampiran 2. Angket Kebutuhan Peserta Didik

Angket Kebutuhan Peserta Didik

B I U

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh,
Responden yang terhormat,
Saya Nur sadah dengan NIM (2108076035) mahasiswa dari program studi Pendidikan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Widyadarmas Semarang menghargakan kesediaan saudara/i untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan dibawah ini dengan judul "Angket Kebutuhan Peserta Didik" kuisiner ini adalah alat pengambilan data dalam penelitian proposal skripsi.
Informasi atau jawaban yang anda berikan sangat membantu kelancaran dalam penelitian kami. Atas perhatian dan kesediaan saudara/i untuk menjawab pertanyaan tersebut, saya ucapkan terima kasih

Petunjuk Pengisian:
1. Bacalah setiap pertanyaan dengan teliti
2. Berikanlah jawaban terhadap setiap pertanyaan sesuai pendapat anda

Terimakasih🙏

Nama *

Tela jawaban singkat

Kelas *

Tela jawaban singkat

Materi kimia apa yang menurut anda paling sulit? *

☐ Senyawa Hidrokarbon

☐ Minyak Bumi

☐ Termokimia

☐ Laju Reaksi

Metode pembelajaran apa yang sering digunakan guru saat pembelajaran? *

☐ Ceramah

☐ Diskusi

☐ Lainnya...

Sumber belajar apa yang digunakan sebagai referensi dalam pembelajaran kimia? *

☐ LKS

☐ Buku paket

☐ Lainnya...

Menurut anda, bagaimana kriteria sumber atau media belajar yang menarik untuk dipelajari? *

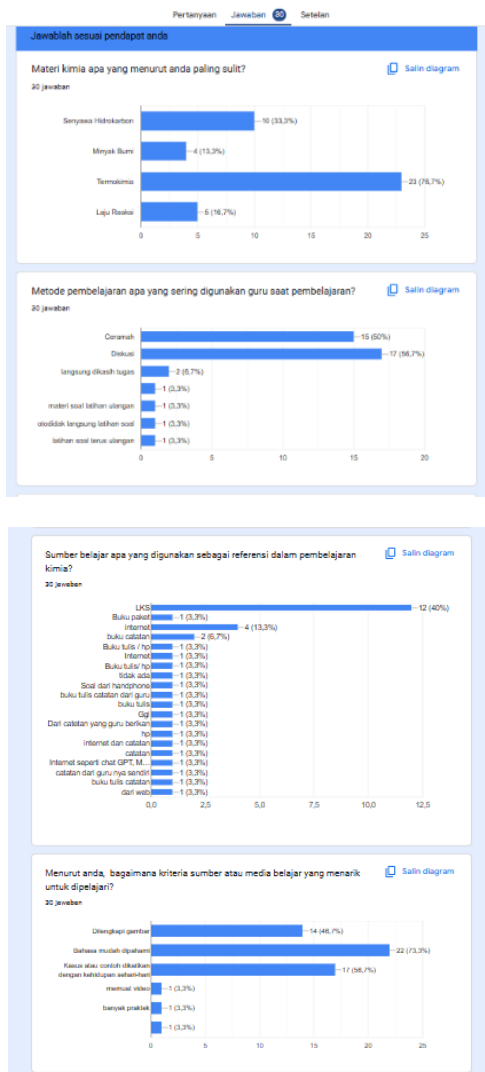
☐ Ditengkapi gambar

☐ Bahasa mudah dipahami

☐ Kasus atau contoh dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari

☐ Lainnya...

Lampiran 3. Hasil Angket Kebutuhan Peserta Didik



Lampiran 4. Rubrik Penilaian Validasi Ahli Media

No	Indikator	Kriteria Penilaian	
Tampilan e-LKPD			
1	Kesesuaian pendesainan halaman isi	SB	1) Kelengkapan unsur isi e-LKPD meliputi judul, sub judul, angka halaman, gambar atau video dan keterangan gambar atau video 2) Penempatan unsur tata letak (judul, sub judu, gambar/video, dan angka halaman) sesuai dengan pola yang sudah ditentukan 3) Tidak menggunakan lebih dari tiga jenis huruf 4) Warna yang digunakan harmonis dan tidak mengganggu konsentrasi peserta didik
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi
2	Kesesuaian pendesainan halaman cover e-LKPD	SB	1) Penampilan <i>cover</i> e-LKPD dengan isinya harmonis, yaitu memiliki irama dan kesatuan yang tepat 2) Penulisan judul pada <i>cover</i> e-LKPD dapat menggambarkan isi e-LKPD dengan baik 3) Tata letak teks dan gambar pada <i>cover</i> serasi dan proporsional 4) Warna yang digunakan pada <i>cover</i> sesuai dengan tema materi dan menarik perhatian peserta didik
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas

			terpenuhi	
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi	
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi	
3	Kesesuaian penggunaan e-LKPD	SB	1) Pengguna e-LKPD tidak harus memiliki keahlian khusus 2) e-LKPD dapat digunakan dimana saja dan kapan saja 3) Penggunaan e-LKPD tidak membutuhkan biaya tinggi 4) e-LKPD mudah diakses dan dioperasikan oleh peserta didik dengan berbagai tingkat kemampuan teknologi	
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi	
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi	
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi	
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi	
4	Kesesuaian tampilan seni huruf	SB	1) Kesesuaian pemilihan jenis huruf yang tepat 2) Kesesuaian pemilihan ukuran huruf yang tepat 3) Kesesuaian pemilihan warna huruf yang tepat 4) Kesesuaian jarak antar huruf (<i>kerning</i>) dan jarak antar baris (<i>leading</i>) diatur dengan tepat	
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi	
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi	
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi	
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi	
Kualitas e-LKPD				

5	Keterbacaan pada berbagai perangkat	SB	1) e-LKPD dapat diakses melalui <i>smartphone</i> 2) e-LKPD dapat diakses melalui laptop 3) e-LKPD dapat diakses dengan mudah 4) e-LKPD mempertahankan fungsi dan kemudahan penggunaan pada berbagai sistem operasi
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi
6	Ketersediaan dalam ukuran fail yang relatif ringan	SB	1) Terdapat gambar/video pada e-LKPD yang mendukung isi materi pembelajaran 2) Ukuran gambar/video yang proporsional 3) Kejelasan gambar/video yang ditampilkan 4) Format <i>file</i> yang digunakan (misalnya, PDF, HTML) efisien dalam hal ukuran <i>file</i> dan kompatibel dengan berbagai perangkat
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi
7	Kemudahan didistribusikan kepada pengguna	SB	1) e-LKPD berformat digital yang baik sehingga mudah diunduh 2) e-LKPD berbentuk <i>file</i> yang memiliki penyimpanan tidak terlalu besar 3) e-LKPD mudah dikelola untuk mendapatkan perawatan khusus

			4) e-LKPD tidak memerlukan perangkat lunak atau <i>plugin</i> khusus yang sulit diakses atau diinstal oleh peserta didik
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi

Lampiran 5. Rubrik Penilaian Validasi Ahli Materi

No.	Indikator	Kriteria Penilaian	
Kelayakan isi e-LKPD			
1	Kebenaran dari segi keilmuan	SB	1) Konsep dan definisi yang disajikan sesuai dengan konsep dan definisi dalam bidang kimia 2) Fakta dan data yang disajikan sesuai dan kontekstual 3) Notasi dan besaran kimia ditulis dengan benar 4) Tidak terdapat kesalahan konsep atau miskonsepsi dalam penyajian materi.
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi
2	Kesesuaian dengan standar nasional pendidikan dan kurikulum yang berlaku	SB	1) Tujuan pembelajaran pada e-LKPD sesuai dengan CP dan TP yang harus dicapai oleh peserta didik 2) Materi sesuai dengan CP dan TP yang harus dicapai oleh peserta didik 3) Memuat konsep, prinsip dan definisi yang sesuai dengan materi pokok yang mendukung untuk mencapai CP dan TP 4) Penyusunan e-LKPD sesuai dengan kurikulum yang berlaku
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi

		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi
3	Kesesuaian dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi	SB	1) Materi yang disajikan sesuai dengan perkembangan zaman 2) Materi yang disajikan sesuai dengan peta konsep 3) e-LKPD yang dikembangkan dapat diakses melalui <i>smartphone</i> dan komputer yang melibatkan perkembangan teknologi 4) Contoh dan kasus yang digunakan dalam materi relevan dengan konteks dunia nyata dan perkembangan teknologi terkini
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi
4	Kesesuaian dengan konteks dan lingkungan	SB	1) Penyajian materi mengajak peserta didik untuk berpartisipasi aktif secara mandiri 2) Sesuai dengan lingkungan tempat belajar peserta didik 3) Contoh kasus yang digunakan terdapat dalam kehidupan sehari – hari 4) Materi mendorong siswa untuk mengamati, mengeksplorasi, dan memecahkan masalah yang berkaitan dengan lingkungan sekitar
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi

		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi
5	Kesatupaduan antar bagian isi e-LKPD	SB	1) Ketepatan pemilihan struktur kalimat 2) Keefektifan penulisan kalimat yang tepat sasaran dan sederhana 3) Keruntutan dan keterpaduan kalimat antar paragraf 4) Ketepatan pemilihan kosa kata (tidak bermakna ganda)
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		Kelayakan Penyampaian Isi e-LKPD	
6	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik yang disajikan secara runtut dan berkelanjutan	SB	1) Sesuai dengan karakteristik peserta didik 2) Materi disajikan secara berkelanjutan, dengan memberikan pengulangan dan penguatan konsep yang penting 3) Materi memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berlatih dan menerapkan konsep yang telah dipelajari 4) e-LKPD yang dikembangkan dapat meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas

			terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi
Kelayakan Penggunaan Bahasa			
7	Kesesuaian dengan kemampuan berbahasa peserta didik	SB	1) Informasi atau pesan mudah dipahami 2) Kalimat yang digunakan mampu menjelaskan suatu konsep 3) Kata perintah tidak menimbulkan penafsiran ganda 4) Penggunaan bahasa sesuai dengan tingkat perkembangan bahasa peserta didik
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi
8	Kesesuaian dengan bahasa perjenjangan buku	SB	1) Penggunaan ejaan yang digunakan sesuai dengan Ejaan Yang Disempurnakan (EYD) 2) Istilah yang digunakan sesuai dengan KBBI 3) Kebenaran penulisan besaran kimia 4) Kosakata yang digunakan sesuai dengan perjenjangan buku (SMA/MA/MAN)
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi
Kelayakan Pendukung Penyajian			

9	Kesesuaian penyajian e-LKPD	SB	1) Terdapat rangkuman dan latihan soal pada e-LKPD 2) Terdapat tes formatif dan kunci jawaban 3) Terdapat glosarium, daftar pustaka dan kata pengantar 4) e-LKPD dilengkapi dengan petunjuk penggunaan yang jelas dan mudah diikuti
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi
Pengembangan e-LKPD			
10	Keterlaksanaan pembelajaran bercirikan STEM	SB	1) Konten dalam e-LKPD sesuai dengan pembelajaran bercirikan STEM 2) Pembelajaran bercirikan STEM diterapkan secara runtut pada kegiatan pembelajaran 3) Pembelajaran bercirikan STEM cocok digunakan untuk mengembangkan e-LKPD 4) e-LKPD memuat permasalahan kontekstual yang relevan dengan kehidupan sehari-hari dan dapat dipecahkan melalui pendekatan STEM
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi

Lampiran 6. Lembar Instrumen Validasi Ahli Media

LEMBAR INSTRUMEN VALIDASI AHLI MEDIA TERHADAP PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM PADA MATERI TERMOKIMIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan e-LKPD Berbasis STEM pada Materi Termokimia untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik, maka peneliti bermaksud untuk memvalidasi e-LKPD tersebut. Bapak/Ibu sebagai validator dimohon ketersediaannya untuk mengisi angket di bawah ini sesuai aspek substansi penggunaan bahan ajar. Tujuan penelitian angket ini adalah untuk mengetahui validitas e-LKPD sehingga dikategorikan valid untuk digunakan dalam pembelajaran di sekolah. Saya sampaikan terimakasih atas ketersediaan Bapak/Ibu dalam mengisi angket penelitian ini.

B. Identitas Peneliti

Nama : Nur Saidah

NIM : 2108076035

C. Identitas Validator Ahli Media

Nama :

NIP :

Instansi :

Pendidikan :

D. Petunjuk Penilaian

1. Mohon Bapak/Ibu membaca terlebih dahulu e-LKPD yang telah dikembangkan untuk mengisi angket

2. Penilaian, pendapat, kritik dan saran dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran yang dikembangkan
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap pertanyaan dalam lembar penilaian dengan memberikan tanda checklist (√) pada kolom yang tersedia
4. Pedoman penilaian instrumen sebagai berikut:

No.	Kriteria	Skor
1	Sangat Baik (SB)	5
2	Baik (B)	4
3	Cukup (C)	3
4	Kurang Baik (KB)	2
5	Tidak Baik (TB)	1

E. Indikator Instrumen Validasi

No	Indikator	Kriteria Penilaian	
Tampilan e-LKPD			
1	Kesesuaian pendesainan halaman isi	SB	5) Kelengkapan unsur isi e-LKPD meliputi judul, sub judul, angka halaman, gambar atau video dan keterangan gambar atau video 6) Penempatan unsur tata letak (judul, sub judu, gambar/video, dan angka halaman) sesuai dengan pola yang sudah ditentukan 7) Tidak menggunakan lebih dari tiga jenis huruf 8) Warna yang digunakan harmonis dan tidak mengganggu konsentrasi peserta didik
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas

			terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi
2	Kesesuaian pendesainan halaman cover e-LKPD	SB	5) Penampilan <i>cover</i> e-LKPD dengan isinya harmonis, yaitu memiliki irama dan kesatuan yang tepat 6) Penulisan judul pada <i>cover</i> e-LKPD dapat menggambarkan isi e-LKPD dengan baik 7) Tata letak teks dan gambar pada <i>cover</i> serasi dan proporsional 8) Warna yang digunakan pada <i>cover</i> sesuai dengan tema materi dan menarik perhatian peserta didik
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi
3	Kesesuaian penggunaan e-LKPD	SB	5) Pengguna e-LKPD tidak harus memiliki keahlian khusus 6) e-LKPD dapat digunakan dimana saja dan kapan saja 7) Penggunaan e-LKPD tidak membutuhkan biaya tinggi 8) e-LKPD mudah diakses dan dioperasikan oleh peserta didik dengan berbagai tingkat kemampuan teknologi
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi

4	Kesesuaian tampilan seni huruf	SB	5) Kesesuaian pemilihan jenis huruf yang tepat 6) Kesesuaian pemilihan ukuran huruf yang tepat 7) Kesesuaian pemilihan warna huruf yang tepat 8) Kesesuaian jarak antar huruf (<i>kerning</i>) dan jarak antar baris (<i>leading</i>) diatur dengan tepat
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi
Kualitas e-LKPD			
5	Keterbacaan pada berbagai perangkat	SB	5) e-LKPD dapat diakses melalui <i>smartphone</i> 6) e-LKPD dapat diakses melalui laptop 7) e-LKPD dapat diakses dengan mudah 8) e-LKPD mempertahankan fungsi dan kemudahan penggunaan pada berbagai sistem operasi
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi
6	Ketersediaan dalam ukuran fail yang relatif ringan	SB	5) Terdapat gambar/video pada e-LKPD yang mendukung isi materi pembelajaran 6) Ukuran gambar/video yang proporsional 7) Kejelasan gambar/video yang ditampilkan

			8) Format <i>file</i> yang digunakan (misalnya, PDF, HTML) efisien dalam hal ukuran <i>file</i> dan kompatibel dengan berbagai perangkat
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi
7	Kemudahan didistribusikan kepada pengguna	SB	5) e-LKPD berformat digital yang baik sehingga mudah diunduh 6) e-LKPD berbentuk <i>file</i> yang memiliki penyimpanan tidak terlalu besar 7) e-LKPD mudah dikelola untuk mendapatkan perawatan khusus 8) e-LKPD tidak memerlukan perangkat lunak atau <i>plugin</i> khusus yang sulit diakses atau diinstal oleh peserta didik
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi

F. Lembar Penilaian

No.	Indikator Penilaian	Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
Tampilan e-LKPD						
1	Kesesuaian pendesainan halaman isi					
2	Kesesuaian pendesainan halaman cover e-LKPD					
3	Kesesuaian penggunaan e-LKPD					
4	Kesesuain tampilan seni huruf					
Kualitas e-LKPD						
5	Keterbacaan pada berbagai perangkat					
6	Ketersediaan dalam ukuran fail yang relatif ringan					
7	Kemudahan didistribusikan kepada pengguna					

G. Pendapat/Saran

H. Kesimpulan

e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik ini dinyatakan:

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi
3. Revisi tidak layak

Semarang, 22 April 2025

Validator Ahli Media

(.....)

Lampiran 7. Lembar Instrumen Validasi Ahli Materi

LEMBAR INSTRUMEN VALIDASI AHLI MATERI TERHADAP PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM PADA MATERI TERMOKIMIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan e-LKPD Berbasis STEM pada Materi Termokimia untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik, maka peneliti bermaksud untuk memvalidasi e-LKPD tersebut. Bapak/Ibu sebagai validator dimohon ketersediaannya untuk mengisi angket di bawah ini sesuai aspek substansi penggunaan bahan ajar. Tujuan penelitian angket ini adalah untuk mengetahui validitas e-LKPD sehingga dikategorikan valid untuk digunakan dalam pembelajaran di sekolah. Saya sampaikan terimakasih atas ketersediaan Bapak/Ibu dalam mengisi angket penelitian ini.

B. Identitas Peneliti

Nama : Nur Saidah

NIM : 2108076035

C. Identitas Validator Ahli Materi

Nama :

NIP :

Instansi :

Pendidikan :

D. Petunjuk Penilaian

1. Mohon Bapak/Ibu membaca terlebih dahulu e-LKPD yang telah dikembangkan untuk mengisi angket

2. Penilaian, pendapat, kritik dan saran dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran yang dikembangkan
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap pertanyaan dalam lembar penilaian dengan memberikan tanda checklist (√) pada kolom yang tersedia
4. Pedoman penilaian instrumen sebagai berikut:

No.	Kriteria	Skor
1	Sangat Baik (SB)	5
2	Baik (B)	4
3	Cukup (C)	3
4	Kurang Baik (KB)	2
5	Tidak Baik (TB)	1

E. Indikator Instrumen Validasi

No.	Indikator	Kriteria Penilaian	
Kelayakan isi e-LKPD			
1	Kebenaran dari segi keilmuan	SB	5) Konsep dan definisi yang disajikan sesuai dengan konsep dan definisi dalam bidang kimia 6) Fakta dan data yang disajikan sesuai dan kontekstual 7) Notasi dan besaran kimia ditulis dengan benar 8) Tidak terdapat kesalahan konsep atau miskonsepsi dalam penyajian materi.
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi

2	Kesesuaian dengan standar nasional pendidikan dan kurikulum yang berlaku	SB	5) Tujuan pembelajaran pada e-LKPD sesuai dengan CP dan TP yang harus dicapai oleh peserta didik 6) Materi sesuai dengan CP dan TP yang harus dicapai oleh peserta didik 7) Memuat konsep, prinsip dan definisi yang sesuai dengan materi pokok yang mendukung untuk mencapai CP dan TP 8) Penyusunan e-LKPD sesuai dengan kurikulum yang berlaku
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi
3	Kesesuaian dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi	SB	5) Materi yang disajikan sesuai dengan perkembangan zaman 6) Materi yang disajikan sesuai dengan peta konsep 7) e-LKPD yang dikembangkan dapat diakses melalui <i>smartphone</i> dan komputer yang melibatkan perkembangan teknologi 8) Contoh dan kasus yang digunakan dalam materi relevan dengan konteks dunia nyata dan perkembangan teknologi terkini
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan

			diatas terpenuhi
4	Kesesuain dengan konteks dan lingkungan	SB	5) Penyajian materi mengajak peserta didik untuk berpartisipasi aktif secara mandiri 6) Sesuai dengan lingkungan tempat belajar peserta didik 7) Contoh kasus yang digunakan terdapat dalam kehidupan sehari – hari 8) Materi mendorong siswa untuk mengamati, mengeksplorasi, dan memecahkan masalah yang berkaitan dengan lingkungan sekitar
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi
5	Kesatupaduan antar bagian isi e-LKPD	SB	5) Ketepatan pemilihan struktur kalimat 6) Keefektifan penulisan kalimat yang tepat sasaran dan sederhana 7) Keruntutan dan keterpaduan kalimat antar paragraf 8) Ketepatan pemilihan kosa kata (tidak bermakna ganda)
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi
Kelayakan Penyampaian Isi e-LKPD			

6	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik yang disajikan secara runtut dan berkelanjutan	SB	5) Sesuai dengan karakteristik peserta didik 6) Materi disajikan secara berkelanjutan, dengan memberikan pengulangan dan penguatan konsep yang penting 7) Materi memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berlatih dan menerapkan konsep yang telah dipelajari 8) e-LKPD yang dikembangkan dapat meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi
Kelayakan Penggunaan Bahasa			
7	Kesesuaian dengan kemampuan berbahasa peserta didik	SB	5) Informasi atau pesan mudah dipahami 6) Kalimat yang digunakan mampu menjelaskan suatu konsep 7) Kata perintah tidak menimbulkan penafsiran ganda 8) Penggunaan bahasa sesuai dengan tingkat perkembangan bahasa peserta didik
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi

8	Kesesuaian dengan bahasa perjenjangan buku	SB	5) Penggunaan ejaan yang digunakan sesuai dengan Ejaan Yang Disempurnakan (EYD) 6) Istilah yang digunakan sesuai dengan KBBI 7) Kebenaran penulisan besaran kimia 8) Kosakata yang digunakan sesuai dengan perjenjangan buku (SMA/MA/MAN)
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi
Kelayakan Pendukung Penyajian			
9	Kesesuaian penyajian e-LKPD	SB	5) Terdapat rangkuman dan latihan soal pada e-LKPD 6) Terdapat tes formatif dan kunci jawaban 7) Terdapat glosarium, daftar pustaka dan kata pengantar 8) e-LKPD dilengkapi dengan petunjuk penggunaan yang jelas dan mudah diikuti
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi
Pengembangan e-LKPD			
10	Keterlaksanaan pembelajaran bercirikan STEM	SB	5) Konten dalam e-LKPD sesuai dengan pembelajaran bercirikan STEM

			6) Pembelajaran bercirikan STEM diterapkan secara runtut pada kegiatan pembelajaran 7) Pembelajaran bercirikan STEM cocok digunakan untuk mengembangkan e-LKPD 8) e-LKPD memuat permasalahan kontekstual yang relevan dengan kehidupan sehari-hari dan dapat dipecahkan melalui pendekatan STEM
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi

F. Lembar Penilaian

No.	Indikator Penilaian	Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
Kelayakan Isi e-LKPD						
1	Kebenaran dari segi keilmuan					
2	Kesesuaian dengan standar nasional pendidikan dan kurikulum yang berlaku					
3	Kesesuaian dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi					
4	Kesesuaian dengan konteks dan lingkungan					
5	Kesatupaduan antar bagian isi e-LKPD					
Kelayakan Penyampaian Isi e-LKPD						
6	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik yang disajikan secara runtut dan berkelanjutan					
Kelayakan Penggunaan Bahasa						
7	Kesesuaian dengan kemampuan berbahasa peserta didik					
8	Kesesuaian dengan bahasa perjenjangan					

	buku					
Kelayakan Pendukung Penyajian						
9	Kesesuaian penyajian e-LKPD					
Pengembangan e-LKPD						
10	Keterlaksanaan pembelajaran bercirikan STEM					

G. Pendapat/Saran

H. Kesimpulan

e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik ini dinyatakan:

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi
3. Revisi tidak layak

Semarang, 20 April 2025

Validator Ahli Materi

(.....)

Lampiran 8. Hasil Penilaian Validasi Ahli Media

Validator 1

LEMBAR INSTRUMEN VALIDASI AHLI MEDIA TERHADAP PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM PADA MATERI TERMOKIMIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan e-LKPD Berbasis STEM pada Materi Termokimia untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik, maka peneliti bermaksud untuk memvalidasi e-LKPD tersebut. Bapak/Ibu sebagai validator dimohon ketersediaannya untuk mengisi angket di bawah ini sesuai aspek substansi penggunaan bahan ajar. Tujuan penelitian angket ini adalah untuk mengetahui kelayakan e-LKPD sehingga dikategorikan layak untuk digunakan dalam pembelajaran di sekolah. Saya sampaikan terimakasih atas ketersediaan Bapak/Ibu dalam mengisi angket penelitian ini.

B. Identitas Peneliti

Nama : Nur Saidah
NIM : 2108076035

C. Identitas Validator Ahli Media

Nama : JULIA MARDHYA M.Pd
NIP : 199310202019032014
Instansi : UIN WALUYUNG SEMARANG
Pendidikan :

D. Petunjuk Penilaian

1. Mohon Bapak/Ibu membaca terlebih dahulu e-LKPD yang telah dikembangkan untuk mengisi angket
2. Penilaian, pendapat, kritik dan saran dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran yang dikembangkan
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap pertanyaan dalam lembar penilaian dengan memberikan tanda checklist (✓) pada kolom yang tersedia
4. Pedoman penilaian instrumen sebagai berikut:

No.	Kriteria	Skor
1	Sangat Baik (SB)	5
2	Baik (B)	4
3	Cukup (C)	3
4	Kurang Baik (KB)	2
5	Tidak Baik (TB)	1

	B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
	C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
	KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
	TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi

F. Lembar Penilaian

Indikator Penilaian		Skala Penilaian				
No.		1	2	3	4	5
Tampilan e-LKPD						
1	Kesesuaian pendesainan halaman isi				✓	
2	Kesesuaian pendesainan halaman cover e-LKPD					✓
3	Kesesuaian penggunaan e-LKPD					✓
4	Kesesuain tampilan seni huruf					✓
Kualitas e-LKPD						
5	Keterbacaan pada berbagai perangkat					✓
6	Ketersediaan dalam ukuran fail yang relatif ringan					✓
7	Kemudahan didistribusikan kepada pengguna				✓	

G. Pendapat/Saran

H. Kesimpulan

e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik ini dinyatakan:

1. Layak digunakan tanpa revisi ☐
2. Layak digunakan dengan revisi ☒
3. Revisi tidak layak ☐

Semarang, 15 Februari 2025

Validator Ahli Media



(Julia Maydhiya, M. Pd)

Validator 2

LEMBAR INSTRUMEN VALIDASI AHLI MEDIA TERHADAP PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM PADA MATERI TERMOKIMIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan e-LKPD Berbasis STEM pada Materi Termokimia untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik, maka peneliti bermaksud untuk memvalidasi e-LKPD tersebut. Bapak/Ibu sebagai validator dimohon ketersediaannya untuk mengisi angket di bawah ini sesuai aspek substansi penggunaan bahan ajar. Tujuan penelitian angket ini adalah untuk mengetahui kelayakan e-LKPD sehingga dikategorikan layak untuk digunakan dalam pembelajaran di sekolah. Saya sampaikan terimakasih atas ketersediaan Bapak/Ibu dalam mengisi angket penelitian ini.

B. Identitas Peneliti

Nama : Nur Saidah
NIM : 2108076035

C. Identitas Validator Ahli Media

Nama : M. Zahri Johan, S.Si., M.Pd
NIP : 197703172005011007
Instansi : MAN 2 Kota Semarang
Pendidikan : S1 Kimia Murni, S2 Manajemen Pendidikan

D. Petunjuk Penilaian

1. Mohon Bapak/Ibu membaca terlebih dahulu e-LKPD yang telah dikembangkan untuk mengisi angket
2. Penilaian, pendapat, kritik dan saran dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran yang dikembangkan
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap pertanyaan dalam lembar penilaian dengan memberikan tanda checklist (√) pada kolom yang tersedia
4. Pedoman penilaian instrumen sebagai berikut:

No.	Kriteria	Skor
1	Sangat Baik (SB)	5
2	Baik (B)	4
3	Cukup (C)	3
4	Kurang Baik (KB)	2
5	Tidak Baik (TB)	1

		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi

F. Lembar Penilaian

No.	Indikator Penilaian	Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
Tampilan e-LKPD						
1	Kesesuaian pendesainan halaman isi				V	
2	Kesesuaian pendesainan halaman <i>cover</i> e-LKPD					V
3	Kesesuaian penggunaan e-LKPD				V	
4	Kesesuain tampilan seni huruf				V	
Kualitas e-LKPD						
5	Keterbacaan pada berbagai perangkat				V	
6	Ketersediaan dalam ukuran fail yang relatif ringan				V	
7	Kemudahan didistribusikan kepada pengguna					V

G. Pendapat/Saran

H. Kesimpulan

e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik ini dinyatakan:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Layak digunakan tanpa revisi | ☒ |
| 2. Layak digunakan dengan revisi | ☐ |
| 3. Revisi tidak layak | ☐ |

2025

Semarang, 15 Februari

Validator Ahli Media



(H. M. Zahri Johan, M. Pd)

Validator 3

LEMBAR INSTRUMEN VALIDASI AHLI MEDIA TERHADAP PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM PADA MATERI TERMOKIMIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan e-LKPD Berbasis STEM pada Materi Termokimia untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik, maka peneliti bermaksud untuk memvalidasi e-LKPD tersebut. Bapak/Ibu sebagai validator dimohon ketersediaannya untuk mengisi angket di bawah ini sesuai aspek substansi penggunaan bahan ajar. Tujuan penelitian angket ini adalah untuk mengetahui kelayakan e-LKPD sehingga dikategorikan layak untuk digunakan dalam pembelajaran di sekolah. Saya sampaikan terimakasih atas ketersediaan Bapak/Ibu dalam mengisi angket penelitian ini.

B. Identitas Peneliti

Nama : Nur Saidah
NIM : 2108076035

C. Identitas Validator Ahli Media

Nama : Nurlaila, S.Pd
NIP : 198108282009012006
Instansi : MAN 2 Kota Semarang
Pendidikan : S1

D. Petunjuk Penilaian

1. Mohon Bapak/Ibu membaca terlebih dahulu e-LKPD yang telah dikembangkan untuk mengisi angket
2. Penilaian, pendapat, kritik dan saran dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran yang dikembangkan
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap pertanyaan dalam lembar penilaian dengan memberikan tanda checklist (√) pada kolom yang tersedia
4. Pedoman penilaian instrumen sebagai berikut:

No.	Kriteria	Skor
1	Sangat Baik (SB)	5
2	Baik (B)	4
3	Cukup (C)	3
4	Kurang Baik (KB)	2
5	Tidak Baik (TB)	1

	B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
	C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
	KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
	TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi

F. Lembar Penilaian

No.	Indikator Penilaian	Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
Tampilan e-LKPD						
1	Kesesuaian pendesainan halaman isi					5
2	Kesesuaian pendesainan halaman <i>cover</i> e-LKPD					5
3	Kesesuaian penggunaan e-LKPD					5
4	Kesesuain tampilan seni huruf				4	
Kualitas e-LKPD						
5	Keterbacaan pada berbagai perangkat					5
6	Ketersediaan dalam ukuran fail yang relatif ringan					5
7	Kemudahan didistribusikan kepada pengguna					5

G. Pendapat/Saran

H. Kesimpulan

e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik ini dinyatakan:

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi
3. Revisi tidak layak

V

Semarang, 20 April 2025

Validator Ahli Media



(Nur Laila, S. Pd)

Validator 4

LEMBAR INSTRUMEN VALIDASI AHLI MEDIA TERHADAP PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM PADA MATERI TERMOKIMIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan e-LKPD Berbasis STEM pada Materi Termokimia untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik, maka peneliti bermaksud untuk memvalidasi e-LKPD tersebut. Bapak/Ibu sebagai validator dimohon ketersediaannya untuk mengisi angket di bawah ini sesuai aspek substansi penggunaan bahan ajar. Tujuan penelitian angket ini adalah untuk mengetahui kelayakan e-LKPD sehingga dikategorikan layak untuk digunakan dalam pembelajaran di sekolah. Saya sampaikan terimakasih atas ketersediaan Bapak/Ibu dalam mengisi angket penelitian ini.

B. Identitas Peneliti

Nama : Nur Saidah
NIM : 2108076035

C. Identitas Validator Ahli Media

Nama : Lailatul Khoirun Ni'mah, S.Pd.
NIP : -
Instansi : MA Tahfidh Tasywiqu Al Qur'an Kudus
Pendidikan : S1 Pendidikan Kimia

D. Petunjuk Penilaian

1. Mohon Bapak/Ibu membaca terlebih dahulu e-LKPD yang telah dikembangkan untuk mengisi angket
2. Penilaian, pendapat, kritik dan saran dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran yang dikembangkan
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap pertanyaan dalam lembar penilaian dengan memberikan tanda checkdist (✓) pada kolom yang tersedia
4. Pedoman penilaian instrumen sebagai berikut:

No.	Kriteria	Skor
1	Sangat Baik (SB)	5
2	Baik (B)	4
3	Cukup (C)	3
4	Kurang Baik (KB)	2
5	Tidak Baik (TB)	1

	B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
	C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
	KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
	TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi

F. Lembar Penilaian

Lembar Penilaian		Indikator Penilaian		Skala Penilaian				
No.	1			2	3	4	5	
Tampilan e-LKPD								
1	Kesesuaian pendesainan halaman Isi				✓			
2	Kesesuaian pendesainan halaman cover e-LKPD				✓			
3	Kesesuaian penggunaan e-LKPD					✓		
4	Kesesuain tampilan seni huruf					✓		
Kualitas e-LKPD								
5	Keterbacaan pada berbagai perangkat					✓		
6	Ketersediaan dalam ukuran fail yang relatif ringan					✓		
7	Kemudahan didistribusikan kepada pengguna					✓		

G. Pendapat/Saran

Tampilan e-LKPD sudah menarik dan sesuai dengan karakteristik peserta didik. Desainnya yang simpel akan lebih memudahkan siswa agar fokus pada instruksi dari LKPD. Namun pada daftar isi masih terdapat kesalahan yang menunjukkan nomor halaman. Pengusunan daftar isi dapat dimulai dengan judul materi, rangkuman/ringkasan materi, kegiatan/praktikum, dan latihan soal. Jika menyematkan link youtube/artikel sebaiknya disertakan gambar yang relevan dengan konten ~~nya~~ youtube/artikel. Halaman-halaman yang masih ada space sebaiknya dihindari. Pada cover, judul materi bisa dituliskan lebih besar/tebal agar pembaca langsung fokus pada topik materi yang ada di LKPD.

H. Kesimpulan

e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik ini dinyatakan:

1. Layak digunakan tanpa revisi ☐
2. Layak digunakan dengan revisi ☒
3. Revisi tidak layak ☐

Kudus, 19 April 2025

Validator Ahli Media



(Lailatul Khoirun Ni'mah, S.Pd.)

Lampiran 9. Hasil Validasi Ahli Materi

Validator 1

LEMBAR INSTRUMEN VALIDASI AHLI MATERI TERHADAP PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM PADA MATERI TERMOKIMIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan e-LKPD Berbasis STEM pada Materi Termokimia untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik, maka peneliti bermaksud untuk memvalidasi e-LKPD tersebut. Bapak/Ibu sebagai validator dimohon ketersediaannya untuk mengisi angket di bawah ini sesuai aspek substansi penggunaan bahan ajar. Tujuan penelitian angket ini adalah untuk mengetahui kelayakan e-LKPD sehingga dikategorikan layak untuk digunakan dalam pembelajaran di sekolah. Saya sampaikan terimakasih atas ketersediaan Bapak/Ibu dalam mengisi angket penelitian ini.

B. Identitas Peneliti

Nama : Nur Saidah

NIM : 2108076035

C. Identitas Validator Ahli Materi

Nama : Nur Aswiyah, S.Pd., M.Pd

NIP : 199103052019032026

Instansi : UIN WALISONGO SEMARANG

Pendidikan :

D. Petunjuk Penilaian

1. Mohon Bapak/Ibu membaca terlebih dahulu e-LKPD yang telah dikembangkan untuk mengisi angket
2. Penilaian, pendapat, kritik dan saran dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran yang dikembangkan
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap pertanyaan dalam lembar penilaian dengan memberikan tanda checklist (✓) pada kolom yang tersedia
4. Pedoman penilaian instrumen sebagai berikut:

No.	Kriteria	Skor
1	Sangat Baik (SB)	5
2	Baik (B)	4
3	Cukup (C)	3
4	Kurang Baik (KB)	2
5	Tidak Baik (TB)	1

		4) e-LKPD memuat permasalahan kontekstual yang relevan dengan kehidupan sehari-hari dan dapat dipecahkan melalui pendekatan STEM
	B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
	C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
	KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
	TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi

F. Lembar Penilaian

No.	Indikator Penilaian	Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
Kelayakan Isi e-LKPD						
1	Kebenaran dari segi keilmuan				✓	
2	Kesesuaian dengan standar nasional pendidikan dan kurikulum yang berlaku					✓
3	Kesesuaian dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi				✓	
4	Kesesuaian dengan konteks dan lingkungan				✓	
5	Kesatupaduan antar bagian isi e-LKPD					✓
Kelayakan Penyampaian Isi e-LKPD						
6	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik yang disajikan secara runtut dan berkelanjutan				✓	
Kelayakan Penggunaan Bahasa						
7	Kesesuaian dengan kemampuan berbahasa peserta didik					✓
8	Kesesuaian dengan bahasa perjenjangan buku					✓
Kelayakan Pendukung Penyajian						
9	Kesesuaian penyajian e-LKPD					✓
Pengembangan e-LKPD						
10	Keterlaksanaan pembelajaran bercirikan STEM				✓	

G. Pendapat/Saran

- soal evaluasi disesuaikan / di basiskan STEM
- komposisi layout di seimbangkan antara tulisan dan ilustrasi
- Font diperbesar

H. Kesimpulan

e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik ini dinyatakan:

1. Layak digunakan tanpa revisi ☐
2. Layak digunakan dengan revisi ☐
3. Revisi tidak layak ☐

Semarang, 15 Januari 2025

Validator Ahli Materi



(Nur Alawiyah, S. Pd., M. Pd)

Validator 2

LEMBAR INSTRUMEN VALIDASI AHLI MATERI TERHADAP PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM PADA MATERI TERMOKIMIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan e-LKPD Berbasis STEM pada Materi Termokimia untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik, maka peneliti bermaksud untuk memvalidasi e-LKPD tersebut. Bapak/Ibu sebagai validator dimohon ketersediaannya untuk mengisi angket di bawah ini sesuai aspek substansi penggunaan bahan ajar. Tujuan penelitian angket ini adalah untuk mengetahui kelayakan e-LKPD sehingga dikategorikan layak untuk digunakan dalam pembelajaran di sekolah. Saya sampaikan terimakasih atas ketersediaan Bapak/Ibu dalam mengisi angket penelitian ini.

B. Identitas Peneliti

Nama : Nur Saidah
NIM : 2108076035

C. Identitas Validator Ahli Materi

Nama : Lailatul Khoirun Ni'mah, S.Pd.
NIP : -
Instansi : MA Tahfidh Tasywiqu Al Qur'an Kudus
Pendidikan : S1 Pendidikan Kimia

D. Petunjuk Penilaian

1. Mohon Bapak/Ibu membaca terlebih dahulu e-LKPD yang telah dikembangkan untuk mengisi angket
2. Penilaian, pendapat, kritik dan saran dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran yang dikembangkan
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap pertanyaan dalam lembar penilaian dengan memberikan tanda checklist (✓) pada kolom yang tersedia
4. Pedoman penilaian instrumen sebagai berikut:

No.	Kriteria	Skor
1	Sangat Baik (SB)	5
2	Baik (B)	4
3	Cukup (C)	3
4	Kurang Baik (KB)	2
5	Tidak Baik (TB)	1

		4) e-LKPD memuat permasalahan kontekstual yang relevan dengan kehidupan sehari-hari dan dapat dipecahkan melalui pendekatan STEM
	B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
	C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
	KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
	TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi

F. Lembar Penilaian

Indikator Penilaian		Skala Penilaian				
No.		1	2	3	4	5
Kelayakan Isi e-LKPD						
1	Kebenaran dari segi keilmuan					✓
2	Kesesuaian dengan standar nasional pendidikan dan kurikulum yang berlaku					✓
3	Kesesuaian dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi					✓
4	Kesesuaian dengan konteks dan lingkungan					✓
5	Kesatupaduan antar bagian isi e-LKPD					✓
Kelayakan Penyampaian Isi e-LKPD						
6	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik yang disajikan secara runtut dan berkelanjutan				✓	
Kelayakan Penggunaan Bahasa						
7	Kesesuaian dengan kemampuan berbahasa peserta didik					✓
8	Kesesuaian dengan bahasa perjenjangan buku					✓
Kelayakan Pendukung Penyajian						
9	Kesesuaian penyajian e-LKPD				✓	
Pengembangan e-LKPD						
10	Keterlaksanaan pembelajaran bercirikan STEM				✓	

G. Pendapat/Saran

Secara Keseluruhan, e-lkpd sudah disusun dengan baik dan relevan dengan kurikulum maupun tujuan pembelajaran. Namun untuk standar LKPD ini terbilang cukup tebal dan akan lebih tepat jika dikategorikan sebagai modul karena jumlah halaman yang cukup banyak, kelengkapan materi, berbagai aktivitas praktikum, hingga asesmen yang disusun. Selain itu, latihan soal dianggap lebih baiknya jika disusun dengan mengakomodasi keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS). Dari segi bahasa sudah cukup baik, komunikatif, dan tidak membingungkan untuk siswa tingkat SMA.

H. Kesimpulan

e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik ini dinyatakan:

1. Layak digunakan tanpa revisi ☐
2. Layak digunakan dengan revisi ☒
3. Revisi tidak layak ☐

Kudus, 19 April 2025

Validator Ahli Materi



(Lailatul Khoirun Ni'mah, S.Pd.)

Validator 3

LEMBAR INSTRUMEN VALIDASI AHLI MATERI TERHADAP PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM PADA MATERI TERMOKIMIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan e-LKPD Berbasis STEM pada Materi Termokimia untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik, maka peneliti bermaksud untuk memvalidasi e-LKPD tersebut. Bapak/Ibu sebagai validator dimohon ketersediaannya untuk mengisi angket di bawah ini sesuai aspek substansi penggunaan bahan ajar. Tujuan penelitian angket ini adalah untuk mengetahui kelayakan e-LKPD sehingga dikategorikan layak untuk digunakan dalam pembelajaran di sekolah. Saya sampaikan terimakasih atas ketersediaan Bapak/Ibu dalam mengisi angket penelitian ini.

B. Identitas Peneliti

Nama : Nur Saidah
NIM : 2108076035

C. Identitas Validator Ahli Materi

Nama : M. Zahri Johan, S.Si., M.Pd
NIP : 197703172005011007
Instansi : MAN 2 Kota Semarang
Pendidikan : S1 Kimia Murni, S2 Manajemen Pendidikan

D. Petunjuk Penilaian

1. Mohon Bapak/Ibu membaca terlebih dahulu e-LKPD yang telah dikembangkan untuk mengisi angket
2. Penilaian, pendapat, kritik dan saran dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran yang dikembangkan
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap pertanyaan dalam lembar penilaian dengan memberikan tanda checklist (√) pada kolom yang tersedia
4. Pedoman penilaian instrumen sebagai berikut:

No.	Kriteria	Skor
1	Sangat Baik (SB)	5
2	Baik (B)	4
3	Cukup (C)	3
4	Kurang Baik (KB)	2
5	Tidak Baik (TB)	1

			4) e-LKPD memuat permasalahan kontekstual yang relevan dengan kehidupan sehari-hari dan dapat dipecahkan melalui pendekatan STEM
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi

F. Lembar Penilaian

No.	Indikator Penilaian	Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
Kelayakan Isi e-LKPD						
1	Kebenaran dari segi keilmuan				v	
2	Kesesuaian dengan standar nasional pendidikan dan kurikulum yang berlaku				v	
3	Kesesuaian dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi				v	
4	Kesesuaian dengan konteks dan lingkungan					v
5	Kesatupaduan antar bagian isi e-LKPD					v
Kelayakan Penyampaian Isi e-LKPD						
6	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik yang disajikan secara runtut dan berkelanjutan				v	
Kelayakan Penggunaan Bahasa						
7	Kesesuaian dengan kemampuan berbahasa peserta didik					v
8	Kesesuaian dengan bahasa perjenjangan buku					v
Kelayakan Pendukung Penyajian						
9	Kesesuaian penyajian e-LKPD				v	
Pengembangan e-LKPD						
10	Keterlaksanaan pembelajaran bercirikan STEM				v	

G. Pendapat/Saran

1. Halaman 17: gambar eksoterm dan endoterm dibalik agar sesuai dengan kalimat di atasnya
2. Halaman 18: Apa fungsi lakmus dan Langkah mencium hasil reaksi terkait dengan permasalahan yang ditanyakan dalam soal? Jika tidak ada relevansi sebaiknya dihilangkan
3. Halaman 20-21: Judul "Rangkuman" sebaiknya dibuat caption tersendiri, reaksi eksoterm dan endoterm sebaiknya masuk ke dalam rangkuman
4. Halaman 34: Rangkuman sebaiknya diberikan rumus penentuan delta H dengan metode Kalorimetri dan hukum Hess

H. Kesimpulan

e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik ini dinyatakan:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Layak digunakan tanpa revisi | ☐ |
| 2. Layak digunakan dengan revisi | ☒ |
| 3. Revisi tidak layak | ☐ |

Semarang, 22 April 2025

Validator Ahli Materi

(H. M. Zahri Johan, M. Pd)

Validator 4

LEMBAR INSTRUMEN VALIDASI AHLI MATERI TERHADAP PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM PADA MATERI TERMOKIMIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan e-LKPD Berbasis STEM pada Materi Termokimia untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik, maka peneliti bermaksud untuk memvalidasi e-LKPD tersebut. Bapak/Ibu sebagai validator dimohon ketersediaannya untuk mengisi angket di bawah ini sesuai aspek substansi penggunaan bahan ajar. Tujuan penelitian angket ini adalah untuk mengetahui kelayakan e-LKPD sehingga dikategorikan layak untuk digunakan dalam pembelajaran di sekolah. Saya sampaikan terimakasih atas ketersediaan Bapak/Ibu dalam mengisi angket penelitian ini.

B. Identitas Peneliti

Nama : Nur Saidah
NIM : 2108076035

C. Identitas Validator Ahli Materi

Nama : Nurlaila, S.Pd
NIP : 198108282009012006
Instansi : MAN 2 Kota Semarang
Pendidikan : S1

D. Petunjuk Penilaian

1. Mohon Bapak/Ibu membaca terlebih dahulu e-LKPD yang telah dikembangkan untuk mengisi angket
2. Penilaian, pendapat, kritik dan saran dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran yang dikembangkan
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap pertanyaan dalam lembar penilaian dengan memberikan tanda checklist (√) pada kolom yang tersedia
4. Pedoman penilaian instrumen sebagai berikut:

No.	Kriteria	Skor
1	Sangat Baik (SB)	5
2	Baik (B)	4
3	Cukup (C)	3
4	Kurang Baik (KB)	2
5	Tidak Baik (TB)	1

			4) e-LKPD memuat permasalahan kontekstual yang relevan dengan kehidupan sehari-hari dan dapat dipecahkan melalui pendekatan STEM
		B	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		C	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		TB	Tidak ada poin yang disebutkan diatas terpenuhi

F. Lembar Penilaian

No.	Indikator Penilaian	Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
Kelayakan Isi e-LKPD						
1	Kebenaran dari segi keilmuan					v
2	Kesesuaian dengan standar nasional pendidikan dan kurikulum yang berlaku					v
3	Kesesuaian dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi					v
4	Kesesuaian dengan konteks dan lingkungan					v
5	Kesatupaduan antar bagian isi e-LKPD					v
Kelayakan Penyampaian Isi e-LKPD						
6	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik yang disajikan secara runtut dan berkelanjutan					v
Kelayakan Penggunaan Bahasa						
7	Kesesuaian dengan kemampuan berbahasa peserta didik					v
8	Kesesuaian dengan bahasa perjenjangan buku				v	
Kelayakan Pendukung Penyajian						
9	Kesesuaian penyajian e-LKPD					v
Pengembangan e-LKPD						
10	Keterlaksanaan pembelajaran bercirikan STEM					v

G. Pendapat/Saran

--

H. Kesimpulan

e-LKPD berbasis STEM pada materi termokimia untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik ini dinyatakan:

- | | | |
|----------------------------------|---|---|
| 1. Layak digunakan tanpa revisi | <table border="1"><tr><td></td></tr></table> | |
| | | |
| 2. Layak digunakan dengan revisi | <table border="1"><tr><td>v</td></tr></table> | v |
| v | | |
| 3. Revisi tidak layak | <table border="1"><tr><td></td></tr></table> | |
| | | |

Semarang, 20 April 2025

Validator Ahli Materi



(Nur Laila, S. Pd)

Lampiran 10. Perhitungan Validasi Ahli Media

Item	Validator				S1	S2	S3	S4	ΣS	n(c-1)	V	Keterangan
	I	II	III	IV								
1	4	4	4	5	3	3	3	4	13	16	0,8125	Valid
2	5	5	4	5	4	4	3	4	15	16	0,9375	Valid
3	5	4	5	5	4	3	4	4	15	16	0,9375	Valid
4	5	4	5	4	4	3	4	3	14	16	0,875	Valid
5	5	4	5	5	4	3	4	4	15	16	0,9375	Valid
6	5	4	5	5	4	3	4	4	15	16	0,9375	Valid
7	4	5	5	5	3	4	4	4	15	16	0,9375	Valid
									Rata-rata		0,91	Valid

Lampiran 11. Perhitungan Validasi Ahli Materi

Item	Validator				S1	S2	S3	S4	ΣS	n(c- 1)	V	Keterangan
	I	II	III	IV								
1	4	4	5	5	3	3	4	4	14	16	0,875	Valid
2	5	4	5	5	4	3	4	4	15	16	0,9375	Valid
3	4	4	5	5	3	3	4	4	14	16	0,875	Valid
4	4	5	5	5	3	4	4	4	15	16	0,9375	Valid
5	5	5	5	5	4	4	4	4	16	16	1	Valid
6	4	4	5	4	3	3	4	3	13	16	0,8125	Valid
7	5	5	5	5	4	4	4	4	16	16	1	Valid
8	5	5	4	5	4	4	3	4	15	16	0,9375	Valid
9	5	4	5	4	4	3	4	3	14	16	0,875	Valid
10	4	4	5	4	3	3	4	3	13	16	0,8125	Valid
Rata-rata											0,90	Valid

Lampiran 12. Lembar Respons Peserta Didik

LEMBAR RESPONS PESERTA DIDIK TERHADAP PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM PADA MATERI TERMOKIMIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK

Nama :

Kelas :

Instansi :

A. Petunjuk Penilaian

1. Tulis identitas Anda pada kolom yang sudah disediakan
2. Jawablah pertanyaan di bawah ini sesuai dengan keadaan sebenarnya
3. Pahami setiap pernyataan dan jika belum paham tanyakan kepada guru
4. Isi kolom dengan memberi tanda checklist (√) pada salah satu jawaban
5. Pedoman penilaian sebagai berikut:
SS : Sangat setuju
S : Setuju
KS : Kurang setuju
TS : Tidak setuju
STS : Sangat tidak setuju
6. Jika terdapat kritik dan saran, tuliskan pada kolom yang sudah disediakan

B. Indikator Respons Peserta Didik

No	Pernyataan	SS	S	KS	TS	STS
Kesesuaian Penyajian Isi						
1	Saya yakin konsep, prinsip dan definisi yang disajikan pada e-LKPD sesuai dengan materi					
2	Saya merasa latihan soal dan tes formatif pada e-LKPD sesuai dengan materi					
3	Isi e-LKPD dapat difahami					

4	Materi disajikan dengan bahasa yang jelas, mudah dipahami, dan sesuai dengan tingkat pemahaman peserta didik					
Menarik Minat Peserta Didik						
5	Saya merasa dengan adanya e-LKPD membuat belajar kimia menyenangkan					
6	e-LKPD menggunakan <i>heyzine flipbook</i> atau format HTML merupakan hal baru bagi saya					
7	Saya termotivasi untuk belajar menggunakan e-LKPD					
8	Saya berusaha mendapatkan pengetahuan yang lebih ketika belajar menggunakan e-LKPD					
9	Saya merasa ingin memiliki e-LKPD ini untuk membantu proses pembelajaran					
Keterbacaan						
10	Saya merasa bahasa yang digunakan jelas					
11	Saya merasa pemilihan <i>font</i> dan <i>style</i> huruf sudah tepat dan konsisten					
Kesesuaian Tampilan e-LKPD						
12	Saya merasa tampilan <i>cover</i> e-LKPD menarik					
13	Saya merasa tata letak teks dan gambar pada e-LKPD proporsional					
14	Saya merasa penggunaan warna pada huruf serasi dengan latar belakang					
Kualitas Gambar/Video						
15	Saya merasa gambar/video pada e-LKPD ditampilkan secara jelas					
16	Saya merasa gambar/video pada e-LKPD dapat mendukung isi materi pembelajaran					
17	Saya merasa gambar/video yang ditampilkan pada e-LKPD menarik					
Kemudahan Penggunaan/Pengoperasian						

18	Saya merasa penggunaan e-LKPD tidak membutuhkan biaya yang terlalu tinggi					
19	Saya merasa e-LKPD mudah digunakan melalui smartphone dengan bantuan internet dimana saja dan kapan saja					
20	Saya merasa menggunakan e-LKPD tidak perlu memiliki keahlian khusus					

C. Kritik dan Saran

.....

.....

.....

.....

Lampiran 13. Hasil Lembar Respons Peserta Didik

LEMBAR RESPON PESERTA DIDIK TERHADAP PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM PADA MATERI TERMOKIMIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK

Nama : Risma Purri Maulida

Kelas : XI - E

Instansi : Man 2 Kota Semarang

A. Petunjuk Penilaian

1. Tulis identitas Anda pada kolom yang sudah disediakan
2. Jawablah pertanyaan di bawah ini sesuai dengan keadaan sebenarnya
3. Pahami setiap pernyataan dan jika belum paham tanyakan kepada guru
4. Isi kolom dengan memberi tanda checklist (✓) pada salah satu jawaban
5. Pedoman penilaian sebagai berikut:
 SS : Sangat setuju
 S : Setuju
 KS : Kurang setuju
 TS : Tidak setuju
 STS : Sangat tidak setuju
6. Jika terdapat kritik dan saran, tuliskan pada kolom yang sudah disediakan

B. Indikator Respons Peserta Didik

No	Pernyataan	SS	S	KS	TS	STS
Kesesuaian Penyajian Isi						
1	Saya yakin konsep, prinsip dan definisi yang disajikan pada e-LKPD sesuai dengan materi		✓			
2	Saya merasa latihan soal dan tes formatif pada e-LKPD sesuai dengan materi		✓			
3	Isi e-LKPD dapat difahami			✓		
4	Materi disajikan dengan bahasa yang jelas, mudah dipahami, dan sesuai dengan tingkat pemahaman peserta didik		✓			
Menarik Minat Peserta Didik						
5	Saya merasa dengan adanya e-LKPD membuat belajar kimia menyenangkan		✓			
6	e-LKPD menggunakan <i>heyzone flipbook</i> atau format HTML merupakan hal baru bagi saya	✓				
7	Saya termotivasi untuk belajar menggunakan e-LKPD		✓			
8	Saya berusaha mendapatkan pengetahuan yang lebih ketika belajar menggunakan e-LKPD		✓			
9	Saya merasa ingin memiliki e-LKPD ini untuk membantu proses pembelajaran		✓			

Keterbacaan					
10	Saya merasa bahasa yang digunakan jelas		✓		
11	Saya merasa pemilihan <i>font</i> dan <i>style</i> huruf sudah tepat dan konsisten		✓		
Kesesuaian Tampilan e-LKPD					
12	Saya merasa tampilan cover e-LKPD menarik	✓			
13	Saya merasa tata letak teks dan gambar pada e-LKPD proporsional		✓		
14	Saya merasa penggunaan warna pada huruf serasi dengan latar belakang			✓	
Kualitas Gambar/Video					
15	Saya merasa gambar/video pada e-LKPD ditampilkan secara jelas		✓		
16	Saya merasa gambar/video pada e-LKPD dapat mendukung isi materi pembelajaran		✓		
17	Saya merasa gambar/video yang ditampilkan pada e-LKPD menarik		✓		
Kemudahan Penggunaan/Pengoperasian					
18	Saya merasa penggunaan e-LKPD tidak membutuhkan biaya yang terlalu tinggi			✓	
19	Saya merasa e-LKPD mudah digunakan melalui smartphone dengan bantuan internet dimana saja dan kapan saja		✓		
20	Saya merasa menggunakan e-LKPD tidak perlu memiliki keahlian khusus			✓	

C. Kritik dan Saran

.....

.....

.....

Semarang, 2025
Responden

(.....)

**LEMBAR RESPONS PESERTA DIDIK TERHADAP PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM
PADA MATERI TERMOKIMIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS
PESERTA DIDIK**

Nama : Volkenzia pondho . A
Kelas : XI E
Instansi : Man 2 Semarang

A. Petunjuk Penilaian

1. Tulis identitas Anda pada kolom yang sudah disediakan
2. Jawablah pertanyaan di bawah ini sesuai dengan keadaan sebenarnya
3. Pahami setiap pernyataan dan jika belum paham tanyakan kepada guru
4. Isi kolom dengan memberi tanda checklist (√) pada salah satu jawaban
5. Pedoman penilaian sebagai berikut:

SS : Sangat setuju
S : Setuju
KS : Kurang setuju
TS : Tidak setuju
STS : Sangat tidak setuju

6. Jika terdapat kritik dan saran, tuliskan pada kolom yang sudah disediakan

B. Indikator Respons Peserta Didik

No	Pernyataan	SS	S	KS	TS	STS
Kesesuaian Penyajian Isi						
1	Saya yakin konsep, prinsip dan definisi yang disajikan pada e-LKPD sesuai dengan materi		√			
2	Saya merasa latihan soal dan tes formatif pada e-LKPD sesuai dengan materi		√			
3	Isi e-LKPD dapat difahami		√			
4	Materi disajikan dengan bahasa yang jelas, mudah dipahami, dan sesuai dengan tingkat pemahaman peserta didik		√			
Menarik Minat Peserta Didik						
5	Saya merasa dengan adanya e-LKPD membuat belajar kimia menyenangkan			√		
6	e-LKPD menggunakan <i>hezine flipbook</i> atau format HTML merupakan hal baru bagi saya		√			
7	Saya termotivasi untuk belajar menggunakan e-LKPD			√		
8	Saya berusaha mendapatkan pengetahuan yang lebih ketika belajar menggunakan e-LKPD			√		
9	Saya merasa ingin memiliki e-LKPD ini untuk membantu proses pembelajaran		√			

Keterbacaan					
10	Saya merasa bahasa yang digunakan jelas		√		
11	Saya merasa pemilihan <i>font</i> dan <i>style</i> huruf sudah tepat dan konsisten		√		
Kesesuaian Tampilan e-LKPD					
12	Saya merasa tampilan cover e-LKPD menarik		√		
13	Saya merasa tata letak teks dan gambar pada e-LKPD proporsional		√		
14	Saya merasa penggunaan warna pada huruf serasi dengan latar belakang		√		
Kualitas Gambar/Video					
15	Saya merasa gambar/video pada e-LKPD ditampilkan secara jelas		√		
16	Saya merasa gambar/video pada e-LKPD dapat mendukung isi materi pembelajaran		√		
17	Saya merasa gambar/video yang ditampilkan pada e-LKPD menarik		√		
Kemudahan Penggunaan/Pengoperasian					
18	Saya merasa penggunaan e-LKPD tidak membutuhkan biaya yang terlalu tinggi		√		
19	Saya merasa e-LKPD mudah digunakan melalui smartphone dengan bantuan internet dimana saja dan kapan saja		√		
20	Saya merasa menggunakan e-LKPD tidak perlu memiliki keahlian khusus		√		

C. Kritik dan Saran

sebaiknya *Sangat bagus dan menarik

Semarang,
Responden

2025

()

**LEMBAR RESPONS PESERTA DIDIK TERHADAP PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM
PADA MATERI TERMOKIMIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS
PESERTA DIDIK**

Nama : Cinta Ramadhani P.
Kelas : XI E
Instansi : MAN 2 YOTA SEMARANG

A. Petunjuk Penilaian

1. Tulis identitas Anda pada kolom yang sudah disediakan
2. Jawablah pertanyaan di bawah ini sesuai dengan keadaan sebenarnya
3. Pahami setiap pernyataan dan jika belum paham tanyakan kepada guru
4. Isi kolom dengan memberi tanda checklist (✓) pada salah satu jawaban
5. Pedoman penilaian sebagai berikut:
SS : Sangat setuju
S : Setuju
KS : Kurang setuju
TS : Tidak setuju
STS : Sangat tidak setuju
6. Jika terdapat kritik dan saran, tuliskan pada kolom yang sudah disediakan

B. Indikator Respons Peserta Didik

No	Pernyataan	SS	S	KS	TS	STS
Kesesuaian Penyajian Isi						
1	Saya yakin konsep, prinsip dan definisi yang disajikan pada e-LKPD sesuai dengan materi	✓				
2	Saya merasa latihan soal dan tes formatif pada e-LKPD sesuai dengan materi	✓				
3	Isi e-LKPD dapat difahami		✓			
4	Materi disajikan dengan bahasa yang jelas, mudah dipahami, dan sesuai dengan tingkat pemahaman peserta didik	✓				
Menarik Minat Peserta Didik						
5	Saya merasa dengan adanya e-LKPD membuat belajar kimia menyenangkan	✓				
6	e-LKPD menggunakan <i>heyzine flipbook</i> atau format HTML merupakan hal baru bagi saya		✓			
7	Saya termotivasi untuk belajar menggunakan e-LKPD		✓			
8	Saya berusaha mendapatkan pengetahuan yang lebih ketika belajar menggunakan e-LKPD	✓				
9	Saya merasa ingin memiliki e-LKPD ini untuk membantu proses pembelajaran		✓			

Keterbacaan						
10	Saya merasa bahasa yang digunakan jelas	✓				
11	Saya merasa pemilihan <i>font</i> dan <i>style</i> huruf sudah tepat dan konsisten	✓				
Kesesuaian Tampilan e-LKPD						
12	Saya merasa tampilan <i>cover</i> e-LKPD menarik		✓			
13	Saya merasa tata letak teks dan gambar pada e-LKPD proporsional	✓				
14	Saya merasa penggunaan warna pada huruf serasi dengan latar belakang	✓				
Kualitas Gambar/Video						
15	Saya merasa gambar/video pada e-LKPD ditampilkan secara jelas	✓				
16	Saya merasa gambar/video pada e-LKPD dapat mendukung isi materi pembelajaran	✓				
17	Saya merasa gambar/video yang ditampilkan pada e-LKPD menarik	✓				
Kemudahan Penggunaan/Pengoperasian						
18	Saya merasa penggunaan e-LKPD tidak membutuhkan biaya yang terlalu tinggi		✓			
19	Saya merasa e-LKPD mudah digunakan melalui <i>smartphone</i> dengan bantuan internet dimana saja dan kapan saja	✓				
20	Saya merasa menggunakan e-LKPD tidak perlu memiliki keahlian khusus		✓			

C. Kritik dan Saran

.....

Semarang, 28-5 2025
 Responden

Joko
 Cinta Ramadhani
 (.....)

**LEMBAR RESPONS PESERTA DIDIK TERHADAP PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM
PADA MATERI TERMOKIMIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS
PESERTA DIDIK**

Nama : *Azmina Nilha / Muna*
Kelas : *XI-E*
Instansi : *Man 2 fo fo Semarang*

A. Petunjuk Penilaian

1. Tulis identitas Anda pada kolom yang sudah disediakan
2. Jawablah pertanyaan di bawah ini sesuai dengan keadaan sebenarnya
3. Pahami setiap pernyataan dan jika belum paham tanyakan kepada guru
4. Isi kolom dengan memberi tanda checklist (✓) pada salah satu jawaban
5. Pedoman penilaian sebagai berikut:
SS : Sangat setuju
S : Setuju
KS : Kurang setuju
TS : Tidak setuju
STS : Sangat tidak setuju
6. Jika terdapat kritik dan saran, tuliskan pada kolom yang sudah disediakan

B. Indikator Respons Peserta Didik

No	Pernyataan	SS	S	KS	TS	STS
Kesesuaian Penyajian Isi						
1	Saya yakin konsep, prinsip dan definisi yang disajikan pada e-LKPD sesuai dengan materi		✓			
2	Saya merasa latihan soal dan tes formatif pada e-LKPD sesuai dengan materi		✓			
3	Isi e-LKPD dapat difahami		✓	✓		
4	Materi disajikan dengan bahasa yang jelas, mudah dipahami, dan sesuai dengan tingkat pemahaman peserta didik		✓			
Menarik Minat Peserta Didik						
5	Saya merasa dengan adanya e-LKPD membuat belajar kimia menyenangkan			✓		
6	e-LKPD menggunakan <i>heyzine flipbook</i> atau format HTML merupakan hal baru bagi saya		✓			
7	Saya termotivasi untuk belajar menggunakan e-LKPD			✓		
8	Saya berusaha mendapatkan pengetahuan yang lebih ketika belajar menggunakan e-LKPD			✓		
9	Saya merasa ingin memiliki e-LKPD ini untuk membantu proses pembelajaran		✓			

Keterbacaan					
10	Saya merasa bahasa yang digunakan jelas		✓		
11	Saya merasa pemilihan <i>font</i> dan <i>style</i> huruf sudah tepat dan konsisten		✓		
Kesesuaian Tampilan e-LKPD					
12	Saya merasa tampilan <i>cover</i> e-LKPD menarik		✓		
13	Saya merasa tata letak teks dan gambar pada e-LKPD proporsional		✓		
14	Saya merasa penggunaan warna pada huruf serasi dengan latar belakang		✓		
Kualitas Gambar/Video					
15	Saya merasa gambar/video pada e-LKPD ditampilkan secara jelas			✓	
16	Saya merasa gambar/video pada e-LKPD dapat mendukung isi materi pembelajaran		✓		
17	Saya merasa gambar/video yang ditampilkan pada e-LKPD menarik			✓	
Kemudahan Penggunaan/Pengoperasian					
18	Saya merasa penggunaan e-LKPD tidak membutuhkan biaya yang terlalu tinggi		✗	✓	
19	Saya merasa e-LKPD mudah digunakan melalui <i>smartphone</i> dengan bantuan internet dimana saja dan kapan saja		✓		
20	Saya merasa menggunakan e-LKPD tidak perlu memiliki keahlian khusus		✓		

C. Kritik dan Saran

.....
Menerk

Semarang, 28 Mei 2025
 Responden

(.....
[Signature]
))

**LEMBAR RESPONS PESERTA DIDIK TERHADAP PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM
PADA MATERI TERMOKIMIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS
PESERTA DIDIK**

Nama : *Purnama*
Kelas : *XI-E*
Instansi : *MAN 02 KOTA SEMARANG*

A. Petunjuk Penilaian

- Tulis identitas Anda pada kolom yang sudah disediakan
- Jawablah pertanyaan di bawah ini sesuai dengan keadaan sebenarnya
- Pahami setiap pernyataan dan jika belum paham tanyakan kepada guru
- Isi kolom dengan memberi tanda checklist (√) pada salah satu jawaban
- Pedoman penilaian sebagai berikut:
SS : Sangat setuju
S : Setuju
KS : Kurang setuju
TS : Tidak setuju
STS : Sangat tidak setuju
- Jika terdapat kritik dan saran, tuliskan pada kolom yang sudah disediakan

B. Indikator Respons Peserta Didik

No	Pernyataan	SS	S	KS	TS	STS
Kesesuaian Penyajian Isi						
1	Saya yakin konsep, prinsip dan definisi yang disajikan pada e-LKPD sesuai dengan materi		√			
2	Saya merasa latihan soal dan tes formatif pada e-LKPD sesuai dengan materi	√				
3	Isi e-LKPD dapat difahami		√			
4	Materi disajikan dengan bahasa yang jelas, mudah dipahami, dan sesuai dengan tingkat pemahaman peserta didik		√			
Menarik Minat Peserta Didik						
5	Saya merasa dengan adanya e-LKPD membuat belajar kimia menyenangkan		√			
6	e-LKPD menggunakan <i>heyzine flipbook</i> atau format HTML merupakan hal baru bagi saya	√				
7	Saya termotivasi untuk belajar menggunakan e-LKPD		√			
8	Saya berusaha mendapatkan pengetahuan yang lebih ketika belajar menggunakan e-LKPD		√			
9	Saya merasa ingin memiliki e-LKPD ini untuk membantu proses pembelajaran		√			

Keterbacaan					
10	Saya merasa bahasa yang digunakan jelas		✓		
11	Saya merasa pemilihan <i>font</i> dan <i>style</i> huruf sudah tepat dan konsisten	✓			
Kesesuaian Tampilan e-LKPD					
12	Saya merasa tampilan <i>cover</i> e-LKPD menarik	✓			
13	Saya merasa tata letak teks dan gambar pada e-LKPD proporsional	✓			
14	Saya merasa penggunaan warna pada huruf serasi dengan latar belakang	✓			
Kualitas Gambar/Video					
15	Saya merasa gambar/video pada e-LKPD ditampilkan secara jelas		✓		
16	Saya merasa gambar/video pada e-LKPD dapat mendukung isi materi pembelajaran		✓		
17	Saya merasa gambar/video yang ditampilkan pada e-LKPD menarik	✓			
Kemudahan Penggunaan/Pengoperasian					
18	Saya merasa penggunaan e-LKPD tidak membutuhkan biaya yang terlalu tinggi		✓		
19	Saya merasa e-LKPD mudah digunakan melalui <i>smartphone</i> dengan bantuan internet dimana saja dan kapan saja	✓			
20	Saya merasa menggunakan e-LKPD tidak perlu memiliki keahlian khusus	✓			

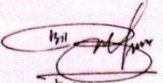
C. Kritik dan Saran

.....

.....

.....

Semarang, 28 2025
Responden


(.....)

Lampiran 14. Hasil Analisis Respons Peserta Didik

No	Aspek	Total Nilai
1	Kesesuaian penyajian isi	484
2	Menarik minat peserta didik	601
3	Keterbacaan	255
4	Kesesuaian tampilan e-LKPD	374
5	Kualitas gambar/video	381
6	Kemudahan penggunaan/pengoperasian	370
Total skor respons		2465
Total skor maksimum respons		3000
Presentase respons		82,16%

Hasil angket respons peserta didik yang telah diambil, maka dapat menggunakan rumus:

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

Keterangan:

P = presentasi respons

f_i = jumlah skor

n = nilai skor maksimum

Sehingga

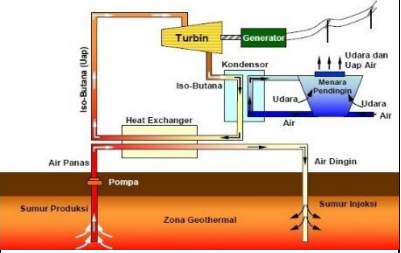
$$P = \frac{2465}{3000} \times 100\% = 82,16\%$$

Lampiran 15. Perhitungan Excel Angket Respons Peserta Didik

Responden	Item																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
R-1	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	3
R-2	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4
R-3	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5
R-4	5	5	4	5	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4
R-5	4	4	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	5	5	4	3
R-6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
R-7	5	4	4	5	3	4	4	4	4	4	3	3	5	4	4	4	4	3	5	3
R-8	4	4	4	3	3	4	4	5	4	5	5	4	4	4	4	5	5	4	5	5
R-9	4	5	3	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	5	4	4	4	5	5	3
R-10	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4
R-11	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
R-12	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3
R-13	5	4	4	5	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	4	4	5	4
R-14	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5
R-15	4	4	3	3	4	4	3	5	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3
R-16	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

R-17	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
R-18	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3
R-19	5	5	4	4	4	5	3	2	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4
R-20	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	3	5	5	4	5	5	3	4	3
R-21	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4
R-22	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
R-23	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
R-24	4	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	3	4	4	4	3	4	3
R-25	4	4	4	4	4	5	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4
R-26	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	3	3	4	4	4	5	4
R-27	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
R-28	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
R-29	4	3	4	4	5	5	5	4	5	3	5	4	4	3	4	4	5	4	4	4
R-30	4	4	4	3	4	4	5	4	5	5	3	4	3	4	5	5	4	3	5	5
Total	125	123	115	121	116	123	116	122	124	126	129	123	127	124	124	129	128	120	133	117
Jumlah Skor Total	2645																			
Skor Maksimum	3000																			
Presentase	82,16%																			

Lampiran 16. Kisi-Kisi Soal Instrumen Tes

Tujuan Pembelajaran	Aspek Literasi Sains	Indikator Literasi Sains	No Soal	Indikator Butir Soal	Butir Soal	Jenjang Kognitif	Jawaban	Skor
Menganalisis jenis-jenis sistem termodinamika (sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi) berdasarkan perpindahan materi dan energi	Pengetahuan sains	Memahami fakta, konsep, teori, dan prinsip dasar sains	1	Disajikan ilustrasi, siswa mampu menganalisis sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi	Kementerian ESDM Indonesia mencatat bahwa kapasitas PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi) telah mencapai 2.378,5 MW atau sekitar 6% dari total kapasitas pembangkit listrik nasional. PLTP memanfaatkan energi panas bumi (geothermal) dengan mengebor sumur hingga kedalaman tertentu untuk mengakses reservoir panas bumi yang berisi air dan uap panas  Ilustrasi sederhana sistem PLTP	C4	sistem dan lingkungan berdasarkan konsep termokimia Sistem A: sistem tertutup Alasan: Reservoir panas bumi memungkinkan perpindahan energi (panas) dari magma di bawahnya Sistem B: sistem terbuka Alasan: Pada	

				Sumber: https://www.indonesiare.co.id/id/artic/e/pembangkit-listrik-tenaga-panas-bumi-pltp Sistem A: Reservoir panas bumi di bawah permukaan bumi Sistem B: Pipa pengeboran dan ekstraksi uap panas Sistem C: Turbin yang digerakkan oleh uap panas untuk menghasilkan listrik Sistem D: Menara pendingin untuk mengkondensasi uap menjadi air Sistem E: Pipa reinjeksi untuk mengembalikan air ke reservoir Berdasarkan konsep sistem dan lingkungan dalam termokimia, analisislah masing-masing sistem (A-E) di atas sebagai sistem terbuka, tertutup, atau terisolasi. Uraikan alasan tersebut dengan mengacu pada perpindahan materi dan energi!		sistem ini terjadi perpindahan materi (fluida panas bumi) dari reservoir ke permukaan, serta perpindahan energi (panas) dari fluida ke lingkungan sekitar pipa. Sistem C: sistem terbuka Alasan: Turbin menerima aliran materi berupa uap bertekanan tinggi dan mengeluarkan uap bertekanan	
--	--	--	--	---	--	--	--

						rendah. Sistem D: sistem terbuka Alasan: Terjadi pertukaran materi berupa uap yang masuk dan air yang keluar (hasil kondensasi) Sistem E: sistem terbuka Alasan: Sistem ini memungkinkan perpindahan materi (air) dari permukaan kembali ke reservoir.	
						Siswa menjawab	5

							benar Siswa menjawab kurang benar Siswa menjawab sebagian kecil benar Siswa menjawab salah Siswa tidak menjawab	 4 3 2 0
Menganalisis proses perpindahan kalor berdasarkan prinsip-prinsip termokimia dalam konteks pengembangan produk teknologi	Konteks sains	Menghubungkan konsep sains dengan situasi kehidupan sehari-hari	2	Disajikan ilustrasi, siswa dapat menganalisis besarnya kalor yang dilepaskan hingga ke tahap analisis bagaimana kalorimetri dapat mengurangi	 ilustrasi gelas kopi sumber: https://contohmu.github.io/pulp/post/gambar-gelas-kopi-besar/ Sebuah perusahaan kopi lokal sedang mengembangkan gelas	C4	1. Analisis jumlah kalor yang dilepaskan $Q = m \times c \times \Delta T$ Diketahui: $m = 200$ gram $c = 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ $\Delta T = T_2 - T_1$ Untuk gelas A: $\Delta T = T_2 - T_1$	

				penurunan suhu kopi "smart" yang dapat menjaga suhu kopi tetap hangat dalam waktu lama. Tim peneliti mereka melakukan eksperimen dengan menggunakan tiga jenis bahan berbeda (A, B, dan C) sebagai dinding gelas. Mereka menuangkan kopi dengan suhu awal 95°C ke dalam tiga gelas <i>prototype</i> (masing-masing berbahan A, B, dan C) yang identik dari segi ukuran dan massa. Setiap gelas berisi 200 gram kopi. Setelah 30 menit, suhu kopi diukur dengan hasil sebagai berikut: • Gelas A: 72°C • Gelas B: 68°C • Gelas C: 76°C Diketahui kalor jenis kopi adalah 4,18 J/g°C Berdasarkan data tersebut: 1. Analisislah jumlah kalor yang dilepaskan oleh kopi pada masing-masing gelas selama 30 menit. 2. Berdasarkan hasil analisis, tentukan bahan mana yang	= 72°C - 95°C = -23°C $Q = 200 \text{ g} \times 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times (-23^\circ\text{C}) = -19.228 \text{ J}$ Untuk gelas B: $\Delta T = T_2 - T_1$ $\Delta T = 68^\circ\text{C} - 95^\circ\text{C} = -27^\circ\text{C}$ $Q = 200 \text{ g} \times 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times (-27^\circ\text{C}) = -22.572 \text{ J}$ Untuk gelas C: $\Delta T = T_2 - T_1$ $\Delta T = 76^\circ\text{C} - 95^\circ\text{C} = -19^\circ\text{C}$ $Q = 200 \text{ g} \times 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times (-19^\circ\text{C}) = -15.884 \text{ J}$ Tanda negatif menunjukkan	
--	--	--	--	--	--	--

					paling efektif untuk gelas kopi "<i>smart</i>" dan jelaskan alasannya secara ilmiah. 3. Jika perusahaan ingin mengurangi penurunan suhu hingga maksimal 10°C dalam 30 menit, analisis besar kalorimetri untuk menentukan berapa banyak energi (dalam Joule) yang perlu dipertahankan dalam sistem tersebut.		bahwa kalor dilepaskan dari sistem (kopi) ke lingkungan. 2. Penentuan bahan yang paling efektif Berdasarkan perhitungan di atas, bahan yang paling efektif adalah bahan C karena: • Gelas C melepaskan kalor paling sedikit (-	
--	--	--	--	--	---	--	--	--

							15.884 Joule) • Gelas C memiliki suhu akhir tertinggi (76°C) dibandin gkan gelas lainnya 3. Analisis kalorimetr i untuk menguran gi penurunan suhu Jika perusaha n ingin menguran gi penurunan suhu hingga maksimal	
--	--	--	--	--	--	--	--	--

							10°C dalam 30 menit, maka suhu akhir yang diinginkan adalah 95°C - 10°C = 85°C. Kalor yang boleh dilepaskan: $Q = m \times c \times \Delta T$ $Q = 200 \text{ g} \times 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times (-10^\circ\text{C})$ $= -8.360$ Joule Kalor yang perlu dipertahankan dalam sistem: • Pada Gelas A: 19.228 J - 8.360 J = 10.868 J	
--	--	--	--	--	--	--	--	--

							• Pada Gelas B: $22.572 \text{ J} - 8.360 \text{ J} = 14.212 \text{ J}$ • Pada Gelas C: $15.884 \text{ J} - 8.360 \text{ J} = 7.524 \text{ J}$	
							Siswa menjawab benar	5
							Siswa menjawab kurang benar	4
							Siswa menjawab sebagian kecil benar	3
							Siswa menjawab salah	2
							Siswa tidak menjawab	0
Menganalisis konsep entalpi pembakara	Pengetahuan sains	Menganalisis konsep entalpi pembakara	3	Siswa mampu menganalisis besarnya	Pak Ahmad adalah seorang tukang las di sebuah bengkel konstruksi. Dalam pekerjaannya, ia sering	C4	Diketahui: $\Delta H^\circ_c \text{ C}_2\text{H}_2 = -320 \text{ kkal/mol}$ massa $\text{CaC}_2 =$	

n dalam reaksi termokimia.		n		entalpi menggunakan gas asetilena (C_2H_2) untuk proses pengelasan logam. Gas asetilena ini dihasilkan dari reaksi kalsium karbida (CaC_2) dengan air menurut reaksi: $CaC_{2(s)} + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_{2(aq)} + C_2H_{2(g)}$  Ilustrasi gambar asetilena sumber: https://www.istockphoto.com/id/foto/asetilena-gm676337572-124103821 Suatu hari, Pak Ahmad mendapatkan pesanan untuk membuat pagar besi yang membutuhkan banyak proses pengelasan. Ia menyiapkan 160 gram kalsium karbida untuk	160 gram massa CaC_2 yang bereaksi = 80% kalor yang dihasilkan? Reaksi pembakaran: $CaC_{2(s)} + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_{2(aq)} + C_2H_{2(g)}$ massa CaC_2 yang bereaksi: $80/100 \times 160 \text{ gram} = 128 \text{ gram}$ $\text{mol } CaC_2 = 128/64 = 2 \text{ mol}$ $\text{mol } C_2H_2 = 1/1 \times 2 \text{ mol} = 2 \text{ mol}$ sehingga kalor yang	
----------------------------	--	---	--	---	--	--

					memproduksi gas asetilena yang dibutuhkan. Berdasarkan pengalamannya, Pak Ahmad tahu bahwa dalam proses produksi tersebut, hanya sekitar 80% dari kalsium karbida yang dapat bereaksi secara efektif. Gas asetilena yang dihasilkan kemudian dibakar untuk proses pengelasan dengan entalpi pembakaran sebesar -320 kkal/mol. Analisislah berapa banyak kalor yang dihasilkan dari pembakaran seluruh gas asetilena yang terbentuk dari proses tersebut! (Diketahui: Ar C = 12, Ca = 40)		dihasilkan adalah: $2 \times (-320 \text{ kkal}) = -640 \text{ kkal}$	
							Siswa menjawab benar	5
							Siswa menjawab kurang benar	4
							Siswa menjawab sebagian kecil benar	3

							Siswa menjawab salah Siswa tidak menjawab	2 0
Menganalisis data percobaan untuk menentukan jenis reaksi termokimia	Pengetahuan sains	Pengetahuan konten (konsep termokimia, reaksi eksoterm/endoterm)	4	Disajikan data, siswa mampu menganalisis data percobaan untuk menentukan apakah suatu reaksi bersifat eksoterm atau endoterm	 Ilustrasi letusan gunung berapi Sumber: https://www.geografi.org/2017/11/tipe-letusan-gunung-berapi.html Bencana alam seperti letusan gunung berapi melepaskan energi yang sangat besar. Salah satu fenomena yang terjadi saat letusan gunung berapi adalah aliran lahar panas dan lava. Ketika lava bertemu dengan air di sungai atau lautan, terjadi reaksi yang menghasilkan uap air dan material padatan baru dengan komposisi berbeda.	C4	Pada kedua percobaan disebutkan bahwa energi "dilepaskan", yang berarti sistem memberikan energi kepada lingkungan. Dalam termokimia, reaksi yang melepaskan energi ke lingkungan disebut reaksi eksoterm. Pada reaksi eksoterm, nilai	

				Sebuah tim ilmuwan melakukan pengamatan dan percobaan untuk mempelajari fenomena ini. Dalam percobaan laboratorium, tim ilmuwan menyimulasikan reaksi antara lava dan air dengan menggunakan sampel batuan basalt (yang memiliki komposisi mirip dengan lava) dan air pada berbagai kondisi. Mereka mencatat data berikut: Percobaan 1: • 100 gram batuan basalt (suhu awal 1200°C) dimasukkan ke dalam 500 mL air (suhu awal 25°C) • Suhu akhir campuran: 85°C • Terbentuk 15 gram material baru • Energi yang dilepaskan: 126 kJ Percobaan 2: • 100 gram batuan basalt (suhu awal 1200°C) dimasukkan ke dalam 1000 mL air (suhu awal 25°C) • Suhu akhir campuran: 65°C		perubahan entalpi (ΔH) negatif. Bukti lain yang mendukung bahwa reaksi ini adalah eksoterm adalah kenaikan suhu air yang signifikan setelah reaksi. Jadi, reaksi antara batuan basalt dengan air merupakan reaksi eksoterm dengan nilai ΔH negatif,	
--	--	--	--	---	--	--	--

					• Terbentuk 18 gram material baru • Energi yang dilepaskan: 168 kJ Dari data tersebut analisislah apakah reaksi antara batuan basalt dengan air merupakan reaksi eksoterm atau endoterm dengan menggunakan konsep perubahan entalpi.			
							Siswa menjawab benar	5
							Siswa menjawab kurang benar	4
							Siswa menjawab sebagian kecil benar	3
							Siswa menjawab salah	2
							Siswa tidak menjawab	0
Menganalisis konsep	Konteks sains	Menghubungkan	5	Siswa dapat menganalisis		C4	• Perhitungan untuk	

energi pembakaran dalam konteks bahan bakar komersial.		konsep sains dengan situasi kehidupan sehari-hari		s energi yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari  Ilustrasi pengujian efisiensi gas LPG sumber: https://www.ruangenergi.com/pertamina-patra-niaga-uji-tabung-elpiji-bersama-uptd-metrologi-legal-di-purwakarta-dan-subang/ PT Energi Nusantara sedang melakukan pengujian efisiensi pembakaran tabung LPG untuk keperluan rumah tangga. Gas LPG yang diuji merupakan campuran dari 70% propana (C_3H_8) dan 30% butana (C_4H_{10}) berdasarkan massa. Jika entalpi pembakaran standar (ΔH°_c) propana adalah -2.220 kJ/mol dan butana adalah -2.877 kJ/mol, Analisislah besar energi total dari campuran kedua zat tersebut!	propana (C_3H_8) Reaksi pembakaran: $C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$ Diketahui: $\Delta H^\circ_c (C_3H_8) = -2.220 \text{ kJ/mol}$ $\Delta H^\circ_c (C_4H_{10}) = -2.877 \text{ kJ/mol}$ Misalkan kita memiliki 1 kg (C_3H_8): $Mr C_3H_8 = (12 \times 3) + (8 \times 1) = 36 + 8 = 44 \text{ g/mol}$ Jumlah mol dalam 1 kg $C_3H_8 = \frac{1000 \text{ g}}{44 \text{ g/mol}} = 22,73 \text{ mol}$ Energi yang dihasilkan =	
--	--	---	--	--	---	--

						$\text{mol} \times \Delta H^\circ_c$ $= 22,73 \times (-2.220)$ $= - 50.461 \text{ kJ}$ $= - 50,46 \text{ mJ}$ • Perhitungan untuk butana (C_4H_{10}) Reaksi pembakaran: $\text{C}_4\text{H}_{10(g)} + \frac{13}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow 4\text{CO}_{2(g)} + 5\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ Misalkan kita memiliki 1 kg (C_4H_{10}) $Mr (\text{C}_4\text{H}_{10}) = (12 \times 4) + (10 \times 1)$ $= 48 + 10$ $= 58 \text{ g/mol}$ Jumlah mol dalam 1 kg $\text{C}_4\text{H}_{10} = \frac{1000 \text{ g}}{58 \text{ g/mol}}$	
--	--	--	--	--	--	---	--

						= 17,24 mol Energi yang dihasilkan = mol x ΔH°_c = 17,28 x (-2.877) = - 49.599 k = - 49,60 mJ • Perhitungan campuran gas LPG Jika LPG terdiri dari 70% propana dan 30% butana (berdasarkan massa), maka untuk 1 kg LPG: - massa C_3H_8 = 0,7 kg - massa C_4H_{10} = 0,3 kg • energi total keduanya energi dari	
--	--	--	--	--	--	---	--

							$C_3H_8 = m \times$ energi yg dihasilkan= $0,7 \times (- 50,46)$ $= - 35,32 \text{ mJ}$ Energi dari $C_4H_{10} = m \times$ energi yg dihasilkan = $0,3 \times (- 49,60)$ $= - 14,88 \text{ mJ}$ Total energi = $- 35,22 \text{ mJ} +$ $(- 14,88 \text{ mJ})$ $= - 50,20 \text{ mJ}$	
							Siswa menjawab benar	5
							Siswa menjawab kurang benar	4
							Siswa menjawab sebagian kecil benar	3
							Siswa menjawab	2

							salah	
							Siswa tidak menjawab	0
Menganalisis perbedaan sistem dan lingkungan dalam reaksi termokimia pada peralatan yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari.	Konteks sains	Mengidentifikasi dan mengaplikasikan konsep sains dalam situasi nyata sehari-hari	6	Diberikan ilustrasi penggunaan kompor gas LPG dan kompor induksi dalam kehidupan sehari-hari, siswa dapat menganalisis perbedaan sistem dan lingkungan dari kedua peralatan tersebut berdasarkan konsep termodinamika dengan tepat.	Dalam aktivitas memasak sehari-hari, kita sering menggunakan berbagai bahan bakar seperti gas LPG, kayu bakar, atau kompor listrik. Saat ini, pemerintah mendorong penggunaan kompor induksi sebagai alternatif kompor gas LPG untuk mengurangi ketergantungan pada impor gas.  Ilustrasi kompor induksi sumber: https://linkwalking.blogspot.com/2022/09/kelebihan-dan-kekurangan-kompor-gas-vs.html Perhatikan data berikut:	C4	Kompor gas LPG: • Sistem: Gas LPG dan oksigen yang mengalami pembakaran • Lingkungan: Panci, bahan makanan, udara sekitar, dan komponen kompor lainnya • Jenis sistem: Sistem terbuka (terjadi perpindahan	

				• Kompor gas LPG mengkonversi energi kimia menjadi energi panas dengan efisiensi sekitar 40% • Kompor induksi mengkonversi energi listrik menjadi energi panas dengan efisiensi sekitar 85% Analisislah perbedaan sistem, lingkungan, dan jenis sistem pada kedua jenis kompor tersebut dari perspektif termodinamika!		n materi dan energi) Kompor induksi: • Sistem: Kumparan induksi dan panci besi (bahan feromagnetik) • Lingkungan: Bahan makanan, udara sekitar, dan komponen kompor lainnya • Jenis sistem: Sistem tertutup (hanya terjadi perpindahan	
--	--	--	--	--	--	---	--

							n energi, tidak ada perpindaha n materi)	
							Siswa menjawab benar	5
							Siswa menjawab kurang benar	4
							Siswa menjawab sebagian kecil benar	3
							Siswa menjawab salah	1
							Siswa tidak menjawab	2

Mengevaluasi konsep reaksi eksoterm dan endoterm dalam aplikasi kehidupan sehari-hari.	Konteks sains	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	7	Siswa dapat mengevaluasi mekanisme perpindahan energi dalam reaksi eksoterm dan endoterm berdasarkan data perubahan entalpi (ΔH)	 Ilustrasi kompres panas instan Sumber: https://hellosehat.com/kebugaran/cedera-olahraga/kompres-hangat-dan-dingin-saat-cedera/ Sebuah perusahaan manufaktur kompres instan sedang mengembangkan dua jenis produk baru: 1. Kompres panas instan untuk meredakan nyeri otot 2. Kompres dingin instan untuk mengatasi cedera olahraga Kedua produk tersebut memanfaatkan reaksi kimia yang berbeda Kompres Panas Instan:	C5 Evaluasi Reaksi Kimia dari Segi Konsep Reaksi Eksoterm dan Endoterm Kompres Panas (Reaksi Eksoterm): Kompres panas bekerja karena reaksi oksidasi besi yang melepaskan panas. Ketika serbuk besi bereaksi dengan oksigen udara membentuk karat (Fe_2O_3), terbentuk ikatan kimia	
--	---------------	------------------------------------	---	--	--	--	--

				• Mengandung bubuk besi (Fe), karbon aktif, garam (NaCl), dan vermikulit (material penyimpanan panas) • Ketika kemasan dibuka dan terpapar udara, terjadi reaksi: $4\text{Fe}_{(s)} + 3\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)} \Delta H = -1648 \text{ kJ/mol}$ Kompres Dingin Instan: • Mengandung NH_4NO_3 dalam kantong terpisah dan air dalam kantong lainnya • Ketika kedua bahan dicampur (kantong dipecahkan), terjadi reaksi: $\text{NH}_4\text{NO}_3(s) + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{NO}_3^-_{(aq)} \Delta H = +28 \text{ kJ/mol}$ Jika Anda sebagai konsultan kimia di perusahaan tersebut dan Anda diminta untuk mengevaluasi kedua reaksi kimia tersebut dari segi konsep reaksi eksoterm dan endoterm dengan menjelaskan mengapa kompres panas menghasilkan panas dan kompres dingin menghasilkan dingin	baru yang lebih stabil. Proses pembentukan ikatan yang lebih stabil ini melepaskan energi berupa panas sebesar - 1648 kJ/mol, sehingga kompres menjadi hangat dan dapat menghangatkan tubuh. Kompres Dingin (Reaksi Endoterm): Kompres dingin bekerja karena reaksi	
--	--	--	--	--	--	--

					berdasarkan perpindahan energi yang terjadi		pelarutan amonium nitrat (NH_4NO_3) yang menyerap panas. Ketika kristal NH_4NO_3 dilarutkan dalam air, ikatan antar ion dalam kristal harus diputus terlebih dahulu, dan proses ini membutuhkan energi. Kekurangan energi ini diambil dari lingkungan berupa panas, sehingga kompres menjadi	
--	--	--	--	--	---	--	---	--

							dingin.	
							Siswa menjawab benar	5
							Siswa menjawab kurang benar	4
							Siswa menjawab sebagian kecil benar	3
							Siswa menjawab salah	2
							Siswa tidak menjawab	0
Menganalisis klaim produk pangan berdasarkan konsep termokimia	Konteks sains	Menganalisis dan menafsirkan informasi ilmiah untuk membuat keputusan yang berkaitan dengan	8	Siswa dapat menganalisis besar energi klaim produk pangan (energi instan) berdasarkan bukti	 Ilustrasi gambar sereal Sumber: https://resepmakanan-	C5	1. Perhitungan Nilai Kalori untuk Kedua Jenis Sereal Sereal A Q yang diserap air $= m \times c \times \Delta T$ $= 2000 \text{ g} \times$	

		kehidupan sehari-hari.		ilmiah	id.com/cara-membuat-sereal-gandum/ Di tengah tren kesehatan dan kebugaran, banyak orang kini mulai memperhatikan nilai kalori dari makanan yang mereka konsumsi. Sebuah laboratorium pengujian makanan menggunakan kalorimeter bom untuk menentukan nilai kalori dalam berbagai jenis makanan. Dalam pengujian terbaru, laboratorium tersebut membandingkan dua jenis sereal sarapan: Sereal A (Berdasarkan Gandum Utuh): • Sebanyak 2,0 gram sereal dibakar dalam kalorimeter bom • Kalorimeter berisi 2000 mL air • Suhu awal air = 25,0°C • Suhu akhir air setelah pembakaran = 26,4°C • Kapasitas kalor kalorimeter = 950 J/°C Sereal B (Berdasarkan Gandum	$4,18 \times (26,4^{\circ}\text{C} - 25,0^{\circ}\text{C})$ $= 2000 \text{ g} \times 4,18 \times 1,4$ $= 11.704 \text{ J}$ • $Q_{\text{yang diserap}}$ kalorimeter $= \text{Kapasitas kalor} \times \Delta T = 950 \times 1,4 = 1.330 \text{ J}$ • $Q_{\text{total}} = 11.704 \text{ J} + 1.330 \text{ J} = 13.034 \text{ J}$ Konversi ke kkal: $= 13.034 \text{ J} / 4,184 \text{ J/kal} = 3.115,9 \text{ kal} = 3,1159 \text{ kkal}$ Nilai kalori per gram: $3,1159 \text{ kkal} / 2,0 \text{ g} = 1,558 \text{ kkal/g} \approx 1,56 \text{ kkal/g}$	
--	--	------------------------	--	--------	---	---	--

				Olahan dengan Tambahan Gula): • Sebanyak 2,0 gram sereal dibakar dalam kalorimeter bom • Kalorimeter berisi 2000 mL air • Suhu awal air = 25,0°C • Suhu akhir air setelah pembakaran = 27,2°C • Kapasitas kalor kalorimeter = 950 J/°C Dari data tersebut dan pengetahuan Anda tentang kalorimetri analisislah nilai kalori (dalam kkal/gram) untuk kedua jenis sereal tersebut. Jelaskan langkah-langkah perhitungan Anda	Sereal B: Kalor yang diserap oleh air dan kalorimeter: • $Q_{\text{yang diserap air}}$ $= m \times c \times \Delta T$ $= 2000 \text{ g} \times 4,18 \times (27,2^\circ\text{C} - 25,0^\circ\text{C})$ $= 2000 \text{ g} \times 4,18 \times 2,2$ $= 18.392 \text{ J}$ • $Q_{\text{yang diserap kalorimeter}}$ $= \text{Kapasitas kalor} \times \Delta T = 950 \times 2,2$ $= 2.090 \text{ J}$ • Q_{total} $= 18.392 \text{ J} + 2.090 \text{ J}$ $= 20.482 \text{ J}$ Konversi ke kkal: $= 20.482 \text{ J/}$	
--	--	--	--	---	--	--

							$4,184 \text{ J/kal}$ $= 4.894,8 \text{ kal}$ $= 4,8948 \text{ kkal}$ Nilai kalori per gram: $= 4,8948$ $\text{kkal}/2,0 \text{ g}$ $= 2,447$ $\text{kkal/g} \approx 2,45$ kkal/g	
							Siswa menjawab benar	5
							Siswa menjawab kurang benar	4
							Siswa menjawab sebagian kecil benar	3
							Siswa menjawab salah	2
							Siswa tidak menjawab	0
menganalisis data	Proses sains	Menginterpretasi data	9	Diberikan data hasil	Pada praktikum kimia di kelas XI IPA SMA Setia Budi telah	C4	Diketahui: $V_{\text{total}} = 100$	

eksperimen t untuk menentukan sifat termodinamika reaksi kimia		dan bukti ilmiah		eksperimen kalorimetri, siswa dapat menganalisis reaksi sebagai eksoterm atau endoterm	dilakukan percobaan menggunakan kalorimeter, dimasukkan 50 ml larutan KOH 1M dan direaksikan dengan 50 mL larutan HCl 1M. Dari percobaan tersebut ketika suhu diukur, didapatkan perubahan kenaikan suhu yaitu suhu awal larutan naik dari 28°C menjadi 37,5°C. Jika kalor jenis larutan 4,5 J g ⁻¹ K ⁻¹ dan massa jenis larutan 1 g mL ⁻¹ . Prediksilah reaksi yang terjadi dalam percobaan ini kemudian analisis apakah reaksi yang terjadi eksoterm atau endoterm dan sertakan alasannya!	mL, ketika massa jenis/massa jenis air = 1g/mL, maka massa larutan menjadi 100 gram $m = 100$ gram $C = 4,5 \text{ J g}^{-1}\text{K}^{-1}$ $\Delta T = 37,5^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C} = 6,5^{\circ}\text{C}$ Tahap pertama: $\text{KOH}_{(\text{aq})} + \text{HCl}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{KCl}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$ Tahap kedua: $Q = m \times c \times \Delta T$ $= 100 \times 4,5 \times 6,5$ $= 2925 \text{ J}$ $= 2,925 \text{ kJ}$	
---	--	------------------	--	--	---	--	--

						Dapat diketahui bahwa entalpi reaksi: $\Delta H = - q / \text{mol}$ $\Delta H = - 2,925 \text{ kJ} / 0,5 \text{ mol}$ $\Delta H = - 5,85 \text{ kJ} / \text{mol}$ Karena entalpi bernilai negatif dapat diartikan bahwa reaksi tersebut adalah reaksi eksoterm. Dikatakan reaksi eksoterm karena reaktan memiliki entalpi yang lebih tinggi	
--	--	--	--	--	--	---	--

							daripada entalpi produk	
							Siswa menjawab benar	5
							Siswa menjawab kurang benar	4
							Siswa menjawab sebagian kecil benar	3
							Siswa menjawab salah	2
							Siswa tidak menjawab	0

Mengevaluasi efisiensi energi dari dua proses pemanasan berdasarkan data yang diberikan	Pengetahuan sains	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	10	Disajikan data, siswa dapat mengevaluasi efisiensi energi dari dua proses pemanasan berdasarkan data yang diberikan  Ilustrasi pemanasan air menggunakan kompor Sumber: kosa kata memasak Rendi dan Sinta sedang mempelajari konsep termokimia untuk proyek sains mereka. Mereka melakukan percobaan sederhana di dapur dengan membandingkan dua proses pemanasan air: Proses 1: Memanaskan 500 mL air dari suhu 30°C hingga 80°C menggunakan kompor gas. Proses 2: Memanaskan 500 mL air dari suhu 30°C hingga 80°C	C5	Berdasarkan data efisiensi yang telah diberikan, proses 2 (<i>microwave</i>) lebih efisien dari segi penggunaan energi. Alasannya: Dengan efisiensi sekitar 96% (nilai 109,38% tidak mungkin karena melanggar hukum kekekalan energi). Microwave bekerja dengan gelombang elektromagnetik
---	-------------------	------------------------------------	----	--	----	--

				menggunakan <i>microwave</i>. Mereka mencatat bahwa pada proses 1, kompor gas membakar metana (CH_4) dengan reaksi: $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H = -890 \text{ kJ/mol}$ dan membutuhkan energi sebesar 105 kJ dengan energi yang dihasilkan oleh pembakaran CH_4 sebesar 278,125 kJ. Sedangkan proses 2 membutuhkan energi sekitar 96 kJ. Efisiensi energi dari kedua proses, untuk proses pertama efisiensi yang dihasilkan adalah 37,75% dan proses kedua dihasilkan efisiensi 109,38%. Berdasarkan hasil evaluasi Anda, proses manakah yang lebih efisien dari segi penggunaan energi? Simpulkan alasan Anda dengan mempertimbangkan prinsip konservasi energi dan entalpi	tik yang langsung memanaskan molekul air, sehingga hampir seluruh energi listrik (96 kJ) diserap air dengan minimal kehilangan energi. Sebaliknya, kompor gas hanya memiliki efisiensi 37,75% karena dari 278,125 kJ energi pembakaran metana, hanya 105 kJ yang sampai ke air. Banyak	
--	--	--	--	---	---	--

							energi terbuang ke lingkungan melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Berdasarkan prinsip konservasi energi dan transfer panas, microwave lebih efisien karena mekanisme pemanasan yang lebih langsung dibandingkan kompor gas.	
							Siswa menjawab benar	5
							Siswa menjawab kurang	4

							benar	
							Siswa menjawab sebagian kecil benar	3
							Siswa menjawab salah	2
							Siswa tidak menjawab	0
Menganalisis prinsip Hukum Hess dalam sistem termokimia pada konteks kehidupan sehari-hari	Konteks sains	Mengaplikasikan pengetahuan ilmiah pada situasi yang diberikan (prinsip Hukum Hess pada proses pengeringan kopi)	11	Siswa dapat menganalisis efisiensi energi dan dampak lingkungan dari metode pengeringan yang berbeda menggunakan prinsip Hukum Hess.	Pak Budi adalah seorang petani kopi yang ingin mengoptimalkan proses pengeringan biji kopi. Ia memiliki dua pilihan metode untuk mengeringkan biji kopi dari kebunnya: Metode 1: Penjemuran langsung di bawah sinar matahari selama 7 hari hingga kadar air biji kopi mencapai 12%. Metode 2: Menggunakan mesin pengering dengan bahan bakar kayu, dimana: • Pembakaran kayu: $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5(\text{s}) + 6\text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow 6\text{CO}_{2(\text{g})} + 5\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$ $\Delta H = -2800 \text{ kJ/mol}$	C4	Menurut Hukum Hess, perubahan entalpi total hanya bergantung pada keadaan awal dan akhir sistem, tidak pada jalur reaksi yang ditempuh. Dalam konteks pengeringan biji kopi: Analisis	

				• Penguapan air dari biji kopi: $\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(g)} \quad \Delta H = +44 \text{ kJ/mol}$ • Perubahan struktur komponen dalam biji kopi selama pengeringan cepat: $\Delta H = +120 \text{ kJ/kg}$ biji kopi Berdasarkan data tersebut dan asumsi bahwa 1 kg biji kopi basah mengandung 0,35 kg air yang harus diuapkan. Analisislah kedua metode tersebut berdasarkan prinsip Hukum Hess dan jalur reaksi termokimia. Kemukakan argumen ilmiah mengenai efisiensi energi kedua metode tersebut!		berdasarkan Hukum Hess: • Keadaan awal: Biji kopi basah (kadar air tinggi) • Keadaan akhir: Biji kopi kering (kadar air 12%) • Perubahan entalpi keseluruhan sama untuk kedua metode (energi yang dibutuhkan untuk menguapkan air dan mengubah struktur biji kopi)	
--	--	--	--	--	--	--	--

							Perbedaannya terletak pada sumber energi dan jalur reaksi yang ditempuh: • Metode 1 menggunakan jalur langsung (energi matahari → penguapan air) • Metode 2 menggunakan jalur tidak langsung (selulosa → energi panas → penguapan air) Dari sudut	
--	--	--	--	--	--	--	--	--

							pandang efisiensi energi: • Metode 1 lebih efisien karena menggunakan energi matahari secara gratis dan langsung • Metode 2 kurang efisien karena ada konversi energi dari pembakaran kayu ke panas, dimana sebagian energi hilang ke lingkungan	
							Siswa	5

							menjawab benar	
							Siswa menjawab kurang benar	4
							Siswa menjawab sebagian kecil benar	3
							Siswa menjawab salah	2
							Siswa tidak menjawab	0
Menganalisis perubahan entalpi (ΔH) untuk reaksi pembakaran menggunakan data yang diberikan	Konteks sains	Menganalisis data dan melakukan perhitungan berdasarkan prinsip-prinsip kimia	12	Siswa dapat menganalisis konsep perubahan entalpi dalam reaksi kimia, khususnya dalam konteks pembakaran bahan	Baru-baru ini, pemerintah mendorong pengembangan bahan bakar alternatif untuk menggantikan bahan bakar fosil. Tiga senyawa berikut diusulkan sebagai kandidat bahan bakar alternatif: hidrogen (H_2), metanol (CH_3OH), dan etanol (C_2H_5OH) Berikut adalah data termodinamika senyawa tersebut:	C4	Untuk menghitung ΔH reaksi pembakaran, kita menggunakan rumus: $\Delta H^\circ_{\text{reaksi}} = \Sigma(\Delta H^\circ_f \text{ produk}) - \Sigma(\Delta H^\circ_f \text{ reaktan})$	

				bakar alternatif dan mampu menghitung besarnya entalpi	<table><tr><th>Senyawa</th><th>ΔH°_f (kJ/mol)</th><th>Massa Molar (g/mol)</th><th>Densitas (g/cm³)</th></tr><tr><td>H_{2(g)}</td><td>0</td><td>2,02</td><td>0,00009 (gas)</td></tr><tr><td>CH_{3OH(l)}</td><td>-239</td><td>32,04</td><td>0,79</td></tr><tr><td>C₂H_{5OH(l)}</td><td>-278</td><td>46,07</td><td>0,79</td></tr></table> Data tambahan: ΔH°_f CO_{2(g)} = -393,5 kJ/mol ΔH°_f H₂O_(l) = -285,8 kJ/mol ΔH°_f H₂O_(g) = -241,8 kJ/mol ΔH°_f O_{2(g)} = 0 kJ/mol Persamaan reaksi pembakaran: 1. H_{2(g)} + ½O_{2(g)} → H₂O_(l) 2. CH_{3OH(l)} + 1½O_{2(g)} → CO_{2(g)} + 2H₂O_(l) 3. C₂H_{5OH(l)} + 3O_{2(g)} → 2CO_{2(g)} + 3H₂O_(l) Sebagai seorang ilmuwan kimia	Senyawa	ΔH°_f (kJ/mol)	Massa Molar (g/mol)	Densitas (g/cm ³)	H _{2(g)}	0	2,02	0,00009 (gas)	CH _{3OH(l)}	-239	32,04	0,79	C ₂ H _{5OH(l)}	-278	46,07	0,79	a. Pembakaran H_{2(g)} H_{2(g)} + ½O_{2(g)} → H₂O_(l) $\Delta H^\circ_{\text{reaksi}} = [1 \times \Delta H^\circ_f \text{H}_2\text{O}_{(l)}] - [1 \times \Delta H^\circ_f \text{H}_{2(g)} + \frac{1}{2} \times \Delta H^\circ_f \text{O}_{2(g)}]$ $\Delta H^\circ_{\text{reaksi}} = [1 \times (-285,8)] - [1 \times (0) + \frac{1}{2} \times (0)]$ $\Delta H^\circ_{\text{reaksi}} = -285,8 \text{ kJ/mol}$ b. Pembakaran CH_{3OH(l)} CH_{3OH(l)} + 1½O_{2(g)} → CO_{2(g)} + 2H₂O_(l) $\Delta H^\circ_{\text{reaksi}} = [1 \times \Delta H^\circ_f \text{CO}_{2(g)} + 2 \times \Delta H^\circ_f \text{H}_2\text{O}_{(l)}] - [1 \times \Delta H^\circ_f$	
Senyawa	ΔH°_f (kJ/mol)	Massa Molar (g/mol)	Densitas (g/cm ³)																				
H _{2(g)}	0	2,02	0,00009 (gas)																				
CH _{3OH(l)}	-239	32,04	0,79																				
C ₂ H _{5OH(l)}	-278	46,07	0,79																				

					yang ditugaskan untuk mengevaluasi bahan bakar alternatif ini, Analisislah perubahan entalpi (ΔH) untuk reaksi pembakaran masing-masing bahan bakar per mol!	$\text{CH}_3\text{OH}_{(l)} + 1\frac{1}{2} \times \Delta H^\circ_f \text{O}_{2(g)}$ $\Delta H^\circ_{\text{reaksi}} = [1 \times (-393,5) + 2 \times (-285,8)] - [1 \times (-239) + 1\frac{1}{2} \times (0)]$ $\Delta H^\circ_{\text{reaksi}} = [(-393,5) + (-571,6)] - (-239)$ $\Delta H^\circ_{\text{reaksi}} = -965,1 - (-239) = -726,1 \text{ kJ/mol}$ c. Pembakaran $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)}$ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)} + 3\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{CO}_{2(g)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ $\Delta H^\circ_{\text{reaksi}} = [2 \times \Delta H^\circ_f \text{CO}_{2(g)} + 3 \times$	
--	--	--	--	--	--	--	--

						$\Delta H^{\circ}f H_2O(l)] - [1 \times \Delta H^{\circ}f C_2H_5OH(l) + 3 \times \Delta H^{\circ}f O_2(g)]$ $\Delta H^{\circ}reaksi = [2 \times (-393,5) + 3 \times (-285,8)] - [1 \times (-278) + 3 \times (0)]$ $\Delta H^{\circ}reaksi = [(-787) + (-857,4)] - (-278)$ $\Delta H^{\circ}reaksi = -1644,4 - (-278) = -1366,4 \text{ kJ/mol}$	
						Siswa menjawab benar	5
						Siswa menjawab kurang benar	4
						Siswa menjawab	3

							sebagian kecil benar	
							Siswa menjawab salah	2
							Siswa tidak menjawab	0
Menganalisis reaksi kimia yang paling menguntungkan sebagai sumber energi berdasarkan nilai perubahan entalpi	Konteks sains	Memahami relevansi sains dalam konteks sosial, ekonomi, dan lingkungan	13	Siswa mampu menganalisis reaksi kimia yang paling menguntungkan sebagai sumber energi berdasarkan data perubahan entalpi.	Perhatikan diagram perubahan entalpi berikut: $\begin{array}{ccc} \Delta H_1 & & \\ A & \text{-----} & B \\ & & \\ \Delta H_3 & & \Delta H_2 \\ & & \\ v & & v \\ C & \text{-----} & D \\ \Delta H_4 & & \end{array}$ Beberapa reaksi kimia beserta perubahan entalpinya adalah sebagai berikut: 1. $A \rightarrow B$: $\Delta H_1 = -120 \text{ kJ/mol}$ 2. $B \rightarrow D$: $\Delta H_2 = -80 \text{ kJ/mol}$ 3. $A \rightarrow C$: $\Delta H_3 = -40 \text{ kJ/mol}$ 4. $C \rightarrow D$: $\Delta H_4 = -160 \text{ kJ/mol}$ Berdasarkan data di atas, analisislah reaksi manakah yang	C5	Dari data yang diberikan, reaksi dengan ΔH paling negatif adalah reaksi $C \rightarrow D$ dengan $\Delta H_4 = -160 \text{ kJ/mol}$. Ini berarti reaksi tersebut melepaskan energi paling banyak per mol reaktan, sehingga paling menguntungkan sebagai sumber	

					memiliki nilai perubahan entalpi paling menguntungkan jika digunakan sebagai sumber energi? Berikan alasan Anda dari segi termodinamika!		energi dari perspektif termodinamika.	
							Siswa menjawab benar	5
							Siswa menjawab kurang benar	4
							Siswa menjawab	3

							sebagian kecil benar	
							Siswa menjawab salah	2
							Siswa tidak menjawab	0
Mengevaluasi efisiensi energi dari dua proses berbeda dalam produksi amonia	Proses ilmiah	Menerapkan metode ilmiah untuk menganalisis data dan menarik kesimpulan	14	Siswa dapat mengevaluasi efisiensi energi dari kedua proses berdasarkan hasil perhitungan ΔH	Sebuah industri kimia mengembangkan dua proses berbeda untuk memproduksi amonia (NH_3) dari nitrogen dan hidrogen. Proses A menggunakan katalis besi pada suhu dan tekanan tertentu, sedangkan Proses B menggunakan katalis lain dengan kondisi operasi yang berbeda. Diketahui data entalpi reaksi pada kedua proses tersebut: Proses A: Langkah 1: $\text{N}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{N}(\text{g})$, $\Delta H = +945 \text{ kJ}$ Langkah 2: $3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 6\text{H}(\text{g})$, $\Delta H = +1254 \text{ kJ}$ Langkah 3: $2\text{N}(\text{g}) + 6\text{H}(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$, $\Delta H = -2150 \text{ kJ}$	C4	Proses A dan B memiliki ΔH total yang sama: ΔH total = $+49 \text{ kJ}$ (untuk 2 mol NH_3) ΔH per mol $\text{NH}_3 = +24,5 \text{ kJ/mol}$ Proses A: $\Delta H_1 (+945 \text{ kJ}) + \Delta H_2 (+1254 \text{ kJ}) + \Delta H_3 (-2150 \text{ kJ}) = +49 \text{ kJ}$ Proses B: $\Delta H_1 (+230 \text{ kJ})$	

				Proses B: Langkah 1: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{H}_6(\text{g})$, $\Delta H = +230 \text{ kJ}$ Langkah 2: $\text{N}_2\text{H}_6(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$, $\Delta H = -181 \text{ kJ}$ Evaluasilah kedua proses tersebut dengan menerapkan Hukum Hess untuk menentukan perubahan entalpi total (ΔH) pada masing-masing proses serta proses manakah yang lebih efisien dari segi energi dan berikan alasannya	+ ΔH_2 (-181 kJ) = +49 kJ Efisiensi Energi Proses B lebih efisien secara operasional meskipun kebutuhan energi total sama. Proses B unggul karena hanya membutuhkan 2 tahap (vs 3 tahap), perubahan energi antar tahap lebih kecil dan stabil, serta lebih mudah dikontrol suhu dan tekanannya. Proses A memiliki	
--	--	--	--	---	---	--

							fluktuasi energi ekstrim dengan tahap endotermik sangat besar (+945 dan +1254 kJ) diikuti tahap eksotermik besar (-2150 kJ), yang menyulitkan pengendalian proses industri.	
							Siswa menjawab benar	5
							Siswa menjawab kurang benar	4
							Siswa menjawab sebagian kecil benar	3
							Siswa	2

							menjawab salah	
							Siswa tidak menjawab	0
Mengevaluasi metode eksperimen	Konteks sains	Mengevaluasi dan mengaitkan konsep sains (kalorimetri) dengan situasi kehidupan sehari-hari (minuman panas dan pencampuran dengan susu pada berbagai suhu)	15	Disajikan data, siswa mampu mengevaluasi kelebihan dan kekurangan metode eksperimen kalorimetri serta memberikan usulan perbaikan	Ketika musim dingin tiba, banyak orang menikmati minuman hangat seperti teh, kopi, atau coklat panas. Beberapa orang lebih suka menambahkan susu dingin dari kulkas ke dalam minuman panas mereka, sementara yang lain lebih memilih menggunakan susu yang sudah berada pada suhu ruangan. Dalam sebuah eksperimen sederhana, Andi ingin mengetahui perbedaan suhu akhir antara dua cangkir kopi yang identik: • Cangkir A: 200 mL kopi panas (95°C) + 50 mL susu dingin (5°C) • Cangkir B: 200 mL kopi panas (95°C) + 50 mL susu suhu ruangan (25°C) Diketahui:	C5	Kelebihan: • Metode ini sederhana dan mudah dilakukan dalam kehidupan sehari-hari • Dapat mendemonstrasikan aplikasi langsung prinsip kalorimetri dalam konteks yang familiar bagi siswa • Dapat digunakan untuk memahami	

				- Massa jenis kopi dan susu dapat dianggap sama dengan air (1 g/mL) - Kalor jenis kopi dan susu sama dengan air (4,18 J/g°C) - Tidak ada kalor yang hilang ke lingkungan Evaluasi kelebihan dan kekurangan metode percobaan ini untuk menentukan kalor jenis. Kemukakan minimal dua faktor yang dapat mempengaruhi keakuratan hasil percobaan.		konsep perpindahan kalor dan kesetimbangan termal Kekurangan: • Asumsi tidak adanya kalor yang hilang ke lingkungan tidak realistis. Dalam praktiknya, cangkir akan melepaskan kalor ke udara sekitar dan ke permukaan meja	
--	--	--	--	---	--	---	--

							• Asumsi bahwa kalor jenis kopi dan susu sama dengan air tidak sepenuhnya tepat karena adanya komponen lain dalam kopi dan susu Faktor yang mempengaruhi keakuratan hasil: • Kehilangan kalor ke lingkungan : Selama pencampuran, sebagian kalor akan	
--	--	--	--	--	--	--	---	--

							hilang ke udara sekitar dan wadah • Perbedaan kalor jenis: Kopi dan susu memiliki komposisi yang berbeda dari air murni, sehingga kalor jenisnya tidak tepat sama dengan air • Ketidakakuratan pengukuran suhu: Termometer yang digunakan mungkin	
--	--	--	--	--	--	--	---	--

							tidak dikalibrasi dengan baik atau memiliki respon yang lambat	
							Siswa menjawab benar	5
							Siswa menjawab kurang benar	4
							Siswa menjawab sebagian kecil benar	3
							Siswa menjawab salah	2
							Siswa tidak menjawab	0

Lampiran 17. Instrumen Tes

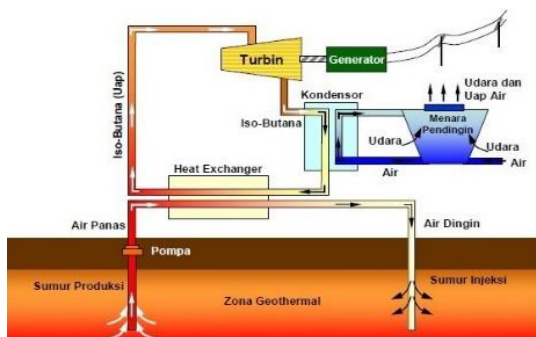
Jawablah Soal di bawah ini dengan baik dan benar!

Nama lengkap :

No Absen :

Kelas :

Kementerian ESDM Indonesia mencatat bahwa kapasitas PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi) telah mencapai 2.378,5 MW atau sekitar 6% dari total kapasitas pembangkit listrik nasional. PLTP memanfaatkan energi panas bumi (*geothermal*) dengan mengebor sumur hingga kedalaman tertentu untuk mengakses reservoir panas bumi yang berisi air dan uap panas



Ilustrasi sederhana sistem PLTP

sumber: <https://www.indonesiare.co.id/id/article/pembangkit-listrik-tenaga-panas-bumi-pltp>

Sistem A: Reservoir panas bumi di bawah permukaan bumi

Sistem B: Pipa pengeboran dan ekstraksi uap panas
Sistem C: Turbin yang digerakkan oleh uap panas untuk menghasilkan listrik

Sistem D: Menara pendingin untuk mengkondensasi uap menjadi air

Sistem E: Pipa reinjeksi untuk mengembalikan air ke reservoir

1. Berdasarkan ilustrasi diatas, sesuai dengan konsep sistem dan lingkungan dalam termokimia, analisis masing-masing sistem (A-E) di atas sebagai sistem terbuka, tertutup, atau terisolasi. Uraikan alasan klasifikasi tersebut dengan mengacu pada perpindahan materi dan energi!



Ilustrasi gelas kopi

sumber: <https://contohmu.github.io/pulp/post/gambar-gelas-kopi-besar/>

Sebuah perusahaan kopi lokal sedang mengembangkan gelas kopi "*smart*" yang dapat menjaga suhu kopi tetap hangat dalam waktu lama. Tim peneliti mereka melakukan eksperimen dengan menggunakan tiga jenis bahan berbeda (A, B, dan C) sebagai dinding gelas. Mereka menuangkan kopi dengan suhu awal 95°C ke dalam tiga gelas prototype (masing-masing berbahan A, B, dan C) yang identik dari segi ukuran dan massa. Setiap gelas berisi 200 gram kopi. Setelah 30 menit, suhu kopi diukur dengan hasil sebagai berikut:

- Gelas A: 72°C
- Gelas B: 68°C
- Gelas C: 76°C

Diketahui kalor jenis kopi adalah $4,18 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$

2. Berdasarkan data tersebut, analisislah jumlah kalor yang dilepaskan oleh kopi pada masing-masing gelas selama 30 menit, berdasarkan hasil analisis tentukan bahan mana yang paling efektif untuk gelas kopi "*smart*" dan jelaskan alasannya secara ilmiah dan jika perusahaan ingin mengurangi penurunan suhu hingga

maksimal 10°C dalam 30 menit, buatlah analisis kalorimetri untuk menentukan berapa banyak energi (dalam Joule) yang perlu dipertahankan dalam sistem tersebut!

3. Pak Ahmad adalah seorang tukang las di sebuah bengkel konstruksi. Dalam pekerjaannya, ia sering menggunakan gas asetilena (C_2H_2) untuk proses pengelasan logam. Gas asetilena ini dihasilkan dari reaksi kalsium karbida (CaC_2) dengan air menurut reaksi: $CaC_2(s) + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2(aq) + C_2H_2(g)$



Ilustrasi gambar asetilena

sumber: <https://www.istockphoto.com/id/foto/asetilena-gm676337572-124103821>

Suatu hari, Pak Ahmad mendapatkan pesanan untuk membuat pagar besi yang membutuhkan banyak proses pengelasan. Ia menyiapkan 160 gram kalsium karbida untuk memproduksi gas asetilena yang dibutuhkan. Berdasarkan pengalamannya, Pak Ahmad tahu bahwa dalam proses produksi tersebut, hanya sekitar 80% dari kalsium karbida yang dapat bereaksi secara efektif. Gas asetilena yang dihasilkan kemudian dibakar untuk proses pengelasan dengan entalpi pembakaran sebesar -320 kkal/mol. **Analisislah berapa banyak kalor yang dihasilkan dari pembakaran seluruh gas asetilena yang terbentuk dari proses**

tersebut! (Diketahui: Ar C = 12, Ca = 40)

Ilustrasi letusan gunung berapi

sumber: <https://www.geografi.org/2017/11/tipe-letusan-gunung-berapi.html>

Bencana alam seperti letusan gunung berapi melepaskan energi yang sangat besar. Salah satu fenomena yang terjadi saat letusan gunung



berapi adalah aliran lahar panas dan lava. Ketika lava bertemu dengan air di sungai atau lautan, terjadi reaksi yang menghasilkan uap air dan material padatan baru dengan komposisi berbeda. Sebuah tim ilmuwan melakukan pengamatan dan percobaan untuk mempelajari fenomena ini. Dalam percobaan laboratorium, tim ilmuwan menyimulasikan reaksi antara lava dan air dengan menggunakan sampel batuan basalt (yang memiliki komposisi mirip dengan lava) dan air pada berbagai kondisi. Mereka mencatat data berikut:

Percobaan 1:

- 100 gram batuan basalt (suhu awal 1200°C) dimasukkan ke dalam 500 mL air (suhu awal 25°C)
- Suhu akhir campuran: 85°C
- Terbentuk 15 gram material baru
- Energi yang dilepaskan: 126 kJ

Percobaan 2:

- 100 gram batuan basalt (suhu awal 1200°C) dimasukkan ke dalam 1000 mL air (suhu awal 25°C)
- Suhu akhir campuran: 65°C

- Terbentuk 18 gram material baru
 - Energi yang dilepaskan: 168 kJ
4. **Dari data tersebut analisis apakah reaksi antara batuan basalt dengan air merupakan reaksi eksoterm atau endoterm. Jelaskan menggunakan konsep perubahan entalpi dan berikan bukti dari data percobaan!**



Ilustrasi pengujian efisiensi gas LPG

sumber: <https://www.ruangenergi.com/pertamina-patra-niaga-uji-tabung-elpiji-bersama-uptd-metrologi-legal-di-purwakarta-dan-subang/>

5. PT Energi Nusantara sedang melakukan pengujian efisiensi pembakaran tabung LPG untuk keperluan rumah tangga. Gas LPG yang diuji merupakan campuran dari 70% propana (C_3H_8) dan 30% butana (C_4H_{10}) berdasarkan massa. Jika entalpi pembakaran standar (ΔH°_c) propana adalah -2.220 kJ/mol dan butana adalah -2.877 kJ/mol , **Analisislah besar energi total dari campuran kedua zat tersebut!**

6. Dalam aktivitas memasak sehari-hari, kita sering menggunakan berbagai bahan bakar seperti gas LPG, kayu bakar, atau kompor listrik. Saat ini, pemerintah mendorong penggunaan kompor induksi sebagai alternatif kompor gas LPG untuk mengurangi ketergantungan pada impor gas.



Ilustrasi kompor induksi

sumber: <https://linkwalking.blogspot.com/2022/09/kelebihan-dan-kekurangan-kompor-gas-vs.html>

Perhatikan data berikut: Kompor gas LPG mengkonversi energi kimia menjadi energi panas dengan efisiensi sekitar 40% dan kompor induksi mengkonversi energi listrik menjadi energi panas dengan efisiensi sekitar 85%.

Analisislah perbedaan sistem, lingkungan, dan jenis sistem pada kedua jenis kompor tersebut dari perspektif termodinamika!



Ilustrasi kompres panas instan

sumber: <https://hellosehat.com/kebugaran/cedera-olahraga/kompres-hangat-dan-dingin-saat->

[cedera/](#)

Sebuah perusahaan manufaktur kompres instan sedang mengembangkan dua jenis produk baru berupa kompres panas instan untuk meredakan nyeri otot dan kompres dingin instan untuk mengatasi cedera olahraga. Kedua produk tersebut memanfaatkan reaksi kimia yang berbeda

Kompres Panas Instan:

- Mengandung bubuk besi (Fe), karbon aktif, garam (NaCl), dan vermikulit (material penyimpan panas)
- Ketika kemasan dibuka dan terpapar udara, terjadi reaksi: $4\text{Fe}_{(s)} + 3\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)} \quad \Delta H = -1648 \text{ kJ/mol}$

Kompres Dingin Instan:

- Mengandung NH_4NO_3 dalam kantong terpisah dan air dalam kantong lainnya
- Ketika kedua bahan dicampur (kantong dipecahkan), terjadi reaksi: $\text{NH}_4\text{NO}_3(s) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{NH}_4^+(aq) + \text{NO}_3^-(aq) \quad \Delta H = +28 \text{ kJ/mol}$

7. **Jika Anda sebagai konsultan kimia di perusahaan tersebut dan Anda diminta untuk mengevaluasi kedua reaksi kimia tersebut dari segi konsep reaksi eksoterm dan endoterm mengapa kompres panas menghasilkan panas dan kompres dingin menghasilkan dingin berdasarkan perpindahan energi yang terjadi!**



Ilustrasi gambar sereal

sumber: <https://resepmakanan-id.com/cara-membuat-sereal-gandum/>

Di tengah tren kesehatan dan kebugaran, banyak orang kini mulai memperhatikan nilai kalori dari makanan yang mereka konsumsi. Sebuah laboratorium pengujian makanan menggunakan kalorimeter bom untuk menentukan nilai kalori dalam berbagai jenis makanan. Dalam pengujian terbaru, laboratorium tersebut membandingkan dua jenis sereal sarapan:

Sereal A (Berbasis Gandum Utuh):

- Sebanyak 2,0 gram sereal dibakar dalam kalorimeter bom
- Kalorimeter berisi 2000 mL air
- Suhu awal air = 25,0°C
- Suhu akhir air setelah pembakaran = 26,4°C
- Kapasitas kalor kalorimeter = 950 J/°C

Sereal B (Berbasis Gandum Olahan dengan Tambahan Gula):

- Sebanyak 2,0 gram sereal dibakar dalam kalorimeter bom
- Kalorimeter berisi 2000 mL air
- Suhu awal air = 25,0°C
- Suhu akhir air setelah pembakaran = 27,2°C
- Kapasitas kalor kalorimeter = 950 J/°C

8. **Dari data tersebut dan pengetahuan Anda tentang kalorimetri, analisislah nilai kalori (dalam kkal/gram) untuk kedua jenis sereal tersebut sertakan langkah-langkah perhitungan Anda!**
9. Pada praktikum kimia di kelas XI IPA SMA Setia Budi telah dilakukan percobaan menggunakan kalorimeter, dimasukkan 50 ml larutan KOH 1M dan direaksikan dengan 50 mL larutan HCl 1M. Dari percobaan tersebut ketika suhu di ukur, didapatkan perubahan kenaikan suhu yaitu suhu awal larutan naik dari 28°C menjadi 37,5°C. Jika kalor jenis larutan 4,5 J g⁻¹K⁻¹ dan massa jenis larutan 1 g mL⁻¹. Prediksilah reaksi yang terjadi dalam percobaan ini kemudian analisis apakah reaksi yang terjadi eksoterm atau endoterm dan sertakan alasannya!



pemanasan air menggunakan kompor

sumber: <https://quizizz.com/admin/quiz/601a5bbe51bba9001b562361/kenali-kosa-kata-memasak>

Rendi dan Sinta sedang mempelajari konsep termokimia untuk proyek sains mereka. Mereka melakukan percobaan sederhana di dapur dengan membandingkan dua proses pemanasan air:

Proses 1: Memanaskan 500 mL air dari suhu 30°C hingga 80°C menggunakan kompor gas.

Proses 2: Memanaskan 500 mL air dari suhu 30°C hingga 80°C menggunakan microwave.

Mereka mencatat bahwa pada proses 1, kompor gas membakar metana (CH_4) dengan reaksi: $\text{CH}_{4(g)} + 2\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ $\Delta H = -890 \text{ kJ/mol}$ dan membutuhkan energi sebesar 105 kJ dengan energi yang dihasilkan oleh pembakaran CH_4 sebesar 278,125 kJ. Sedangkan proses 2 membutuhkan energi sekitar 96 kJ. Efisiensi energi dari kedua proses, untuk proses pertama efisiensi yang dihasilkan adalah 37,75% dan proses kedua dihasilkan efisiensi 109,38%.

10. **Berdasarkan hasil evaluasi Anda, proses manakah yang lebih efisien dari segi penggunaan energi? Simpulkan alasan Anda dengan mempertimbangkan prinsip konservasi energi dan entalpi**
11. Pak Budi adalah seorang petani kopi yang ingin mengoptimalkan proses pengeringan biji kopi. Ia memiliki dua pilihan metode untuk mengeringkan biji kopi dari kebunnya:

Metode 1: Penjemuran langsung di bawah sinar matahari selama 7 hari hingga kadar air biji kopi mencapai 12%.

Metode 2: Menggunakan mesin pengering dengan bahan bakar kayu, dimana:

Pembakaran kayu: $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5(\text{s}) + 6\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 6\text{CO}_2(\text{g}) + 5\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H = -2800$ kJ/mol

Penguapan air dari biji kopi: $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H = +44$ kJ/mol

Perubahan struktur komponen dalam biji kopi selama pengeringan cepat: $\Delta H = +120$ kJ/kg biji kopi Berdasarkan data tersebut dan asumsi bahwa 1 kg biji kopi basah mengandung 0,35 kg air yang harus diuapkan.

Analisislah kedua metode tersebut berdasarkan prinsip Hukum Hess dan jalur reaksi termokimia. Kemukakan argumen ilmiah mengenai efisiensi energi kedua metode tersebut!

12. Baru-baru ini, pemerintah mendorong pengembangan bahan bakar alternatif untuk menggantikan bahan bakar fosil. Tiga senyawa berikut diusulkan sebagai kandidat bahan bakar alternatif: hidrogen (H_2), metanol (CH_3OH), dan etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$). Berikut adalah data termodinamika senyawa tersebut:

Senyawa	ΔH°_f (kJ/mol)	Massa Molar (g/mol)	Densitas (g/cm ³)
$\text{H}_{2(\text{g})}$	0	2,02	0,00009 (gas)
$\text{CH}_3\text{OH}_{(\text{l})}$	-239	32,04	0,79
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{l})}$	-278	46,07	0,79

Data tambahan:

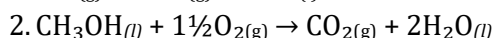
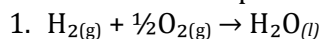
$\Delta H^\circ_f \text{CO}_{2(\text{g})} = -393,5$ kJ/mol

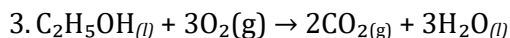
$\Delta H^\circ_f \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} = -285,8$ kJ/mol

$\Delta H^\circ_f \text{H}_2\text{O}_{(\text{g})} = -241,8$ kJ/mol

$\Delta H^\circ_f \text{O}_{2(\text{g})} = 0$ kJ/mol

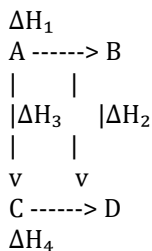
Persamaan reaksi pembakaran:





Sebagai seorang ilmuwan kimia yang ditugaskan untuk mengevaluasi bahan bakar alternatif ini, Analisislah perubahan entalpi (ΔH) untuk reaksi pembakaran masing-masing bahan bakar per mol!

13. Perhatikan diagram perubahan entalpi berikut:



Beberapa reaksi kimia beserta perubahan entalpinya adalah sebagai berikut:

1. $A \rightarrow B$: $\Delta H_1 = -120 \text{ kJ/mol}$
 2. $B \rightarrow D$: $\Delta H_2 = -80 \text{ kJ/mol}$
 3. $A \rightarrow C$: $\Delta H_3 = -40 \text{ kJ/mol}$
 4. $C \rightarrow D$: $\Delta H_4 = -160 \text{ kJ/mol}$
14. Sebuah industri kimia mengembangkan dua proses berbeda untuk memproduksi amonia (NH_3) dari nitrogen dan hidrogen. Proses A menggunakan katalis besi pada suhu dan tekanan tertentu, sedangkan Proses B menggunakan katalis lain dengan kondisi operasi yang berbeda.

Diketahui data entalpi reaksi pada kedua proses tersebut:

Proses A:

Langkah 1: $\text{N}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{N}(\text{g})$, $\Delta H = +945 \text{ kJ}$

Langkah 2: $3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 6\text{H}(\text{g})$, $\Delta H = +1254 \text{ kJ}$

Langkah 3: $2\text{N}(\text{g}) + 6\text{H}(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$, $\Delta H = -2150 \text{ kJ}$

Proses B:

Langkah 1: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{H}_6(\text{g})$, $\Delta H = +230 \text{ kJ}$

Langkah 2: $\text{N}_2\text{H}_6(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$, $\Delta H = -181 \text{ kJ}$

Evaluasilah kedua proses tersebut dengan menerapkan Hukum Hess untuk menentukan perubahan entalpi total (ΔH) pada masing-masing proses serta proses manakah yang lebih efisien dari segi energi dan berikan alasannya!

15. Ketika musim dingin tiba, banyak orang menikmati minuman hangat seperti teh, kopi, atau cokelat panas. Beberapa orang lebih suka menambahkan susu dingin dari kulkas ke dalam minuman panas mereka, sementara yang lain lebih memilih menggunakan susu yang sudah berada pada suhu ruangan. Dalam sebuah eksperimen sederhana, Andi ingin mengetahui perbedaan suhu akhir antara dua cangkir kopi yang identik:

- Cangkir A: 200 mL kopi panas (95°C) + 50 mL susu dingin (5°C)
- Cangkir B: 200 mL kopi panas (95°C) + 50 mL susu suhu ruangan (25°C)

Diketahui:

- Massa jenis kopi dan susu dapat dianggap sama dengan air (1 g/mL)
- Kalor jenis kopi dan susu sama dengan air ($4,18\text{ J/g}^{\circ}\text{C}$)
- Tidak ada kalor yang hilang ke lingkungan

Evaluasi kelebihan dan kekurangan metode percobaan ini untuk menentukan kalor jenis. Kemukakan minimal dua faktor yang dapat mempengaruhi keakuratan hasil percobaan

Lampiran 18. Hasil Perhitungan Excel Instrumen Tes

No.Resp	Item															Jumlah
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	4	3	5	3	4	3	4	3	2	4	3	3	5	2	2	50
2	2	2	4	4	5	4	5	2	0	3	4	3	5	3	4	50
3	3	4	3	2	3	4	3	4	5	5	3	4	3	4	3	53
4	4	5	4	3	5	3	4	5	4	3	5	4	3	3	4	53
5	5	4	0	4	4	5	5	3	3	4	4	5	4	5	4	53
6	3	3	2	3	2	3	3	2	3	2	3	2	2	2	3	38
7	4	3	4	3	4	4	3	4	3	4	3	2	2	4	3	50
8	5	4	5	4	0	4	5	4	2	4	5	4	2	4	0	52
9	3	2	3	2	3	2	3	2	5	2	3	5	3	2	3	43
10	4	0	4	5	4	5	4	3	2	5	4	3	3	5	4	55
11	5	4	3	4	3	4	3	4	2	4	3	3	4	4	3	53
12	2	3	2	3	2	3	2	3	3	3	2	4	4	3	2	41
13	4	5	4	5	4	5	4	5	2	2	4	4	4	5	4	61
14	3	2	3	2	3	2	3	2	2	3	3	3	1	2	3	36
15	5	4	5	4	5	4	0	4	5	3	5	2	4	4	2	56
16	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	5	2	4	3	52
17	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	2	3	4	51
18	2	4	5	4	0	2	5	4	5	4	5	2	3	4	3	52
19	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2	5	3	2	39
20	3	5	4	5	4	5	4	5	2	5	4	4	5	0	4	53
21	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	3	4	4	5	66
22	3	2	3	2	3	2	3	2	2	2	3	3	4	2	3	39
23	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	4	5	2	5	4	64
24	3	4	3	0	3	4	3	4	2	4	3	2	4	4	3	46
25	2	3	2	3	2	3	0	3	4	3	5	2	4	3	2	41
26	3	4	3	4	3	4	3	4	2	4	3	3	3	4	3	50
27	4	3	4	3	4	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	51
28	5	4	5	4	2	4	5	4	0	4	5	1	2	4	0	43
29	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	5	2	2	3	40
30	0	5	4	3	4	2	4	5	4	5	4	4	3	5	4	56
rx _y	0,419	0,59	0,42	0,63	0,49	0,61	0,46	0,8	0,24	0,6	0,56	0,287	0,146	0,51	0,45	
r-tabel	0,361	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,4	0,36	0,36	0,36	0,361	0,361	0,36	0,36	

28	5	4	5	4	2	4	5	4	0	4	5	1	2	4	0	43
29	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	5	2	2	3	40
30	0	5	4	3	4	2	4	5	4	5	4	4	3	5	4	56
rx	0,419	0,586	0,423	0,631	0,491	0,611	0,46	0,75	0,237	0,6	0,56	0,287	0,1463	0,51	0,446	
r-tabel	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,36	0,361	0,36	0,36	0,361	0,361	0,36	0,361	
keterangan	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Unvalid	Valid	Valid	Unvalid	Unvalid	Valid	Valid	
Jumlah Valid	12															
Jumlah tidak Valid	3															
Varian Item	1,421	1,357	1,362	1,264	1,633	0,947	1,633	1,02	1,857	1,02	0,84	1,237	1,2195	1,42	1,275	Valid 12
Jumlah Var Item	15,19															Unvalid 3
Jumlah Var Total	63,83															
k	12															Sedang 14
R11	0,831															Mudah 1
Rata-Rata Skor	3,4	3,433	3,5	3,333	3,233	3,467	3,433	3,5	2,933	3,5	3,7	3,267	3,2333	3,4	3,033	
TK	0,68	0,687	0,7	0,667	0,647	0,693	0,687	0,7	0,587	0,7	0,74	0,653	0,6467	0,68	0,607	Cukup 13
skor maksimum	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	Jelek 2
kriteria	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Mudah	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	
Rata2 kelompok atas	4,38	4,5	3,9	4,3	4,5	4,13	3,88	4,4	3,75	3,75	4,5	3,63	3,625	3,75	3,75	
Rata2 kelompok bawah	2,63	2,5	2,5	2,5	2,9	2,5	2,38	2,4	2,5	2,38	3	3,25	3,125	2,38	2,625	
DB	0,35	0,4	0,3	0,4	0,3	0,33	0,3	0,4	0,25	0,28	0,3	0,08	0,1	0,28	0,225	
kriteria	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Jelek	Jelek	Cukup	Cukup	

Lampiran 19. Hasil Penilaian Ahli Instrumen

Validator 1

LEMBAR ANGKET INSTRUMEN VALIDASI BUTIR SOAL URAIAN/ESSAY

Nama : Nur Aslawiyah, S.Pd., M.Pd

Jabatan :

Instansi : UIN WALISONGO SEMARANG

A. PETUNJUK PENGISIAN

1. Mohon Bapak/Ibu mengisi nama, jabatan dan instansi pada kolom yang telah disediakan.
2. Lembar validasi ini digunakan untuk mengetahui pertimbangan validator terhadap instrumen yang akan digunakan untuk mengumpulkan data penelitian
3. Mohon Bapak/Ibu melakukan penilaian dengan memberi tanda checklist (√) pada kolom yang sudah disediakan
4. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar penilaian yang sudah disediakan
5. Pedoman penilaian instrumen sebagai berikut:

No.	Kriteria	Skor
1	Sangat Baik (SB)	5
2	Baik (B)	4
3	Cukup (C)	3
4	Kurang Baik (KB)	2
5	Tidak Baik (TB)	1

C. LEMBAR PENILAIAN

Butir Soal	Indikator Penilaian	Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Materi				✓	
	Konstruksi Soal					✓
	Kebahasaan Penulisan					✓
	Literasi Sains				✓	
2	Materi					✓
	Konstruksi Soal				✓	
	Kebahasaan Penulisan					✓
	Literasi Sains				✓	
3	Materi					✓
	Konstruksi Soal					✓
	Kebahasaan Penulisan					✓
	Literasi Sains				✓	
4	Materi					✓
	Konstruksi Soal					✓
	Kebahasaan Penulisan					✓
	Literasi Sains				✓	
5	Materi					✓
	Konstruksi Soal					✓
	Kebahasaan Penulisan					✓
	Literasi Sains					✓
6	Materi				✓	
	Konstruksi Soal					✓
	Kebahasaan Penulisan					✓
	Literasi Sains				✓	
7	Materi					✓
	Konstruksi Soal					✓
	Kebahasaan Penulisan					✓
	Literasi Sains				✓	
8	Materi				✓	

	Konstruksi Soal					✓
	Kebahasaan Penulisan					✓
	Literasi Sains				✓	
9	Materi				✓	
	Konstruksi Soal					✓
	Kebahasaan Penulisan					✓
	Literasi Sains				✓	
10	Materi				✓	
	Konstruksi Soal					✓
	Kebahasaan Penulisan					✓
	Literasi Sains				✓	
11	Materi				✓	
	Konstruksi Soal					✓
	Kebahasaan Penulisan					✓
	Literasi Sains				✓	
12	Materi				✓	
	Konstruksi Soal					✓
	Kebahasaan Penulisan					✓
	Literasi Sains				✓	
13	Materi				✓	
	Konstruksi Soal					✓
	Kebahasaan Penulisan					✓
	Literasi Sains				✓	
14	Materi				✓	
	Konstruksi Soal					✓
	Kebahasaan Penulisan					✓
	Literasi Sains				✓	
15	Materi					✓
	Konstruksi Soal					✓
	Kebahasaan Penulisan					✓
	Literasi Sains				✓	

D. KRITIK DAN SARAN

- Perhatikan penggunaan kko y, tingkatan ranah kognitif
- soal berbasis STEM nya komposisinya diperhatikan

Semarang, 15 Januari 2025



(Nur Alawiyah, S.Pd., M. Pd)

Validator 2

LEMBAR ANGKET INSTRUMEN VALIDASI BUTIR SOAL URAIAN/ESSAY

Nama : Lalatul Khoirun Ni'ah
Jabatan : Guru Kimia
Instansi : MA Tahfidh Tasyuqu AlQur'an Kudus

A. PETUNJUK PENGISIAN

1. Mohon Bapak/Ibu mengisi nama, jabatan dan instansi pada kolom yang telah disediakan.
2. Lembar validasi ini digunakan untuk mengetahui pertimbangan validator terhadap instrumen yang akan digunakan untuk mengumpulkan data penelitian
3. Mohon Bapak/Ibu melakukan penilaian dengan memberi tanda checklist (✓) pada kolom yang sudah disediakan
4. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar penilaian yang sudah disediakan
5. Pedoman penilaian instrumen sebagai berikut:

No.	Kriteria	Skor
1	Sangat Baik (SB)	5
2	Baik (B)	4
3	Cukup (C)	3
4	Kurang Baik (KB)	2
5	Tidak Baik (TB)	1

C. LEMBAR PENILAIAN

Butir Soal	Indikator Penilaian	Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Materi					✓
	Konstruksi Soal					✓
	Kebahasaan Penulisan				✓	
	Literasi Sains					✓
2	Materi					✓
	Konstruksi Soal					✓
	Kebahasaan Penulisan					✓
	Literasi Sains					✓
3	Materi					✓
	Konstruksi Soal					✓
	Kebahasaan Penulisan					✓
	Literasi Sains				✓	
4	Materi					✓
	Konstruksi Soal					✓
	Kebahasaan Penulisan					✓
	Literasi Sains					✓
5	Materi					✓
	Konstruksi Soal				✓	
	Kebahasaan Penulisan					✓
	Literasi Sains					✓
6	Materi					✓
	Konstruksi Soal					✓
	Kebahasaan Penulisan					✓
	Literasi Sains					✓
7	Materi					✓
	Konstruksi Soal					✓
	Kebahasaan Penulisan					✓
	Literasi Sains					✓
8	Materi					✓
	Konstruksi Soal					✓
	Kebahasaan Penulisan					✓
	Literasi Sains					✓
9	Materi					✓
	Konstruksi Soal					✓
	Kebahasaan Penulisan					✓
	Literasi Sains					✓

	Konstruksi Soal					✓	
	Kebahasaan Penulisan						✓
	Literasi Sains						✓
							✓
10	Materi						✓
	Konstruksi Soal						✓
	Kebahasaan Penulisan						✓
	Literasi Sains					✓	
							✓
11	Materi						✓
	Konstruksi Soal					✓	
	Kebahasaan Penulisan						✓
	Literasi Sains						✓
12	Materi						✓
	Konstruksi Soal						✓
	Kebahasaan Penulisan					✓	
	Literasi Sains						✓
13	Materi						✓
	Konstruksi Soal						✓
	Kebahasaan Penulisan						✓
	Literasi Sains						✓
14	Materi						✓
	Konstruksi Soal						✓
	Kebahasaan Penulisan					✓	
	Literasi Sains						✓
15	Materi						✓
	Konstruksi Soal					✓	
	Kebahasaan Penulisan						✓
	Literasi Sains						✓

D. KRITIK DAN SARAN

Butir soal yang dibuat sudah sesuai dengan materi, tujuan pembelajaran, dan kisi-kisi. Agar menjadi lebih baik disarankan agar soal dirumuskan dengan kalimat yang lebih terarah, dan menyertakan kata kerja operasional yang sesuai dengan level kognitif yang diukur.

Semarang, 03 Mei 2025



(Lailatul Khoirun N'mah, S. Pd.)

Validator 3

LEMBAR ANGKET INSTRUMEN VALIDASI BUTIR SOAL URAIAN/ESSAY

Nama : Nurlaila, S.Pd
Jabatan :
Instansi : MAN 2 Kota Semarang

A. PETUNJUK PENGISIAN

1. Mohon Bapak/Ibu mengisi nama, jabatan dan instansi pada kolom yang telah disediakan.
2. Lembar validasi ini digunakan untuk mengetahui pertimbangan validator terhadap instrumen yang akan digunakan untuk mengumpulkan data penelitian
3. Mohon Bapak/Ibu melakukan penilaian dengan memberi tanda checklist (√) pada kolom yang sudah disediakan
4. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar penilaian yang sudah disediakan
5. Pedoman penilaian instrumen sebagai berikut:

No.	Kriteria	Skor
1	Sangat Baik (SB)	5
2	Baik (B)	4
3	Cukup (C)	3
4	Kurang Baik (KB)	2
5	Tidak Baik (TB)	1

C. LEMBAR PENILAIAN

Butir Soal	Indikator Penilaian	Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Materi				v	
	Konstruksi Soal					v
	Kebahasaan Penulisan					v
	Literasi Sains				v	
2	Materi				v	
	Konstruksi Soal					v
	Kebahasaan Penulisan					v
	Literasi Sains				v	
3	Materi					v
	Konstruksi Soal					v
	Kebahasaan Penulisan					v
	Literasi Sains				v	
4	Materi					v
	Konstruksi Soal					v
	Kebahasaan Penulisan					v
	Literasi Sains					v
5	Materi					v
	Konstruksi Soal					v
	Kebahasaan Penulisan					v
	Literasi Sains				v	
6	Materi				v	
	Konstruksi Soal					v
	Kebahasaan Penulisan					v
	Literasi Sains				v	
7	Materi				v	
	Konstruksi Soal					v
	Kebahasaan Penulisan					v
	Literasi Sains				v	
8	Materi					v

	Konstruksi Soal					v
	Kebahasaan Penulisan					v
	Literasi Sains				v	
9	Materi				v	
	Konstruksi Soal					v
	Kebahasaan Penulisan					v
	Literasi Sains					v
10	Materi				v	
	Konstruksi Soal					v
	Kebahasaan Penulisan					v
	Literasi Sains				v	
11	Materi					v
	Konstruksi Soal					v
	Kebahasaan Penulisan					v
	Literasi Sains				v	
12	Materi				v	
	Konstruksi Soal					v
	Kebahasaan Penulisan					v
	Literasi Sains					v
13	Materi				v	
	Konstruksi Soal					v
	Kebahasaan Penulisan					v
	Literasi Sains				v	
14	Materi				v	
	Konstruksi Soal					v
	Kebahasaan Penulisan					v
	Literasi Sains				v	
15	Materi					v
	Konstruksi Soal					v
	Kebahasaan Penulisan					v
	Literasi Sains				v	

D. KRITIK DAN SARAN

Instrumen soal sudah bagus namun untuk komposisi soal mengenai STEM mungkin bisa diperhatikan lagi

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

Semarang, 30 April 2025



(Nur Laila, S. Pd S. Pd)

Lampiran 20. Hasil Analisis Instrumen Tes

1. Uji Validitas

No	r_{xy}	r-tabel	Keterangan
1	0,419	0,361	Valid
2	0,586	0,361	Valid
3	0,423	0,361	Valid
4	0,631	0,361	Valid
5	0,491	0,361	Valid
6	0,611	0,361	Valid
7	0,460	0,361	Valid
8	0,750	0,361	Valid
9	0,237	0,361	Unvalid
10	0,601	0,361	Valid
11	0,560	0,361	Valid
12	0,287	0,361	Unvalid
13	0,146	0,361	Unvalid
14	0,512	0,361	Valid
15	0,446	0,361	Valid

2. Uji Reliabilitas

Aspek	Nilai
n	15
$\sum S_i^2$	15,19
S_t^2	63,83
Hasil reliabilitas	0,831
Kriteria	Realibilitas tinggi

3. Uji Daya Beda

No	Daya Beda	Ket
1	0,35	Cukup
2	0,4	Cukup
3	0,3	Cukup
4	0,4	Cukup
5	0,3	Cukup
6	0,33	Cukup
7	0,3	Cukup
8	0,4	Cukup
9	0,25	Cukup
10	0,28	Cukup
11	0,3	Cukup
12	0,08	Jelek
13	0,1	Jelek
14	0,275	Cukup
15	0,225	Cukup

4. Uji Tingkat Kesukaran Soal

No	Tingkat Sukar	Ket
1	0,68	Sedang
2	0,69	Sedang
3	0,70	Sedang
4	0,67	Sedang
5	0,65	Sedang
6	0,69	Sedang
7	0,68	Sedang
8	0,70	Sedang
9	0,58	Sedang
10	0,70	Sedang
11	0,74	Mudah

12	0,65	Sedang
13	0,64	Sedang
14	0,68	Sedang
15	0,60	Sedang

Lampiran 21. Hasil Uji Coba Instrumen Tes

LEMBAR JAWABAN

Nama : Syifa Murtika Dewi
No. Absen : 12
Kelas : 12 K

64

1. Sistem dan lingkungan berdasarkan konsep termodinamika

- * Sistem A = sistem tertutup karena reservoir panas bumi yang memusunkikan berpindahnya energi seperti panas magma di bawahnya.
- * Sistem B = sistem terbuka karena pada sistem ini terjadi perpindahan materi dari reservoir ke permukaan.
- * Sistem C = sistem terbuka karena turbin menerima tekanan tinggi dan mengeluarkan uap yang bertekanan rendah.
- * Sistem D = sistem terbuka karena pertukaran materi berupa sebuah uap yang masuk air yang keluar dari hasil kondensasi.
- * Sistem E = sistem terbuka karena sistem ini menunjukkan perpindahan materi dari reservoir ke permukaan.

2. * Perhitungan jumlah kalor yang dilepaskan

- untuk gelas A $\Rightarrow \Delta T = T_2 - T_1$
 $= 76^\circ\text{C} - 95^\circ\text{C}$
 $= -23^\circ\text{C}$
 $Q = 200 \text{ g} \times 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times (-23^\circ\text{C})$
 $= -19.228 \text{ J}$

- untuk gelas B $\Rightarrow \Delta T = T_2 - T_1$
 $\Delta T = 68^\circ\text{C} - 95^\circ\text{C}$
 $= -27^\circ\text{C}$
 $Q = 200 \text{ g} \times 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times (-27^\circ\text{C})$
 $= -22.572 \text{ J}$

- untuk gelas C $\Rightarrow \Delta T = T_2 - T_1$
 $\Delta T = 76^\circ\text{C} - 95^\circ\text{C}$
 $= -19^\circ\text{C}$
 $Q = 200 \text{ g} \times 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times (-19^\circ\text{C})$
 $= -15.884 \text{ J}$

* Analisis kalorimetri untuk mengukur pemuaian suhu.

Suhu akhir yang diinginkan adalah $95^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C} = 85^\circ\text{C}$, kalor yang harus dilepaskan :

$Q = m \times c \times \Delta T$
 $Q = 200 \times 4,18 \times (-10^\circ\text{C})$
 $= -8.360 \text{ Joule}$

Kalor yang perlu dilepaskan

dalam sistem :	* Pada gelas A	* Pada gelas B	* Pada gelas C
	$19.228 - 8.360$	$22.572 - 8.360$	$15.884 - 8.360$
	$= 10.868$	$= 14.212$	$= 7.524$

13) Dari perspektif termodinamika reaksi yang paling menguntungkan adalah reaksi C karena reaksi tersebut memiliki entalpi negatif yang akan memberikan energi positif banyak untuk reaksi.

4) Reaksi yang terjadi pada percobaan adalah reaksi eksotermik karena pada reaksi ini energi yang dilepaskan dari lingkungan ke sistem dan ΔH bernilai negatif.

15) ~~Reaksi eksotermik adalah reaksi yang melepaskan energi ke lingkungan~~ **Revisi**
~~Reaksi eksotermik adalah reaksi yang melepaskan energi ke lingkungan~~
Revisi
 * Dari metode ini sederhana dan mudah dilakukan dan terdapat selang - selang tanpa memerlukan peralatan khusus

* Analisis tidak adanya kalor yang hilang lingkungan tidak realistis. Adanya perpindahan mengakibatkan melepaskan kalor ke udara dan permukaan -

Faktor yang mempengaruhi kekuatan isolasi

1. Isolasi faktor, semakin pemunculan sebaran kalor akan hilang ke udara sekitar dan wadah.
2. Perbedaan faktor jenis seperti kopi langsung memiliki komposisi yang berbeda dari air murni sehingga kalornya tidak tepat dengan air.

Cara perbaikan metode:

1. menggunakan kalorimeter yang terisolasi untuk meminimalkan kehilangan kalor ke lingkungan.
2. mengukur kalor jenis kopi dan suhu eksperimental melalui dalam sebuah melakukan percobaan.

14) Pembacaan entalpi total ΔH pada masing-masing proses:

* Proses A

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 \Rightarrow \text{untuk menstandarisasi hasilnya menjadi per mol } \text{H}_2\text{O}$$

$$= +545 + 1254 + (-2150)$$

$$= 49$$

$$= 49 / 2 = 24,5$$

* Proses B

$$\Delta H_{\text{total}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 \Rightarrow \text{Karena pada proses B juga ditambahkan 2 mol } \text{H}_2\text{O}, \text{ maka}$$

$$= 230 + (-181)$$

$$= 49$$

$$\Delta H_{\text{total}} / \text{mol } \text{H}_2\text{O} = 49 / 2 = 24,5$$

- Proses manakah yang lebih efisien?

* Proses A memiliki tiga tahap reaksi dengan * Proses B hanya memiliki 2 tahap reaksi dg perbedaan entalpi yang sangat kecil pada masing-masing tahap

+ Hasilnya memilih proses B lebih efisien dari segi operasional:

1. memiliki lebih sedikit tahapan proses, sehingga mengurangi kompleksitas operasional
2. tidak memerlukan energi yg sangat besar untuk pemisahan atom seperti pada proses

10). Proses 2 lebih efisien karena: 1. microwave mentransfer energi langsung ke molekul air melalui radiasi elektromagnetik yg menyebabkan molekul air.
 2. kompor gas mengalami penambahan energi yg signifikan selama proses pemanasan dan transfer panas

11). Analisis berdasarkan Hukum Hess =

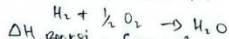
- * keadaan awal biji kopi basah (kalor air tinggi)
- * keadaan akhir biji kopi kering (kalor air 12%)

Dari sudut efisiensi energi =

- * metode 1 lebih efisien karena menggunakan energi matahari secara gratis dan langsung
- * metode 2 kurang efisien karena ada konversi energi dari pembakaran kayu ke panas dimana sebagian energi hilang ke lingkungan.

Calorimeter = $11,254 + 1,330$
 $= 1,730$

2) Pembakaran H_2

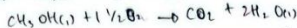


$$\Delta H_{reaksi} = [1 \times \Delta H_f^\circ H_2O] - [1 \times \Delta H_f^\circ H_2 + \frac{1}{2} \times \Delta H_f^\circ O_2]$$

$$\Delta H_{reaksi} = [1 \times (-285,8)] - [1 \times (0) + \frac{1}{2} \times (0)]$$

$$= -285,8$$

B) Pembakaran $CH_3OH(l)$



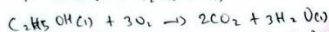
$$\Delta H_{reaksi} = [1 \times \Delta H_f^\circ CO_2 + 2 \times \Delta H_f^\circ H_2O(l)] - [1 \times \Delta H_f^\circ CH_3OH(l) + \frac{3}{2} \times \Delta H_f^\circ O_2]$$

$$\Delta H_{reaksi} = [1 \times (-393,5) + 2 \times (-285,8)] - [1 \times (-239) + \frac{3}{2} \times (0)]$$

$$\Delta H_{reaksi} = -965,1 - (-239)$$

$$= -726,1 \text{ kJ/mol}$$

C) pembakaran $C_2H_5OH(l)$



$$\Delta H_{reaksi} = [2 \times \Delta H_f^\circ CO_2 + 3 \times \Delta H_f^\circ H_2O(l)] - [1 \times \Delta H_f^\circ C_2H_5OH(l) + 3 \times \Delta H_f^\circ O_2]$$

$$\Delta H_{reaksi} = [2 \times (-393,5) + 3 \times (-285,8)] - [1 \times (-278) + 3 \times (0)]$$

$$\Delta H_{reaksi} = [(-787) + (-857,4)] - [-278]$$

$$\Delta H_{reaksi} = -1644,4 - (-278)$$

$$= -1366,4 \text{ kJ/mol}$$

b) * konsep gas LFG :

1. Sistem gas LFG dan oksigen
2. lingkungan reaksi bahan makanan
3. Jenis sistem kultur
4. konsep induksi
5. Sistem kuantitas induksi dan reaksi
6. lingkungan bahan makanan udara sekitar
7. Jenis sistem kultur

5). + Perhitungan untuk propana C_3H_8 Reaksi pembakaran :



$$\Delta H_c(C_3H_8) = -2200$$

$$\Delta H_c(C_4H_{10}) = -2877$$

$$\text{misalnya kita memiliki 1 kg } (C_3H_8) :$$

$$M_r(C_3H_8) = (12 \times 3) + (8 \times 1)$$

$$= 44$$

$$= 44$$

$$\text{Jumlah mol dalam 1 kg } C_3H_8 = \frac{1000}{44} = 22,73$$

$$\text{+ perhitungan untuk butana } (C_4H_{10})$$

reaksi pembakaran :



$$\text{misalkan kita memiliki 1 kg } (C_4H_{10})$$

$$M_r(C_4H_{10}) = (12 \times 4) + (10 \times 1)$$

$$= 58 + 10$$

$$= 68$$

$$\text{Jumlah mol dalam 1 kg } C_4H_{10} = \frac{1000}{68} = 14,71$$

lanjutan no 5:

$$5). \text{ energi yang dihasilkan mol } \times \Delta H_c^\circ$$

$$= 17,28 \times (-2877)$$

$$= -49.599$$

$$= -49.600$$

* energi total keduanya

$$\text{energi dari } C_3H_8 = M \times \text{energi yg dihasilkan} = 0,7 \times (-49.600)$$

$$= -34.720$$

$$\text{energi dari } C_4H_{10} = M \times \text{energi yg dihasilkan} = 0,3 \times (-49.600)$$

$$= -14.880$$

$$\text{Total energi} = -34.720 + (-14.880)$$

$$= -49.600$$

7). Evaluasi reaksi kimia dari segi konsep reaksi eksoterm dan endoterm

* konsep panas (reaksi eksoterm)

reaksi $4Fe(s) + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$ memiliki nilai $\Delta H = -1648$, yang menunjukkan bahwa reaksi ini adalah reaksi eksoterm. Pada tingkat molekuler reaksi oksidasi besi melibatkan pembentukan ikatan kimia baru antara besi dan oksigen yang lebih stabil dan berada pada tingkat energi yang lebih rendah dibandingkan reaktannya.

* konsep dingin (reaksi endoterm)

reaksi $2H_2O(l) + H_2O \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$ memiliki nilai $\Delta H = +28$, yang menunjukkan reaksi endoterm. Tanda + pada ΔH menunjukkan energi diserap dari lingkungan ke sistem. Pada tingkat molekuler proses pemutusan ikatan H_2O lebih sulit daripada pembentukan ikatan yang memerlukan energi.

01 reaktan.

uji gigit

8). * Perhitungan nilai kalori untuk kedua jenis sereal:

Sereal A = Q yang diserap air = $m \times c \times \Delta T$
 $= 2000 \times 4,18$
 $= (20,46 - 25,0^\circ\text{C})$
 $= 2000 \times 4,18 \times 1,9$

$$= 11.704$$

Q yg diserap kalorimeter = Kapasitas Kalor $\times \Delta T$

$$= 570 \times 1,4$$

$$= 1.330$$

$$Q_{\text{total}} = 11.704 + 1.330$$

$$= 13.034$$

konversi ke kkal = $13.034 / 4,184$

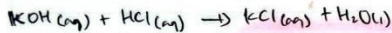
$$= 3.115,5$$

$$= 3.115,5$$

Nilai kalori per gram = $3.115,5 / 2,0$

$$= 1.558 \approx 1,56$$

9). Tahap Pertama



Tahap kedua

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

$$= 100 \times 4,5 \times 6,5$$

$$= 2925$$

$$= 2.925 \text{ kJ}$$

Diklat diketahui bahwa entalpi reaksi :

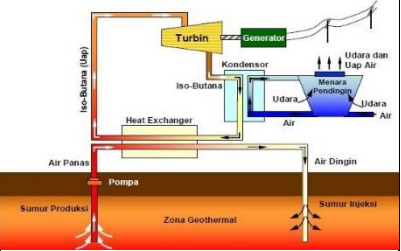
$$\Delta H = -9$$

$$\Delta H = -2.925 / 0,5$$

$$\Delta H = -3,85$$

karena entalpi bernilai
negatif dapat dikatakan
bahwa reaksi tersebut
adalah reaksi
eksoterm

Lampiran 22. Kisi-kisi Instrumen Tes Setelah Pengujian

Tujuan Pembelajaran	Aspek Literasi Sains	Indikator Literasi Sains	No Soal	Indikator Butir Soal	Butir Soal	Jenjang Kognitif	Jawaban	Skor
Menganalisis jenis-jenis sistem termodinamika (sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi) berdasarkan perpindahan materi dan energi	Pengetahuan sains	Memahami fakta, konsep, teori, dan prinsip dasar sains	1	Disajikan ilustrasi, siswa mampu menganalisis sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi	Kementerian ESDM Indonesia mencatat bahwa kapasitas PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi) telah mencapai 2.378,5 MW atau sekitar 6% dari total kapasitas pembangkit listrik nasional. PLTP memanfaatkan energi panas bumi (geothermal) dengan mengebor sumur hingga kedalaman tertentu untuk mengakses reservoir panas bumi yang berisi air dan uap panas  Ilustrasi sederhana sistem PLTP	C4	sistem dan lingkungan berdasarkan konsep termokimia Sistem A: sistem tertutup Alasan: Reservoir panas bumi memungkinkan perpindahan energi (panas) dari magma di bawahnya Sistem B: sistem terbuka Alasan: Pada	

				Sumber: https://www.indonesiare.co.id/id/artic/e/pembangkit-listrik-tenaga-panas-bumi-pltp Sistem A: Reservoir panas bumi di bawah permukaan bumi Sistem B: Pipa pengeboran dan ekstraksi uap panas Sistem C: Turbin yang digerakkan oleh uap panas untuk menghasilkan listrik Sistem D: Menara pendingin untuk mengkondensasi uap menjadi air Sistem E: Pipa reinjeksi untuk mengembalikan air ke reservoir Berdasarkan konsep sistem dan lingkungan dalam termokimia, analisislah masing-masing sistem (A-E) di atas sebagai sistem terbuka, tertutup, atau terisolasi. Uraikan alasan tersebut dengan mengacu pada perpindahan materi dan energi!		sistem ini terjadi perpindahan materi (fluida panas bumi) dari reservoir ke permukaan, serta perpindahan energi (panas) dari fluida ke lingkungan sekitar pipa. Sistem C: sistem terbuka Alasan: Turbin menerima aliran materi berupa uap bertekanan tinggi dan mengeluarkan uap bertekanan	
--	--	--	--	---	--	--	--

						rendah. Sistem D: sistem terbuka Alasan: Terjadi pertukaran materi berupa uap yang masuk dan air yang keluar (hasil kondensasi) Sistem E: sistem terbuka Alasan: Sistem ini memungkinkan perpindahan materi (air) dari permukaan kembali ke reservoir.	
						Siswa menjawab	5

							benar Siswa menjawab kurang benar Siswa menjawab sebagian kecil benar Siswa menjawab salah Siswa tidak menjawab	 4 3 2 0
Menganalisis proses perpindahan kalor berdasarkan prinsip-prinsip termokimia dalam konteks pengembangan produk teknologi	Konteks sains	Menghubungkan konsep sains dengan situasi kehidupan sehari-hari	2	Disajikan ilustrasi, siswa dapat menganalisis besarnya kalor yang dilepaskan hingga ke tahap analisis bagaimana kalorimetri dapat mengurangi	 ilustrasi gelas kopi sumber: https://contohmu.github.io/pulp/post/gambar-gelas-kopi-besar/ Sebuah perusahaan kopi lokal sedang mengembangkan gelas	C4	4. Analisis jumlah kalor yang dilepaskan $Q = m \times c \times \Delta T$ Diketahui: $m = 200 \text{ gram}$ $c = 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ $\Delta T = T_2 - T_1$ Untuk gelas A: $\Delta T = T_2 - T_1$	

				penurunan suhu kopi "smart" yang dapat menjaga suhu kopi tetap hangat dalam waktu lama. Tim peneliti mereka melakukan eksperimen dengan menggunakan tiga jenis bahan berbeda (A, B, dan C) sebagai dinding gelas. Mereka menuangkan kopi dengan suhu awal 95°C ke dalam tiga gelas <i>prototype</i> (masing-masing berbahan A, B, dan C) yang identik dari segi ukuran dan massa. Setiap gelas berisi 200 gram kopi. Setelah 30 menit, suhu kopi diukur dengan hasil sebagai berikut: • Gelas A: 72°C • Gelas B: 68°C • Gelas C: 76°C Diketahui kalor jenis kopi adalah 4,18 J/g°C Berdasarkan data tersebut: 4. Analisislah jumlah kalor yang dilepaskan oleh kopi pada masing-masing gelas selama 30 menit. 5. Berdasarkan hasil analisis, tentukan bahan mana yang	= 72°C - 95°C = -23°C $Q = 200 \text{ g} \times 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times (-23^\circ\text{C}) = -19.228 \text{ J}$ Untuk gelas B: $\Delta T = T_2 - T_1$ $\Delta T = 68^\circ\text{C} - 95^\circ\text{C} = -27^\circ\text{C}$ $Q = 200 \text{ g} \times 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times (-27^\circ\text{C}) = -22.572 \text{ J}$ Untuk gelas C: $\Delta T = T_2 - T_1$ $\Delta T = 76^\circ\text{C} - 95^\circ\text{C} = -19^\circ\text{C}$ $Q = 200 \text{ g} \times 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times (-19^\circ\text{C}) = -15.884 \text{ J}$ Tanda negatif menunjukkan	
--	--	--	--	--	--	--

					paling efektif untuk gelas kopi "<i>smart</i>" dan jelaskan alasannya secara ilmiah. 6. Jika perusahaan ingin mengurangi penurunan suhu hingga maksimal 10°C dalam 30 menit, analisis besar kalorimetri untuk menentukan berapa banyak energi (dalam Joule) yang perlu dipertahankan dalam sistem tersebut.		bahwa kalor dilepaskan dari sistem (kopi) ke lingkungan. 5. Penentuan bahan yang paling efektif Berdasarkan perhitungan di atas, bahan yang paling efektif adalah bahan C karena: • Gelas C melepaskan kalor paling sedikit (-	
--	--	--	--	--	---	--	--	--

							15.884 Joule) • Gelas C memiliki suhu akhir tertinggi (76°C) dibandin gkan gelas lainnya 6. Analisis kalorimetr i untuk menguran gi penurunan suhu Jika perusaha n ingin menguran gi penurunan suhu hingga maksimal	
--	--	--	--	--	--	--	--	--

							10°C dalam 30 menit, maka suhu akhir yang diinginkan adalah 95°C - 10°C = 85°C. Kalor yang boleh dilepaskan: $Q = m \times c \times \Delta T$ $Q = 200 \text{ g} \times 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times (-10^\circ\text{C})$ $= -8.360$ Joule Kalor yang perlu dipertahankan dalam sistem: • Pada Gelas A: 19.228 J $- 8.360 \text{ J} = 10.868 \text{ J}$	
--	--	--	--	--	--	--	--	--

							• Pada Gelas B: $22.572 \text{ J} - 8.360 \text{ J} = 14.212 \text{ J}$ • Pada Gelas C: $15.884 \text{ J} - 8.360 \text{ J} = 7.524 \text{ J}$	
							Siswa menjawab benar	5
							Siswa menjawab kurang benar	4
							Siswa menjawab sebagian kecil benar	3
							Siswa menjawab salah	2
							Siswa tidak menjawab	0
Menganalisis konsep entalpi pembakaran	Pengetahuan sains	Menganalisis konsep entalpi pembakara	3	Siswa mampu menganalisis besarnya	Pak Ahmad adalah seorang tukang las di sebuah bengkel konstruksi. Dalam pekerjaannya, ia sering	C4	Diketahui: $\Delta H^\circ_c \text{ C}_2\text{H}_2 = -320 \text{ kkal/mol}$ massa $\text{CaC}_2 =$	

dalam reaksi termokimia.		n		entalpi	menggunakan gas asetilena (C_2H_2) untuk proses pengelasan logam. Gas asetilena ini dihasilkan dari reaksi kalsium karbida (CaC_2) dengan air menurut reaksi: $CaC_{2(s)} + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_{2(aq)} + C_2H_{2(g)}$  Ilustrasi gambar asetilena sumber: https://www.istockphoto.com/id/foto/asetilena-gm676337572-124103821 Suatu hari, Pak Ahmad mendapatkan pesanan untuk membuat pagar besi yang membutuhkan banyak proses pengelasan. Ia menyiapkan 160 gram kalsium karbida untuk	160 gram massa CaC_2 yang bereaksi = 80% kalor yang dihasilkan? Reaksi pembakaran: $CaC_{2(s)} + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_{2(aq)} + C_2H_{2(g)}$ massa CaC_2 yang bereaksi: $80/100 \times 160 \text{ gram} = 128 \text{ gram}$ $\text{mol } CaC_2 = 128/64 = 2 \text{ mol}$ $\text{mol } C_2H_2 = 1/1 \times 2 \text{ mol} = 2 \text{ mol}$ sehingga kalor yang	
--------------------------	--	---	--	---------	--	--	--

					memproduksi gas asetilena yang dibutuhkan. Berdasarkan pengalamannya, Pak Ahmad tahu bahwa dalam proses produksi tersebut, hanya sekitar 80% dari kalsium karbida yang dapat bereaksi secara efektif. Gas asetilena yang dihasilkan kemudian dibakar untuk proses pengelasan dengan entalpi pembakaran sebesar -320 kkal/mol. Analisislah berapa banyak kalor yang dihasilkan dari pembakaran seluruh gas asetilena yang terbentuk dari proses tersebut! (Diketahui: Ar C = 12, Ca = 40)		dihasilkan adalah: $2 \times (-320 \text{ kkal}) = -640 \text{ kkal}$	
							Siswa menjawab benar	5
							Siswa menjawab kurang benar	4
							Siswa menjawab sebagian kecil benar	3

							Siswa menjawab salah	2
							Siswa tidak menjawab	0
Menganalisis data percobaan untuk menentukan jenis reaksi termokimia	Pengetahuan sains	Pengetahuan konten (konsep termokimia, reaksi eksoterm/endoterm)	4	Disajikan data, siswa mampu menganalisis data percobaan untuk menentukan apakah suatu reaksi bersifat eksoterm atau endoterm	 Ilustrasi letusan gunung berapi Sumber: https://www.geografi.org/2017/11/tipe-letusan-gunung-berapi.html Bencana alam seperti letusan gunung berapi melepaskan energi yang sangat besar. Salah satu fenomena yang terjadi saat letusan gunung berapi adalah aliran lahar panas dan lava. Ketika lava bertemu dengan air di sungai atau lautan, terjadi reaksi yang menghasilkan uap air dan material padatan baru dengan komposisi berbeda.	C4	Pada kedua percobaan disebutkan bahwa energi "dilepaskan", yang berarti sistem memberikan energi kepada lingkungan. Dalam termokimia, reaksi yang melepaskan energi ke lingkungan disebut reaksi eksoterm. Pada reaksi eksoterm, nilai	

				Sebuah tim ilmuwan melakukan pengamatan dan percobaan untuk mempelajari fenomena ini. Dalam percobaan laboratorium, tim ilmuwan menyimulasikan reaksi antara lava dan air dengan menggunakan sampel batuan basalt (yang memiliki komposisi mirip dengan lava) dan air pada berbagai kondisi. Mereka mencatat data berikut: Percobaan 1: • 100 gram batuan basalt (suhu awal 1200°C) dimasukkan ke dalam 500 mL air (suhu awal 25°C) • Suhu akhir campuran: 85°C • Terbentuk 15 gram material baru • Energi yang dilepaskan: 126 kJ Percobaan 2: • 100 gram batuan basalt (suhu awal 1200°C) dimasukkan ke dalam 1000 mL air (suhu awal 25°C) • Suhu akhir campuran: 65°C		perubahan entalpi (ΔH) negatif. Bukti lain yang mendukung bahwa reaksi ini adalah eksoterm adalah kenaikan suhu air yang signifikan setelah reaksi. Jadi, reaksi antara batuan basalt dengan air merupakan reaksi eksoterm dengan nilai ΔH negatif,	
--	--	--	--	---	--	--	--

					• Terbentuk 18 gram material baru • Energi yang dilepaskan: 168 kJ Dari data tersebut analisislah apakah reaksi antara batuan basalt dengan air merupakan reaksi eksoterm atau endoterm dengan menggunakan konsep perubahan entalpi.			
							Siswa menjawab benar	5
							Siswa menjawab kurang benar	4
							Siswa menjawab sebagian kecil benar	3
							Siswa menjawab salah	2
							Siswa tidak menjawab	0
Menganalisis konsep	Konteks sains	Menghubungkan	5	Siswa dapat menganalisis		C4	• Perhitungan untuk	

energi pembakaran dalam konteks bahan bakar komersial.		konsep sains dengan situasi kehidupan sehari-hari		s energi yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari  Ilustrasi pengujian efisiensi gas LPG sumber: https://www.ruangenergi.com/pertamina-patra-niaga-uji-tabung-elpiji-bersama-uptd-metrologi-legal-di-purwakarta-dan-subang/ PT Energi Nusantara sedang melakukan pengujian efisiensi pembakaran tabung LPG untuk keperluan rumah tangga. Gas LPG yang diuji merupakan campuran dari 70% propana (C_3H_8) dan 30% butana (C_4H_{10}) berdasarkan massa. Jika entalpi pembakaran standar (ΔH°_c) propana adalah -2.220 kJ/mol dan butana adalah -2.877 kJ/mol, Analisislah besar energi total dari campuran kedua zat tersebut!	propana (C_3H_8) Reaksi pembakaran: $C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$ Diketahui: $\Delta H^\circ_c (C_3H_8) = -2.220 \text{ kJ/mol}$ $\Delta H^\circ_c (C_4H_{10}) = -2.877 \text{ kJ/mol}$ Misalkan kita memiliki 1 kg (C_3H_8): $Mr C_3H_8 = (12 \times 3) + (8 \times 1) = 36 + 8 = 44 \text{ g/mol}$ Jumlah mol dalam 1 kg $C_3H_8 = \frac{1000 \text{ g}}{44 \text{ g/mol}} = 22,73 \text{ mol}$ Energi yang dihasilkan =	
--	--	---	--	--	---	--

						$\text{mol} \times \Delta H^\circ_c$ $= 22,73 \times (-2.220)$ $= - 50.461 \text{ kJ}$ $= - 50,46 \text{ mJ}$ • Perhitungan untuk butana (C_4H_{10}) Reaksi pembakaran: $\text{C}_4\text{H}_{10(g)} + \frac{13}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow 4\text{CO}_{2(g)} + 5\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ Misalkan kita memiliki 1 kg (C_4H_{10}) $M_r (\text{C}_4\text{H}_{10}) = (12 \times 4) + (10 \times 1)$ $= 48 + 10$ $= 58 \text{ g/mol}$ Jumlah mol dalam 1 kg $\text{C}_4\text{H}_{10} = \frac{1000 \text{ g}}{58 \text{ g/mol}}$	
--	--	--	--	--	--	--	--

						= 17,24 mol Energi yang dihasilkan = $\text{mol} \times \Delta H^\circ_c$ = 17,28 x (-2.877) = - 49.599 k = - 49,60 mJ • Perhitungan campuran gas LPG Jika LPG terdiri dari 70% propana dan 30% butana (berdasarkan massa), maka untuk 1 kg LPG: - massa C_3H_8 = 0,7 kg - massa C_4H_{10} = 0,3 kg • energi total keduanya energi dari	
--	--	--	--	--	--	--	--

						$C_3H_8 = m \times$ energi yg dihasilkan= $0,7 \times (- 50,46)$ $= - 35,32 \text{ mJ}$ Energi dari $C_4H_{10} = m \times$ energi yg dihasilkan = $0,3 \times (- 49,60)$ $= - 14,88 \text{ mJ}$ Total energi = $- 35,22 \text{ mJ} +$ $(- 14,88 \text{ mJ})$ $= - 50,20 \text{ mJ}$	
						Siswa menjawab benar	5
						Siswa menjawab kurang benar	4
						Siswa menjawab sebagian kecil benar	3
						Siswa menjawab	2

							salah	
							Siswa tidak menjawab	0
Menganalisis perbedaan sistem dan lingkungan dalam reaksi termokimia pada peralatan yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari.	Konteks sains	Mengidentifikasi dan mengaplikasikan konsep sains dalam situasi nyata sehari-hari	6	Diberikan ilustrasi penggunaan kompor gas LPG dan kompor induksi dalam kehidupan sehari-hari, siswa dapat menganalisis perbedaan sistem dan lingkungan dari kedua peralatan tersebut berdasarkan konsep termodinamika dengan tepat.	Dalam aktivitas memasak sehari-hari, kita sering menggunakan berbagai bahan bakar seperti gas LPG, kayu bakar, atau kompor listrik. Saat ini, pemerintah mendorong penggunaan kompor induksi sebagai alternatif kompor gas LPG untuk mengurangi ketergantungan pada impor gas.  Ilustrasi kompor induksi sumber: https://linkwalking.blogspot.com/2022/09/kelebihan-dan-kekurangan-kompor-gas-vs.html Perhatikan data berikut:	C4	Kompor gas LPG: • Sistem: Gas LPG dan oksigen yang mengalami pembakaran • Lingkungan: Panci, bahan makanan, udara sekitar, dan komponen kompor lainnya • Jenis sistem: Sistem terbuka (terjadi perpindahan	

				• Kompor gas LPG mengkonversi energi kimia menjadi energi panas dengan efisiensi sekitar 40% • Kompor induksi mengkonversi energi listrik menjadi energi panas dengan efisiensi sekitar 85% Analisislah perbedaan sistem, lingkungan, dan jenis sistem pada kedua jenis kompor tersebut dari perspektif termodinamika!		n materi dan energi) Kompor induksi: • Sistem: Kumparan induksi dan panci besi (bahan feromagnetik) • Lingkungan: Bahan makanan, udara sekitar, dan komponen kompor lainnya • Jenis sistem: Sistem tertutup (hanya terjadi perpindahan	
--	--	--	--	--	--	---	--

							n energi, tidak ada perpindahan materi)	
							Siswa menjawab benar	5
							Siswa menjawab kurang benar	4
							Siswa menjawab sebagian kecil benar	3
							Siswa menjawab salah	1
							Siswa tidak menjawab	2

Mengevaluasi konsep reaksi eksoterm dan endoterm dalam aplikasi kehidupan sehari-hari.	Konteks sains	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	7	Siswa dapat mengevaluasi mekanisme perpindahan energi dalam reaksi eksoterm dan endoterm berdasarkan data perubahan entalpi (ΔH)	 Ilustrasi kompres panas instan Sumber: https://hellosehat.com/kebugaran/cedera-olahraga/kompres-hangat-dan-dingin-saat-cedera/ Sebuah perusahaan manufaktur kompres instan sedang mengembangkan dua jenis produk baru: 3. Kompres panas instan untuk meredakan nyeri otot 4. Kompres dingin instan untuk mengatasi cedera olahraga Kedua produk tersebut memanfaatkan reaksi kimia yang berbeda Kompres Panas Instan:	C5 Evaluasi Reaksi Kimia dari Segi Konsep Reaksi Eksoterm dan Endoterm Kompres Panas (Reaksi Eksoterm): Kompres panas bekerja karena reaksi oksidasi besi yang melepaskan panas. Ketika serbuk besi bereaksi dengan oksigen udara membentuk karat (Fe_2O_3), terbentuk ikatan kimia	
--	---------------	------------------------------------	---	--	--	--	--

				• Mengandung bubuk besi (Fe), karbon aktif, garam (NaCl), dan vermikulit (material penyimpanan panas) • Ketika kemasan dibuka dan terpapar udara, terjadi reaksi: $4\text{Fe}_{(s)} + 3\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)} \Delta H = -1648 \text{ kJ/mol}$ Kompres Dingin Instan: • Mengandung NH_4NO_3 dalam kantong terpisah dan air dalam kantong lainnya • Ketika kedua bahan dicampur (kantong dipecahkan), terjadi reaksi: $\text{NH}_4\text{NO}_3(s) + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{NO}_3^-_{(aq)} \Delta H = +28 \text{ kJ/mol}$ Jika Anda sebagai konsultan kimia di perusahaan tersebut dan Anda diminta untuk mengevaluasi kedua reaksi kimia tersebut dari segi konsep reaksi eksoterm dan endoterm dengan menjelaskan mengapa kompres panas menghasilkan panas dan kompres dingin menghasilkan dingin	baru yang lebih stabil. Proses pembentukan ikatan yang lebih stabil ini melepaskan energi berupa panas sebesar - 1648 kJ/mol, sehingga kompres menjadi hangat dan dapat menghangatkan tubuh. Kompres Dingin (Reaksi Endoterm): Kompres dingin bekerja karena reaksi	
--	--	--	--	--	--	--

					berdasarkan perpindahan energi yang terjadi		pelarutan amonium nitrat (NH_4NO_3) yang menyerap panas. Ketika kristal NH_4NO_3 dilarutkan dalam air, ikatan antar ion dalam kristal harus diputus terlebih dahulu, dan proses ini membutuhkan energi. Kekurangan energi ini diambil dari lingkungan berupa panas, sehingga kompres menjadi	
--	--	--	--	--	---	--	---	--

							dingin.	
							Siswa menjawab benar	5
							Siswa menjawab kurang benar	4
							Siswa menjawab sebagian kecil benar	3
							Siswa menjawab salah	2
							Siswa tidak menjawab	0
Menganalisis klaim produk pangan berdasarkan konsep termokimia	Konteks sains	Menganalisis dan menafsirkan informasi ilmiah untuk membuat keputusan yang berkaitan dengan	8	Siswa dapat menganalisis besar energi klaim produk pangan (energi instan) berdasarkan bukti	 Ilustrasi gambar sereal Sumber: https://resepmakanan-	C5	2. Perhitungan Nilai Kalori untuk Kedua Jenis Sereal Sereal A • Q yang diserap air $= m \times c \times \Delta T$ $= 2000 \text{ g} \times$	

		kehidupan sehari-hari.		ilmiah	id.com/cara-membuat-sereal-gandum/ Di tengah tren kesehatan dan kebugaran, banyak orang kini mulai memperhatikan nilai kalori dari makanan yang mereka konsumsi. Sebuah laboratorium pengujian makanan menggunakan kalorimeter bom untuk menentukan nilai kalori dalam berbagai jenis makanan. Dalam pengujian terbaru, laboratorium tersebut membandingkan dua jenis sereal sarapan: Sereal A (Berbasis Gandum Utuh): • Sebanyak 2,0 gram sereal dibakar dalam kalorimeter bom • Kalorimeter berisi 2000 mL air • Suhu awal air = 25,0°C • Suhu akhir air setelah pembakaran = 26,4°C • Kapasitas kalor kalorimeter = 950 J/°C Sereal B (Berbasis Gandum	$4,18 \times (26,4^{\circ}\text{C} - 25,0^{\circ}\text{C})$ $= 2000 \text{ g} \times 4,18 \times 1,4$ $= 11.704 \text{ J}$ • $Q_{\text{yang diserap}}$ kalorimeter $= \text{Kapasitas kalor} \times \Delta T = 950 \times 1,4 = 1.330 \text{ J}$ • $Q_{\text{total}} = 11.704 \text{ J} + 1.330 \text{ J} = 13.034 \text{ J}$ Konversi ke kkal: $= 13.034 \text{ J} / 4,184 \text{ J/kal} = 3.115,9 \text{ kal} = 3,1159 \text{ kkal}$ Nilai kalori per gram: $3,1159 \text{ kkal} / 2,0 \text{ g} = 1,558 \text{ kkal/g} \approx 1,56 \text{ kkal/g}$	
--	--	------------------------	--	--------	--	---	--

				Olahan dengan Tambahan Gula): • Sebanyak 2,0 gram sereal dibakar dalam kalorimeter bom • Kalorimeter berisi 2000 mL air • Suhu awal air = 25,0°C • Suhu akhir air setelah pembakaran = 27,2°C • Kapasitas kalor kalorimeter = 950 J/°C Dari data tersebut dan pengetahuan Anda tentang kalorimetri analisislah nilai kalori (dalam kkal/gram) untuk kedua jenis sereal tersebut. Jelaskan langkah-langkah perhitungan Anda	Sereal B: Kalor yang diserap oleh air dan kalorimeter: • $Q_{\text{yang diserap air}}$ $= m \times c \times \Delta T$ $= 2000 \text{ g} \times 4,18 \times (27,2^\circ\text{C} - 25,0^\circ\text{C})$ $= 2000 \text{ g} \times 4,18 \times 2,2$ $= 18.392 \text{ J}$ • $Q_{\text{yang diserap kalorimeter}}$ $= \text{Kapasitas kalor} \times \Delta T = 950 \times 2,2$ $= 2.090 \text{ J}$ • Q_{total} $= 18.392 \text{ J} + 2.090 \text{ J}$ $= 20.482 \text{ J}$ Konversi ke kkal: $= 20.482 \text{ J/}$	
--	--	--	--	---	--	--

							4,184 J/kal = 4.894,8 kal = 4,8948 kkal Nilai kalori per gram: = 4,8948 kkal/2,0 g = 2,447 kkal/g $\approx$ 2,45 kkal/g	
							Siswa menjawab benar	5
							Siswa menjawab kurang benar	4
							Siswa menjawab sebagian kecil benar	3
							Siswa menjawab salah	2
							Siswa tidak menjawab	0

Mengevaluasi efisiensi energi dari dua proses pemanasan berdasarkan data yang diberikan	Pengetahuan sains	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	9	Disajikan data, siswa dapat mengevaluasi efisiensi energi dari dua proses pemanasan berdasarkan data yang diberikan  Ilustrasi pemanasan air menggunakan kompor Sumber: kosa kata memasak Rendi dan Sinta sedang mempelajari konsep termokimia untuk proyek sains mereka. Mereka melakukan percobaan sederhana di dapur dengan membandingkan dua proses pemanasan air: Proses 1: Memanaskan 500 mL air dari suhu 30°C hingga 80°C menggunakan kompor gas. Proses 2: Memanaskan 500 mL air dari suhu 30°C hingga 80°C	C5	Berdasarkan data efisiensi yang telah diberikan, proses 2 (<i>microwave</i>) lebih efisien dari segi penggunaan energi. Alasannya: Dengan efisiensi sekitar 96% (nilai 109,38% tidak mungkin karena melanggar hukum kekekalan energi). Microwave bekerja dengan gelombang elektromagne	
---	-------------------	------------------------------------	---	--	----	---	--

				menggunakan <i>microwave</i>. Mereka mencatat bahwa pada proses 1, kompor gas membakar metana (CH_4) dengan reaksi: $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H = -890 \text{ kJ/mol}$ dan membutuhkan energi sebesar 105 kJ dengan energi yang dihasilkan oleh pembakaran CH_4 sebesar 278,125 kJ. Sedangkan proses 2 membutuhkan energi sekitar 96 kJ. Efisiensi energi dari kedua proses, untuk proses pertama efisiensi yang dihasilkan adalah 37,75% dan proses kedua dihasilkan efisiensi 109,38%. Berdasarkan hasil evaluasi Anda, proses manakah yang lebih efisien dari segi penggunaan energi? Simpulkan alasan Anda dengan mempertimbangkan prinsip konservasi energi dan entalpi	tik yang langsung memanaskan molekul air, sehingga hampir seluruh energi listrik (96 kJ) diserap air dengan minimal kehilangan energi. Sebaliknya, kompor gas hanya memiliki efisiensi 37,75% karena dari 278,125 kJ energi pembakaran metana, hanya 105 kJ yang sampai ke air. Banyak	
--	--	--	--	---	---	--

							energi terbuang ke lingkungan melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Berdasarkan prinsip konservasi energi dan transfer panas, microwave lebih efisien karena mekanisme pemanasan yang lebih langsung dibandingkan kompor gas.	
							Siswa menjawab benar	5
							Siswa menjawab kurang	4

							benar	
							Siswa menjawab sebagian kecil benar	3
							Siswa menjawab salah	2
							Siswa tidak menjawab	0
Menganalisis prinsip Hukum Hess dalam sistem termokimia pada konteks kehidupan sehari-hari	Konteks sains	Mengaplikasikan pengetahuan ilmiah pada situasi yang diberikan (prinsip Hukum Hess pada proses pengeringan kopi)	10	Siswa dapat menganalisis efisiensi energi dan dampak lingkungan dari metode pengeringan yang berbeda menggunakan prinsip Hukum Hess.	Pak Budi adalah seorang petani kopi yang ingin mengoptimalkan proses pengeringan biji kopi. Ia memiliki dua pilihan metode untuk mengeringkan biji kopi dari kebunnya: Metode 1: Penjemuran langsung di bawah sinar matahari selama 7 hari hingga kadar air biji kopi mencapai 12%. Metode 2: Menggunakan mesin pengering dengan bahan bakar kayu, dimana: • Pembakaran kayu: $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_{5(s)} + 6\text{O}_{2(g)} \rightarrow 6\text{CO}_{2(g)} + 5\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ $\Delta H = -2800 \text{ kJ/mol}$	C4	Menurut Hukum Hess, perubahan entalpi total hanya bergantung pada keadaan awal dan akhir sistem, tidak pada jalur reaksi yang ditempuh. Dalam konteks pengeringan biji kopi: Analisis	

				• Penguapan air dari biji kopi: $\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(g)} \quad \Delta H = +44 \text{ kJ/mol}$ • Perubahan struktur komponen dalam biji kopi selama pengeringan cepat: $\Delta H = +120 \text{ kJ/kg}$ biji kopi Berdasarkan data tersebut dan asumsi bahwa 1 kg biji kopi basah mengandung 0,35 kg air yang harus diuapkan. Analisislah kedua metode tersebut berdasarkan prinsip Hukum Hess dan jalur reaksi termokimia. Kemukakan argumen ilmiah mengenai efisiensi energi kedua metode tersebut!		berdasarkan Hukum Hess: • Keadaan awal: Biji kopi basah (kadar air tinggi) • Keadaan akhir: Biji kopi kering (kadar air 12%) • Perubahan entalpi keseluruhan sama untuk kedua metode (energi yang dibutuhkan untuk menguapkan air dan mengubah struktur biji kopi)	
--	--	--	--	--	--	--	--

							Perbedaannya terletak pada sumber energi dan jalur reaksi yang ditempuh: • Metode 1 menggunakan jalur langsung (energi matahari → penguapan air) • Metode 2 menggunakan jalur tidak langsung (selulosa → energi panas → penguapan air) Dari sudut	
--	--	--	--	--	--	--	--	--

						pandang efisiensi energi: • Metode 1 lebih efisien karena menggunakan energi matahari secara gratis dan langsung • Metode 2 kurang efisien karena ada konversi energi dari pembakaran kayu ke panas, dimana sebagian energi hilang ke lingkungan	
						Siswa	5

							menjawab benar	
							Siswa menjawab kurang benar	4
							Siswa menjawab sebagian kecil benar	3
							Siswa menjawab salah	2
							Siswa tidak menjawab	0
Mengevaluasi efisiensi energi dari dua proses berbeda dalam produksi amonia	Proses ilmiah	Menerapkan metode ilmiah untuk menganalisis data dan menarik kesimpulan	11	Siswa dapat mengevaluasi efisiensi energi dari kedua proses berdasarkan hasil perhitungan ΔH	Sebuah industri kimia mengembangkan dua proses berbeda untuk memproduksi amonia (NH_3) dari nitrogen dan hidrogen. Proses A menggunakan katalis besi pada suhu dan tekanan tertentu, sedangkan Proses B menggunakan katalis lain dengan kondisi operasi yang berbeda. Diketahui data entalpi reaksi pada kedua proses tersebut:	C4	Proses A dan B memiliki ΔH total yang sama: ΔH total = +49 kJ (untuk 2 mol NH_3) ΔH per mol NH_3 = +24,5 kJ/mol	

				Proses A: Langkah 1: $\text{N}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{N}(\text{g})$, $\Delta H = +945 \text{ kJ}$ Langkah 2: $3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 6\text{H}(\text{g})$, $\Delta H = +1254 \text{ kJ}$ Langkah 3: $2\text{N}(\text{g}) + 6\text{H}(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$, $\Delta H = -2150 \text{ kJ}$ Proses B: Langkah 1: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{H}_6(\text{g})$, $\Delta H = +230 \text{ kJ}$ Langkah 2: $\text{N}_2\text{H}_6(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$, $\Delta H = -181 \text{ kJ}$ Evaluasilah kedua proses tersebut dengan menerapkan Hukum Hess untuk menentukan perubahan entalpi total (ΔH) pada masing-masing proses serta proses manakah yang lebih efisien dari segi energi dan berikan alasannya	Proses A: $\Delta H_1 (+945 \text{ kJ}) + \Delta H_2 (+1254 \text{ kJ}) + \Delta H_3 (-2150 \text{ kJ}) = +49 \text{ kJ}$ Proses B: $\Delta H_1 (+230 \text{ kJ}) + \Delta H_2 (-181 \text{ kJ}) = +49 \text{ kJ}$ Efisiensi Energi Proses B lebih efisien secara operasional meskipun kebutuhan energi total sama. Proses B unggul karena hanya membutuhkan 2 tahap (vs 3 tahap), perubahan energi antar tahap lebih	
--	--	--	--	---	---	--

						kecil dan stabil, serta lebih mudah dikontrol suhu dan tekanannya. Proses A memiliki fluktuasi energi ekstrim dengan tahap endotermik sangat besar (+945 dan +1254 kJ) diikuti tahap eksotermik besar (-2150 kJ), yang menyulitkan pengendalian proses industri.	
						Siswa menjawab benar	5
						Siswa	4

							menjawab kurang benar	
							Siswa menjawab sebagian kecil benar	3
							Siswa menjawab salah	2
							Siswa tidak menjawab	0
Mengevaluasi metode eksperimen	Konteks sains	Mengevaluasi dan mengaitkan konsep sains (kalorimetri) dengan situasi kehidupan sehari-hari (minuman panas dan pencampuran dengan susu pada berbagai	12	Disajikan data, siswa mampu mengevaluasi kelebihan dan kekurangan metode eksperimen kalorimetri serta memberikan usulan perbaikan	Ketika musim dingin tiba, banyak orang menikmati minuman hangat seperti teh, kopi, atau cokelat panas. Beberapa orang lebih suka menambahkan susu dingin dari kulkas ke dalam minuman panas mereka, sementara yang lain lebih memilih menggunakan susu yang sudah berada pada suhu ruangan. Dalam sebuah eksperimen sederhana, Andi ingin mengetahui perbedaan suhu akhir antara dua cangkir kopi yang identik:	C5	Kelebihan: • Metode ini sederhana dan mudah dilakukan dalam kehidupan sehari-hari • Dapat mendemonstrasikan aplikasi langsung prinsip kalorimetri dalam	

		suhu)			• Cangkir A: 200 mL kopi panas (95°C) + 50 mL susu dingin (5°C) • Cangkir B: 200 mL kopi panas (95°C) + 50 mL susu suhu ruangan (25°C) Diketahui: - Massa jenis kopi dan susu dapat dianggap sama dengan air (1 g/mL) - Kalor jenis kopi dan susu sama dengan air (4,18 J/g°C) - Tidak ada kalor yang hilang ke lingkungan Evaluasi kelebihan dan kekurangan metode percobaan ini untuk menentukan kalor jenis. Kemukakan minimal dua faktor yang dapat mempengaruhi keakuratan hasil percobaan.		konteks yang familiar bagi siswa • Dapat digunakan untuk memahami konsep perpindahan kalor dan kesetimbangan termal Kekurangan: • Asumsi tidak adanya kalor yang hilang ke lingkungan tidak realistis. Dalam praktiknya, cangkir akan	
--	--	-------	--	--	---	--	---	--

							melepaskan kalor ke udara sekitar dan ke permukaan meja • Asumsi bahwa kalor jenis kopi dan susu sama dengan air tidak sepenuhnya tepat karena adanya komponen lain dalam kopi dan susu Faktor yang mempengaruhi keakuratan hasil:	
--	--	--	--	--	--	--	---	--

							• Kehilangan kalor ke lingkungan : Selama pencampuran, sebagian kalor akan hilang ke udara sekitar dan wadah • Perbedaan kalor jenis: Kopi dan susu memiliki komposisi yang berbeda dari air murni, sehingga kalor jenisnya tidak tepat sama dengan air	
--	--	--	--	--	--	--	--	--

							Ketidakk uratan pengukura n suhu: Termomet er yang digunakan mungkin tidak dikalibrasi dengan baik atau memiliki respon yang lambat	
							Siswa menjawab benar	5
							Siswa menjawab kurang benar	4
							Siswa menjawab sebagian kecil benar	3

							Siswa menjawab salah	2
							Siswa tidak menjawab	0

Lampiran 23. Instrumen Tes Setelah Pengujian

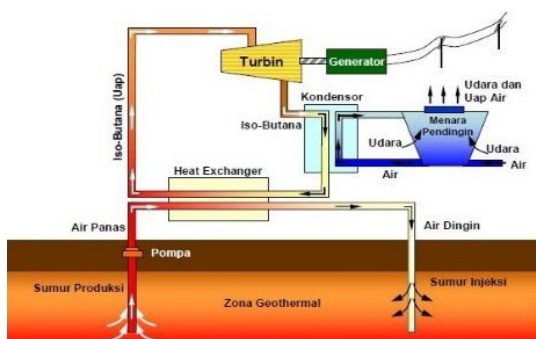
Jawablah Soal di bawah ini dengan baik dan benar!

Nama lengkap :

No Absen :

Kelas :

Kementerian ESDM Indonesia mencatat bahwa kapasitas PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi) telah mencapai 2.378,5 MW atau sekitar 6% dari total kapasitas pembangkit listrik nasional. PLTP memanfaatkan energi panas bumi (*geothermal*) dengan mengebor sumur hingga kedalaman tertentu untuk mengakses reservoir panas bumi yang berisi air dan uap panas



Ilustrasi sederhana sistem PLTP

sumber: <https://www.indonesiare.co.id/id/article/pembangkit-listrik-tenaga-panas-bumi-pltp>

Sistem A: Reservoir panas bumi di bawah permukaan bumi

Sistem B: Pipa pengeboran dan ekstraksi uap panas Sistem C: Turbin yang digerakkan oleh uap panas untuk menghasilkan listrik

Sistem D: Menara pendingin untuk mengkondensasi uap menjadi air

Sistem E: Pipa reinjeksi untuk mengembalikan air ke reservoir

1. Berdasarkan ilustrasi diatas, sesuai dengan konsep sistem dan lingkungan dalam termokimia, analisis masing-masing sistem (A-E) di atas sebagai sistem terbuka, tertutup, atau terisolasi. Uraikan alasan klasifikasi tersebut dengan mengacu pada perpindahan materi dan energi!



Ilustrasi gelas kopi

sumber: <https://contohmu.github.io/pulp/post/gambar-gelas-kopi-besar/>

Sebuah perusahaan kopi lokal sedang mengembangkan gelas kopi "*smart*" yang dapat menjaga suhu kopi tetap hangat dalam waktu lama. Tim peneliti mereka melakukan eksperimen dengan menggunakan tiga jenis bahan berbeda (A, B, dan C) sebagai dinding gelas. Mereka menuangkan kopi dengan suhu awal 95°C ke dalam tiga gelas prototype (masing-masing berbahan A, B, dan C) yang identik dari segi ukuran dan massa. Setiap gelas berisi 200 gram kopi. Setelah 30 menit, suhu kopi diukur dengan hasil sebagai berikut:

- Gelas A: 72°C
- Gelas B: 68°C
- Gelas C: 76°C

Diketahui kalor jenis kopi adalah $4,18 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$

2. Berdasarkan data tersebut, analisislah jumlah kalor yang dilepaskan oleh kopi pada masing-masing gelas selama 30 menit, berdasarkan hasil analisis tentukan bahan mana yang paling efektif untuk gelas kopi "*smart*" dan jelaskan alasannya secara ilmiah dan jika perusahaan ingin mengurangi penurunan suhu hingga

maksimal 10°C dalam 30 menit, buatlah analisis kalorimetri untuk menentukan berapa banyak energi (dalam Joule) yang perlu dipertahankan dalam sistem tersebut!

3. Pak Ahmad adalah seorang tukang las di sebuah bengkel konstruksi. Dalam pekerjaannya, ia sering menggunakan gas asetilena (C_2H_2) untuk proses pengelasan logam. Gas asetilena ini dihasilkan dari reaksi kalsium karbida (CaC_2) dengan air menurut reaksi: $CaC_2(s) + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2(aq) + C_2H_2(g)$



Ilustrasi gambar asetilena

sumber: <https://www.istockphoto.com/id/foto/asetilena-gm676337572-124103821>

Suatu hari, Pak Ahmad mendapatkan pesanan untuk membuat pagar besi yang membutuhkan banyak proses pengelasan. Ia menyiapkan 160 gram kalsium karbida untuk memproduksi gas asetilena yang dibutuhkan. Berdasarkan pengalamannya, Pak Ahmad tahu bahwa dalam proses produksi tersebut, hanya sekitar 80% dari kalsium karbida yang dapat bereaksi secara efektif. Gas asetilena yang dihasilkan kemudian dibakar untuk proses pengelasan dengan entalpi pembakaran sebesar -320 kkal/mol. **Analisislah berapa banyak kalor yang dihasilkan dari pembakaran seluruh gas asetilena yang terbentuk dari proses**

tersebut! (Diketahui: Ar C = 12, Ca = 40)



Ilustrasi letusan gunung berapi

sumber: <https://www.geografi.org/2017/11/tipe-letusan-gunung-berapi.html>

Bencana alam seperti letusan gunung berapi melepaskan energi yang sangat besar. Salah satu fenomena yang terjadi saat letusan gunung berapi adalah aliran lahar panas dan lava. Ketika lava bertemu dengan air di sungai atau lautan, terjadi reaksi yang menghasilkan uap air dan material padatan baru dengan komposisi berbeda. Sebuah tim ilmuwan melakukan pengamatan dan percobaan untuk mempelajari fenomena ini. Dalam percobaan laboratorium, tim ilmuwan menyimulasikan reaksi antara lava dan air dengan menggunakan sampel batuan basalt (yang memiliki komposisi mirip dengan lava) dan air pada berbagai kondisi. Mereka mencatat data berikut:

Percobaan 1:

- 100 gram batuan basalt (suhu awal 1200°C) dimasukkan ke dalam 500 mL air (suhu awal 25°C)
- Suhu akhir campuran: 85°C
- Terbentuk 15 gram material baru
- Energi yang dilepaskan: 126 kJ

Percobaan 2:

- 100 gram batuan basalt (suhu awal 1200°C) dimasukkan ke dalam 1000 mL air (suhu awal 25°C)
- Suhu akhir campuran: 65°C
- Terbentuk 18 gram material baru

- Energi yang dilepaskan: 168 kJ
4. Dari data tersebut analisis apakah reaksi antara batuan basalt dengan air merupakan reaksi eksoterm atau endoterm. Jelaskan menggunakan konsep perubahan entalpi dan berikan bukti dari data percobaan!



Ilustrasi pengujian efisiensi gas LPG

sumber: <https://www.ruangenergi.com/pertamina-patra-niaga-uji-tabung-elpiji-bersama-uptd-metrologi-legal-di-purwakarta-dan-subang/>

5. PT Energi Nusantara sedang melakukan pengujian efisiensi pembakaran tabung LPG untuk keperluan rumah tangga. Gas LPG yang diuji merupakan campuran dari 70% propana (C_3H_8) dan 30% butana (C_4H_{10}) berdasarkan massa. Jika entalpi pembakaran standar (ΔH°_c) propana adalah -2.220 kJ/mol dan butana adalah -2.877 kJ/mol, **Analisislah besar energi total dari campuran kedua zat tersebut!**

6. Dalam aktivitas memasak sehari-hari, kita sering menggunakan berbagai bahan bakar seperti gas LPG, kayu bakar, atau kompor listrik. Saat ini, pemerintah mendorong penggunaan kompor induksi sebagai alternatif kompor gas LPG untuk mengurangi ketergantungan pada impor gas.



Ilustrasi kompor induksi

sumber: <https://linkwalking.blogspot.com/2022/09/kelebihan-dan-kekurangan-kompor-gas-vs.html>

Perhatikan data berikut: Kompor gas LPG mengkonversi energi kimia menjadi energi panas dengan efisiensi sekitar 40% dan kompor induksi mengkonversi energi listrik menjadi energi panas dengan efisiensi sekitar 85%.

Analisislah perbedaan sistem, lingkungan, dan jenis sistem pada kedua jenis kompor tersebut dari perspektif termodinamika!



Ilustrasi kompres panas instan

sumber: <https://hellosehat.com/kebugaran/cedera-olahraga/kompres-hangat-dan-dingin-saat-cedera/>

Sebuah perusahaan manufaktur kompres instan sedang mengembangkan dua jenis produk baru berupa kompres panas instan untuk meredakan nyeri otot dan kompres dingin instan untuk mengatasi cedera olahraga. Kedua produk tersebut memanfaatkan reaksi kimia yang berbeda

Kompres Panas Instan:

- Mengandung bubuk besi (Fe), karbon aktif, garam (NaCl), dan vermikulit (material penyimpan panas)
- Ketika kemasan dibuka dan terpapar udara, terjadi reaksi: $4\text{Fe}_{(s)} + 3\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)} \quad \Delta H = -1648 \text{ kJ/mol}$

Kompres Dingin Instan:

- Mengandung NH_4NO_3 dalam kantong terpisah dan air dalam kantong lainnya
- Ketika kedua bahan dicampur (kantong dipecahkan), terjadi reaksi: $\text{NH}_4\text{NO}_3(s) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{NH}_4^+(aq) + \text{NO}_3^-(aq) \quad \Delta H = +28 \text{ kJ/mol}$

7. **Jika Anda sebagai konsultan kimia di perusahaan tersebut dan Anda diminta untuk mengevaluasi kedua reaksi kimia tersebut dari segi konsep reaksi eksoterm dan endoterm mengapa kompres panas menghasilkan panas dan kompres dingin menghasilkan dingin berdasarkan perpindahan energi yang terjadi!**



Ilustrasi gambar sereal

sumber: <https://resepmakanan-id.com/cara-membuat-sereal-gandum/>

Di tengah tren kesehatan dan kebugaran, banyak orang kini mulai

memperhatikan nilai kalori dari makanan yang mereka konsumsi. Sebuah laboratorium pengujian makanan menggunakan kalorimeter bom untuk menentukan nilai kalori dalam berbagai jenis makanan. Dalam pengujian terbaru, laboratorium tersebut membandingkan dua jenis sereal sarapan:

Sereal A (Berbasis Gandum Utuh):

- Sebanyak 2,0 gram sereal dibakar dalam kalorimeter bom
- Kalorimeter berisi 2000 mL air
- Suhu awal air = $25,0^{\circ}\text{C}$
- Suhu akhir air setelah pembakaran = $26,4^{\circ}\text{C}$
- Kapasitas kalor kalorimeter = $950 \text{ J}/^{\circ}\text{C}$

Sereal B (Berbasis Gandum Olahan dengan Tambahan Gula):

- Sebanyak 2,0 gram sereal dibakar dalam kalorimeter bom
- Kalorimeter berisi 2000 mL air
- Suhu awal air = $25,0^{\circ}\text{C}$
- Suhu akhir air setelah pembakaran = $27,2^{\circ}\text{C}$
- Kapasitas kalor kalorimeter = $950 \text{ J}/^{\circ}\text{C}$

8. Dari data tersebut dan pengetahuan Anda tentang kalorimetri, analisislah nilai kalori (dalam kkal/gram) untuk kedua jenis sereal tersebut sertakan langkah-langkah perhitungan Anda!



Ilustrasi pemanasan air menggunakan kompor

sumber: <https://quizizz.com/admin/quiz/601a5bbe51bba9001b562361/kenali-kosa-kata-memasak>

Rendi dan Sinta sedang mempelajari konsep termokimia untuk proyek sains mereka. Mereka melakukan percobaan sederhana di dapur dengan membandingkan dua proses pemanasan air:

Proses 1: Memanaskan 500 mL air dari suhu 30°C hingga 80°C menggunakan kompor gas.

Proses 2: Memanaskan 500 mL air dari suhu 30°C hingga 80°C menggunakan microwave.

Mereka mencatat bahwa pada proses 1, kompor gas membakar metana (CH_4) dengan reaksi: $\text{CH}_{4(g)} + 2\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ $\Delta H = -890 \text{ kJ/mol}$ dan membutuhkan energi sebesar 105 kJ dengan energi yang dihasilkan oleh pembakaran CH_4 sebesar 278,125 kJ. Sedangkan proses 2 membutuhkan energi sekitar 96 kJ. Efisiensi energi dari kedua proses, untuk proses pertama efisiensi yang dihasilkan adalah 37,75% dan proses kedua dihasilkan efisiensi 109,38%.

9. **Berdasarkan hasil evaluasi Anda, proses manakah yang lebih efisien dari segi penggunaan energi? Simpulkan alasan Anda dengan mempertimbangkan prinsip konservasi energi dan entalpi**
10. Pak Budi adalah seorang petani kopi yang ingin mengoptimalkan proses pengeringan biji kopi. Ia memiliki dua pilihan metode untuk mengeringkan biji kopi dari kebunnya:

Metode 1: Penjemuran langsung di bawah sinar matahari selama 7 hari hingga kadar air biji kopi mencapai 12%.

Metode 2: Menggunakan mesin pengering dengan bahan bakar kayu, dimana:

Pembakaran kayu: $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5(\text{s}) + 6\text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow 6\text{CO}_{2(\text{g})} + 5\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$ $\Delta H = -2800 \text{ kJ/mol}$

Penguapan air dari biji kopi: $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H = +44 \text{ kJ/mol}$

Perubahan struktur komponen dalam biji kopi selama pengeringan cepat: $\Delta H = +120 \text{ kJ/kg}$ biji kopi Berdasarkan data tersebut dan asumsi bahwa 1 kg biji kopi basah mengandung 0,35 kg air yang harus diuapkan.

Analisislah kedua metode tersebut berdasarkan prinsip Hukum Hess dan jalur reaksi termokimia. Kemukakan argumen ilmiah mengenai efisiensi energi kedua metode tersebut!

11. Sebuah industri kimia mengembangkan dua proses berbeda untuk memproduksi amonia (NH_3) dari nitrogen dan hidrogen. Proses A menggunakan katalis besi pada suhu dan tekanan tertentu, sedangkan Proses B menggunakan katalis lain dengan kondisi operasi yang berbeda.

Diketahui data entalpi reaksi pada kedua proses tersebut:

Proses A:

Langkah 1: $\text{N}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{N}(\text{g}), \Delta H = +945 \text{ kJ}$

Langkah 2: $3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 6\text{H}(\text{g}), \Delta H = +1254 \text{ kJ}$

Langkah 3: $2\text{N}(\text{g}) + 6\text{H}(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g}), \Delta H = -2150 \text{ kJ}$

Proses B:

Langkah 1: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{H}_6(\text{g}), \Delta H = +230 \text{ kJ}$

Langkah 2: $\text{N}_2\text{H}_6(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g}), \Delta H = -181 \text{ kJ}$

Evaluasilah kedua proses tersebut dengan menerapkan Hukum Hess untuk menentukan perubahan entalpi total (ΔH) pada masing-masing proses serta proses manakah yang lebih efisien dari segi energi dan berikan alasannya!

12. Ketika musim dingin tiba, banyak orang menikmati minuman hangat seperti teh, kopi, atau cokelat panas. Beberapa orang lebih suka menambahkan susu dingin dari kulkas ke dalam minuman panas mereka, sementara yang lain lebih memilih menggunakan susu yang sudah berada pada suhu ruangan. Dalam sebuah eksperimen sederhana, Andi ingin mengetahui perbedaan suhu akhir antara dua cangkir kopi yang identik:

- Cangkir A: 200 mL kopi panas (95°C) + 50 mL susu dingin (5°C)
- Cangkir B: 200 mL kopi panas (95°C) + 50 mL susu suhu ruangan (25°C)

Diketahui:

- Massa jenis kopi dan susu dapat dianggap sama dengan air (1 g/mL)
- Kalor jenis kopi dan susu sama dengan air ($4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$)

- Tidak ada kalor yang hilang ke lingkungan

Evaluasi kelebihan dan kekurangan metode percobaan ini untuk menentukan kalor jenis. Kemukakan minimal dua faktor yang dapat mempengaruhi keakuratan hasil percobaan

Lampiran 24. Hasil Analisis Kemampuan Literasi Sains

1. Hasil *Pretest* dan *Posttest* Peserta Didik

No	Nama	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
1	1	35	73
2	2	55	76
3	3	35	75
4	4	50	85
5	5	45	80
6	6	50	86
7	7	55	85
8	8	55	80
9	9	40	83
10	10	55	80
11	11	30	85
12	12	40	85
13	13	60	85
14	14	45	80
15	15	40	80
16	16	35	80
17	17	50	85
18	18	35	70
19	19	45	75
20	20	55	70
21	21	40	66
22	22	35	80
23	23	45	80
24	24	45	85
25	25	35	85
26	26	50	68
27	27	55	80
28	28	40	76

29	29	45	80
30	30	55	80

2. Menghitung N-gain score

Aspek	Nilai
Rata-rata skor pretest	45,16
Rata-rata skor posttest	79,38
Skor ideal	100
Hasil N-gain	0,61
Kriteria	Peningkatan kemampuan literasi sains sedang

Lampiran 25. Hasil Pretest Peserta Didik

LEMBAR JAWABAN

45

Nama : Vallenzia Pandhu A
No. Absen : 29
Kelas : XI-6

1) Sistem A : Sistem tertutup, karena Reservoir Panas bumi memanfaatkan perpindahan energi
Sistem B : Sistem terbuka, karena perpindahan materi
Sistem C : Sistem terbuka, karena Turbin menyalurkan aliran materi
Sistem D : Sistem tertutup, karena tidak terjadi pertukaran energi

2) • **Calor A** : $Q = m \times c \times \Delta T$
 $= 200 \times 4,18 \times (72 - 95)$
 $= 200 \times 4,18 \times (-23)$
 $= -19.228$
Calor B : $Q = m \times c \times \Delta T$
 $= 200 \times 4,18 \times (68 - 95)$
 $= 200 \times 4,18 \times (-27)$
 $= -22.572$
Calor C : $Q = m \times c \times \Delta T$
 $= 200 \times 4,18 \times (76 - 95)$
 $= 200 \times 4,18 \times (-19)$
 $= -15.884$

"Yang efektif adalah gas C"
3) $Q_{H_2} = -320$
 $m_{CaC_2} = \frac{80}{160} \times 160 = 128 \text{ gram}$
 $2 \text{ mol} \times (-320) = -640 \text{ kJ}$

3) a) Reaksi tersebut adalah reaksi endotermik karena terjadi kenaikan suhu dan ΔH -nya positif

5) $M_r C_2H_6 = (12 \times 2) + (1 \times 6) = 42 \text{ g/mol}$
 $Mol \text{ dalam } 1 \text{ kg} = \frac{1000 \text{ gram}}{42} = 23,81 \text{ mol}$
 $M_r C_2H_4 = (12 \times 2) + (1 \times 4) = 28$
 $Mol \text{ dalam } 1 \text{ kg} = \frac{1000 \text{ gram}}{28} = 35,71 \text{ mol}$

6) **Kompor Gas LPG**
→ Sistem : Gas LPG dan obyeknya
Lingkungannya : Panci, Udara sekitar
Jenis sistem : Terbuka

energi yang dihasilkan : $m \times \Delta H_c$
 $= 22,73 \times (-2220)$
 $= -50.461 \text{ kJ}$
energi yang dihasilkan : $m \times \Delta H_c$
 $= 17,14 \times (-2877)$
 $= -49.596 \text{ kJ}$
 $= -49,5 \text{ kJ}$

7) Kompres Panas (reaksi eksoterm),
 Kompres Panas bekerja karena adanya
 reaksi oksidasi yg melepaskan Panas.
 Karena saat besi bereaksi dengan
 oksigen membentuk karat dan ikatan
 kimia yg stabil. oleh karena itu,
 proses ini melepaskan energi Panas
 sebesar -1648 kJ/mol sehingga kompres
 menjadi Panas.

~~g) lebih efisien microwave karena
 microwave tidak bisa memanaskan
 kurang~~
 9) Lebih efisien Microwave karena,
 banyak energi yang terbuang ke
 lingkungan melalui konduksi, konveksi,
 dan radiasi.

10) Berdasarkan Hukum Hess:
 Energi total dalam suatu proses tidak bergantung
 pada Jalur reaksi, hanya pada keadaan awal
 dan akhir
 • Jumlah akhir = kadar ~~akhir~~ air 12% dengan
 Jumlah energi yang dibutuhkan
 tetap, tapi efisiensi dan Jalur
 berbeda

$$\begin{aligned} 11) \Delta H_{\text{total}} &= \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 \\ &= 745 + 1154 + (-2150) \\ &= +49 \text{ kJ} \end{aligned}$$

12)

Lampiran 26. Hasil Posttest Peserta Didik

LEMBAR JAWABAN

Nama : Vallenzia Pandhu A

No. Absen : 29

Kelas : XI-E

80

(1) Sistem A: Sistem tertutup, Karena reservoir Panas bumi Menyuplai energi

Sistem B: Sistem terbuka, Karena adanya Perpindahan materi

Sistem C: Sistem terbuka, Karena turbin menerima aliran materi

Sistem D: Sistem terbuka, Karena terjadi Pertukaran materi berupa uap

Sistem E: Sistem terbuka, Karena adanya Perpindahan materi

$$\begin{aligned} \text{(2) Gelas A: } Q &= m \times c \times \Delta T \\ &= 200 \times 4,18 \times (72 - 95) \\ &= 200 \times 4,18 \times (-23) \\ &= -19.228 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gelas B: } Q &= m \times c \times \Delta T \\ &= 200 \times 4,18 \times (68 - 95) \\ &= 200 \times 4,18 \times (-27) \\ &= -22.572 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gelas C: } Q &= m \times c \times \Delta T \\ &= 200 \times 4,18 \times (76 - 95) \\ &= 200 \times 4,18 \times (-19) \\ &= -15.884 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\text{(5) Dik: } \Delta H_{\text{C}}(\text{C}_3\text{H}_8) = -2.877 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{C}}(\text{C}_3\text{H}_6) = -2.220 \text{ kJ/mol}$$

• Kalau di misalkan C_3H_8 ada 1 kg
 $\text{Mr C}_3\text{H}_8 = 44 \text{ g/mol}$, Jumlah mol dan 1 kg
 $= \frac{1000}{44} = 22,73 \text{ mol}$

Energi yang dihasilkan $= \text{mol} \times \Delta H_{\text{C}}$
 $= 22,73 \times (-2.220)$
 $= -50.461 \text{ kJ}$
 $= -50.460 \text{ MJ}$

• Kalau di misalkan C_3H_6 ada 1 kg, $\text{Mr C}_3\text{H}_6 = 42 \text{ g/mol}$
 Jumlah mol dan 1 kg $= \frac{1000}{42} = 23,81 \text{ mol}$

Energi yang dihasilkan $= \text{mol} \times \Delta H_{\text{C}}$
 $= 23,81 \times (-2.877)$
 $= -68.699 \text{ kJ}$
 $= -68.699 \text{ MJ}$

$$\text{(3) Dik: } \Delta H = -320 \text{ kJ/mol}$$

$$m \text{ CaCl}_2 = 160 \text{ gram}$$

$$\text{Mr CaCl}_2 = 40 + (2 \times 35) = 40 + 70 = 110$$

$$m \text{ CaCl}_2 = \frac{80}{110} \times 160 = 118,18 \text{ gram}$$

$$\text{Mol CaCl}_2 = \frac{118,18}{110} = 1,07 \text{ mol}$$

Kalor yang dihasilkan $2 \times (-320)$
 $= -640 \text{ kJ}$

(4) Kedua percobaan tersebut merupakan reaksi eksoterm karena ΔH yang dihasilkan negatif dan terjadi kenaikan suhu.

10% Propana $\rightarrow m = 0,1 \text{ kg}$

30% butana $\rightarrow m = 0,3 \text{ kg}$

Dikal energi keduanya:

• Energi dari $\text{C}_3\text{H}_8 = m \times \text{energi yg dihasilkan}$
 $= 0,1 \times (-50.460)$
 $= -5.046 \text{ kJ}$

• Energi dari $\text{C}_3\text{H}_6 = m \times \text{energi yg dihasilkan}$
 $= 0,3 \times (-68.699)$
 $= -20.609,7 \text{ kJ}$

• Total energi $= -5.046 + (-20.609,7)$
 $= -25.655,7 \text{ kJ}$

1) * Kompor Gas LPG

Jenis sistem: Terbuka (ada perpindahan energi)

Sistem: Gas LPG

lingkungan: Panci dan udara sekitar

* Kompor Induksi

Jenis sistem: Terbuka (ada perpindahan energi & materi)

Sistem: Kompor Induksi / Panci besi

lingkungan: Bahan ~~sekitar~~ makanan dan udara sekitar

(7) * Kompres Panas (eksoterm)

Ketika besi bereaksi dengan oksigen membentuk karatan dan ikatan yg stabil disekolah kompres Panas melepaskan Panas dimana Pada proses ini melepaskan Panas sebesar -1640 kJ/mol

* Kompres dingin (endoterm)

ketika H_2O dilarutkan dalam air, ikatan antar ionnya harus diputus dan proses ini membutuhkan energi. kekurangan energi ini di ambil dari lingkungan berupa Panas. Sehingga kompres menjadi dingin.

(8) * Contoh A

Q yang diserap air = 9 kJ

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

$$2000 \times 4.18 \times (26.9 - 25) = 950 \times 1.4$$

$$2000 \times 4.18 \times 1.9 = 950 \times 1.4$$

$$11.764 \text{ J} = 1.370 \text{ J}$$

$$Q_{\text{total}} = 11.704 + 1.370$$

$$= 13.074 \text{ J}$$

(9) Proses 2 (microwave) lebih efisien, karena Microwave bekerja dengan gelombang elektromagnetik yang langsung memanaskan air. Sehingga hampir seluruh energi listrik disuplai dengan kehilangan energi yang sangat kecil.

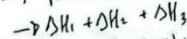
(10) Metode 1 $\rightarrow$ Jalur langsung

Metode 2 $\rightarrow$ Jalur tak langsung

• Metode 3 lebih efisien karena gratis dan langsung menggunakan energi matahari

• Sedangkan metode 2, kurang efisien karena ada konversi energi dr pembakaran kayu ke energi panas.

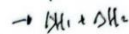
(11) * Proses A



$$\rightarrow (+995) + (+1254) + (-2150)$$

$$= +49 \text{ kJ}$$

• Proses B



$$\rightarrow (+230) + (-181)$$

$$= +49 \text{ kJ}$$

"Proses B lebih efisien"

(12) * Kelebihan

- Metode sederhana & mudah dilakukan

- Dapat Memahami konsep Perpindahan kalor

* Kekurangan

- Tidak memperhitungkan Panas yg hilang ke lingkungan

* Faktor yang Mempengaruhi

keakuratan hasil:

- Mungkin Perbedaan kalor jenis antara kopi dan susu

Lampiran 27. Daftar Nama Kelas Uji Coba Instrumen

No	Nama	Kelas
1	Adelia Anita febriani	XII-K
2	Adiba Safiya Bellinda	XII-K
3	Afifatul Ghoniyyah	XII-K
4	Agus Setiawan Saputro	XII-K
5	Ariva Nur Istiqomah	XII-K
6	Arkan Putra Muhammad	XII-K
7	Athar Abyan Hafuza Jati	XII-K
8	Azkia Nafisa Shohfah	XII-K
9	Baihaqi Iqbal Aji Saputra	XII-K
10	Dimas Fahri Muhammad	XII-K
11	Eky Citra Dewi	XII-K
12	Fadia Amelia Azzahra	XII-K
13	Imam Syafi'i	XII-K
14	Isnaini Shalfa Azzahra	XII-K
15	Kintan Zahra Larasati	XII-K
16	M. Haris Zahirurairhan	XII-K
17	Maasya Indah Puspitas Sari	XII-K
18	Maharani Nasywa H	XII-K
19	Muhammad Zidanu Rizky	XII-K
20	Nabilatussafira Nurramadhani	XII-K
21	Nala Suffa Alfina	XII-K
22	Naula Salsanila	XII-K
23	Nayshela Azzalia Lutfi	XII-K
24	Rio Ahmad Dhani	XII-K
25	Salwa Nuzulullia Ramadhani	XII-K
26	Shella Nur Afrilia	XII-K
27	Syemsi Tabriza Adnany	XII-K
28	Syifa Mutiara Dewi	XII-K
29	Syifa Naila Putri	XII-K
30	Wahyu Damara Azalia	XII-K

Lampiran 28. Daftar Nama Kelas Uji Coba Produk

No.	Nama	Kelas
1	Achmad Risna Syarif H	XI-E
2	Azmina Nilnal Muna	XI-E
3	Bilqisa	XI-E
4	Caesario Setya Pratamayosa	XI-E
5	Cinta Ramadhani P	XI-E
6	Darus Syahirul Alim	XI-E
7	Devi Aprilia	XI-E
8	Dinda Gendhis Kinanthi	XI-E
9	Farah Fauziyyah	XI-E
10	Febriana Novita Afandi	XI-E
11	Galang Ardiyansyah	XI-E
12	Khairunniza Wulandari	XI-E
13	Luthfi Ainun Najib	XI-E
14	Maisya Indriyani	XI-E
15	Mohammad Nevandra	XI-E
16	Nadzifa Hasna Mumtaza	XI-E
17	Naura Mufidah Sulaksono	XI-E
18	Naura Zahra	XI-E
19	Nawra Ameliana Hasyim	XI-E
20	Niken Fitri Ariani	XI-E
21	Nova Ikvina Fauza	XI-E
22	Rafi Narendra	XI-E
23	Regita Putri Nugraha	XI-E
24	Reza Riyki Ramadani	XI-E
25	Risma Putri Maulida	XI-E
26	Rizky Alvian Muntaha	XI-E
27	Satria Adjie Pamungkas	XI-E
28	Shela Rizki Mualia	XI-E
29	Vallenzia Pandhu A	XI-E
30	Yusril Nur Afadi	XI-E

Lampiran 29. Surat Keterangan Selesai Penelitian

 KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KOTA SEMARANG MADRASAH ALIYAH NEGERI 2 KOTA SEMARANG Jalan Bangetayu Raya Genuk Semarang, Telepon (024) 6595440 e-mail : man2smrg@gmail.com Website : www.man2kotasmg.sch.id 
<u>SURAT KETERANGAN</u>
Nomor : 1013/ Ma.11.33.02/TL.00/04/2025
Berdasarkan surat izin Penelitian dari Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, Nomor : B.3650/Un.10.8/K/SP.01.08/04/2025, Kepala MAN 2 Kota Semarang Nama : Drs. H. Junaedi, M.Pd Jabatan : Kepala Madrasah Pangkat / Golongan : Pembina Tingkat I / IV b Unit Kerja : MAN 2 Kota Semarang Menerangkan bahwa mahasiswa atas Nama : Nur Saidah NIM : 2108076035 Universitas : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang Fakultas : Sains dan Teknologi, S1 Jurusan : Pendidikan Kimia Telah melaksanakan penelitian sesuai dengan prosedur untuk keperluan Rizet di MAN 2 Kota Semarang pada tanggal 19 Mei 2025 sd 28 Mei 2025, dengan judul : "PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM PADA MATERI TERMOKIMIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK" Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Semarang, 31 Mei 2025 Kepala  Drs. H. Junaedi, M.Pd NIP. 196508021996031001

Lampiran 30. Surat Permohonan Izin Penelitian



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km.1 Semarang
E-mail: fst@walisongo.ac.id Web: <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.3650/Un.10.8/K/SP.01.08/04/2025

Semarang, 30 April 2025

Lamp : Proposal Skripsi

Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
KEPALA SEKOLAH MAN 2 KOTA SEMARANG
Jl. Bangetayu Raya 1 Rt.003/rw.002
Kota Semarang, Jawa Tengah 50115
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : NUR SAIDAH
NIM : 2108076035
Jurusan : PENDIDIKAN KIMIA
Judul : Pengembangan e-LKPD Berbasis STEM Pada Materi Termokimia Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik
Semester : VIII (Delapan)

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut, Meminta ijin melaksanakan Riset di tempat Bapak / ibu pimpin, yang akan dilaksanakan 19 Mei 2025.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

Cp NUR SAIDAH : 082262352960

Lampiran 31. Surat Keterangan Penunjukan Dosen Pembimbing



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. Prof. Dr. Hamka (Kampus III) Ngaliyan Semarang 50185
Email: fst@walisongo.ac.id, Web: fst.walisongo.ac.id

Nomor : B.9511/Un.10.8/J7/ DA.08.05/12/2024

Semarang , 17 Desember 2024

Lamp :

Perihal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth:

Dr. Suwahono, S. Pd., M. Pd

Fachri Hakim, M. Pd

Di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dengan hormat kami sampaikan, Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di Program Studi Pendidikan Kimia, Kami mohon berkenan Bapak/Ibu untuk membimbing Skripsi atas nama :

Nama : Nur Saidah

NIM : 2108076035

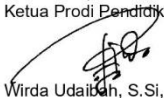
Prodi. : Pendidikan Kimia

Judul : **Pengembangan E-Lkpd berbasis stem pada materi termokimia untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik**

Demikian Penunjukan pembimbing Skripsi ini kami sampaikan terima kasih dan untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

a.n. Dekan,
Ketua Prodi Pendidikan Kimia,


Wirda Udaibah, S.Si, M.Si.
NIP. 19850104 200912 2 003

Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip

Lampiran 32. Tabel Nilai r Product Moment

Tabel Nilai r Product Moment

N	Taraf Signif		N	Taraf Signif		N	Taraf Signif	
	5%	10%		5%	10%		5%	10%
3	0,997	0,999	27	0,381	0,487	55	0,266	0,345
4	0,950	0,990	28	0,374	0,478	60	0,254	0,330
5	0,878	0,959	29	0,367	0,470	65	0,244	0,317
6	0,811	0,917	30	0,361	0,463	70	0,235	0,306
7	0,754	0,874	31	0,353	0,456	75	0,227	0,296
8	0,707	0,834	32	0,349	0,449	80	0,220	0,286
9	0,666	0,798	33	0,344	0,442	85	0,213	0,278
10	0,632	0,765	34	0,339	0,436	90	0,207	0,270
11	0,602	0,735	35	0,334	0,430	95	0,202	0,263
12	0,576	0,708	36	0,329	0,424	100	0,195	0,256
13	0,553	0,684	37	0,325	0,418	125	0,176	0,230
14	0,532	0,661	38	0,320	0,413	150	0,159	0,210
15	0,514	0,641	39	0,316	0,408	175	0,148	0,194
16	0,497	0,623	40	0,312	0,403	200	0,138	0,181
17	0,482	0,606	41	0,308	0,398	300	0,113	0,148
18	0,468	0,590	42	0,304	0,393	400	0,098	0,128
19	0,456	0,575	43	0,301	0,389	500	0,088	0,115
20	0,444	0,561	44	0,297	0,384	600	0,080	0,105
21	0,433	0,549	45	0,294	0,380	700	0,074	0,097
22	0,423	0,537	46	0,291	0,376	800	0,070	0,091
23	0,413	0,526	47	0,288	0,372	900	0,065	0,086
24	0,404	0,515	48	0,284	0,368	1000	0,062	0,081
25	0,396	0,505	49	0,281	0,364			
26	0,388	0,496	50	0,279	0,361			

Lampiran 33. Tabel Aiken's V

No. of Items (<i>m</i>) or Raters (<i>n</i>)	Number of Rating Categories (<i>c</i>)											
	2		3		4		5		6		7	
	V	p	V	p	V	p	V	p	V	p	V	p
2							1.00	.040	1.00	.028	1.00	.020
3							1.00	.008	1.00	.005	1.00	.003
3			1.00	.037	1.00	.016	.92	.032	.87	.046	.89	.029
4					1.00	.004	.94	.008	.95	.004	.92	.006
4			1.00	.012	.92	.020	.88	.024	.85	.027	.83	.029
5			1.00	.004	.93	.006	.90	.007	.88	.007	.87	.007
5	1.00	.031	.90	.025	.87	.021	.80	.040	.80	.032	.77	.047
6			.92	.010	.89	.007	.88	.005	.83	.010	.83	.008
6	1.00	.016	.83	.038	.78	.050	.79	.029	.77	.036	.75	.041
7			.93	.004	.86	.007	.82	.010	.83	.006	.81	.008
7	1.00	.008	.86	.016	.76	.045	.75	.041	.74	.038	.74	.036
8	1.00	.004	.88	.007	.83	.007	.81	.008	.80	.007	.79	.007
8	.88	.035	.81	.024	.75	.040	.75	.030	.72	.039	.71	.047
9	1.00	.002	.89	.003	.81	.007	.81	.006	.78	.009	.78	.007
9	.89	.020	.78	.032	.74	.036	.72	.038	.71	.039	.70	.040
10	1.00	.001	.85	.005	.80	.007	.78	.008	.76	.009	.75	.010
10	.90	.001	.75	.040	.73	.032	.70	.047	.70	.039	.68	.048
11	.91	.006	.82	.007	.79	.007	.77	.006	.75	.010	.74	.009
11	.82	.033	.73	.048	.73	.029	.70	.035	.69	.038	.68	.041
12	.92	.003	.79	.010	.78	.006	.75	.009	.73	.010	.74	.008
12	.83	.019	.75	.025	.69	.046	.69	.041	.68	.038	.67	.049
13	.92	.002	.81	.005	.77	.006	.75	.006	.74	.007	.72	.010
13	.77	.046	.73	.030	.69	.041	.67	.048	.68	.037	.67	.041
14	.86	.006	.79	.006	.76	.005	.73	.008	.73	.007	.71	.009
14	.79	.029	.71	.035	.69	.036	.68	.036	.66	.050	.66	.047
15	.87	.004	.77	.008	.73	.010	.73	.006	.72	.007	.71	.008
15	.80	.018	.70	.040	.69	.032	.67	.041	.65	.048	.66	.041
16	.88	.002	.75	.010	.73	.009	.72	.008	.71	.007	.70	.010
16	.75	.038	.69	.046	.67	.047	.66	.046	.65	.046	.65	.046
17	.82	.006	.76	.005	.73	.008	.71	.010	.71	.007	.70	.009
17	.76	.025	.71	.026	.67	.041	.66	.036	.65	.044	.65	.039
18	.83	.004	.75	.006	.72	.007	.71	.007	.70	.007	.69	.010
18	.72	.048	.69	.030	.67	.036	.65	.040	.64	.042	.64	.044
19	.79	.010	.74	.008	.72	.006	.70	.009	.70	.007	.68	.009
19	.74	.032	.68	.033	.65	.050	.64	.044	.64	.040	.63	.048
20	.80	.006	.72	.009	.70	.010	.69	.010	.68	.010	.68	.008
20	.75	.021	.68	.037	.65	.044	.64	.048	.64	.038	.63	.041
21	.81	.004	.74	.005	.70	.010	.69	.008	.68	.010	.68	.009
21	.71	.039	.67	.041	.65	.039	.64	.038	.63	.048	.63	.045
22	.77	.008	.73	.006	.70	.008	.68	.009	.67	.010	.67	.008
22	.73	.026	.66	.044	.65	.035	.64	.041	.63	.046	.62	.049
23	.78	.005	.72	.007	.70	.007	.68	.007	.67	.010	.67	.009
23	.70	.047	.65	.048	.64	.046	.63	.045	.63	.044	.62	.043
24	.79	.003	.71	.008	.69	.006	.68	.008	.67	.010	.66	.010
24	.71	.032	.67	.030	.64	.041	.64	.035	.62	.041	.62	.046
25	.76	.007	.70	.009	.68	.010	.67	.009	.66	.009	.66	.009
25	.72	.022	.66	.033	.64	.037	.63	.038	.62	.039	.61	.049

Lampiran 34. Dokumentasi Penelitian



Lampiran 35. Daftar Riwayat Hidup

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama : Nur Saidah
2. TTL : Gresik, 28 November 2002
3. Alamat : Desa Grejeg RT 006/RW 003, Kecamatan
Tambak Kabupaten Gresik
4. Jenis Kelamin : Perempuan
5. Agama : Islam
6. No. Hp : 082262352960
7. E-mail : rainnyarabel@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. TK Muslimat NU 15 Bustanul Ulum
 - b. SDN Grejeg
 - c. MTs Mambaul Falah
 - d. MA Manbaul Falah
2. Pendidikan Non-Formal
 - a. MDU Bustanul Ulum
 - b. Pondok Pesantren Ristek Al-Madinah Semarang

Semarang, 13 Juni 2025



Nur Saidah

NIM. 2108076035