PENGARUH MODEL *SEARCH, SOLVE, CREATE, SHARE (SSCS)* BERBANTUAN LABORATORIUM MAYA TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK PADA MATERI TERMOKIMIA

SKRIPSI

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

Oleh:

Amalia Dewi Larasati

NIM. 2108076049

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO

SEMARANG

2025

KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jalan Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp. 024-7601295 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pengaruh Model *Search, Solve, Create, Share* (SSCS) berbantuan Laboratorium Maya terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Termokimia
Penulis : Amalia Dewi Larasati
NIM : 2108076049
Jurusan : Pendidikan Kimia

Telah diujikan dalam sidang munaqosyah oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam ilmu Pendidikan Kimia.

Semarang, 4 Agustus 2025

DEWAN PENGUJI

Penguji I / Ketua Sidang	Penguji II / Sekretaris Sidang
Deni Ebit Nugroho, M.Pd	**Sri Rahmania, M.Pd.**
NIP: 198507202019031007	NIP: 199301162019032017
Penguji Utama I	Penguji Utama II
Mar'attus Solihah, M.Pd.	**Dr. Sri Mulyanti, M.Pd.**
NIP: 198908262019032009	NIP: 198702102019032012
Pembimbing I	Pembimbing II
Deni Ebit Nugroho, M.Pd	**Sri Rahmania, M.Pd.**
NIP: 198507202019031007	NIP: 199301162019032017

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Amalia Dewi Larasati

NIM : 2108076049

Jurusan : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

PENGARUH MODEL *SEARCH, SOLVE, CREATE, SHARE* (SSCS) BERBANTUAN LABORATORIUM MAYA TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK PADA MATERI TERMOKIMIA

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

Semarang, 5 Juli 2025

Pembuat Pernyataan



Amalia Dewi Larasati

NIM. 2108076049

NOTA DINAS

Semarang, 4 Juli 2025

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

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

Judul	: "Pengaruh Model *Search, Solve, Create, Share* (SSCS) berbantuan Laboratorium Maya Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Termokimia"
Nama	: Amalia Dewi Larasati
NIM	: 2108076049
Jurusan	: Pendidikan Kimia

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

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Pembimbing I

Deni Ebit Nugroho, S.Si., M.Pd.

NIP. 198507202019031007

NOTA DINAS

Semarang, 3 Juli 2025

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

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

Judul	: "Pengaruh Model *Search, Solve, Create, Share* (SSCS) berbantuan Laboratorium Maya Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Termokimia"
Nama	: Amalia Dewi Larasati
NIM	: 2108076049
Jurusan	: Pendidikan Kimia

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

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Pembimbing II

Sri Rahmania, M.Pd.

NIP. 199301162019032017

ABSTRAK

Judul : Pengaruh Model *Search, Solve, Create, Share (Sscs)* Berbantuan Laboratorium Maya Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Termokimia

Nama : Amalia Dewi Larasati

NIM : 2108076049

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran *Search, Solve, Create, Share* (SSCS) berbantuan laboratorium maya terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi Termokimia. Jenis penelitian ini adalah kuasi eksperimen dengan desain *non-equivalent control group design*. Populasi dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas XI MAN 2 Kota Semarang. Sampel penelitian yaitu kelas XI-D dan XI-G yang diambil dengan menggunakan teknik *cluster random sampling*. Teknik pengumpulan data menggunakan tes uraian berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis menurut Facione yang meliputi interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, explanasi dan regulasi diri. Uji hipotesis dalam penelitian ini menggunakan *independent sample t-test* dan uji *effect size*. Hasil uji *independent sample t-test* menunjukkan nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,000 lebih kecil dari nilai α (0,05), sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima sehingga dinyatakan bahwasanya model SSCS berbantuan laboratorium maya berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi termokimia. Hasil uji *effect size* menunjukkan nilai sebesar 0,983 yang termasuk dalam kategori besar. Artinya, model SSCS berbantuan laboratorium maya memiliki pengaruh yang besar terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi termokimia.

Kata kunci: *berpikir kritis, termokimia, SSCS, laboratorium maya*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, hidayah, dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Pengaruh Model Search, Solve, Create, Share (SSCS) Berbantuan Laboratorium Maya terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Termokimia"** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Kimia di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang. Shalawat dan salam semoga tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya yang istiqamah hingga akhir zaman. Semoga kita semua mendapatkan syafaat beliau di hari kiamat kelak.

Skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan dan dukungan dari banyak pihak. Penulis menyampaikan terima kasih yang tulus atas segala bentuk perhatian, motivasi, dan bimbingan yang diberikan

1. Prof. Dr. Nizar, M.Ag. selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag. sebagai Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Ibu Wirda Udaibah, S.Si., M.Si. sebagai Ketua Program Studi Pendidikan Kimia.

4. Deni Ebit Nugroho, S.Si., M.Pd. sebagai Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan arahan, bimbingan serta motivasi kepada penulis.
5. Sri Rahmania, M.Pd. sebagai Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan arahan, bimbingan serta motivasi kepada penulis.
6. Lis Setiyo Ningrum, M.Pd. sebagai dosen wali yang selalu memberikan dukungan, nasihat dan semangat selama masa studi
7. Seluruh Dosen, tenaga pendidikan, dan civitas akademika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan ilmu dan pengalaman berharga.
8. Nur Laila, S.Pd. sebagai guru mata pelajaran Kimia SMA N 1 Limbangan yang telah memberikan izin, bantuan, dan arahan selama proses penelitian.
9. Kedua orang tua yang penulis cintai, Ibu Siswati dan Bapak Ghufron Sholikhin, serta seluruh keluarga besar penulis atas kasih sayang, doa dan dukungan yang tiada henti dalam setiap langkah perjuangan penulis hingga skripsi ini terselesaikan.
10. Muhammad Yusril Baihaqi yang tersayang, terima kasih atas kesabaran, doa, semangat dan perhatian yang tidak

pernah putus mengiringi setiap langkah penulis. Kehadiranmu menjadi sumber kekuatan dan inspirasi, yang membuat penulis mampu bertahan dan menyelesaikan skripsi ini dengan penuh keyakinan. Dukungan tulusmu dalam suka maupun duka adalah anugerah terindah yang senantiasa penulis syukuri.

11. Keluarga besar Muhammad Yusril Baihaqi yang dengan tulus memberikan kasih sayang, doa, dan dukungan tanpa henti. Terima kasih atas penerimaan dan kebersamaan yang hangat, yang menjadi kekuatan tersendiri bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Peserta didik kelas XI-G dan XI-D di MAN 2 Kota Semarang yang telah berpartisipasi dalam pelaksanaan penelitian.
13. Segenap teman-teman mahasiswa Pendidikan Kimia Kelas B di Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, serta rekan-rekan KKN Ngampin yang telah memberikan pengalaman berharga, motivasi, dan dukungan selama penulis menempuh perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi ini.
14. Seluruh pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu.

Penulis hanya dapat menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus serta doa, semoga Allah SWT membalas setiap

kebaikan yang telah diberikan dengan sebaik-baik balasan. Aamiin ya Rabbal 'Aalamiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

DAFTAR ISI

PENGESAHAN ..... **ii**
PERNYATAAN KEASLIAN ..... **iii**
NOTA DINAS ..... **iv**
ABSTRAK ..... **vi**
KATA PENGANTAR ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xiii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiv**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xvi**
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
BAB II LANDASAN PUSTAKA **12**
A. Kajian Teori 12
B. Kajian Pustaka 38
C. Kerangka Berpikir 40
D. Hipotesis 43
BAB III METODE PENELITIAN **44**

A. Jenis Penelitian 44
B. Tempat dan Waktu Penelitian 45
C. Populasi dan Sampel Penelitian 45
D. Definisi dan Operasional Variabel 46
E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data 47
F. Analisis Pengujian Instrumen 49
G. Teknik Analisis Data 54
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 59
A. Deskripsi Hasil Penelitian 59
B. Hasil Uji Hipotesis/Jawaban Pertanyaan Penelitian 72
C. Pembahasan 73
D. Keterbatasan Penelitian 104
BAB V SIMPULAN DAN SARAN 106
A. Simpulan 106
B. Saran 106
DAFTAR PUSTAKA 108

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Sintak Model SSCS	51
Tabel 2.2	Indikator Berpikir Kritis	27
Tabel 3.1	Nonequivalen Control Group	42
Tabel 3.2	Interpretasi Reliabilitas Butir Soal	49
Tabel 3.3	Indeks Tingkat Kesukaran	50
Tabel 3.4	Klasifikasi Daya Pembeda	51
Tabel 3.5	Ketentuan Uji Kolmogrov-Smirnov	52
Tabel 3.6	Interpretasi Uji Levene	52
Tabel 3.7	Kriteria Interpretasi Nilai *Effect Size*	56
Tabel 4.1	Hasil Uji Validitas Instrumen	65
Tabel 4.2	Hasil Uji Tingkat Kesukaran	67
Tabel 4.3	Hasil Uji Daya Beda	68
Tabel 4.4	Hasil Uji Normalitas *Pretest*	69
Tabel 4.5	Hasil Uji Homogenitas *Pretest*	70
Tabel 4.6	Hasil Uji Normalitas *Posttest*	71
Tabel 4.7	Hasil Uji Homogenitas *Posttest*	72

DAFTAR GAMBAR

Tabel	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Macam-Macam Sistem	30
Gambar 2.2	Diagram Reaksi Eksoterm	32
Gambar 2.3	Diagram Reaksi Endoterm	32
Gambar 2.4	Kalorimeter	34
Gambar 2.5	Diagram Siklus CO_2	36
Gambar 2.6	Diagram Tingkat Energi CO_2	36
Gambar 2.7	Bagan Kerangka Berpikir	42
Gambar 4.1	Rata-Rata *Pre-test* Kelas Kontrol dan Eksperimen	87
Gambar 4.2	Rata-Rata *Post-test* Kelas Kontrol dan Eksperimen	88
Gambar 4.3	Cuplikan Jawaban Sistem, Lingkungan, Jenis Reaksi Sebelum Perlakuan	90
Gambar 4.4	Cuplikan Jawaban Sistem, Lingkungan, Jenis Reaksi Setelah Perlakuan	91
Gambar 4.5	Cuplikan Jawaban Analisis Nilai Perubahan Entalpi Menggunakan Hukum Hess	92
Gambar 4.6	Cuplikan Jawaban Analisis Nilai Perubahan Entalpi Menggunakan Hukum Hess	93
Gambar 4.7	Cuplikan Jawaban Membandingkan Nilai Perubahan Entalpi Melalui Dua Cara	94
Gambar 4.8	Cuplikan Jawaban Membandingkan Nilai Perubahan Entalpi Melalui Dua Cara	95

Gambar 4.9	Cuplikan Jawaban Menyimpulkan Jenis Reaksi	96
Gambar 4.10	Cuplikan Jawaban Menyimpulkan Jenis Reaksi	96
Gambar 4.11	Cuplikan Jawaban Pengelompokan Jenis Perubahan Entalpi	98
Gambar 4.12	Cuplikan Jawaban Pengelompokan Jenis Perubahan Entalpi	98
Gambar 4.13	Cuplikan Jawaban Analisis Perbedaan Perubahan Entalpi dengan Kalorimeter	99
Gambar 4.14	Cuplikan Jawaban Analisis Perbedaan Perubahan Entalpi dengan Kalorimeter	100
Gambar 4.15	Skor Keterampilan Berpikir Kritis pada Masing-Masing Indikator di Kelas Kontrol	101
Gambar 4.16	Skor Keterampilan Berpikir Kritis pada Masing-Masing Indikator di Kelas Eksperimen	102

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Hasil Wawancara dengan guru Kimia	115
Lampiran 2	Modul Ajar Termokimia	117
Lampiran 3	LKPD dan Dokumentasi Jawaban LKPD	132
Lampiran 4	Kisi-Kisi, Soal, dan Penskoran	168
Lampiran 5	Data Hasil Uji Coba Instrumen	189
Lampiran 6	Hasil Analisis Uji Validitas Instrumen	190
Lampiran 7	Hasil Analisis Uji Reliabilitas dan Tingkat Kesukaran Instrumen	191
Lampiran 8	Hasil Analisis Uji Daya Beda Instrumen	192
Lampiran 9	Hasil *Pre-Test* Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Kontrol	193
Lampiran 10	Hasil *Pre-Test* Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen	194
Lampiran 11	Hasil *Post-Test* Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Kontrol	195
Lmapiran 12	Hasil *Post-Test* Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen	196
Lampiran 13	Hasil Analisis Uji Normalitas dan Homogenitas *Pretest*	197
Lampiran 14	Hasil Analisis Uji Normalitas dan Homogenitas *Postttest*	198
Lampiran 13	Hasil Analisis Uji T	199
Lampiran 14	Hasil Analisis Uji *Effect-Size*	200
Lampiran 15	Jawaban *Pretest Posttest* Keterampilan Berpikir Kritis	201
Lampiran 16	Surat Permohonan Izin Riset	203
Lampiran 17	Surat keterangan Penelitian	204

Lampiran 18	Surat Penunjukan Validator	205
Lampiran 19	Hasil Validasi Ahli	206
Lampiran 20	Dokumentasi	210

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Memasuki abad ke-21, yang juga dikenal sebagai era globalisasi atau keterbukaan, berbagai aspek kehidupan manusia mengalami perubahan signifikan, termasuk bidang pendidikan. Kemajuan teknologi yang sangat pesat mendorong dunia pendidikan untuk mempersiapkan generasi yang tangguh dalam menghadapi tantangan zaman (Etistika et al., 2016). *Partnership for 21st Century Skills* menegaskan bahwa pembelajaran abad 21 perlu mengembangkan empat kompetensi utama, yaitu kemampuan berkomunikasi, bekerja sama, berpikir kritis, dan kretivitas (P21, 2008).

Empat keterampilan tersebut selaras dengan semangat Kurikulum Merdeka, yang menekankan pendekatan pembelajaran yang fleksibel, berpusat pada peserta didik, dan berfokus pada penguatan kompetensi esensial. Salah satu ciri khas kurikulum merdeka adalah adanya projek penguatan profil pelajar pancasila, yang memuat keterampilan berpikir kritis sebagai salah satu dimensi utama yang perlu dikembangkan. Kemampuan ini penting untuk

menafsirkan informasi secara akurat, menyelesaikan masalah, serta membuat keputusan berdasarkan logika dan tanggung jawab (Indriani *et al.,* 2024).

Sejalan dengan penitngnya posisi berpikir kritis dalam kurikulum merdeka dan pembelajaran abad 21, keterampilan ini memegang peranan krusial dalam membentuk peserta didik yang adaptif dan reflektif. Berpikir kritis memungkinkan peserta didik untuk tidak hanya menerima informasi begitu saja, tetapi juga menganalisis, mengevaluasi, dan menyaring informasi secara mendalam. Kemampuan ini menjadi bekal penting bagi mereka dalam menghadapi kompleksitas masalah di era modern serta dalam mengambil keputusan yang logis dan bertanggung jawab (Rachmawati *et al.,* 2022).

Berpikir kritis didefinisikan sebagai proses berpikir secara logis, terbuka terhadap berbagai sudut pandang dan didasarkan pada penalaran rasional untuk menyelesaikan permasalahan serta merumuskan solusi yang tepat (Alghafri dan Ismail, 2014). Sementara itu, Norris dan Ennis (1989) menekankan bahwa keterampilan berpikir kritis akan tumbuh jika peserta didik memiliki rasa ingin tahu yang tinggi, tidak mudah percaya begitu saja, dan

senantiasa mempertanyakan kebenaran informasi. Keterampilan ini tidak muncul secara otomatis, tetapi harus ditanamkan melalui pembelajaran yang terstruktur dan konsisten, salah satunya melalui penerapan model pembelajaran yang tepat.

Pembelajaran kimia berperan strategis dalam menumbuhkan dan melatih kebiasaan berpikir kritis peserta didik. Hal ini disebabkan oleh karakteristik kimia yang tidak hanya fokus pada aspek produk seperti teori, fakta, dan hukum, tetapi juga melibatkan proses ilmiah serta pengembangan sikap ilmiah (Emda, 2017). Dalam prosesnya, peserta didik melakukan observasi terhadap fenomena di sekitarnya, yang mendorong mereka untuk berpikir secara ilmiah dan kritis (Ni'mah *et al.,* 2020). Dengan demikian, pembelajaran kimia merupakan sarana yang relevan untuk menumbuhkan kebiasaan berpikir kritis.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru kimia dan peserta didik kelas XI di MAN 2 Kota Semarang (terlampir pada Lampiran 1), ditemukan bahwa masih banyak peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami materi kimia, khususnya pada topik termokimia. Data ulangan harian menunjukkan banyak peserta didik memperoleh nilai di bawah Kriteria

Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP), yaitu sebesar 75. Salah satu penyebabnya adalah penyampaian materi yang terlalu teoritis dan kurang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Minimnya kegiatan praktikum karena terbatasnya waktu dan alat juga turut memperburuk pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep kimia.

Anggapan bahwa kimia adalah mata pelajaran yang sulit dan membingungkan menjadi hal umum di kalangan peserta didik. Pandangan ini didukung oleh Ismawati (2017) yang menyebutkan bahwa kimia memuat banyak konsep abstrak, fakta-fakta, operasi matematik, rumus dan reaksi kimia. Akibatnya peserta didik cenderung menghafalkan tanpa memahami, sehingga mudah melupakan materi (Fibonacci *et al.,* 2017). Pembelajaran yang hanya menitikberatkan pada aspek teoritis menjadikan proses belajar membosankan dan kurang diminati (Junaidi et al., 2017).

Praktikum menjadi kegiatan penting dalam pembelajaran kimia karena memberikan pengalaman konkret dalam mengamati dan menganalisis fenomena. Aktivitas ini dapat menumbuhkan keterampilan berpikir kritis dan ilmiah (Simanjuntak

et al., 2017). Namun, dalam praktiknya, kegiatan laboratorium kerap terhambat oleh kendala seperti keterbatasan alat, bahan, waktu, dan biaya (Khaeruman *et al.,* 2019). Guru kimia di MAN 2 Kota Semarang juga menyampaikan bahwa keterbatasan fasilitas laboratorium dan waktu pembelajaran menyebabkan kegiatan praktikum kimia jarang dilakukan.

Laboratorium maya menjadi alternatif solusi dengan menyediakan simulasi eksperimen tanpa terbatas oleh kendala tersebut. Laboratorium maya memungkinkan peserta didik melakukan pengulangan eksperimen tanpa khawatir terhadap dampak lingkungan yang merugikan (Anastas dan Warner, 1998; Sawitri *et al.,* 2015). Selain itu, laboratorium maya juga memberi ruang bagi peserta didik untuk mengidentifikasi masalah, merancang percobaan, menganalisis, dan mengevaluasi hasil, yang pada akhirnya mengembangkan keterampilan berpikir kritis (Simanjuntak *et al.,* 2017).

Permasalahan lain yang ditemukan dari hasil wawancara dengan peserta didik di MAN 2 Kota Semarang menunjukkan bahwa dalam pembelajaran kimia, sebagian besar dari mereka merasa kurang

mendapatkan kesempatan untuk aktif berdiskusi dan menyampaikan pendapat. Interaksi dua arah antara guru dan peserta didik masih terbatas karena aktivitas belajar lebih banyak difokuskan pada penjelasan dari guru. Berdasarkan pengamatan dan analisis peneliti, kondisi tersebut mencerminkan penggunaan model pembelajaran yang cenderung bersifat satu arah dan terpusat pada guru. Model pembelajaran tersebut dapat menghambat keterlibatan peserta didik dalam eksplorasi dan pemecahan masalah, sehingga peluang untuk melatih keterampilan berpikir kritis menjadi kurang optimal.

Kondisi tersebut menuntut adanya model pembelajaran yang mampu memfasilitasi keterlibatan aktif peserta didik dan mendorong proses berpikir kritis. Salah satu model yang dipandang efektif adalah model *Search, Solve, Create, Share* (SSCS). Model ini berbasis pada strategi pemecahan masalah (*problem solving*) yang dirancang untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi serta pemahaman terhadap konsep ilmu (Susilawati dan Rosidah, 2020). Pizzini dan Shepardson (1992) menjelaskan bahwa model SSCS terdiri dari empat tahap, pertama tahap *Search* yaitu mengidentifikasi masalah, kedua tahap

Solve yaitu penyelesaian masalah, ketiga tahap *Create* yaitu merepresentasikan hasil, keempat tahap *Share* yaitu mengkomunikasikan hasil yang diperoleh.

Tahapan dalam model pembelajaran SSCS memberikan kesempatan nyata bagi peserta didik untuk memperoleh pengetahuan melalui pengalaman langsung, menyelesaikan permasalahan, dan mengambil keputusan yang tepat. Menurut Pizzini *et al.* (1988) setiap tahapan dalam model ini dirancang untuk mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis. Tahap *search,* peserta didik dilatih menganalisis dan memahami masalah, *solve* menelaah informasi, mengevaluasi data, dan membuat berdasarkan bukti. *Create* berfokus pada membuat atau menyusun hasil secara logis dan sistematis serta menarik kesimpulan. Pada tahap ini laboratorium maya sangat berperan penting karena peserta didik dapat membangun pemhaman yang lebih mendalam dan menyusul laporan berdasarkan pengalaman eksploratif. Tahap *Share* memungkinkan peserta didik menyampaikan temuan dan menerima umpan balik dari teman, sehingga mendorong refleksi dan evaluasi.

Berdasarkan uraian permasalahan yang telah dipaparkan, peneliti terdorong untuk melakukan

penelitian dengan judul "Pengaruh Model *Search, Solve, Create, Share* (SSCS) Berbantuan Laboratorium Maya Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Termokimia".

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Peserta didik mengalami kesulitan pada materi termokimia. Ditunjukkan dengan nilai hasil ulangan harian, banyak peserta didik memperoleh nilai dibawah kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran (KKTP).
2. Penyampaian materi yang cenderung teoritis tanpa contoh relevan dengan kehidupan menyebabkan peserta didik cenderung menghafal teori dibanding memahaminya.
3. Kegiatan praktikum sangat jarang dilakukan karena terbatasnya alat dan bahan.
4. Model pembelajaran yang berpusat pada guru menyebabkan keterampilan berpikir kritis peserta didik kurang terlatih.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi sebelumnya. Maka dilakukan

pembatasan masalah agar penelitian terfokus dan mencapai tujuan yang diharapkan. Peneliti membatasi masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada materi termokimia yang dianggap sulit dipahami oleh peserta didik.
2. Pelaksanaan praktikum menggunakan laboratorium maya dengan harapan menjadi solusi atas permasalahan terbatasnya alat dan bahan untuk pelaksanaan praktikum.
3. Penelitian ini berfokus mengukur keterampilan berpikir kritis.
4. Penggunaan model SSCS sebagai pengganti model yang masih berpusat pada guru.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penerapan model *search, solve, create, share* (SSCS) berbantuan laboratorium maya terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi termokimia?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh model *search, solve, create, share* (SSCS) berbantuan

laboratorium maya terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi termokimia.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Manfaat Teoritis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu referensi untuk memperluas wawasan dan pengembangan ilmu pengetahuan di bidang pendidikan

b. Manfaat Praktis

1) Bagi siswa

Diharapkan keterampilan berpikir kritis peserta didik dapat meningkat sekaligus memberikan pengalaman belajar menyenangkan dengan model SSCS berbantuan laboratorium maya pada materi termokimia.

2) Bagi guru

Sebagai inovasi dalam mengajar dan menyampaikan materi termokimia dengan menggunakan model SSCS berbantuan laboratorium maya.

3) Bagi peneliti

Penelitian ini memberikan pengalaman dan pengetahuan tentang penerapan model pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Selain itu, penelitian ini juga dapat memperkaya wawasan peneliti dalam bidang pendidikan, khususnya terkait penggunaan laboratorium maya dalam pembelajaran kimia.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Model Search, Solve. Create, Share (SSCS)

a. Pengertian Model SSCS

Model pembelajaran *search, solve, create and share* (SSCS) pertama kali dikembangkan oleh Edward L Pizzini seorang ahli pendidikan dari University of Lowa, pada tahun 1987-1988 (Pizzini et al., 1988). Model ini berlandaskan pendekatan pemecahan masalah (*problem solving*) yang bertujuan untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik, serta meningkatkan pemahaman terhadap konsep-konsep sains melalui penerapan langsung dalam pembelajaran. SSCS memberikan ruang bagi peserta didik untuk berpikir mandiri dan kreatif melalui proses penyelidikan serta pencarian solusi atas masalah yang dihadapi (Utami, 2011).

Pizzini *et al.* (1988) merancang SSCS sebagai salah satu model inovatif dalam pembelajaran IPA, yang bertujuan memperluas penguasaan konsep sains serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Keunggulan model ini terletak pada

kesederhanaan dan kemudahannya untuk diterapkan di kelas, karena peserta didik dilibatkan secara aktif pada setiap tahap pembelajaran. Keterlibatan ini menjadi sarana efektif dalam membina keterampilan berpikir kritis peserta didik secara bertahap dan sistematis (Johan, 2014). Terdapat empat tahap atau proses pelaksanaan model SSCS yang dikemukakan oleh pizzini diantaranya yaitu (Pizzini *et al.,* 1988):

1) *Search*

   Tahap *search* adalah langkah awal dalam model SSCS, di mana peserta didik mulai memahami kondisi yang diberikan. Pada tahap ini, peserta didik didorong untuk aktif mengajukan pertanyaan yang relevan dengan masalah, sebagai dasar dalam pencarian solusi.

2) *Solve*

   Tahap kedua adalah *solve*, yaitu proses penyelesaian masalah melalui pengumpulan data dan analisis informasi untuk menjawab pertanyaan pada tahap *search*. Metode pengumpulan data bisa berupa observasi, eksperimen, dan membaca sumber-sumber terpercaya. Informasi yang diperoleh dianalisis

untuk menyusun dugaan (hipotesis), membandingkan alternatif solusi dan memilih solusi terbaik untuk menyelesaikan permasalahan, terakhir yaitu menyusun argumen yang didasarkan pada bukti. Pada tahap ini peserta didik dilatih untuk menganalisis, mengevaluasi dan membuat keputusan berdasarkan bukti yang telah dikumpulkan.

3) *Create*

Tahap ketiga yaitu *create*, dimana peserta didik membangun pemahaman yang lebih dalam dengan merepresentasikan solusi dalam bentuk nyata. *Create* atau membuat dalam tahap ini tidak selalu berarti menciptakan produk fiisk, melainkan bisa berupa laporan tertulis, poster atau ppt. Tahap ini juga melibatkan diskusi untuk membuat kesimpulan sekaligus memastikan bahwa hasil yang dihasilkan valid, logis dan dapat dipahami. Pada tahap ini peserta didik dilatih untuk menyusun argumen berbasis bukti, mengevaluasi cara terbaik untuk menyampaikan informasi kepada audiens.

4) Share

Tahap keempat atau tahap terakhir yaitu *share*. Pada tahap ini peserta didik menyampaikan atau membagikan hasil penyelesaian kepada guru dan teman sekelas. Peserta didik akan menerima masukan atau pertanyaan untuk meningkatkan pemahaman mereka.

Model SSCS memfokuskan peran peserta didik sebagai pelaku aktif dalam proses membangun pengetahuan. Melalui empat tahapan peserta didik tidak hanya diarahkan untuk memahami materi, tetapi juga dilatih dalam mengasah keterampilan berpikir kritis, menyelesaikan masalah, serta berkomunikasi secara efektif. Keterlibatan langsung dalam proses penyelidikan dan pencarian solusi terhadap masalah yang relevan menjadikan pembelajaran lebih kontekstual dan bermakna kontekstual.

b. Kelebihan dan Kekurangan SSCS

Putriyana *et al.* (2020) menyebutkan kelebihan model SSCS, di antaranya yaitu:

1) Menumbuhkan minat atau ketertarikan dalam pembelajaran karena dihadapkan masalah nyata diawal.

2) Memperoleh pengalaman langsung dalam menyelesaikan masalahnya sendiri.
3) Aktivitas peserta didik saat penggunaan model SSCS sangat beragam seperti diskusi, percobaan, presentasi sehingga mendorong peserta didik untuk berpartisipasi secara aktif dan tidak mudah bosan.
4) Mengajarkan belajar mandiri kepada peserta didik.
5) Melatih kerja sama antar peserta didik dan rasa tanggung jawab.

Meskipun model SSCS memiliki berbagai keunggulan, penerapannya juga menghadapi beberapa tantangan. Laili *et al.* (2024) menyatakan bahwa keberhasilan model ini sangat bergantung pada keterampilan guru dalam memfasilitasi proses diskusi dan mengarahkan argumentasi peserta didik pada setiap tahap pembelajaran. Oleh karena itu, implementasi SSCS menuntut kesiapan guru serta lingkungan belajar yang mendukung proses eksplorasi dan pemecahan masalah secara aktif.

c. Sintak Model SSCS

Langkah-langkah (sintaks) dalam model pembelajaran SSCS dikembangkan secara rinci oleh Pizzini *et al.* (1988). Rincian sintaks model SSCS disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Sintak model SSCS

Sintak	Kegiatan Pembelajaran
Identifikasi masalah (*search*)	Peserta didik memahami dan identifikasi kondisi atau permasalahan yang disajikan, dengan mengidentifikasi informasi yang telah diketahui serta menentukan hal-hal yang perlu dicari. Merumuskannya dalam bentuk pertanyaan. Melakukan penelaahan awal terhadap informasi yang tersedia untuk menghasilkan sejumlah ide sebagai dasar pemecahan masalah.
Memecahkan masalah *(solve)*	Mengumpulkan data dan menganalisis informasi dari berbagai sumber seperti observasi dan membaca sumber-sumber terpercaya. Berdasarkan informasi tersebut, mereka menyusun dugaan (hipotesis), membandingkan alternatif, dan memilih solusi terbaik. Peserta didik juga menyusun argumen berdasarkan bukti yang dikumpulkan.
Memformulasikan hasil *(create)*	Peserta didik membangun pemahaman lebih mendalam dengan menyusun hasil penyelesaian masalah ke dalam

Tabel 2.1 Lanjutan

	bentuk representasi nyata, seperti laporan tertulis, poster, atau media presentasi lainnya. Menyusun kesimpulan dan mengevaluasi cara terbaik dalam menyampaikan informasi.
Mengkomunikasikan hasil *(share)*	Membagikan hasil pemecahan masalah yang telah diperoleh. Peserta didik menerima tanggapan, umpan balik atau pertanyaan dari rekan lain, yang mendorong proses refleksi dan evaluasi terhadap solusi yang telah disusun.

(Pizzini *et al.,* 1988)

Penelitian ini menggunakan langkah-langkah model SSCS yang dikembangkan oleh Pizzini *et al.* (1988), yaitu *search, solve, create share*. Sintaks ini dipilih karena secara sistematis mendorong peserta diidk berpikir kritis melalui tahapan identifikasi masalah, analisis solusi, representasi hasil, komunikasi dan evaluasi akhir. Setiap tahap saling berkaitan dan dirancang untuk menumbuhkan keterlibatan aktif serta kemampuan berpikir tingkat tinggi secara logis dan kontekstual.

2. Laboratorium Maya

a. Pengertian

Media pembelajaran merupakan elemen krusial dalam menunjang efektivitas proses pembelajaran, selain model pembelajaran. Perkembangan teknologi memungkinkan penggunaan simluasi interaktif untuk mendukung pembelajaran sains, termasuk kimia. Laboratorium berperan penting dalam proses pembelajaran kimia, kegiatan di laboratorium akan berlangsung tanpa hambatan dengan dukungan sarana dan prasarana laboratorium. Namun fakta di lapangan menunjukkan bahwa di sekolah alat-alat dan bahan laboratorium tidak cukup atau bahkan tidak ada sama sekali. Oleh karena itu, laboratorium virtual hadir sebagai solusi alternatif untuk mengatasi keterbatasan tersebut (Putra dan Zainul, 2024).

Laboratorium virtual merupakan salah satu bentuk media berbasis multimedia yang memiliki berbagai elemen seperti teks, hiperteks, animasi, video dan grafik (Umami dan Jatmiko, 2013). Laboratorium virtual bukanlah pengganti untuk laboratoriam nyata, melainkan melengkapinya, terutama dalam hal efisiensi waktu, keamanan, dan

ketersediaan alat serta bahan (Haryanto, 2013). Melalui simulasi yang disediakan, peserta didik dapat memahami konsep-konsep kimia yang bersifat abstrak secara lebih nyata dan visual, sehingga membantu meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi.

Salah satu media laboratorium maya yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Olabs (Online Labs for School Experiments)*, yaitu platform laboratorium virtual yang dikembangkan oleh Amrita CREATE bekerja sama dengan *Ministry of Education* India dan CDAC. Olabs menyediakan simluasi eksperimen sains berbasis web yang dapat diakses secara gratis dan mencakup berbagai mata pelajaran seperti kimia, fisika dan biologi untuk jenjang sekolah menengah. Penelitian ini memilih *Olabs* sebagai media laboratorium virtual karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan media laboratorium virtual lainnya. Kelebihan tersebut meliputi tampilan peralatan laboratorium yang menyerupai aslinya, tidak memerlukan instalasi perangkat lunak khusus karena berbasis web, lebih ramah *bandwidth* dan

bisa digunakan dalam situasi terbatasnya koneksi internet.

Kemampuan berpikir kritis memiliki peran penting dalam pembelajaran kimia, karena membantu peserta didik dalam memahami berbagai konsep yang kompleks dan memecahkan masalah-masalah yang terkait dengan eksperimen atau teori kimia. Penelitian oleh Putri dan Kurniawati (2021) menemukan bahwa penggunaan laboratorium virtual secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik jika dibandingkan dengan pembelajaran melaui metode konvensional. Hal ini menunjukkan bahwa media laboratorium maya seperti *OLabs* dapat menjadi alat yang efektif untuk mengintegrasikan pembelajaran kimia dengan pengembangan keterampilan berpikir kritis.

b. Kelebihan dan kekurangan

Menurut Domingues *et al.* (2010) laboratorium virtual memiliki beberapa kelebihan, antara lain:

1) Mengatasi keterbatasan waktu, karena praktikum dapat dilakukan tanpa terikat jadwal tertentu.

2) Mengurangi hambatan geografis, sehingga peserta didik yang jauh dari fasilitas laboratorium tetap dapat mengikuti kegiatan praktikum.
3) Ekonomis karena tidak memerlukan penggunaan alat dan bahan secara fisik.
4) Meningkatkan kualitas eksperimen, karena memungkinkan pengulangan simulasi untuk memperjelas kesalahan atau keraguan dalam pengukuran.
5) Meningkatkan fleksibilitas pembelajaran, karena dapat diakses kapan saja sesuai kebutuhan peserta didik.
6) Lebih aman karena tidak bersentuhan langsung dengan bahan kimia.

Domingues *et al.* (2010) juga mengemukakan kelemahan *virtual laboratory* antara lain:

1) Agar dapat mejalankan lab maya, peserta didik harus terkoneksi internet.
2) Beberapa laboratorium virtual menggunakan bahasa asing, yang dapat menyulitkan peserta didik.
3) Adanya keterbatasan dalam pengalaman praktik langsung di laboratorium riil.

4) Tidak sepenuhnya menggantikan pengalaman praktikum nyata, terutama dalam hal keterampilan merangkai alat.

Olabs sebagai salah satu laboratorium virtual berbasis web telah mengatasi beberapa kekurangan laboratorium maya lainnya. Platform ini tidak memerlukan instalasi perangkat lunak khusus, ramah *bandwidth*, dan dapat digunakan meskipun koneksi internet terbatas. Selain itu, *OLabs* dilengkapi dengan video eksperimen, prosedur langkah-langkah praktikum, latihan soal, panduan guru, serta lembar kerja siswa yang mendukung pemahaman konsep dan pelaksanaan pembelajaran kimia secara efektif (Nedungadi *et al.,* 2015). Dengan fitur-fitur tersebut, *OLabs* memungkinkan guru dan siswa melakukan simulasi praktikum secara fleksibel, aman, dan efisien di berbagai kondisi pembelajaran.

3. Kemampuan Berpikir Kritis

a. Pengertian

Facione (2011) mendefinisikan berpikir kritis sebagai penilaian yang disengaja dan terarah, yang mencakup interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, serta penjelasan berdasarkan berbagai

pertimbangan rasional. Senada dengan itu, Krulik & Rudnick (1988) menyatakan bahwa berpikir kritis melibatkan kemampuan untuk menguji, mengaitkan, dan menilai berbagai aspek dari suatu permasalahan. Individu yang berpikir kritis mampu mengolah informasi secara mendalam, merumuskan masalah dengan tepat, dan menarik kesimpulan secara logis. Berpikir kritis merupakan keterampilan penting yang harus dimiliki peserta didik dalam menghadapi persoalan yang kompleks (Elder & Paul, 2007).

Berpikir kritis menurut Imamuddin *et al.* (2019) adalah kemampuan seseorang dalam mempertimbangkan secara matang setiap keputusan dan tindakan yang akan dia ambil. Kemampuan ini memungkinkan individu untuk mengevaluasi setiap keputusan dan tindakannya, sehingga dapat meminimalisir kemungkinanan melakukan kesalaahan. Peserta didik akan berhati-hati dan bijaksana dalam mengambil keputusan jika mereka menggunakan kemampuan berpikir kritis. Kemampuan berpikir kritis sangat dibutuhkan dalam proses pembelajaran karena tantangan yang dihadapi peserta didik tidak hanya

berkaitan dengan materi yang diajarkan, tetapi juga bagaimana mereka dapat menerapkannya dalam berbagai situasi (Marudut *et al.,* 2020).

b. Indikator Berpikir Kritis

Indikator berpikir kritis yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada kerangka yang dikemukakan Facione (2011), yang mencakup enam aspek berpikir kritis, yaitu:

1) Interpretasi

Kemampuan memahami dan mengekspresikan makna dari berbagai bentuk informasi seperti teks, grafik, tabel, data dan prosedur.

2) Analisis

Mengidentifikasi hubungan inferensial antara pernyataan, pertanyaan, konsep, atau bentuk representasi lainnya untuk mengekspresikan penilaian, alasan, opini.

3) Evaluasi

Kemampuan untuk menilai kredibilitas pernyataan atau representasi lain yang menggambarkan persepsi, situasi, opini atau keyakinan seseorang.

4) Inferensi

Kemampuan untuk mengidentifikasi dan menetapkan elemen-elemen yang diperlukan untuk menarik kesimpulan yang masuk akal (logis) berdasarkan bukti dan informasi yang relevan.

5) Penjelasan *(Explanation)*

Kemampuan untuk mengungkapkan atau menjelaskan alasan dibalik suatu pemikiran berdasarkan bukti, konsep metode dan kriteria yang relevan. Penalaran ini disusun dalam bentuk argumen yang logis, terstruktur, dan meyakinkan.

6) Regulasi diri *(Self-regulation)*

Kemampuan untuk secara sadar memantau dan mengoreksi proses berpikir sendiri. Hal ini dilakukan dengan menerapkan keterampilan analisis dan evaluasi terhadap pemikiran atau kesimpulan yang telah diambil, dengan tujuan untuk meninjau kembali, mengonfirmasi, atau menyempurnakan hasil penalaran yang diperoleh.

Indikator berpikir kritis oleh Facione (2011) akan dijabarkan beserta sub indikatornya dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Indikator Berpikir Kritis

Indikator	Sub-Indikator
Interpretasi	1. Mengelompokkan
	2. Menafsirkan makna
	3. Menjelaskan arti
Analisis	4. Menelaah ide
	5. Mengidentifikasi argumen atau pernyataan
	6. Mengidentifikasi alasan dan klaim
Evaluasi	7. Menilai kredibilitas pernyataan
	8. Mengevaluasi kualitas argumen
Inferensi	9. Mengumpulkan bukti
	10. Menyusun alternatif dugaan
	11. Menarik kesimpulan logis
Eksplanasi	12. Menyatakan hasil
	13. Membenarkan prosedur
	14. Menyajikan argumen
Regulasi diri	15. Pemantauan dan perbaikan diri

(Facione, 2011).

Penelitian ini menggunakan indikator keterampilan berpikir kritis yang dikembangkan oleh Facione (2011), yang terdiri atas enam aspek utama yakni interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, eksplanasi, dan regulasi diri. Masing-masing aspek dijabarkan ke dalam lima belas sub-indikator yang lebih spesifik. Kerangka ini dipilih karena dinilai mampu merepresentasikan proses

berpikir kritis secara menyeluruh dan sistematis, sehingga relevan untuk menilai peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi yang dipelajari.

4. Materi Termokimia

Materi yang dibahas pada penelitian ini adalah termokimia, yang mencakup berbagai konsep dasar diantaranya yaitu hukum kekekalan energi, sistem dan lingkungan, energi, kerja, kalor, reaksi eksoterm dan endoterm serta penentuan entalpi reaksi berdasarkan kalorimetri, data entalpi pembentukan standar, hukum hess, dan energi ikatan.

a. Pengertian Termokimia

Termokimia merupakan salah satu cabang kimia yang fokus pada kajian mengenai perubahan energi panas (kalor) yang terjadi selama berlangsungnya reaksi kimia, baik dalam bentuk pelepasan maupun penyerapan energi. Berdasarkan hukum kekekalan energi, energi tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan, melainkan hanya dapat mengalami transformasi dari satu bentuk ke bentuk lainnya (Chang, 2004). Kalor merupakan bentuk energi yang berpindah dari suatu zat ke zat lain akibat perbedaan suhu, baik

dalam proses pelepasan maupun penyerapan. Hubungan antara kalor, energi, dan usaha dapat dijelaskan menggunakan persamaan sebagai berikut (Ramli *et al.,* 2022):

$$\Delta U = q + w$$

Keterangan:

ΔU = perubahan energi dalam (J)

q = jumlah kalor diserap atau dilepas sistem (J)

w = kerja yang dilakukan sistem (J)

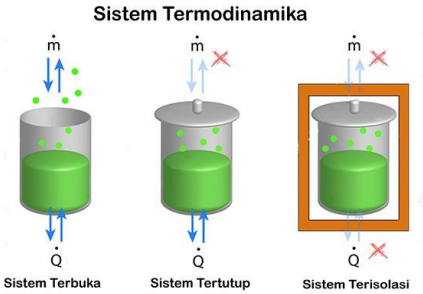
Nilai *q* dan *w* bisa positif atau negatif. Q bernilai positif (+) jika sistem menyerap kalor ($q > 0$) dan q bernilai negatif (-) jika sistem melepas kalor ($q < 0$).

b. Sistem dan Lingkungan

Sistem merupakan jenis zat, jumlah yang bereaksi dan hasil reaksi. Sedangkan lingkungan merupakan segala sesuatu diluar sistem namun masih disekitar sistem, yaitu dengan apa sistem tersebut berinteraksi. Contoh: Jika 100 mL HCl 0,1M dilarutkan dengan 200 mL NaOH 0,1M. Maka 0,1 mol HCl; 0,1 mol NaOH; 0,1 mol NaCl; 0,1 mol H_2O merupakan sistem. Sedangkan yang menjadi lingkungan adalah yang tidak ikut bereaksi diantaranya yaitu 0,1 mol NaOH, air, gelas kimia

dan udara disekitarnya. Sistem dibedakan sebagai berikut (Ulya dan Nugroho, 2020):

1) Sistem terbuka, sistem yang memungkinkan terjadinya pertukaran materi dan energi dengan lingkungannya. Contoh dari sistem ini adalah larutan dalam wadah tanpa penutup.
2) Sistem tertutup, yakni sistem yang hanya memungkinkan perpindahan energi tetapi tidak materi antara sistem dan lingkungan. Contohnya sistem gas dalam silinder tertutup.
3) Sistem terisolasi, di mana energi maupun materi tidak dapat keluar masuk system. Contohnya botol termos ideal.



Gambar 2.1 Macam-Macam Sistem

c. Entalpi dan Perubahan Entalpi

Entalpi (H) merupakan ukuran energi yang dimiliki sistem pada tekanan konstan. Dalam konteks termodinamika, entalpi merupakan hasil

penjumlahan antara energi dalam sistem (U) dan hasil kali tekanan dengan volume (PV), yang dapat dirumuskan sebagai (Partana dan Wiyarsi, 2009):

$$H = U + PV$$

Dalam suatu reaksi kimia, perubahan entalpi (ΔH) menggambarkan selisih energi antara zat hasil dan pereaksi:

$$\Delta H = H_{produk} - H_{reaktan}$$

Karena sebagian besar reaksi kimia berlangsung di ruang terbuka, maka tekanan dianggap konstan (ΔP = 0), sehingga persamaan perubahan entalpi dapat disederhanakan menjadi:

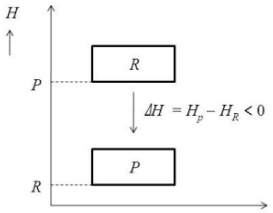
$\Delta H = \Delta U + V\Delta P + P\Delta V \; atau \; \Delta H = \Delta U + P\Delta V$

Berdasarkan hukum pertama termodinamika diketahui bahwa ($\Delta U + P\Delta V = q$), maka pada tekanan tetap, perubahan entalpi (ΔH) sebanding dengan jumlah kalor (q) yang dilepaskan atau diserap oleh sistem. Jika sistem menyerap kalor (q positif), maka nilai ΔH juga positif. Sebaliknya jika kalor dilepaskan oleh sistem (q negatif), maka nilai ΔH negatif (Partana dan Wiyarsi, 2009).

d. Reaksi Eksoterm dan Endoterm

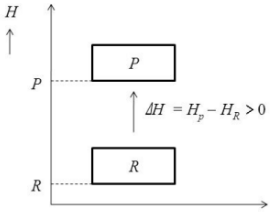
Reaksi eksoterm adalah reaksi yang mengeluarkan energi atau menghasilkan energi

ketika reaksi terjadi. Oleh karena itu, perubahan entalpinya bertanda negatif ($\Delta H = -$) (Chang, 2004).



Gambar 2.2 Diagram Reaksi Eksoterm

Reaksi endoterm adalah reaksi yang memerlukan energi atau menyerap energi dari lingkungan ketika reaksi terjadi. Jadi perubahan entalpinya bertanda positif ($\Delta H = +$) (Chang, 2004).



Gambar 2.3 Diagram Reaksi Endoterm

e. Penentuan Perubahan Entalpi (ΔH) suatu Reaksi

1) Melalui percobaan (kalorimeter)

Proses pengukuran kalor yang dilepas atau diserap selama suatu reaksi kimia di laboratorium dilakukan menggunakan alat

bernama kalorimeter. Aktivitas pengukuran kalor tersebut dikenal sebagai kalorimetri (Ramli *et al.,* 2022). Penentuan kalor reaksi melalui metode kalorimetri dilakukan dengan mengukur perubahan suhu pada larutan dan kalorimeter, dengan prinsip perpindahan kalor, yaitu jumlah kalor yang diberikan sama dengan jumlah kalor yang diserap. Nilai kalor yang terlibat dalam suatu reaksi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Ulya dan Nugroho, 2020):

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

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

Kalor sistem (reaksi) yang dihasilkan sama dengan kalor yang diterima oleh lingkungan. Oleh karena itu, kalor reaksi dapat diukur dengan mengukur kalor yang diserap oleh lingkungan (larutan dan kalorimeter), sedangkan ΔH_{reaksi} yang diukur adalah sistem maka besarnya adalah sama dengan Q_{reaksi} namun tandanya berbeda:

$$\text{Q}_{reaksi} = (Q_{larutan} + Q_{kalorimeter})$$

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

$$\Delta H = \frac{-(Q_{larutan} + Q_{kalorimeter})}{mol}$$

Keterangan:

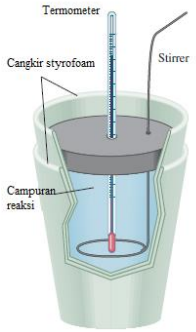
q = Kalor yang dilepaskan/diserap (J)

m = Massa (gram)

c = Kalor jenis air atau larutan (J/g °C)

C = Kapasitas kalor (J/ °C)

ΔT = Perubahan suhu (°C)



Gambar 2.4 Kalorimeter

2) Menggunakan data entalpi pembentukan standar (ΔH^0_f)

Perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH^0_f) adalah perubahan entalpi yang terjadi dalam pembentukan 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya pada keadaan standar (1 atm). Jika pada persamaan reaksi semua entalpi pembentukan standar (ΔH^0_f) zatnya diketahui,

maka perubahan entalpi (ΔH) dapat dihitung dengan rumus:

$$\Delta H = \sum \Delta H°_f \ (produk) - \sum \Delta H°_f \ (\text{reaktan})$$

Dimana ΔH^0_f unsur bebas adalah 0 (Ramli *et al.,* 2022).

3) Menggunakan hukum Hess

Seorang Ilmuwan bernama Henri Germain Hess menyatakan bahwa perubahan entalpi tidak bergantung pada jalannya reaksi atau mekanisme yang dilalui, melainkan hanya ditentukan oleh kondisi awal dan akhir. Prinsip ini dikenal sebagai Hukum Hess, yang memungkinkan penentuan entalpi reaksi secara tidak langsungatau melalui beberapa tahapan (Chang, 2004).

Contoh:

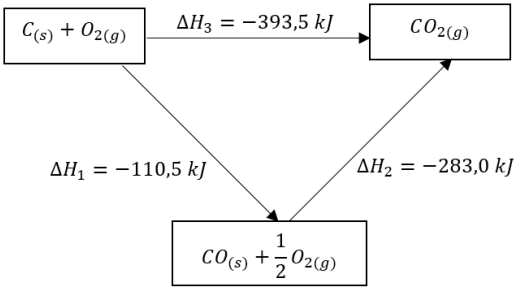
Jika karbon dibakar dengan menggunakan gas oksigen berlebih, maka akan terbentuk gas karbondioksida. Perkiraan perubahan reaksi dapat berlangsung dalam dua tahap:

1: $C_{(s)} + ½\ O_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)}$ ΔH=-110,5 kJ

2: $CO_{(s)} + ½\ O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ ΔH=-283,0 kJ

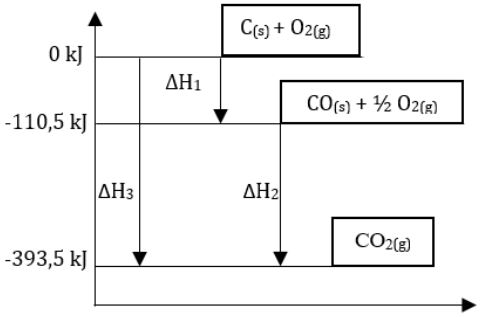
$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ ΔH=-393,5 kJ

Hubungan antar reaksi ini dapat divisualisasikan dalam bentuk siklus Hess atau diagram tingkat energi. Perhatikan gambar berikut.



Gambar 2.5 Diagram siklus CO_2

Berdasarkan skema di atas dapat dilihat bahwa ΔH_3 merupakan penjumlahan dari ΔH_1 dan ΔH_2 , dapat dikatakan bahwa hukum Hess merupakan hukum penjumlahan. Perhatikan penggambaran prosesnya pada diagram tingkat energi dibawah ini:



Gambar 2.6 Diagram tingkat energi CO_2

Perhatikan arah panah pada diagram. Berdasarkan Hukum Hess, perubahan entalpi total (ΔH_3) dari reaksi pembentukan CO_2 merupakan hasil penjumlahan dari dua lintasan reaksi, yaitu ΔH_1 dan ΔH_2. Hal ini ditunjukkan oleh arah panah yang menggambarkan lintasan reaksi bertingkat. Oleh karena itu, dapat dituliskan hubungan matematis berikut:

$\Delta H_3 = \Delta H_1 + \Delta H_2$

$-393{,}5\ kJ = -110{,}5\ kJ + \Delta H_2$

$\Delta H_2 = -283{,}0\ kJ$

4) Menggunakan harga energi ikatan rata-rata

Reaksi kimia merupakan proses penyusunan ulang suatu zat (reaktan) menjadi zat lain (produk). Dalam proses ini, ikatan kimia pada reaktan akan diputus terlebih dahulu, kemudian diikuti dengan pembentukan ikatan baru pada produk. Kedua tahapan ini melibatkan energi, baik untuk memutus maupun membentuk ikatan. Nilai perubahan entalpi (ΔH) ditentukan dari selisih antara total energi ikatan yang terputus dan total energi ikatan yang terbentuk. (Ramli *et al.,* 2022).

Sehingga perhitungan ΔH berdasarkan energi ikatan dapat dirumuskan sebagai berikut (Ulya dan Nugroho, 2020).

$$\Delta H_{reaksi} = \Sigma \Delta H_{PIR} + \Sigma \Delta H_{PIP}$$

Karena,

$$\Sigma \Delta H_{pemutusan\ ikatan} = -\Sigma \Delta H_{pembentukan\ ikatan}$$

$$\Delta H_{reaksi} = \Sigma \Delta H_{PIR} - \Sigma \Delta H_{PIP}$$

Atau,

$$\Delta H_{reaksi} = \Sigma EI_{pereaksi} + \Sigma EI_{produk\ reaksi}$$

$$\Delta H_{reaksi} = \Sigma EI_{kiri} + \Sigma EI_{kanan}$$

Keterangan:

PIR : pemutusan ikatan pereaksi

PIP : pembentukan ikatan produk reaksi

B. Kajian Pustaka

Studi terhadap penelitian-penelitian terdahulu dilakukan guna memperjelas fokus masalah, menemukan celah untuk kontribusi baru, serta memetakan posisi penelitian ini dalam konteks kajian yang sudah ada**.** Hasil dari studi literatur tersebut disajikan sebagai berikut.

1) Penelitian oleh Musyaillah *et al.* (2020) membuktikan bahwa penggunaan model *problem solving* berbantaun *virtual chemistry laboratory* berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis

siswa pada topik larutan elektrolit dan non elektrolit. Perbedaan penelitian tersebut dengan penelitian ini terletak pada variabel bebas dan materi yang dikaji. Penelitian Musyaillah menggunakan model *problem solving* pada materi larutan elektrolit dan non elektrolit, sementara penelitian ini menerapkan model SSCS berbantuan laboratorium virtual pada materi termokimia. Persamaan keduanya terletak pada variabel terikat, yaitu sama-sama mengukur kemampuan berpikir kritis

2) Penelitian kedua oleh Putri dan Kurniawati (2021) menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik yang mendapat perlakuan menggunakan laboratorium virtual lebih tinggi dibandingkan dengan kelas yang mendapat pembelajaran konvensional. Persamaan pada penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan peneliti terletak pada penggunaan media laboratorium virtual serta variabel terikatnya yaitu keterampilan berpikir kritis. Sedangkan perbedaannya terletak pada materi yang digunakan, yaitu penelitian tersebut diterapkan pada materi titrasi asam basa tanpa menggunakan

model pembelajaran tertentu, sedangkan penelitian yang dilakukan peneliti fokus pada materi termokimia dengan menggunakan model pembelajaran SSCS.

3) Penelitian yang dilakukan oleh Ramadhani dan Fuadiyah (2023) menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran SSCS efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi sistem ekskresi. Persamaan antara penelitian tersebut dengan penelitian ini terletak pada variabel bebas dan variabel terikat yang digunakan, yakni sama-sama menerapkan model SSCS dan menilai kemampuan berpikir kritis. Perbedaannya terletak pada ruang lingkup mata pelajaran dan materi yang dikaji, jika penelitian Ramadhani dan Fuadiyah berfokus pada pembelajaran biologi dengan topik sistem ekskresi, maka penelitian ini diarahkan pada pembelajaran kimia, khususnya materi termokimia, serta didukung dengan penggunaan media laboratorium maya.

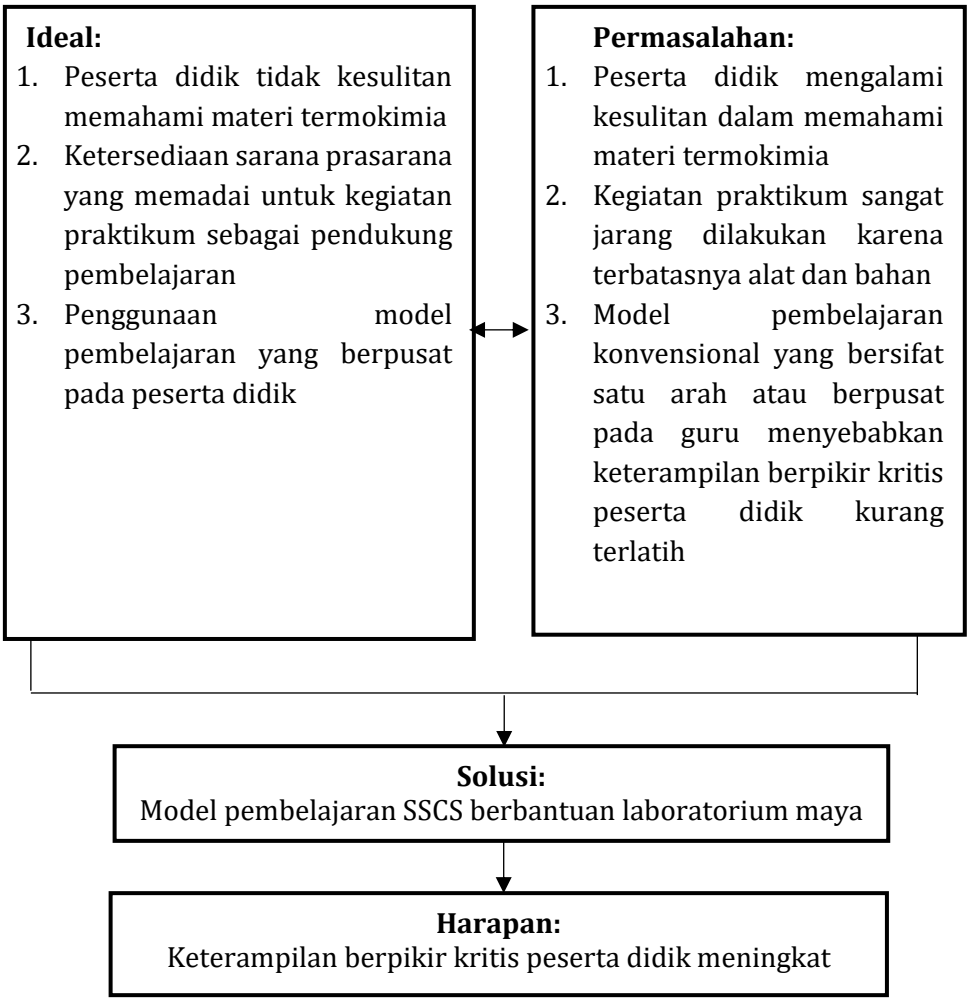
C. Kerangka Berpikir

Penggunaan model pembelajaran yang berpusat pada guru sering kali membuat peserta didik bersifat

pasif, hanya mendengarkan penjelasan dan mencatat materi tanpa terlibat langsung dalam proses eksplorasi maupun pemecahan masalah. Kondisi ini menghambat pengembangan keterampilan berpikir kritis, terutama pada topik-topik yang bersifat kompleks seperti termokimia. Di sisi lain, keterbatasan waktu, alat, dan bahan menjadi tantangan dalam pelaksanaan praktikum, padahal kegiatan tersebut penting untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Model pembelajaran *search, solve, create, and share* (SSCS) membuka ruang bagi peserta didik untuk aktif dalam mengidentifikasi masalah, merumuskan solusi, membuat keputusan yang tepat, serta berbagi hasil pemikiran. Dukungan laboratorium maya memungkinkan eksperimen dilakukan secara fleksibel tanpa terkendala waktu, biaya, atau alat, sekaligus mendukung prinsip *green chemistry*. Aktivitas ini melatih peserta didik mengeksplorasi data, menganalisis, dan mengevaluasi hasil secara mandiri sebagai bagian dari pengembangan keterampilan berpikir kritis. Oleh karena itu, model SSCS berbantuan laboratorium maya diharapkan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hubungan antara permasalahan, solusi, dan harapan dalam

penelitian ini disusun dalam bentuk kerangka berpikir yang ditampilkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.7 Bagan Kerangka Berpikir

D. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

H_a : Model *search, solve, create, share* (SSCS) berbantuan laboratorium maya berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi termokimia

H_0 : Model *search, solve, create, share* (SSCS) berbantuan laboratorium maya tidak berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi termokimia

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *quasi-experiment* untuk mengetahui hubungan sebab-akibat antara variabel bebas dan variabel terikat. Design ini dilakukan tanpa pengacakan (random) namun melibatkan penempatan partisipan ke kelompok. Dalam desain ini, kelompok eksperimen memperoleh perlakuan tertentu sedangkan kelompok kontrol diberi perlakuan berbeda untuk dibandingkan hasilnya (Creswell, 2018).

Desain yang digunakan adalah *nonequivalent control group design*, di mana dua kelompok digunakan sebagai subjek penelitian. Kelompok eksperimen mendapatkan perlakuan menggunakan model SSCS berbantuan laboratorium maya, sementara kelompok kontrol menggunakan model pembelajaran *direct instruction*. Kedua kelompok diberikan *pretest* sebelum perlakuan dan *posttest* setelah perlakuan.

Tabel 3.1 *Nonequivalent Control Group Design*

Kelas	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen I	O_1	X_1	O_2
Kontrol	O_1	X_2	O_2

Keterangan:

O_1 : *Pre test* sebelum diberi perlakuan

O_2 : *Post test* setelah diberi perlakuan

X_1 : Perlakuan model SSCS berbantuan laboratorium maya

X_2 : Perlakuan model pembelajaran *direct instruction*

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada semester Genap Tahun ajaran 2024/2025 di MAN 2 Kota Semarang.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

Sugiyono (2013) mengemukakan populasi diartikan sebagai sekelompok objek atau individu yang memiliki karakteristik tertentu dan berada dalam cakupan yang telah ditentukan oleh peneliti, sehingga dapat dijadikan dasar untuk menarik kesimpulan. Populasi pada penelitian ini yaitu semua peserta didik kelas XI MAN 2 Kota Semarang yang terdiri dari 8 kelas. Sampel termasuk bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki populasi. Teknik pengambilan sampel penelitian ini menggunakan *cluster random sampling,* dua kelas dari populasi dipilih secara acak untuk ditetapkan menjadi kelas eksperimen dan kelas kontrol.

D. Definisi dan Operasional Variabel

Penelitian ini melibatkan tiga jenis variabel, yaitu variabel independent, variabel dependen, dan variabel kontrol. Menurut Malik dan Chusni (2018) variabel bebas (*independent*) adalah variabel yang memengaruhi atau menjadi penyebab perubahan pada variabel lainnya, dan sering disebut sebagai stimulus atau prediktor. Sementara itu, variabel terikat (*dependent*) merupakan variabel yang dipengaruhi atau menjadi hasil dari variabel bebas. Adapun variabel kontrol adalah variabel yang dijaga tetap konstan agar hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti.

Variabel bebas pada penelitian ini adalah model pembelajaran *Search, Solve, Create, Share* (SSCS) berbantuan laboratorium maya. Model SSCS merupakan model pembelajaran yang menekankan pada kegiatan pencarian informasi (*search*), pemecahan masalah (*solve*), pembuatan (*create*), dan penyampaian hasil (*share*). Operasionalisasi model ini diwujudkan dalam pembelajaran yang memandu peserta didik melalui keempat tahapan tersebut dengan bantuan simulasi laboratorium virtual berbasis web, yaitu OLabs.

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah keterampilan berpikir kritis. Keterampilan ini didefinisikan sebagai kemampuan peserta didik untuk menganalisis informasi, mengevaluasi argumen, serta menarik kesimpulan secara logis dan sistematis. Operasionalisasi keterampilan berpikir kritis dalam penelitian ini mengacu pada enam indikator dari Facione (2011), yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, eksplanasi, dan regulasi diri. Setiap indikator diukur menggunakan instrumen tes berbentuk soal uraian yang telah divalidasi, dengan skor maksimal tertentu untuk masing-masing indikator.

Variabel kontrolnya meliputi materi termokimia, jam pembelajaran, dan kurikulum merdeka yang diterapkan. Pengendalian variabel-variabel ini dimaksudkan agar perubahan keterampilan berpikir kritis peserta didik benar-benar disebabkan oleh penerapan model SSCS berbantuan laboratorium maya.

E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Teknik dan instrumen pengumpulan data pada aspek yang diteliti yaitu:

1. Wawancara

   Wawancara merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan melalui penyampaian pertanyaan secara langsung kepada informan atau narasumber untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam penelitian. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan wawancara tidak terstruktur, yakni tanpa panduan pertanyaan yang baku. Teknik ini digunakan untuk memperoleh informasi terkait kemampuan berpikir kritis peserta didik berdasarkan hasil ulangan harian serta tingkat keaktifan selama proses pembelajaran. Wawancara dilakukan terhadap guru kimia kelas XI di MAN 2 Kota Semarang serta beberapa peserta didik. Data yang diperoleh dari hasil wawancara digunakan sebagai studi pendahuluan dalam mengidentifikasi permasalahan yang akan diteliti (Sugiyono, 2013).

2. Instrumen Tes

   Menurut Arikunto (2013), tes merupakan suatu alat yang digunakan untuk memperoleh data guna mengetahui dan mengukur objek yang diteliti berdasarkan kriteria tertentu. Dalam penelitian ini, instrumen tes digunakan untuk mengukur

keterampilan berpikir kritis peserta didik. Tes diberikan dua kali, yaitu sebelum perlakuan *(pretest)* dan setelah perlakuan *(posttest)*, baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Bentuk tes yang digunakan berupa soal uraian sebanyak enam butir, yang dikembangkan berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis menurut Facione, yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, penjelasan, dan pengaturan diri.

3. Dokumentasi

   Teknik dokumentasi merupakan metode pengumpulan data dengan cara menghimpun berbagai dokumen tertulis, transkrip, dan elektronik sebagai bukti penelitian merupakan proses dokumentasi (Arikunto, 2013). Dokumentasi pada penelitian ini berupa modul/perangkat pembelajaran, *power point*, dan hasil *pre-test post-test*.

F. Analisis Pengujian Instrumen

Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen terlebih dahulu melalui tahap uji coba guna mengetahui tingkat validitas, reliabilitas, daya pembeda, dan tingkat kesukaran soal. Uji coba dilakukan pada peserta didik yang yang sebelumnya

telah mempelajari materi materi termokimia. Adapun instrumen yang digunakan berupa tes uraian, yang dirancang untuk mengukur keterampilan berpikir kritis berdasarkan indikator yang telah ditentukan sebelumnya.

1) Uji Validitas Instrumen Tes oleh Ahli

   Uji validasi ahli adalah penilaian terhadap kualitas butir instrumen oleh pihak yang berkompeten. Validator memberikan evaluasi dan masukan terhadap kesesuaian instrumen dengan tujuan pengukuran. Instrumen yang dinilai belum layak tidak langsung diuji coba kepada peserta didik, melainkan direvisi terlebih dahulu. Uji validitas dilakukan oleh 2 dosen pendidikan kimia sebagai ahli.

2) Uji Validitas Empiris Instrumen

   Validitas merupakan ukuran yang menunjukkan sejauh mana suatu instrumen dapat mengukur konstruk yang dimaksud (Arikunto, 2013). Instrumen yang valid menunjukkan bahwa butir soal dapat mengungkap indikator yang diukur secara tepat dan konsisten. Uji validitas empiris pada penelitian ini menggunakan rumus

korelasi *product moment pearson*, dengan bantuan program SPSS 26.

Hasil korelasi antara skor tiap butir soal dengan skor total kemudian dibandingkan dengan nilai r-tabel pada taraf signifikansi 5% dan derajat kebebasan (dk) = n – 2. Suatu butir soal dikatakan valid apabila r-hitung ≥ r-tabel, dan sebaliknya, butir soal dianggap tidak valid jika r-hitung < r-tabel (Arikunto, 2013)

3) Uji Reliabilitas

Menurut Sugiyono (2013) reliabilitas mengacu pada tingkat konsistensi suatu instrumen dalam mengukur konstruk tertentu, yang berarti instrumen tersebut menunjukkan ketetapan, keajegan, dan konsistensi dalam mengukur suatu konstruk. Dalam penelitian ini, uji reliabilitas dihitung menggunakan bantuan SPSS 26, melalui teknik *Cronbach's Alpha*.

Menurut Arikunto (2013), semakin tinggi nilai koefisien *Cronbach's Alpha*, maka semakin tinggi pula tingkat konsistensi internal antarbutir dalam satu instrumen. Interpretasi nilai koefisien reliabilitas ditunjukkan pada pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Koefisien Reliabilitas Butir Soal

Koefisien korelasi	Keterangan
0,80 < α ≤ 1,00	Sangat tinggi
0,60 < α ≤ 0,80	Tinggi
0,40 < α ≤ 0,60	Sedang
0,20 < α ≤ 0,40	Rendah
α < 0,20	Sangat Rendah

(Arikunto, 2013)

4) Uji Tingkat Kesukaran

Uji tingkat kesukaran bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemungkinan peserta didik menjawab benar suatu butir soal, sehingga dapat menggambarkan tingkat kemudahan atau kesulitan soal tersebut. Nilai indeks kesukaran dinyatakan dalam bentuk proporsi antara 0,00 hingga 1,00. Makin tinggi nilai indeks, berarti soal tersebut semakin mudah untuk dijawab oleh peserta didik. Perhitungan tingkat kesukaran soal uraian dalam penelitian ini menggunakan rumus berikut:

$$TK = \frac{X}{S_{maks}}$$

Keterangan:

TK : tingkat kesukaran butir soal

X : rata-rata skor peserta didik pada suatu butir soal

S_{maks} : skor maksimum ideal, yakni skor yang akan diperoleh siswa jika menjawab butir soal dengan tapat sempurna.

Interpretasi tingkat kesukaran instrumen tes esai ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Indeks Tingkat Kesukaran

TK	Kriteria
TK = 0,00	Terlalu sukar
0,0 ≤ *TK* ≤ 0,30	Soal Sukar
0,31 < *TK* ≤ 0,70	Sedang
0,71 < *TK* ≤ 1,00	Mudah
IK = 1,00	Terlalu mudah

(Zainal, 2012)

5) Daya Beda

Daya pembeda merupakan kemampuan suatu butir soal untuk membedakan peserta didik yang memiliki penguasaan materi dengan baik dan mereka yang belum menguasainya (Arikunto, 2013). Berikut adalah rumus untuk menentukan daya pembeda soal:

$D = P_A - P_B$

$P_A = \frac{\Sigma_A}{N_A.S_m}$ dan $P_B = \frac{\Sigma_B}{N_B.S_m}$

(Surapranata, 2006)

Keterangan:

D : Daya pembeda

Σ_A : Total skor item kelompok atas

Σ_B : Total skor item kelompok atas

S_m : Skor maksimal tiap item

N_A : Jumlah subjek kelompok atas

N_B : Jumlah subjek kelompok bawah

Kriteria daya beda pada instrumen ditunjukkan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Klasifikasi Daya Pembeda

Interval *DP*	Kriteria
0,70 < *DP* ≤ 1,00	Sangat baik
0,40 < *DP* ≤ 0,70	Baik
0, 20 < *DP* ≤ 0,40	Cukup
0,00 < *DP* ≤ 0,20	Jelek
DP ≤ 0,00	Sangat jelek

(Arikunto, 2017)**.**

G. Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu uji prasyarat dan uji hipotesis. Uji prasyarat meliputi pengujian normalitas dan homogenitas data, sedangkan uji hipotesis dilakukan dengan menggunakan uji perbedaan rata-rata (*independent sample t-test*) dan analisis *effect size*.

1. Uji Prasyarat
   a. Uji Normalitas

      Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh memiliki distribusi normal. Pengujian dilakukan menggunakan uji *Shapiro-Wilk*

dengan bantuan SPSS 26, dan taraf signifikansi sebesar 0,05. Hipotesis yang diuji adalah:

H_0 : data berdistribusi normal.

H_a : data tidak berdistribusi normal.

Ketentuan interpretasi uji normalitas dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Ketentuan Uji *Kolmogrov-Smirnov*

Probabilitas	Kriteria	Arti
Sig > 0,05	H_0 diterima, H_a ditolak	Data berdistribusi normal
Sig < 0,05	H_0 ditolak, H_a diterima	Data tidak berdistribusi normal

(Kadir, 2015).

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah varians antara dua kelompok yang dibandingkan bersifat seragam atau tidak. Uji yang akan digunakan yaitu uji *Levene* berbantuan SPSS (versi 26) dengan taraf signifikansi (sig) 5% atau 0,05. Hipotesis yang diuji adalah:

H_0 : data memiliki varians yang homogen.

H_a : data memiliki varians yang tidak homogen.

Ketentuan interpretasi uji homogenitas dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Interpretasi Uji *Levene*

Probabilitas	Kriteria	Keterangan
Sig. > 0,05	H_0 diterima, H_a ditolak	Data memiliki varians sama atau homogen
Sig. < 0,05	H_0 ditolak, H_a diterima	Data memiliki varians tidak sama atau tidak homogen

(Nuryadi *et al.,* 2017).

2. Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan setelah data memenuhi syarat distribusi normal dan homogen. Tahap ini bertujuan untuk menguji apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

a) Uji perbedaan rata-rata *(Independent Sample t-test)*

Independent Sample t-test dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara keterampilan peserta didik yang mengikuti pembelajaran menggunakan model SSCS berbantuan laboratorium maya dan kelas yang mendapatkan model *direct instruction* (Kadir, 2015). Analisis dilakukan dengan bantuan SPSS 26 dengan taraf signifikansi 0,05 (5%).

Kriteria pengambilan keputusan dalam uji t adalah sebagai berikut:

Jika Sig < 0,05, maka Ha diterima dan H_0 ditolak.

Jika Sig ≥ 0,05, maka Ha ditolak dan H_0 diterima. (Kadir, 2015).

b) Uji *Effect Size*

Analisis *effect size* digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh model pembelajaran SSCS berbantuan laboratorium maya terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi termokimia. Menurut Kadir (2015), *effect size* merupakan ukuran yang menggambarkan kekuatan pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat dalam suatu eksperimen. Dalam penelitian ini, perhitungan *effect size* dilakukan menggunakan rumus Cohen's *d* sebagai berikut:

$$d = \frac{\bar{X}_{eksperimen} - \bar{X}_{kontrol}}{S_{pooled}}$$

Keterangan:

d : nilai *effect size*

$\bar{X}_{eksperimen}$: rata-rata kelas eksperimen

$\bar{X}_{kontrol}$: rata-rata kelas kontrol

S_{pooted} = standart deviation (standar deviasi)

Perhitungan S_{pooted} (S_{gab}) menggunakan rumus berikut:

$$S_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1){SD_1}^2 + (n_1 - 1){SD_2}^2}{n_1 + n_2}}$$

S_{pooled} : standar deviasi gabungan

n_1 : jumlah peserta didik kelas eksperimen

n_2 : jumlah siswa kelas kontrol

${SD_1}^2$: standar deviasi kelas eksperimen

${SD_2}^2$: standar deviasi kelas kontrol

Nilai *effect size* yang diperoleh kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria dari Cohen *et al.* (2007), sebagaimana disajikan pada Tabel 3.7 berikut.

Tabel 3.7 Kriteria Interpretasi Nilai *Effect Size*

Nilai Effect Size	Interpretasi
0,00 < d < 0,20	Efek sangat kecil/hampir tidak ada efek
0,20 ≤ d < 0,50	Efek kecil
0,50 ≤ d < 0,80	Efek sedang
0,80 ≤ d < 1,30	Efek besar
d ≥ 1,30	Efek sangat besar

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di MAN 2 Kota Semarang dengan subjek penelitian peserta didik kelas XI semester genap tahun ajaran 2024/2025. Fokus penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh penerapan model *search, solve, create, share* (SSCS) berbantaun laboratorium maya terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi termokimia. Kelas XI-G ditetapkan sebagai kelas eksperimen yang menerima pembelajaran dengan model SSCS berbantuan laboratorium maya, sedangkan kelas XI-D sebagai kelas kontrol yang memperoleh pembelajaran *direct instruction* (DI). Penelitian dilaksanakan dalam beberapa tahapan sebagai berikut.

1. Tahap Persiapan

Tahap awal difokuskan pada penyusunan instrumen penelitian dan perangkat pembelajaran. Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini meliputi:

a. **Penyusunan Modul Ajar**

Modul ajar pada kelas eksperimen disusun berdasarkan sintaks model SSCS yang terdiri

dari empat tahap yaitu *search, solve, create, dan share*. Modul tersebut disusun dengan memadukan penggunaan laboratorium maya (Olabs) pada tahap *create* untuk memperkuat pemahaman konsep serta meningktakan aktivitas berpikir kritis peserta didik. Sementara itu, modul ajar untuk kelas kontrol hanya memuat pembelajaran dengan pendekatan konvensional tanpa integrasi laboratorium maya, menyesuaikan dengan kebiasaan pengajaran guru di kelas. Materi yang disajikan tetap sama, yakni termokimia, namun strategi pembelajaran tidak mendorong keterlibatan aktif maupun praktik berbasis teknologi. Rincian modul ajar tersedia pada Lampiran 2.

b. Penyusunan LKPD

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) disusun dengan mengacu pada sintaks model SSCS serta terintegrasi dengan penggunaan laboratorium maya. Selain itu, penyusunan LKPD juga disesuaikan dengan indikator keterampilan berpikir kritis menurut Facione (2011). LKPD ini dirancang untuk

mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik yang disajikan pada Lampiran 3.

c. Penyusunan Instrumen dan Penskoran

Instrumen uji coba dalam penelitian ini berupa instrumen tes essai sebanyak 10 butir soal, yang dirancang untuk mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik. Penyusunan instrumen didasarkan pada indikator keterampilan berpikir kritis menurut Facione yang meliputi interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, penjelasan dan regulasi diri. Adapun langkah-langkah penyusunan instrumen dan lembar penilaian adalah sebagai berikut:

1) Merumuskan tujuan instrumen, yaitu untuk mengukur keterampilan berpikir kritis.
2) Menentukan materi pembelajaran yang menjadi fokus dalam instrumen, yaitu termokimia, dengan cakupan submateri yang relevan berdasarkan kurikulum yang berlaku.
3) Menetapkan level kognitif soal sesuai taksonomi bloom mencakup kemampuan

analisis (C4), evaluasi (C5), dan mencipta (C6).

4) Menyusun kisi-kisi soal yang terdiri dari bunyi soal, level kognitif, kunci jawaban dan pedoman penskoran yang disajikan lengkap pada Lampiran 4.
5) Melakukan validasi instrumen tes dengan bantuan dosen ahli (validator) untuk memastikan kesesuaian isi dan kelayakan soal.

d. Validasi Ahli

Validasi instrumen dalam penelitian ini dilakukan secara kualitatif melalui validasi isi oleh dua validator ahli yaitu dosen pendidikan kimia. Validasi dilakukan dengan menelaah kesesuaian butir soal, kisi-kisi, pedoman penskoran terhadap indikator keterampilan berpikir kritis dan tujuan pembelajaran pada materi termokimia. Berdasarkan hasil validasi, dilakukan beberapa revisi untuk meningkatkan kualitas instrumen, antara lain penambahan gambar pada beberapa soal untuk memperjelas konteks pertanyaan, perbaikan penulisan senyawa agar sesuai

dengan kaidah ilmiah, serta penyederhanaan kalimat pertanyaan tanpa mengubah esensi kompetensi yang diukur. Setelah dilakukan perbaikan, instrumen dinyatakan layak digunakan oleh para validator. Hasil validasi secara lengkap ditunjukkan pada Lampiran 17.

e. Uji Coba Instrumen

Instrumen tes esai yang telah divalidasi oleh dua dosen ahli kemudian diuji cobakan ke 30 peserta didik kelas XI F2 SMA 13 Semarang yang telah mempelajari materi termokimia. Uji coba ini bertujuan memperoleh data validitas empiris. Data hasil uji coba digunakan sebagai dasar seleksi dan menyempurnakan insrumen sebelum digunakan dalam penelitian. Data hasil uji coba disajikan pada Lampiran 6.

f. Analisis Data Uji Coba Instrumen

1) Validitas Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Instrumen tes keterampilan berpikir kritis di uji cobakan ke 30 peserta didik yang telah mendapatkan materi termokimia, setelah sebelumnya instrumen dinyatakan layak digunakan. Analisis validitas dilakukan

dengan bantuan SPSS versi 26. Butir soal dinyatakan valid jika r-hitung ≥ r-tabel pada taraf signifikansi 5%. Hasil perhitungan validitas sebagaimana tercantum dalam Lampiran 6 dirangkum dalam Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1. Hasil Uji Validitas Instrumen

Kriteria	Butir Soal	Jumlah
Valid	1, 3, 5, 7, 8, 9, 10	7
Invalid	2, 4, 6	3
Jumlah		10

Berdasarkan Tabel 4.1, diperoleh bahwa 7 dari 10 butir soal dinyatakan valid. Penentuan validitas dilakukan dengan membandingkan nilai r-hitung dengan r-tabel pada taraf signifikansi 5% dan jumlah responden 30 orang, yaitu sebesar 0,361. Butir soal dinyatakan valid apabila nilai r-hitung ≥ 0,361.

Butir soal yang memenuhi kriteria valid adalah nomor 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, sedangkan nomor 2 dan 6 dinyatakan tidak valid karena nilai r-hitungnya lebih rendah dari r-tabel. Dari delapan soal yang valid, peneliti memilih 6 butir soal yaitu nomor 1, 3, 5, 7, 9, 10 untuk digunakan dalam penelitian, karena keenam

soal tersebut telah mewakili tujuan pembelajaran dan indikator keterampilan berpikir kritis yang dijadikan acuan.

2) Reliabilitas

Uji reliabilitas bertujuan untuk mengetahui konsistensi instrumen dalam mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi Termokimia. Pada penelitian ini, reliabilitas instrumen tes keterampilan berpikir kritis dianalisis menggunakan SPSS versi 26 dengan perhitungan *Cronbach's Alpha* yang disajikan pada Lampiran 7.

Nilai *Cronbach's Alpha* yang diperoleh adalah sebesar 0,861. Berdasarkan kriteria interpretasi nilai reliabilitas menurut Arikunto (2013), instrumen dengan nilai *Alpha* $0{,}80 < \alpha \leq 1{,}00$ tergolong sangat tinggi. Dengan demikian, instrumen tes keterampilan berpikir kritis dalam penelitian ini dapat dikatakan reliabel dan layak digunakan.

3) Tingkat Kesukaran Instrumen

Analisis tingkat kesukaran butir soal dihitung menggunakan microsoft excel, dengan membagi rata-rata skor peserta didik pada masing-masing butir dengan skor maksimalnya. Nilai tingkat kesukaran dikategorikan ke dalam lima kriteria yaitu terlalu mudah, mudah, sedang, sukar, dan terlalu sukar mengacu pada Arikunto (2013). Perhitungan lengkap disajikan pada Lampiran 7 dan dirangkum pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Uji Tingkat Kesukaran

Kriteria	Butir Soal	Jumlah
Mudah	6	3
Sedang	1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10	6
Sukar	2	1
Jumlah		10

Berdasarkan Tabel 4.2, diperoleh bahwa soal nomor 2 termasuk dalam kategori sukar, dengan nilai TK sebesar 0,15. Butir soal nomor 6 berada pada kategori mudah, memiliki nilai TK di atas 0,80. Butir soal nomor 1,3,4,5,7,8,9 dan 10 tergolong sedang dengan nilai TK berkisar antara 0,49 hingga 0,70.

4) Daya Beda Instrumen

Instrumen yang baik mampu membedakan tingkat kemampuan peserta didik melalui daya beda tiap butir soal. Hasil perhitungan secara lengkap disajikan pada Lampiran 8 dan dirangkum dalam Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Hasil Uji Daya Beda

Kriteria	Butir Soal	Jumlah
Baik	4, 5, 9, 10	5
Cukup	1, 3, 7, 8	4
Jelek	2,6	2
Jumlah		10

Berdasarkan Tabel 4.3, sebanyak 9 butir soal berada pada kategori cukup hingga baik, yaitu butir soal nomor 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10. Ketujuh soal ini menunjukkan kemampuan yang memadai hingga optimal dalam membedakan kemampuan peserta didik. Tiga butir soal lainnya yaitu nomor 2 dan 6 termasuk dalam kategori jelek hingga sangat jelek karena memiliki nilai korelasi di bawah 0,2.

2. Tahap Pelaksanaan Penelitian

Langkah awal dalam tahap pelaksanaan penelitian ini adalah menentukan kelas sampel

menggunakan teknik *cluster random sampling*. Rangkaian kegiatan pada tahap ini dijelaskan sebagai berikut:

a. Penentuan Sampel dan Perlakuan Kelas

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas XI MAN 2 Kota Semarang dengan total sebanyak 280 peserta didik yang terbagi dalam delapan kelas. Masing-masing kelas merupakan kelompok yang saling terpisah (*mutually exclusive*), sehingga teknik *cluster random sampling* dapat diterapkan dalam pemilihan sampel (Sugiyono, 2013). Pemilihan dua kelas sebagai sampel dilakukan secara acak, sehingga setiap kelas memiliki peluang yang sama untuk terpilih. Selanjutnya, dari dua kelas yang terpilih, salah satu ditetapkan sebagai kelas eksperimen dan satu lagi sebagai kelas kontrol secara acak.

Kelas XI-G ditetapkan sebagai kelas eksperimen dan kelas XI-D sebagai kelas kontrol. Kelas eksperimen mendapat perlakuan berupa model pembelajaran *Search, Solve, Create, and Share* (SSCS) berbantuan laboratorium maya Olabs, sedangkan kelas

kontrol menggunakan pembelajaran *direct instruction*. Tahapan perlakuan pada kelas eksperimen disesuaikan dengan sintaks model SSCS, yaitu *Search* (mencari informasi), *Solve* (memecahkan masalah), *Create* (membuat), *Share* (menyampaikan hasil di depan kelas).

Laboratorium maya digunakan untuk mendukung tahapan *Create*, yang memungkinkan siswa melakukan simulasi eksperimen tanpa keterbatasan alat di sekolah. Sedangkan pada kelas kontrol, pembelajaran dilaksanakan melalui sintaks model *Direct Instruction* (pembelajaran langsung), yang mencakup penyampaian tujuan dan motivasi pembelajaran, penyajian materi oleh guru, latihan terbimbing, pemberian umpan balik, serta latihan mandiri menggunakan soal-soal dari buku paket (Arends, 1997). Pembelajaran tidak melibatkan simulasi praktikum

b. Analisis Data *Pre-Test*

Analisis data *pretest* dilakukan untuk mengetahui apakah distribusi dari kelas eksperimen dan kelas kontrol bersifat normal dan memiliki varians yang homogen sebelum

diberikan perlakuan. Uji normalitas dilakukan menggunakan uji *Shapiro-Wilk* karena jumlah sampel kurang dari 50 pada masing-masing kelas (Rozali & Wah, 2011)**.** Hasil uji disajikan pada Tabel 4.4**.**

Tabel 4.4 Hasil Uji Normalitas *Pretest*

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.
Pretest Kontrol	.939	30	.088
Pretest eksperimen	.947	30	.141

Berdasarkan Tabel 4.4, nilai signifikansi kedua kelas lebih besar dari 0,05, yang berarti H_0 diterima dan H_a ditolak maka data *pretest* dari kedua kelas berdistribusi normal. Berikutnya untuk mengetahui kesamaan varians antar kedua kelompok, dilakukan uji homogenitas menggunakan *Levene Test*. Hasil Uji disajikan pada Tabel 4.5**.**

Tabel 4.5 Hasil Uji Homogenitas *Pretest*

	Levene Statistic	df1	df2	Sig
Nilai *Pretest*	1.038	1	58	.313

Berdasarkan Tabel 4.5, nilai signifikasi uji homogenitas lebih dari 0,05, H_0 diterima dan H_a ditolak maka data *pretest* dari kedua kelas memiliki varians yang homogen.

c. Analisis Data *Post-Test*

Data nilai *posttest* dianalisis sebagaimana *pretest* untuk mengetahui apakah memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas sebelum dilakukan uji hipotesis. Hasil analisis ditampilkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Uji Normalitas *posttest*

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.
Posttest Kontrol	.952	30	.187
Posttest Eksperimen	.957	30	.260

Berdasarkan Tabel 4.6, nilai signifikansi hasil uji *Shapiro-Wilk* berada di atas 0,05 (> 0,05), yang berarti H_0 diterima dan H_a ditolak yang berarti *post-test* dari kedua kelas berdistribusi normal. Uji dilanjutkan dengan pengujian homogenitas varians menggunakan *Levene's Test*, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Uji Homogenitas *Posttest*

	Levene Statistic	df1	df2	Sig
Nilai *Posttest*	.288	1	58	.594

Berdasarkan Tabel 4.7, hasil *Levene test* menunjukkan bahwa nilai signifikansi juga lebih besar dari 0,05, H_0 diterima dan H_a ditolak

maka data *pretest* dari kedua kelas memiliki varians yang homogen. Karena data memenuhi uji prasyarat, maka analisis dilanjutkan menggunakan uji parametrik *independent sample t-test* untuk menguji perbedaan antara kedua kelas.

B. Hasil Uji Hipotesis/Jawaban Pertanyaan Penelitian

Uji hipotesis pada penelitian ini dilakukan melalui *independent sample t-test* dan perhitungan *effect size.* Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui perbedaan rata-rata nilai *post-test* antara kelas eksperimen dan kontrol, sehingga hipotesis penelitian ini dapat terjawab. Pengujian dilakukan dengan bantuan SPSS 26, sedangkan perhitungan *effect size* dilakukan menggunakan rumus *Cohen's d*.

Hasil *Independent Sample t-test* tercantum pada Lampiran 15, yang menunjukkan nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,000 lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05, sehingga H_0 ditolak. Dengan kata lain, terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil post-test kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil ini menegaskan bahwa penerapan model pembelajaran SSCS berbantuan laboratorium maya berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Analisis lanjutan dilakukan dengan menghitung *effect size* menggunakan rumus *Cohen's d* sebagaimana disajikan pada Lampiran 16. Hasil perhitungan menunjukkan nilai sebesar 0,983 yang termasuk dalam kategori efek besar *(large effect)* berdasarkan interpretasi Cohen. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan pembelajaran yang diberikan memiliki dampak yang besar terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

C. Pembahasan

Penelitian ini dilaksanakan di MAN 2 Kota Semarang pada semester genap tahun ajaran 2024/2025. Sampel penelitian melibatkan dua kelas yaitu kelas XI-G sebagai kelas eksperimen dan XI-D sebagai kelas kontrol. Pada kelas eksperimen diterapkan perlakuan berupa model pembelajaran SSCS berbantuan laboratorium maya Olabs, sedangkan kelas kontrol menggunakan model *direct instruction* (pembelajaran langsung).

Model *Direct Instruction* merupakan model pembelajaran yang dikembangkan oleh Engelmann, yang menekankan pengajaran eksplisit, terstruktur, dan sepenuhnya dikendalikan oleh guru. Proses pembelajaran difokuskan pada pembentukan respons

siswa melalui latihan intensif, pengulangan, dan umpan balik langsung (Engelman & Carnine, 1991). Sintaks model ini umumnya terdiri dari lima tahapan, yaitu: penyampaian tujuan pembelajaran, penyajian materi, latihan terbimbing, pemberian umpan balik dan koreksi, serta latihan mandiri (Arends, 1997).

Penelitian ini dilaksanakan selama lima pertemuan dengan masing-masing berdurasi 2 × 45 menit. Pada pertemuan pertama peserta didik diberikan *pretest* keterampilan berpikir kritis materi termokimia. Soal pretest terdiri dari enam soal yang mengacu pada enam indikator berpikir kritis dan telah melalui tahap pengujian.

Pertemuan kedua tahap pertama yaitu peneliti menyampaikn tujuan pembelajaran yang meliputi memahami hukum kekekalan energi, konsep sistem dan lingkungan, serta reaksi eksoterm dan endoterm, dilanjutkan dengan penyampaian motivasi. Tahap kedua, materi disampaikan melalui penjelasan lisan dan penulisan poin-poin penting di papan tulis, sementara peserta didik mencatat dan menyimak secara individual. Tahap latihan terbimbing, guru memberikan soal identifikasi jenis reaksi yang dibahas bersama. Tahap keempat, beberapa siswa diminta

menuliskan jawaban di papan tulis dan memperoleh umpan balik langsung. Sebagian siswa hanya menjawab singkat tanpa penjelasan lanjutan, dan diskusi tidak berkembang karena mereka cenderung menunggu konfirmasi dari guru. Pembelajaran ditutup dengan latihan mandiri dan penyimpulan materi oleh peserta didik.

Pertemuan ketiga dan keempat berlangsung dengan pola pembelajaran yang serupa. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran di awal, dilanjutkan dengan penjelasan materi secara langsung dan latihan soal terbimbing. Meskipun beberapa siswa tampak aktif saat diminta mengerjakan soal di papan tulis, sebagian besar masih menunjukkan kecenderungan pasif dalam menjelaskan alasan di balik jawaban mereka. Interaksi yang terbangun bersifat satu arah, dan pertanyaan dari siswa hampir tidak muncul selama pembelajaran berlangsung.

Kondisi ini sejalan dengan temuan Istiqamah et al. (2019) yang mengungkapkan bahwa model pembelajaran *Direct Instruction* cenderung menempatkan peserta didik sebagai penerima informasi. Akibatnya, keterampilan berpikir kritis, seperti menjelaskan alasan atau menarik kesimpulan

berbasis konsep, tidak berkembang secara optimal. Pertemuan kelima adalah tahap pengerjaan soal posttest keterampilan berpikir kritis pada materi termokimia.

Model SSCS merupakan model yang dikembangkan untuk melatih kemampuan berpikir kritis melalui tahapan pencarian informasi (*search*), pemecahan masalah (*solve*), pembuatan produk (*create*), dan berbagi hasil (*share*). Dalam penerapan model ini, peserta didik dituntut aktif menggali informasi dan membangun pemahaman melalui proses eksplorasi serta diskusi kelompok. Penggunaan laboratorium maya OLabs bertujuan untuk memfasilitasi kegiatan eksperimen virtual sehingga membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak dalam materi termokimia secara lebih konkret dan interaktif.

Model SSCS berbantuan laboratorium maya diterapkan pada kelas XI-G yang menjadi sampel kelas eksperimen penelitian ini. Model tersebut diterapkan selama lima pertemuan dengan masing-masing berdurasi 2 × 45 menit. Pada pertemuan pertama, peserta didik diberikan *pretest* untuk mengukur keterampilan berpikir kritis materi termokimia. Soal

pretest terdiri dari enam soal yang mengacu pada enam indikator berpikir kritis dan telah melalui tahap pengujian.

Pada pertemuan kedua, pembelajaran difokuskan pada pemahaman hukum kekekalan energi, konsep sistem dan lingkungan serta reaksi eksoterm dan endoterm. Pertemuan ini menandai dimulainya penerapan model SSCS berbantuan laboratorium maya. Siswa dibagi ke dalam enam kelompok dan diberi LKPD sebagai panduan kegiatan. Aktivitas pembelajaran berlangsung secara kolaboratif dan bertahap sesuai sintaks SSCS.

Tahap pertama *search* diawali dengan penyajikan ilustrasi kontekstual berupa percakapan peserta didik saat kegiatan perkemahan dan fenomena hangatnya udara di sekitar api unggun. Peserta didik diajak mengidentifikasi masalah yang terjadi, seperti peristiwa perpindahan kalor dari api unggun ke lingkungan dan merumuskan pertanyaan "mengapa udara di sekitar api unggun menjadi hangat?". Kegiatan ini melatih keterampilan *interpretation*, karena peserta didik diminta memahami makna fenomena yang disampaikan secara verbal dan visual, serta

menghubungkannya dengan konsep ilmiah yang sedang dipelajari.

Menurut Facione (2011) *interpretation* mencakup kemampuan untuk memahami makna informasi, situasi, atau data yang disajikan. Penelitian oleh Laili et al. (2024) membuktikan bahwa penerapan tahap *Search* dalam model SSCS mampu melatih keterampilan ini secara nyata. Peserta didik pada kelas SSCS dapat menjelaskan masalah degradasi tanah secara lebih tepat, sedangkan pada kelas PBL cenderung memberikan penjelasan umum yang kurang sesuai dengan konteks. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peserta didik dalam pembelajaran SSCS lebih terarah dalam memahami dan menuliskan fakta dari permasalahan yang diberikan, sehingga kemampuan *interpretation* mereka meningkat.

Tahap *solve*, peserta didik diminta mencari informasi dari buku teks atau literatur ilmiah mengenai konsep sistem dan lingkungan, serta karakteristik reaksi eksoterm dan endoterm. Mereka kemudian mengisi tabel perbandingan antara sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi, serta membandingkan ciri reaksi *eksoterm* dan *endoterm* dari aspek aliran kalor, suhu, dan contoh reaksi.

Kegiatan ini melatih keterampilan *analysis*, karena peserta didik tidak hanya mengumpulkan informasi, tetapi juga mengidentifikasi hubungan antar konsep untuk menyusun penilaian dan alasan berdasarkan data yang ditemukan.

Penelitian oleh Hayati & Hidayatullah (2022) menyatakan bahwa tahap penyelesaian (*solve*) dalam model SSCS sesuai dengan indikator berpikir kritis aspek *analysis*, karena peserta didik diminta menerapkan hasil identifikasi dari tahap sebelumnya untuk mencari solusi, memberikan alasan, serta menjelaskan keputusan yang diambil berdasarkan fakta yang diperoleh. Dengan demikian tahap *solve* tidak hanya melatih pemahaman konsep, tetapi juga menumbuhkan kemampuan siswa dalam menganalisis informasi dan menyusun argumen yang tepat untuk menyelesaikan masalah.

Tahap ketiga *Create* yaitu pelaksanaan eksperimen virtual menggunakan laboratorium maya. Pada tahap ini, peserta didik melakukan dua percobaan, yaitu reaksi antara NaOH dan HCl serta reaksi antara $Ba(OH)_2$ dan NH_4Cl. Mereka mencatat suhu awal dan akhir dari masing-masing campuran, menghitung perubahan suhu (ΔT), menentukan jenis

reaksi, serta menggambar diagram tingkat energi berdasarkan data hasil pengamatan. Praktikum ini penting dilakukan karena tahap *Create* menjadi momen bagi peserta didik untuk membangun pemahaman melalui pengalaman langsung melalui kegiatan eksperimen. tidak hanya mengerti, tapi melakukan, mengalami, dan membuktikan secara empiris konsep yang telah mereka pelajari sebelumnya.

Kegiatan ini melibatkan keterampilan *inference* dan *explanation*, karena peserta harus menjelaskan alasan menentukan jenis reaksi dan apa hubungannya dengan suhu. Peserta didik juga akan membuat kesimpulan dari proses awal sampai penyelidikan yang dilakukan. (Laili et al., 2024) menegaskan bahwa peserta didik dalam model SSCS menunjukkan kemampuan menjelaskan yang lebih baik karena terbiasa menyusun kesimpulan berdasarkan informasi yang diperoleh dan menyampaikannya secara terstruktur.

Tahap *share*, peserta didik mempresentasikan temuan dari kegiatan penyelidikan yang telah mereka lakukan pada LKPD 1 melalui kegiatan presentasi di depan kelas. Penyampaian hasil dilakukan secara

perwakilan, dan pada kesempatan ini diwakili oleh kelompok 2. Sementara itu, kelompok lainnya berperan aktif dengan memberikan pertanyaan, tanggapan kritis, serta saran terhadap presentasi yang disampaikan.. Aktivitas ini memperkuat keterampilan *self-regulation,* karena siswa dihadapkan pada evaluasi sejawat dan refleksi terhadap hasil pemikiran kelompoknya. Selain itu keterampilan *evaluation* juga dilatih saat peserta didik menilai kebenaran dan kekuatan argumen yang disampaikan oleh kelompok lain.

Penelitian Laili et al. (2024) menunjukkan bahwa model SSCS lebih efektif daripada PBL dalam meningkatkan aspek *self-regulation*, karena keterampilan ini dilatih secara konsisten dalam dua tahap, yaitu *solve* dan *share*. Pada tahap *solve*, siswa belajar mengelola pikirannya melalui diskusi dan pertukaran ide dalam kelompok (Erlistiani et al., 2020), sedangkan pada tahap *share*, regulasi diri diperkuat saat siswa mempresentasikan solusi, menerima tanggapan, dan menanggapi umpan balik dari teman sekelas (Yanti et al., 2019). Selain itu, menurut Hayati & Hidayatullah (2022) tahap *Share* juga melatih keterampilan *evaluation*, karena siswa

dihadapkan pada kritik dan pertanyaan, serta menerima dan merespons evaluasi dari peserta didik lain terhadap keputusan yang telah mereka buat. Dengan demikian, tahap *Share* bukan hanya menjadi sarana untuk berbagi hasil, tetapi juga wadah bagi peserta didik untuk merefleksikan, menilai, dan mengembangkan pola pikir yang lebih kritis dan terbuka.

Pada tahap *share* ini, peneliti juga memberikan penguatan materi, peneliti juga turut memberikan penguatan terhadap materi yang telah dibahas, mengklarifikasi kesalahpamahan yang muncul selama proses diskusi, serta membimbing peserta didik dalam merumuskan kesimpulan dari pembelajaran pada pertemuan kedua. Salah satu peserta didik menyampaikan kesimpulan bahwa reaksi eksoterm itu melepaskan kalor, seperti api unggun yang bikin hangat tubuh. Sedangkan reaksi endoterm menyerap kalor dari lingkungan seperti reaksi *ice pack* yang dingin saat diremas oleh tangan.

Pertemuan ketiga, membahas tentang persamaan termokimia dan jenis-jenisnya, serta cara menentukan perubahan entalpi menggunakan data entalpi standar serta menggunakan kalorimeter. Kegiatan

pembelajaran dilakukan menggunakan LKPD yang terdiri dari dua wacana. Pada tahap *search* peserta didik membaca wacana pertama mengenai deforestasi yang dikaitkan dengan respirasi dan fotosintesis. Berdasarkan informasi tersebut, peserta didik merumuskan pertanyaan seperti "apa itu ΔH?" dan "bagaimana menentukan ΔH?".

Tahap *Solve* peserta didik menganalisis informasi dalam bacaan, menyusun pengertian persamaan termokimia dengan bahasa sendiri, lalu mencari informasi tambahan dari buku paket untuk melengkapi tabel jenis-jenis perubahan entalpi. Tahap ini diakhiri dengan perhitungan ΔH berdasarkan data entalpi standar. Beberapa kelompok menunjukkan pemahaman bahwa tanda negatif menunjukkan pelepasan kalor, sedangkan tanda positif menunjukkan penyerapan kalor. Tahap *create* ditutup dengan menyusun simpulan dari hasil diskusi kelompok.

Wacana kedua berisi tentang kalorimeter sebagai alat untuk mengukur energi maknanan. Tahap *search* diawali dengan wacana dua jenis kalorimeter, kemudian peserta didik diberikan sebuah kondisi dan pertanyaan "kalorimeter apa yang tepat digunakan dalam kondisi itu? apa perbedaan kalorimeter bom dan

kalorimeter sederhana? Bagaimana cara menentukan perubahan entalpinya?". Pada tahap *solve*, mereka mencari informasi dari sumber yang kredibel untuk menjawab pertanyaan dan melakukan perhitungan perubahan entalpi menggunakan kalorimeter berdasarkan data yang disediakan.

Tahap *create*, peserta didik mengakses laboratorium maya (*OLabs*) untuk melakukan praktikum reaksi HCl dan NaOH. Kemudian, peserta didik membuat laporan hasil praktikum dan menarik kesimpulan. Pada tahap *share*, kelompok 5 mempresentasikan hasil, sementara kelompok lain memberikan tanggapan dan pertanyaan. Peneliti memberikan penguatan konsep dan meluruskan beberapa pemahaman yang masih keliru.

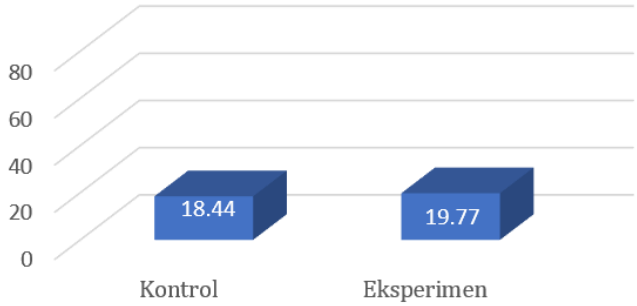
Pertemuan keempat mempelajari cara menentukan perubahan entalpi melalui penerapan hukum Hess dan data energi ikatan. Pada tahap *search,* wacana pertama menyajikan ilustrasi pendaki gunung dari dua jalur bebeda yang sejalan dengan prinsip hukum hess dan peserta didik merumuskan pertanyaan "bagaimana cara menentukan perubahan entalpi menggunakan hukum Hess". Tahap *solve,* peserta didik menentukan nilai ΔH menggunakan

siklus Hess dan diagram siklus tingkat energi. Tahap *create* peserta didik menyimpulkan bahwa hukum Hess tidak bergantung pada jalannya reaksi tetapi bergantung keadaan awal dan akhir.

Wacana kedua menyajikan konteks pembakaran bahan bakar, yang dikaitkan dengan konsep energi ikatan dalam reaksi kimia. Dalam proses ini, peserta didik diarahkan memahami bahwa perubahan entalpi bergantung pada energi yang dibutuhkan untuk memutus ikatan dalam reaktan dan energi yang dilepaskan saat membentuk ikatan dalam produk. Pada tahap *Search*, siswa merumuskan pertanyaan seperti, "Bagaimana cara menentukan perubahan entalpi menggunakan data energi ikatan rata-rata?", yang kemudian menjadi landasan eksplorasi mereka pada tahap berikutnya.

Pada tahap *solve*, mereka menghitung ΔH berdasarkan energi ikatan dengan mengelompokkan ikatan yang diputus dan terbentuk. Di tahap *create*, peserta didik menyimpulkan bahwa pendekatan energi ikatan dan hukum Hess, meskipun berbeda cara, memiliki tujuan yang sama dalam menentukan perubahan entalpi suatu reaksi. Pada tahap *share*, kelompok 6 mempresentasikan hasil, sementara

kelompok lain memberikan tanggapan dan pertanyaan. Peneliti memberikan penguatan konsep dan meluruskan beberapa pemahaman yang masih keliru. Pertemuan kelima adalah tahap pengerjaan soal posttest keterampilan berpikir kritis pada materi terokimia. Rata-rata nilai *pre-test* dari kelas kontrol dan eksperimen disajikan pada Gambar 4.1.

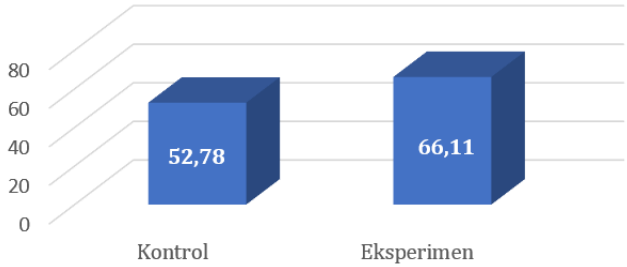


Gambar 4.1 Rata-Rata Pretest Kelas Kontrol dan Eksperimen

Berdasarkan Gambar 4.1, rata-rata nilai *pre-test* peserta didik di kelas kontrol adalah sebesar 18,44, sedangkan kelas eksperimen mencapai rata-rata 19,77. Perbedaan rata-rata sebesar 1,33 ini menunjukkan bahwa sebelum perlakuan diberikan, kemampuan awal peserta didik dalam keterampilan berpikir kritis masih relatif setara. Setelah pelaksanaan *pre-test*, kedua kelas kemudian diberikan perlakuan pembelajaran yang berbeda untuk mengetahui

pengaruh model pembelajaran terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Model SSCS merupakan model pembelajaran yang mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam proses berpikir melalui empat tahapan, yaitu *search*, *solve*, *create*, dan *share*. Penerapan model ini dalam penelitian disertai dengan laboratorium maya OLabs yang memungkinkan peserta didik melakukan eksperimen virtual secara mandiri, mengeksplorasi data, serta menarik kesimpulan berdasarkan hasil pengamatan. Perbedaan perlakuan antara kelas kontrol yang menggunakan *direct instruction* dan kelas eksperimen yang menerapkan model SSCS berbantuan laboratorium maya menghasilkan variasi nilai *posttest*. Rata-rata nilai posttest dari kedua kelas disajikan dalam Gambar 4.2.

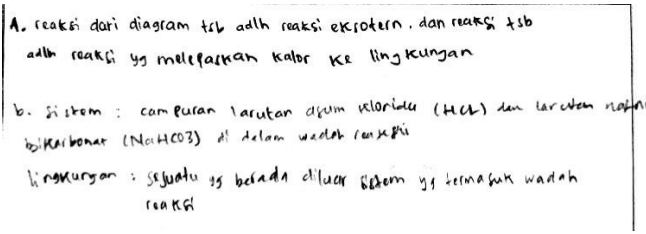


Gambar 4.2 Rata-Rata Posttest Kelas Kontrol dan Eksperimen

Merujuk pada Gambar 4.2, rata-rata skor posttest di kelas kontrol yang menerapkan pembelajaran *direct instruction* tercatat sebesar 52,8, sedangkan kelas eksperimen mencapai 66,1. Rata-rata nilai posttest dari kedua kelas menunjuukan adanya perbedaan, dengan selisih sebesar 13,3. Temuan ini menunjukkan bahwa implementasi model SSCS berbantuan laboratorium maya memiliki pengaruh yang lebih besar dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik dibandingkan pembelajaran *direct instruction*.

Indikator keterampilan berpikir kritis dalam penelitian mengacu pada kerangka Facione, yaitu *interpretation* (interpretasi), *analysis* (analisis), *inference* (menarik kesimpulan), *evaluation* (evaluasi), *explanation* (penjelasan), dan *self-regulation* (regulasi diri). Indikator pertama yang dianalisis adalah *interpretation*, yang diukur melalui soal nomor satu. Soal ini meminta peserta didik meninterpretasikan diagram tingkat entalpi dan menentukan apakah reaksi bersifat eksoterm atau endoterm, serta mengelompokkan komponen reaksi ke dalam sistem dan lingkungan. Soal ini menguji kemampuan siswa dalam menafsirkan data visual dan

menghubungkannya dengan konsep perubahan entalpi dalam reaksi kimia. Berikut cuplikan jawaban peserta didik pada soal nomor satu.

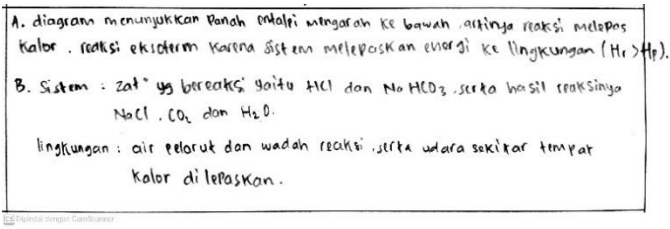

A. reaksi dari diagram tsb adlh reaksi eksotern. dan reaksi tsb adlh reaksi yg melepaskan kalor ke lingkungan

b. Sistem : campuran larutan asam klorida (HCl) dan larutan natrium bikarbonat ($NaHCO_3$) di dalam wadah reaksi

lingkungan : sesuatu yg berada diluar sistem yg termasuk wadah reaksi

Gambar 4.3 Cuplikan Jawaban Sistem, Lingkungan, Jenis Reaksi Sebelum Perlakuan

Gambar 4.3**,** memperlihatkan hasil jawaban peserta didik sebelum perlakuan. Peserta didik dapat menyatakan bahwa reaksi yang terjadi bersifat eksoterm karena melepaskan kalor ke lingkungan, tetapi belum menjelaskan alasan berdasarkan data atau diagram entalpi yang disajikan. Selain itu, pada poin b, penjelasan mengenai sistem hanya mencakup campuran laruutan HCl dan $NaHCO_3$. Penjelasan mengenai lingkungan masih bersifat umum dan belum menyebutkan yang tergolong dalam lingkungan.


A. diagram menunjukkan panah entalpi mengarah ke bawah. artinya reaksi melepas kalor. reaksi eksoterm karena sistem melepaskan energi ke lingkungan ($H_r > H_p$).

B. Sistem : zat" yg bereaksi yaitu HCl dan $NaHCO_3$. serta hasil reaksinya NaCl. CO_2 dan H_2O.

lingkungan : air pelarut dan wadah reaksi. serta udara sekitar tempat kalor dilepaskan.

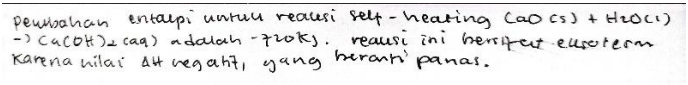
Dipindai dengan CamScanner

Gambar 4.4 Cuplikan Jawaban Sistem, Lingkungan, Jenis Reaksi Setelah Perlakuan

Gambar 4.4, memperlihatkan hasil jawaban peserta didik setelah diberikan perlakuan. Pada poin a peserta didik mampu menyebutkan bahwa arah panah entalpi mengarah ke bawah, menunjukkan bahwa ΔH bernilai negatif (Hr > Hp), sehingga reaksi bersifat eksoterm karena energi dilepaskan ke lingkungan. Pada poin b peserta didik menyebutkan sistem lebih lengkap, yaitu zat-zat yang bereaksi (HCl dan $NaHCO_3$) serta hasil reaksi (NaCl, CO_2, dan H_2O), walaupun tidak menyebutkan jumlah zat yang bereaksi. Lingkungan dijelaskan sebagai air pelarut, wadah reaksi, dan udara di sekitarnya.

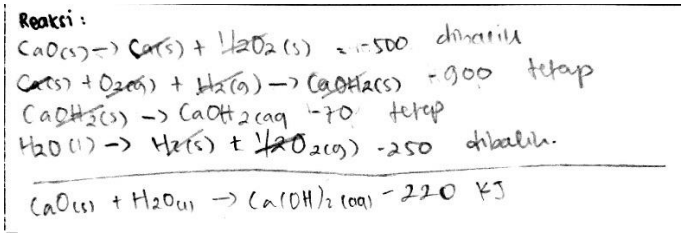
Indikator yang kedua yaitu *analysis* (analisis) terdapat pada butir soal nomor lima. Butir soal nomor lima menyajikan konteks pemanfaatan reaksi termokimia dalam kemasan pemanas otomatis (self-heating) yang menggunakan reaksi antara kalsium oksida (CaO) dan air untuk menghasilkan panas. Peserta didik diminta menganalisis jumlah perubahan entalpi yang terlibat dalam reaksi tersebut berdasarkan beberapa data reaksi pembentuk yang disediakan. Soal ini dirancang untuk mengukur

kemampuan peserta didik dalam menguraikan informasi, mengidentifikasi hubungan antar reaksi, serta menyusun kembali data reaksi menggunakan prinsip Hukum Hess untuk memperoleh perubahan entalpi total.


Perubahan entalpi untuk reaksi self-heating CaO(s) + H2O(l) → Ca(OH)2(aq) adalah -720kJ. reaksi ini bersifat eksoterm karena nilai ΔH negatif, yang berarti panas.

Gambar 4.5 Cuplikan Jawaban Analisis Nilai Perubahan Entalpi Menggunakan Hukum Hess

Gambar 4.5 menunjukkan jawaban peserta didik sebelum perlakuan. Peserta diidk hanya menyebutkan hasil akhir perubahan entalpi yang belum tepat. Tidak terdapat penjabaran langkah-langkah analisis, seperti data reaksi dibalik atau dibiarkan tetap dan proses penjumlahan entalpi. Jawaban tersebut menunjukkan keterampilan analisis peserta didik masih terbatas pada menuliskan informasi hasil tanpa melalui analisis data yang diberikan.

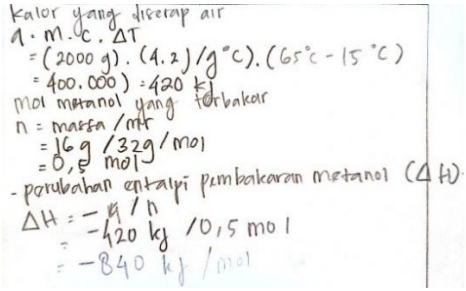

Reaksi :
CaO(s) → Ca(s) + ½O2(s) -500 dibalik
Ca(s) + O2(g) + H2(g) → Ca(OH)2(s) -900 tetap
Ca(OH)2(s) → Ca(OH)2(aq) -70 tetap
H2O(l) → H2(s) + ½O2(g) -250 dibalik.
CaO(s) + H2O(l) → Ca(OH)2(aq) -220 kJ

Gambar 4.6 Cuplikan Jawaban Analisis Nilai Perubahan Entalpi Menggunakan Hukum Hess

Gambar 4.6 menampilkan jawaban peserta didik setelah perlakuan, yang menyusun jawaban sesuai langkah hukum Hess. Peserta didik berhasil menentukan reaksi yang perlu dibalik (reaksi 1 dan 4), mempertahankan arah reaksi yang tepat, serta mencantumkan perubahan nilai ΔH yang sesuai. Proses penjumlahan ΔH dilakukan dengan benar, sehingga diperoleh hasil akhir ΔH reaksi sebesar –220 kJ. Selain itu, siswa juga menuliskan kembali reaksi target yang diminta dalam soal. Jawaban ini menunjukkan bahwa peserta didik mampu menganalisis keterkaitan antar bagian informasi dan menyusunnya kembali secara logis untuk menyelesaikan persoalan.

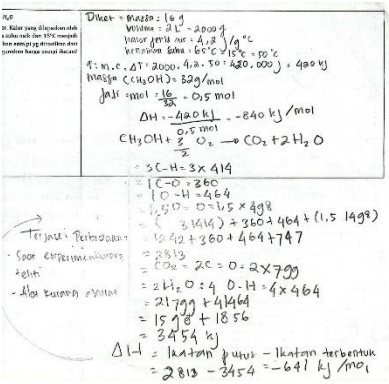
Indikator keterampilan berpikir kritis yang ketiga adalah *evaluation* (penilaian), yang diukur melalui soal nomor enam. Butir soal ini menyajikan konteks pembakaran metanol dalam kehidupan sehari-hari dan meminta peserta didik untuk membandingkan perubahan entalpi hasil eksperimen kalorimetri dengan hasil perhitungan menggunakan energi ikatan. Peserta didik ditugaskan untuk mengevaluasi apakah kedua nilai ΔH tersebut konsisten dan menjelaskan alasan ilmiah apabila terjadi perbedaan. Soal ini dirancang untuk menilai kemampuan peserta didik

dalam menilai keakuratan hasil, mengidentifikasi penyebab perbedaan data, dan memberikan penjelasan logis terhadap hasil yang diperoleh.



Gambar 4.7 Cuplikan Jawaban Membandingkan Nilai Perubahan Entalpi Melalui Dua Cara

Gambar 4.7 memperlihatkan jawaban peserta didik sebelum perlakuan. Peserta didik mampu menghitung perubahan entalpi dari eksperimen dan memperoleh nilai –840 kJ/mol, tetapi tidak melakukan perbandingan dengan menghitung hasil energi ikatan. Selain itu, tidak terdapat evaluasi terhadap hasil atau penjelasan penyebab perbedaan yang mungkin terjadi.

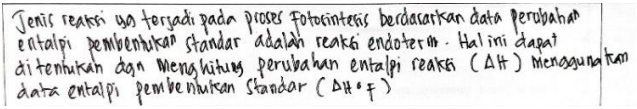


Gambar 4.8 Cuplikan Jawaban Membandingkan Nilai Perubahan Entalpi Melalui Dua Cara

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa siswa menghitung perubahan entalpi menggunakan kalorimeter dan data energi ikatan secara lengkap serta membandingkan hasilnya (–840 kJ/mol dari eksperimen dan –641 kJ/mol dari energi ikatan). Siswa menyatakan bahwa perbedaan disebabkan oleh ketidaktepatan alat, ketidaktelitian eksperimen, dan kemungkinan kalor hilang ke lingkungan. Penjelasan ini mencerminkan kemampuan untuk menilai validitas data dan memberikan justifikasi ilmiah terhadap perbedaan hasil, sesuai dengan indikator *evaluation*.

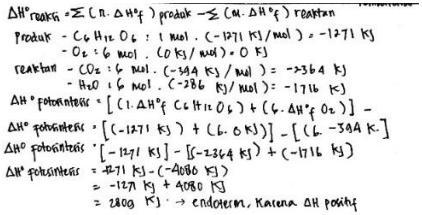
Indikator keterampilan berpikir kritis yang keempat adalah *inference* (menarik kesimpulan), yang diukur melalui soal nomor tujuh. Soal ini menyajikan konteks reaksi fotosintesis dan meminta peserta didik

untuk menghitung perubahan entalpi menggunakan data entalpi pembentukan standar, serta menyimpulkan jenis reaksi berdasarkan nilai ΔH yang diperoleh. Butir soal ini dirancang untuk mengukur kem3ampuan peserta didik dalam mengintegrasikan informasi dan menarik kesimpulan logis dari data yang disediakan.


Jenis reaksi yg terjadi pada proses fotosintesis berdasarkan data perubahan entalpi pembentukan standar adalah reaksi endoterm. Hal ini dapat ditentukan dgn menghitung perubahan entalpi reaksi (ΔH) menggunakan data entalpi pembentukan standar (ΔH°f)

Gambar 4.9 Cuplikan Jawaban Menyimpulkan Jenis Reaksi

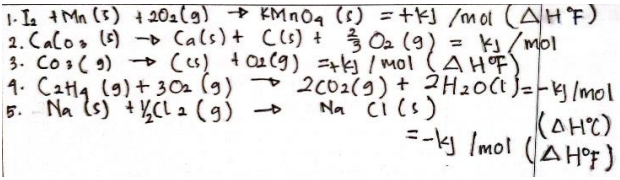
Gambar 4.9 memperlihatkan jawaban peserta didik sebelum diberikan perlakuan. Peserta didik menuliskan bahwa reaksi fotosintesis bersifat endoterm tanpa melakukan perhitungan nilai ΔH secara terstruktur berdasarkan data perubahan entalpi standar yang disajikan. Jawaban hanya bersifat deskriptif tanpa menyertakan pembuktian numerik.


ΔH°reaksi = Σ (n · ΔH°f) produk − Σ (m · ΔH°f) reaktan
Produk - $C_6H_{12}O_6$: 1 mol . (-1271 kJ/mol) = -1271 kJ
- O_2 : 6 mol . (0 kJ/mol) = 0 kJ
reaktan - CO_2 : 6 mol . (-394 kJ/mol) = -2364 kJ
- H_2O : 6 mol . (-286 kJ/mol) = -1716 kJ
ΔH° fotosintesis = [(1 . ΔH°f $C_6H_{12}O_6$) + (6 . ΔH°f O_2)] -
ΔH° fotosintesis = [(-1271 kJ) + (6 . 0 kJ)] - [(6 . -394 kJ)]
ΔH° fotosintesis = [-1271 kJ] - [-2364 kJ) + (-1716 kJ)
ΔH° fotosintesis = -1271 kJ - (-4080 kJ)
= -1271 kJ + 4080 kJ
= 2809 kJ → endoterm, karena ΔH positif

Gambar 4.10 Cuplikan Jawaban Menyimpulkan Jenis Reaksi berdasarkan Data

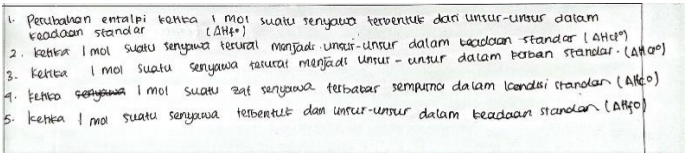
Gambar 4.10 memperlihatkan jawaban setelah diberikan perlakuan. Peserta didik menghitung perubahan entalpi reaksi secara sistematis berdasarkan data perubahan entalpi standar yang disajikan. Hasil perhitungan tepat menunjukkan ΔH sebesar +2808 kJ, sekaligus menyimpulkan bahwa reaksi bersifat endoterm karena ΔH bernilai positif. Jawaban tersebut tidak hanya berdasarkan konsep teoretis, tetapi juga diperkuat oleh data yang dihasilkan dari perhitungan, menunjukkan peningkatan kemampuan dalam melakukan inferensi berdasarkan bukti yang valid.

Indikator keterampilan berpikir kritis yang kelima adalah *explanation* (penjelasan)**,** yang diukur melalui soal nomor dua. Dalam soal ini, peserta didik diminta untuk mengklasifikasikan jenis perubahan entalpi (ΔHf°, ΔHd°, dan ΔHc°) berdasarkan lima reaksi termokimia yang disajikan. Selain itu, peserta didik juga diminta memberikan penjelasan atas klasifikasi yang mereka lakukan. Soal ini dirancang untuk menilai kemampuan peserta didik dalam menyampaikan penjelasan yang akurat dengan menggunakan konsep termokimia secara tepat.



Gambar 4.11 Cuplikan Jawaban Pengelompokan Jenis Perubahan Entalpi

Gambar 4.11 menunjukkan jawaban peserta didik sebelum diberikan perlakuan. Peserta didik hanya mengelompokkan beberapa reaksi ke dalam kategori perubahan entalpi tanpa menyertakan alasan ilmiah yang mendasari klasifikasi tersebut. Sebagai contoh, reaksi pembentukan $KMnO_4$ dan NaCl dicantumkan sebagai reaksi pembentukan standar (ΔHf°), namun tidak dijelaskan bahwa hal tersebut karena keduanya terbentuk dari unsur-unsurnya dalam keadaan standar.

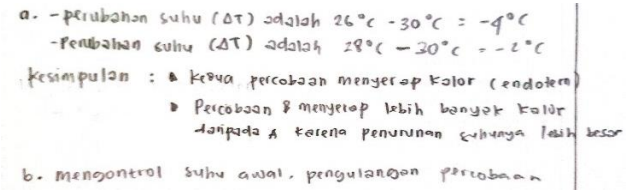


Gambar 4.12 Cuplikan Jawaban Pengelompokan Jenis Perubahan Entalpi

Gambar 4.12 memperlihatkan jawaban setelah perlakuan, terlihat peningkatan signifikan dalam jawaban peserta didik. Peserta didik mampu mengklasifikasikan kelima reaksi dengan tepat, reaksi

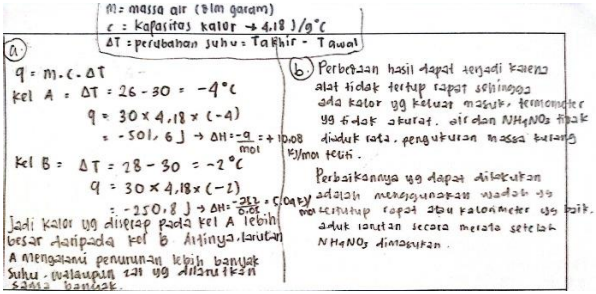
satu dan lima sebagai ΔHf°, reaksi dua dan tiga sebagai ΔHd°, dan reaksi empat sebagai ΔHc°. Tidak hanya itu, peserta didik juga memberikan penjelasan yang jelas dan tepat mengenai alasan di balik klasifikasi tersebut. Penjelasan yang disampaikan mencakup karakteristik dari masing-masing jenis perubahan entalpi, misalnya entalpi standar dijelaskan sebagai perubahan entalpi yang terjadi saat terbentuknya 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya dalam keadaan standar.

Indikator keterampilan berpikir kritis keenam, yaitu *self-regulation* (regulasi diri), mengukur kemampuan peserta didik dalam mengevaluasi proses berpikir dan hasil yang diperoleh secara reflektif. Soal nomor sembilan menguji indikator ini dengan meminta peserta didik untuk tidak hanya menghitung perubahan entalpi dari dua kelompok percobaan, tetapi juga mengidentifikasi sumber kesalahan dan merumuskan perbaikan eksperimen yang logis.


a. - perubahan suhu (ΔT) adalah 26°C - 30°C = -4°C
- Perubahan suhu (ΔT) adalah 28°C − 30°C = -2°C
kesimpulan : • kedua percobaan menyerap kalor (endoterm)
• Percobaan 8 menyerap lebih banyak kalor dariPada 4 karena penurunan suhunya lebih besar
b. mengontrol suhu awal, pengulangan percobaan

Gambar 4.13 Cuplikan Jawaban Analisis Perbedaan Perubahan Entalpi dengan Kalorimeter

Gambar 4.13 memperlihatkan jawaban sebelum perlakuan, peserta didik membandingkan besar perubahan suhu antar dua kelompok, namun tidak melakukan perhitungan perubahan entalpi sesuai yang diminta dalam soal. Meskipun sudah terdapat pengakuan terhadap adanya perbedaan, peserta didik belum sepenuhnya mengevaluasi aspek eksperimen secara menyeluruh. Jawaban perbaikan hanya sebatas menyebutkan langkah umum seperti mengontrol suhu awal dan pengulangan, tanpa penjelasan rinci atau tindakan konkret yang mencerminkan proses regulasi diri secara mendalam.

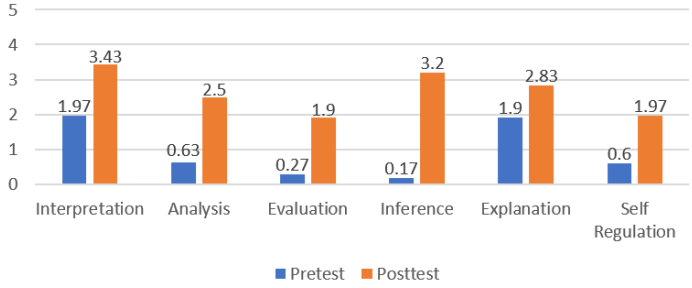


Gambar 4.14 Cuplikan Jawaban Analisis Perbedaan Perubahan Entalpi dengan Kalorimeter

Gambar 4.14 menampilkan jawaban setelah perlakuan, peserta didik menuliskan perhitungan perubahan entalpi secara sistematis untuk masing-masing kelompok, kemudian melanjutkan dengan analisis kritis terhadap penyebab perbedaan hasil.

Faktor-faktor seperti keakuratan alat ukur, kecepatan pelarutan NH_4NO_3, dan kesalahan pembacaan suhu disebutkan secara spesifik. Tidak hanya itu, peserta didik juga mengusulkan beberapa solusi seperti penggunaan termometer yang lebih akurat dan perlakuan standar dalam penambahan zat.

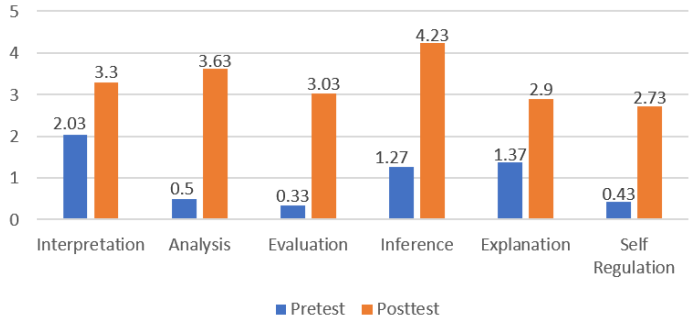
Perbandingan hasil rata-rata ketarampilan berpikir kritis berdasarkan masing-masing indikator ditunjukkan melalui hasil pretest dan posttest. Setiap aspek indikator yang diwakili dalam soal memiliki skor maksimal 5. Perbedaan nilai rata-rata pada kelas kontrol disajikan pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Skor Keterampilan Berpikir Kritis pada Masing-Masing Indikator di Kelas Kontrol

Berdasarkan gambar 4.16, diperoleh nilai rata-rata indikator *interpretation* meningkat dari 1,97 menjadi 3,43 (naik 1,46 poin), *analysis* dari 0,63 menjadi 2,50, dan *evaluation* dari 0,27 menjadi 1,90.

Indikator *inference* meningkat dari 0,17 menjadi 3,20, dan *explanation* dari 1,90 menjadi 2,83. Adapun indikator *self-regulation* mengalami peningkatan sebesar 1,37 poin, dari 0,60 ke 1,97.



Gambar 4.16 Skor Keterampilan Berpikir Kritis pada Masing-Masing Indikator di Kelas Eksperimen

Mengacu pada Gambar 4.16, terlihat bahwa terjadi peningkatan skor rata-rata pada seluruh indikator keterampilan berpikir kritis di kelas eksperimen. Indikator *interpretation* mengalami kenaikan dari 2,03 menjadi 3,30, dengan selisih sebesar 1,27 poin. Indikator *analysis* menunjukkan peningkatan tertinggi, yaitu dari 0,50 menjadi 3,63 (selisih 3,13 poin), disusul oleh *inference* yang mengalami kenaikan dari 1,27 ke 4,23 (selisih 2,96 poin). Indikator *evaluation* juga mengalami perkembangan signifikan, dari 0,33 menjadi 3,03.

Selanjutnya, indikator *explanation* meningkat dari 1,37 menjadi 2,90, dan indikator *self-regulation* dari 0,43 menjadi 2,73.

Secara keseluruhan, peningkatan di kelas eksperimen bersifat merata dengan selisih tertinggi terdapat pada *analysis* dan *inference*. Urutan peningkatan indikator secara berturut-turut yaitu *analysis*, *inference*, *evaluation*, *self-regulation*, *explanation*, dan yang paling rendah adalah *interpretation*. Jika dibandingkan dengan kelas kontrol, yang mengalami peningkatan tertinggi pada indikator *inference*, diikuti oleh *analysis*, *evaluation*, *interpretation*, *self-regulation*, dan *explanation*. Meskipun kelas kontrol unggul pada satu atau dua indikator, kelas eksperimen tetap menunjukkan pencapaian yang lebih tinggi dan konsisten secara keseluruhan.

Indikator *interpretation* menunjukkan peningkatan lebih tinggi pada kelas kontrol. Salah satu kemungkinan penyebabnya adalah karakteristik model *Direct Instruction* (DI) yang memberikan informasi secara langsung dan eksplisit di awal pembelajaran. Hal ini memungkinkan peserta didik di kelas kontrol untuk lebih mudah memahami makna

informasi yang disampaikan, sehingga proses interpretasi menjadi lebih sederhana. Sebaliknya, peserta didik di kelas eksperimen harus terlebih dahulu mengeksplorasi dan memahami informasi secara mandiri sebelum dapat menginterpretasikannya.

Meskipun peningkatan *inference* pada kelas kontrol cukup tinggi, namun kelas eksperimen tetap menunjukkan hasil yang lebih unggul secara keseluruhan. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan model SSCS berbantuan laboratorium maya memiliki pengaruh signifikan dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik, khususnya dalam hal aspek analisis, penarikan kesimpulan berbasis bukti, serta kemampuan mengevaluasi secara lebih mendalam.

Peningkatan tertinggi pada indikator *analysis* menunjukkan bahwa pembelajaran dengan model SSCS mendorong peserta didik untuk aktif dalam aktivitas berpikir analitis, seperti membandingkan informasi, mengevaluasi argumen, dan merumuskan kesimpulan secara logis. Di sisi lain, peningkatan yang paling rendah terjadi pada indikator *interpretation*, yang menunjukkan bahwa sebagian peserta didik

masih mengalami hambatan dalam memahami makna atau konteks informasi yang sajikan

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kelas eksperimen yang menggunakan model SSCS berbantuan laboratorium maya memiliki peningkatan keterampilan berpikir kritis yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Model SSCS secara bertahap mengajak peserta didik untuk mencari, memecahkan masalah, membuat solusi, dan membagikan hasilnya, sehingga mendorong keterlibatan aktif dan memperkuat pemahaman konseptual. Pemanfaatan laboratorium maya turut berperan dalam memvisualisasikan konsep-konsep termokimia yang bersifat abstrak, sehingga pembelajaran menjadi lebih konkret, terarah, dan sesuai dengan kebutuhan siswa.

D. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan dengan upaya maksimal, namun tetap memiliki beberapa keterbatasan antara lain:

1. Keterbatasan Lokasi penelitian

   Penelitian hanya dilakukan di MAN 2 Kota Semarang, sehingga hasil yang diperoleh hanya relevan untuk lokasi tersebut. Dengan demikian,

penelitian ini dapat memberikan hasil yang berbeda di sekolah yang lain.

2. Keterbatasan Akses Sarana Digital

   Pelaksanaan pembelajaran dengan bantuan laboratorium maya memerlukan akses perangkat digital yang memadai. Di lapangan, keterbatasan jumlah perangkat mengharuskan peserta didik bekerja secara berkelompok saat menjalankan simulasi. Meski demikian, peneliti tetap mengatur aktivitas kelompok agar setiap peserta didik aktif terlibat dalam proses pembelajaran.

BAB V
SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data serta pembahasan yang telah dipaparkan, dapat disimpulkan bahwa model *search, solve, create, share* (SSCS) berbantuan laboratorium maya berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi termokimia. Hal ini dibuktikan dengan hasil uji *Independent Sample t-test* yang menunjukkan nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) lebih kecil dari nilai α (0,05), sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Selain itu, hasil uji *effect size* menunjukkan nilai sebesar 0,983 yang termasuk dalam kategori besar, yang menunjukkan bahwa pengaruh model tersebut berada pada kategori besar dan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

B. Saran

Penelitian ini masih membuka ruang untuk pengembangan lebih lanjut. Disarankan kepada peneliti selanjutnya untuk menerapkan untuk menerapkan model SSCS berbantuan laboratorium maya pada materi kimia lain, atau menggunakan

media, metode dan variabel terikat yang berbeda agar diperoleh hasil yang lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

Alghafri, A. S. R., & Ismail, H. N. Bin. (2014). The Effects of Integrating Creative and Critical Thinking on Schools Students' Thinking. *International Journal of Social Science and Humanity*, *4*(6), 518–525. https://doi.org/10.7763/ijssh.2014.v4.410

Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). *Green Chemistry Theory And Practice*. New York: Oxford University press.

Arends, R. I. (1997). Learning to Teach (9th ed.). In *Sustainability (Switzerland)*. New York: McGraw-Hill. http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI

Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.

Arikunto, S. (2017). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Rineka Cipta.

Chang, R. (2004). *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti Edisi Ketiga Jilid 1*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). Research Methods In Education (8th) ed. In *Research Methods in Physical Activity and Health*. New York: Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315158501-17

Creswell, J. W. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (4th ed.)*. California: Sage Publications. https://doi.org/10.4324/9781315707181-60

Domingues, L., Rocha, I., Dourado, F., Alves, M., & Ferreira, E. C. (2010). Virtual laboratories in (bio)chemical engineering education. *Education for Chemical Engineers*, *5*(2), 22–27. https://doi.org/10.1016/j.ece.2010.02.001

Elder, L., & Paul, R. (2007). *Analytic Thinking: The Elements of Thinking and The Standards They Must Meet*. Tomales, CA:

The Foundation for Critical Thinking. https://doi.org/10.5771/9781475869897-97

Emda, A. (2017). Laboratorium Sebagai Sarana Pembelajaran Kimia Dalam Meningkatkan Pengetahuan Dan keterampilan Kerja Ilmiah. *Journal Lantanida*, *5*(1), 83–92.

Engelman, S., & Carnine, D. (1991). Theory Of Instruction: Principles and Applications. In *Zeitschrift fur Orthopadie und Ihre Grenzgebiete* (Vol. 100, Issue 4). Nifdi Press.

Erlistiani, M., Syachruroji, A., & Andriana, E. (2020). Penerapan Model Pembelajaran SSCS (Search, Solve, Create and Share) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal PGSD: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, *13*(2), 161–168. https://doi.org/10.33369/pgsd.13.2.161-168

Etistika, Y., Sudjimat, D. A., & Nyoto, A. (2016). Transformasi Pendidikan Abad 21 Sebagai Tuntutan. *Jurnal Pendidikan*, *1*, 263–278.

Facione, P. a. (2011). Critical Thinking : What It Is and Why It Counts. In *Insight assessment* (Issue ISBN 13: 978-1-891557-07-1.).

Fibonacci, A., Haryani, S., & Sudarmin, S. (2017). Effctiveness of socio-sciences issues in chemistry class to improve scientific literacy in high school: Redox reaction and environmental issues. *Man in India*, *97*(17), 249–256.

Hayati, R., & Hidayatullah, A. F. (2022). The Implementation of SSCS (Search, Solve, Create, Share) Learning Model in training Students' Critical Thinking Skills. *Bioeducation Journal*, *6*(2), 91–98. https://doi.org/10.24036/bioedu.v6i2.347

Imamuddin, M., Haida, F., & Rahmadila. (2019). Hubungan Game Online dengan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Kelas VIII SMP. *Jurnal Tadris Matematika*, *2*(1), 11–22. https://doi.org/10.21274/jtm.2019.2.1.11-22

Indriani, A., Laelah, L., Aditya, G., Maulidah, N., Rahmawati, Y.,

& Pusporini, W. (2024). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis dalam Implementasi Kurikulum Merdeka di SD Negeri Golo. *Jurnal Ilmiah Profesi Guru (JIPG)*, *5*(1), 24–31. https://doi.org/10.30738/jipg.vol5.no1.a14906

Ismawati, R. (2017). Strategi React Dalam Pembelajaran Kimia Sma. *Indonesian Journal of Science and Education*, *1*(1), 1–7.

Istiqamah, I., Sugiarti, S., & Wijaya, M. (2019). Perbandingan Pemahaman Konsep dan Kemampuan Berpikir KritisMelalui Model Pembelajaran Discovery Learningdan Direct Instruction. *Chemistry Education Review (CER)*, *3*(1), 17–30.

Johan, H. (2014). Pembelajaran Model Search, Solve, Create, and Share (SSCS) problem Solving untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Mahasiswa Pada Materi Listrik Dinamis. *Jurnal Pengajaran MIPA*, *19*(1), 103–110.

Junaidi, E., Hadisaputa, S., & Al Idrus, S. W. (2017). Kajian Pelaksanaan Praktikum Kimia Di Sekolah Menengah Atas Negeri Se kabupaten Lombok Tengah. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, *2*(1), 101–111.

Kadir. (2015). *Statistika Terapan: Konsep, Contoh, dan Analisis Data dengan Program SPSS/Lisrel dalam Penelitian*. PT. Raja Grafindo Persada.

Khaeruman, K., Darmatasyah, D., & Hulyadi, H. (2019). The Development Of Chemistry Virtual Laboratory On Colloidal System To Improve Generic Science Skills. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, *5*(2), 84. https://doi.org/10.33394/hjkk.v5i2.1593

Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1988). Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teachers. In *Africa's potential for the ecological intensification of agriculture*.

Laili, D. N., Fardhani, I., & Mulyati, Y. (2024). *Enhancing Critical Thinking in Middle School Students : Comparing Problem-Based Learning and Search , Solve , Create , and Share Models*. *12*(4), 800–819.

Malik, A., & Chusni, M. M. (2018). Statistika Pendidikan: Teori

dan Aplikasi. In *A psicanalise dos contos de fadas. Tradução Arlene Caetano*. Yogyakarta:CV Budi Utama.

Marudut, M. R. H., Bachtiar, I. G., Kadir, & Iasha, V. (2020). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Basicedu: Research & LearninginElementary Education*, *4*(3), 577–585.

Musyaillah, D. A., Muhab, S., & Yusmaniar. (2020). Pengaruh Integrasi Laboratorium Virtual dalam Model Pembelajaran Problem Solving Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Elektrolit dan Non elektrolit. *JRPK: Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, *10*(1), 46–52. https://doi.org/10.21009/jrpk.101.07

Nedungadi, P., Haridas, M., & Raman, R. (2015). Blending Concept Maps with Online Labs (OLabs): Case study with biological science. *Prosiding International Conference on Computers in Education (ICCE).* https://doi.org/10.1145/2791405.2791521

Ni'mah, M., Subandi, S., & Munzil, M. (2020). Keefektifan Pembelajaran POGIL dengan Strategi Konflik Kognitif untuk Mengurangi Miskonsepsi pada Materi Laju Reaksi Kelas XI SMA. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, *5*(9), 1257. https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i9.14010

Norris, stephen P., & Ennis, R. H. (1989). *Evaluating Critical Thinking*. California: Pacific Grove, CA.

Nuryadi, Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara, M. (2017). *Buku Ajar Dasar-dasar Statistik Penelitian*. Yogyakarta: Sibuku Media.

P21. (2008). 21st Century Skills, Education & Competitiveness. In *Partnership for 21st Century Skills*. www.21stcenturyskills.org.

Partana, C. F., & Wiyarsi, A. (2009). *Mari Belajar Kimia untuk SMA-MA Kelas XI IPA*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.

Pizzini, E. L., Abell, S. K., Shepardson, D. S., Pizzini, E. L., Sandra, K., & Shepardson, D. S. (1988). *Rethinking Thinking in the*

Science Classroom. *55*(9), 22–25.
Pizzini, E. L., & Shepardson, D. P. (1992). A comparison of the classroom dynamics of a problem-solving and traditional laboratory model of instruction using path analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, *29*(3), 243–258. https://doi.org/10.1002/tea.3660290305
Putra, A. S., & Zainul, R. (2024). Designing an Interactive Virtual Laboratory Learning Experience for Acid-Base Indicators. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, *8*(2). file:///D:/Sri Mulyanti/riset/artkel orbital.pdf
Putri, Z. S., & Kurniawati, Y. (2021). The Effectiveness of Learning Using Virtual Laboratory Toward Student Critical Thinking Ability on Acid-Base Titration Lesson. *Journal of The Indonesian Society of Integrated Chemistry*, *13*(1), 14–20. https://doi.org/10.22437/jisic.v13i1.12670
Putriyana, A. W., Auliandari, L., & Kholillah, K. (2020). Kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Model Pembelajaran Search, Solve, Create and Share pada Praktikum Materi Fungi. *Biodik*, *6*(2), 106–117. https://doi.org/10.22437/bio.v6i2.9255
Rachmawati, N., Marini, A., Nafiah, M., & Nurasiah, I. (2022). Projek Penguatan Profil Pelajar Pancasila dalam Impelementasi Kurikulum Prototipe di Sekolah Penggerak Jenjang Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, *6*(3), 3613–3625. https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i3.2714
Ramadhani, N., & Fuadiyah, S. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Search, Solve, Create, and Share (Sscs) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sma/Ma Pada Materi Sistem Ekskresi. *Bioilmi: Jurnal Pendidikan*, *9*(1), 35–43. https://doi.org/10.19109/bioilmi.v9i1.17482
Ramli, M., Saridewi, M., Budhi, T. M., & Suhendar, A. (2022). *Kimia SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Kementrian Pendidikan, Kebudayaan, riset dan Teknologi.

Rozali, N. M., & Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, *2*(1), 13–14.

Sawitri, R. N., Setyowati, W. A. E., & Mulyani, B. (2015). Upaya Peningkatan Kemampuan Analisis Dan Prestasi Belajar Siswa Melalui Strategi Problem Based Learning (Pbl) Dengan Media Laboratorium Pada Materi Pokok Stoikiometri Kelas X-Mia 3 Sma Negeri 5 Surakarta Tahun Pelajaran 2014/2015. *Jurnal Pendidikan Kimia Universitas Sebelas Maret*, *4*(4), 103–108.

Simanjuntak, N. D. P., Rohiat, S., & Elvinawati. (2017). *Hubungan Antara Sarana Laboratorium Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas XI MIPA 5 di SMA Negeri 3 Kota Bengkulu*. *1*(2), 102–105.

Sugiyono. (2013). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta.

Susilawati, & Rosidah, A. (2020). Model Pembelajaran SSCS (Search Solve Create and Share) Terhadap Pemahaman Konsep Siswa Sekolah Dasar. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP UNMA 2020*, 17–25. https://prosiding.unma.ac.id/index.php/semnasfkip/article/view/295

Ulya, L., & Nugroho, D. E. (2020). *Gas dan Hukum Termodinamika dengan Pendekatan Unity of Science*. Kendal: UD. EkSySTIKa Press.

Umami, R., & Jatmiko, B. (2013). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Dengan Pendekatan Sets (Science , Environment , Technology and Society) Pada Pokok Bahasan Fluida Statis Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas Xi Sma Negeri 1 Gedangan. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, *02*(03), 61–69.

Utami, R. P. (2011). Pengaruh Model Pembelajaran Search Solve Create And Share (SSCS) dan Problem Based Instruction (PBI) terhadap Prestasi Belajar dan Kreativitas Siswa. *Bioedukasi*, *4*, 57–71.

Yanti, Y., Hatibe, A., & Rede, A. (2019). Influence of Search, Solve, Create, and Share (SSCS) Learning Models on Critical Thinking Ability and Learning Outcomes of Padamata Students Learning Class V SDN 12 Palu. *Jurnal Riset Pendidikan MIPA*, *3*(2), 87–93. https://doi.org/10.22487/j25490192.2019.v3.i2.pp87-93

Zainal, A. (2012). *Evaluasi Pembelajaran*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Islam Kementrian Agama RI.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Wawancara dengan Guru Kimia

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Kurikulum apakah yang saat ini diterapkan di MAN 2 Semarang?	Kurikulum merdeka
2	Materi apakah yang sering dianggap sulit oleh peserta didik?	Materi termokimia, laju reaksi, kelarutan dan hasil kali kelarutan
3	Bagaimana tingkat pemahaman peserta didik terhadap materi termokimia di kelas XI selama ini?	Sebagian besar peserta didik masih kesulitan memahami materi termokimia. Hal ini terlihat dari hasil ulangan harian, di mana banyak siswa mendapatkan nilai di bawah KKTP, yaitu 75.
4	Bagaimana model pembelajaran yang biasa digunakan untuk mengajarkan materi kimia?	Model yang sering digunakan adalah ceramah dan diskusi kelompok.
5	Menurut Ibu, seberapa penting penggunaan media atau model pembelajaran yang inovatif?	Sangat penting. Media atau model pembelajaran inovatif dapat membuat pembelajaran lebih menarik dan memotivasi siswa untuk lebih aktif dan terlibat dalam proses belajar.
6	Seberapa sering kegiatan praktikum dilakukan pada materi kimia?	Praktikum jarang dilakukan, karena alat bahan yang tersedia terbatas, dan waktu pembelajaran di kelas tidak cukup untuk melaksanakan eksperimen.

		Praktikum biasanya hanya dilakukan pada materi yang lebih sederhana atau yang tidak membutuhkan banyak alat
7	Apakah Ibu sudah pernah menggunakan media pembelajaran berbasis teknologi, seperti laboratorium maya?	Belum pernah

Lampiran 2 : Modul Ajar Kelas XI Termokimia

MODUL AJAR TERMOKIMIA

A. INFORMASI UMUM

1. Identitas Modul

Penyusun	: Amalia Dewi Larasati
Instansi	: MA Negeri 2 Semarang
Jenjang Sekolah	: MA/SMA
Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas/Semester	: XI (Sebelas)/Genap
Materi	: Termokimia
Alokasi Waktu	: 3 Kali Pertemuan/JP

2. Kompetensi Awal

Peserta didik telah memahami cara penulisan persamaan reaksi kimia dan penyetaraannya. Selain itu peserta didik perlu memahami bahwa termokimia mempelajari tentang perubahan kalor atau energi yang menyertai suatu reaksi kimia, baik yang diserap maupun dilepaskan.

3. Profil Pelajar Pancasila

Profil pelajar pancasila yang diharapkan dapat tercapai yaitu:

- **Bergotong royong**

  Pelajar mempunyai kemampaun berkolaborasi, memahami sudut pandang orang lain, menghargai kontribusi orang lain serta menghargai keuputusan bersama.

- **Bernalar kritis**

  Pelajar mampu mengidentifikasi, menganalisis, mengevaluasi infromasi yang relevan yang berkaitan dengan materi termokimia.

- **Mandiri**

Pelajar memiliki kemampuan untuk belajar secara mandiri, memanfaatkan sumber daya yang tersedia, dan bertanggung jawab terhadap proses pembelajaran.

4. Sarana Prasarana

Sarana dan prasarana yang dibutuhkan saat pembelajaran Bab Termokimia yakni, Buku paket pegangan siswa, modul ajar dan LKPD, laptop/hp, PPT, proyektor, internet, dan alat tulis.

5. Target Peserta Didik

- Peserta didik reguler/tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar
- Peserta didik dengan kesulitan belajar
- Peserta didik dengan gaya belajar berbeda
- Peserta didik dengan pencapaian tinggi: mencerna dan memahami dengan cepat, mampu mencapai kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS), dan memiliki kemampuan memimpin

6. Model Pembelajaran

Model Pembelajaran: SSCS *(Search, Solve, Create and Share)* berbantuan Laboratorium Maya

B. KOMPETENSI INTI

PERTEMUAN 1

1. Tujuan Pembelajaran

a. Peserta didik diharapkan mampu mendeskripsikan hukum kekekalan energi dan menghubungkannya dengan termokimia

b. Peserta didik diharapkan mampu menganalisis hubungan antara sistem dan lingkungan diserta contohnya

c. Peserta didik diharapkan mampu mendeskripsikan reaksi eksotermik dan endotermik dan mampu memberikan contohnya

d. Peserta didik diharapkan mampu melakukan percobaan peristiwa eksotermik dan endotermik menggunakan laboratorium maya

2. Pemahaman Bermakna

Pernahkah kalian berpikir mengapa ketika kita menghangatkan makanan dengan menggunakan api, makanan tersebut menjadi panas? Hal ini terjadi karena adanya transfer energi dari bahan bakar ke makanan. Reaksi kimia yang terjadi tersebut adalah contoh reaksi eksoterm, yang melepaskan energi ke lingkungan. Secara lebih rinci termokimia ini akan mempelajari bagaimana energi dilepaskan atau diserap dalam reaksi kimia. Pembelajaran ini akan membantu kalian memahami bagaimana energi dapat dimanfaatkan secara bijaksana dalam kehidupan sehari-hari dan mendukung pembangunan berkelanjutan.

3. Pertanyaan Pemantik

a. Pernahkah kalian mengamati perubahan energi dalam kehidupan sehari-hari?
b. Mengapa kita merasa hangat saat berada didekat api unggun? Apa yang menyebabkan kalian merasakan hal tersebut?

4. Persiapan Pembelajaran

1) Guru mempersiapkan materi dan bahan ajar berupa modul, LKPD dan PPT
2) Peserta didik diminta membawa handphone atau laptop sebagai sarana mencari informasi
3) Peserta didik diminta menyiapkan alat tulis
4) Memastikan internet dan perangkat teknologi (proyektor, laptop) berfungsi dengan baik

5. Kegiatan Pembelajaran

Pertemuan Ke 1
Subab: Hukum kekekalan energi, sistem dan lingkungan, reaksi eksoterm dan endoterm **Waktu:** 1 kali pertemuan (2 JP)
Kegiatan Pendahuluan (10 menit) ***Tahap Persiapan*** 1. Guru membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa bersama dipimpin oleh salah satu peserta didik 2. Guru memeriksa kesiapan dan kehadiran peserta didik 3. Guru memberikan motivasi dan menyampaikan tujuan pembelajaran 4. Guru membagi peserta didik ke dalam beberapa kelompok 5. Guru memberikan apersepsi dengan memberikan pertanyaan pemantik kepada peserta didik terkait konsep reaksi eksoterm dan endoterm **Kegiatan Inti (65 menit)** ***Tahap Search*** 1. Guru menyajikan sebuah gambar dan wacana pada LKPD, peserta didik diminta mencari atau merumuskan pertanyaan dari cerita yang disajikan 2. Guru membagikan LKPD ke masing-masing kelompok 3. Peserta didik mengidentifikasi dan merumuskan pertanyaan bersama kelompoknya *(interpretasi)* **Tahap *Solve*** 1. Peserta didik bersama kelompoknya berdiskusi memecahkan masalah atau menjawab pertanyaan yang telah dirumuskan.

2. Guru mengarahkan peserta didik untuk mencari informasi terpercaya dengan membaca buku kimia atau literatur yang relevan dan valid untuk menjawab pertanyaan pada tahap *search.* *(analisis)*
3. Peserta didik mengisi tabel karakteristik reaksi eksoterm dan endoterm, tabel perbandingan tiga jenis sistem.

Tahap *Create*

1. Peserta didik melakukan eksperimen virtual mengguankan laboratorium maya.
2. Peserta didik bersama kelompoknya menganalisis hasil eksperimen dan mencatat data yang diperoleh pada LKPD. *(analisis, interpretasi)*
3. Peserta didik menarik kesimpulan berdasarkan bukti valid yang diperoleh. *(inferensi)*

Tahap *Share*

1. Peserta didik bersama kelompoknya mempresentasikan hasil yang diperoleh di depan kelas. *(penjelasan)*
2. Peserta didik memperoleh umpan balik berupa tanggapan, pertanyaan, kritik, dan saran dari teman sekelas. *(regulasi diri)*
3. Guru memberi penguatan dan meluruskan kesalahpahaman.

Kegiatan Penutup (Refleksi dan Tindak lanjut)

(15 menit)

1. Guru mengarahkan peserta didik menyimpulkan kegiataan pembelajaran pada pertemuan ini
2. Refleksi pembelajaran:

- Peserta didik diajak untuk berdiskusi hal-hal yang telah dipelajari dan apa saja yang belum dipahami tentang sub bab Hukum Kekekalan Energi, Sistem dan Lingkungan, serta Reaksi Eksoterm Endoterm.
- Peserta didik diminta menyimpulkan pembelajaran apa yang mereka peroleh pada subbab ini
- Peserta didik ditekankan kembali manfaat mempelajari subbab ini

3. Guru menyampaikan materi yang akan dipelajari di pertemuan selanjutnya
4. Guru memimpin doa penutup, mengucapkan salam sebagai akhir pembelajaran ini.

PERTEMUAN 2

1. Tujuan Pembelajaran

a. Peserta didik diharapkan mampu mendeskripsikan persamaan termokimia
b. Peserta didik diharapkan mampu menerapkan penggunaan kalorimeter dalam menentukan perubahan entalpi
c. Peserta didik diharapkan mampu memprediksi perubahan entalpi (ΔH) berdasarkan data perubahan entalpi dalam keadaan standar (ΔH°_{f})

2. Pemahaman Bermakna

Reaksi kimia Reaksi kimia tidak hanya melibatkan perubahan zat, tetapi juga melibatkan perubahan energi. Dalam termokimia, energi tersebut dapat diukur melalui perubahan entalpi (ΔH), yang menunjukkan apakah suatu

reaksi menyerap atau melepaskan energi. Dengan menggunakan alat seperti kalorimeter, kita dapat menentukan jumlah energi yang terlibat dalam suatu reaksi kimia. Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta didik dapat memahami dan menentukan perubahan entalpi menggunakan kalorimeter dan data entalpi standar.

3. Pertanyaan Pemantik

a. Bagaimana kita dapat mengetahui jumlah energi yang dilepaskan atau diserap dalam suatu reaksi kimia?

b. Bagaimana cara menentukan perubahan entalpi menggunakan kalorimeter dan data entalpi standar?

4. Persiapan Pembelajaran

a. Guru memastikan simulasi kalorimeter virtual sudah siap

b. Memastikan koneksi internet dan proyektor berfungsi dengan baik

c. Peserta didik diminta membawa laptop/handphone serta menyiapkan alat tulis

d. Guru memastikan semua peserta didik siap mengikutii pembelajaran

5. Kegiatan Pembelajaran

Pertemuan Ke 2
Subab: Persamaan Termokimia, Kalorimeter, Perubahan Entalpi dalam Keadaan Standar **Waktu:** 1 kali pertemuan (3 JP)
Kegiatan Pendahuluan (10 menit) **Tahap Persiapan**

1. Guru membuka pembelajaran dengan salam dan berdoa bersama dipimpin oleh salah satu peserta didik
2. Guru memeriksa kesiapan dan kehadiran peserta didik
3. Guru memberikan motivasi dan menyampaikan tujuan pembelajaran
4. Guru membagi peserta didik menjadi 4-5 kelompok

Kegiatan Inti (65 menit)

Tahap *Search*

1. Guru membagikan LKPD ke masing-masing kelompok
2. Guru mengarahkan peserta didik untuk membaca wacana yang telah disajikan pada LKPD
3. Guru membimbing peserta didik untuk menemukan masalah
4. Peserta didik bersama kelompoknya mengidentifikasi dan merumuskan masalah yang ditemukan *(interpretasi)*

Tahap *Solve*

1. Peserta didik bersama kelompoknya berdiskusi untuk memecahkan atau menjawab permasalahan yang telah diidentifikasi
2. Guru mengarahkan peserta didik untuk mencari informasi dengan membaca buku kimia atau literatur yang relevan dan valid *(analisis)*
3. Peserta didik melengkapi tabel jenis-jenis perubahan entalpi

4. Peserta didik mencoba menentukan nilai perubahan entalpi menggunakan data entalpi standar dan kalorimeter *(penjelasan)*

Tahap *Create*

1. Peserta didik diarahkan masuk ke web Olbas, untuk melakukan parktikum virtual
2. Guru mendampingi peserta didik selama proses eksperimen
3. Masing-masing kelompok menganalisis dan mengolah data hasil eksperimen dalam bentuk laporan *(analisis, interpretasi)*
4. Peserta didik diminta mengevaluasi kembali apakah hasil penyelidikan yang diperoleh telah menjawab pertanyaan yangdirumuskan *(evaluasi)*
5. Peserta didik bersama kelompoknya menarik kesimpulan *(inferensi)*

Tahap *Share*

1. Guru memilih satu kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi *(penjelasan)*
2. Guru mengarahkan peserta didik dari kelompok lain untuk memberikan tanggapan atau pertanyaan kepada kelompok yang sedang presentasi *(regulasi diri)*
3. Guru memberikan umpan balik terhadap hasil kerja peserta didik

Kegiatan Penutup (Refleksi dan Tindak lanjut: 15 menit)

1. Guru mengarahkan peserta didik menyimpulkan kegiataan pembelajaran pada pertemuan ini
2. Refleksi pembelajaran:

3. Peserta didik diajak untuk berdiskusi hal-hal yang telah dipelajari dan apa saja yang belum dipahami tentang sub bab persamaan termokimia, kalorimeter, perubahan entalpi pembentukan standar
4. Peserta didik diminta menyimpulkan pembelajaran apa yang mereka peroleh pada subbab ini
5. Peserta didik ditekankan kembali manfaat mempelajari subbab ini
6. Guru menyampaikan materi yang akan dipelajari di pertemuan selanjutnya
7. Guru memimpin doa penutup, mengucapkan salam sebagai akhir pembelajaran ini.

PERTEMUAN 3

1. Tujuan Pembelajaran

a. Peserta didik diharapkan mampu mendeskripsikan hukum Hess dan memprediksi perubahan entalpi reaksi (ΔH) berdasarkan hukum Hess
b. Peserta didik diharapkan mampu mendeskripsikan energi ikatan dan memperkirakan perubahan entalpi (ΔH) berdasarkan data energi ikatan

2. Pemahaman Bermakna

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta didik mampu memahami, memprediksi perubahan entalpi berdasarkan hukum Hess serta berdasarkan data energi ikatan

3. Pertanyaan Pemantik

a. Menurut anda, bagaimana cara menentukan besarnya perubahan entalpi berdasarkan hukum Hess?
b. Bagaimana energi ikatan dapat membantu dalam memperkirakan perubahan entalpi suatu reaksi?

4. Persiapan Pembelajaran

a. Guru mempersiapkan materi yang akan disampaikan dan lembar kerja peserta didik
b. Guru memastikan bahwa simulasi huku Hess dalam laboratorium maya sudah siap digunakan
c. Guru memastikan koneksi internet dan proyektor berfungsi dengan baik
d. Peserta didik diminta membawa hndphone atau laptop serta menyiapkan alat tulis

5. Kegiatan Pembelajaran

Pertemuan Ke 3
Subab: Hukum Hess dan Energi Ikatan **Waktu:** 1 Kali pertemuan (2 JP)
Kegiatan Pendahuluan (15 menit) **Tahap persiapan** 1. Guru membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa bersama dipimpin oleh salah satu peserta didik 2. Guru memeriksa kesiapan dan kehadiran peserta didik sebagai perwujudan sikap disiplin 3. Guru membagi peserta menjadi 4-5 kelompok 4. Guru memberikan apersepsi dengan mengajukan pertanyaan terkait penentuan perubahan entalpi dengan hukum hess dan energi ikatan

5. Guru menyampaikan motivasi dan tujuan pembelajaran

Tahap Inti

Tahap *Search*

1. Guru membagikan LKPD ke masing-masing kelompok
2. Guru mengarahkan peserta didik untuk membaca wacana yang telah disajikan pada LKPD
3. Guru membimbing peserta didik untuk menemukan masalah
4. Peserta didik bersama kelompoknya mengidentifikasi dan merumuskan masalah yang ditemukan *(interpretasi)*

Tahap *Solve*

1. Peserta didik bersama kelompoknya berdiskusi untuk memecahkan atau menjawab permasalahan yang telah diidentifikasi
2. Guru mengarahkan peserta didik untuk mencari informasi dengan membaca buku kimia atau literatur yang relevan dan valid
3. Peserta didik berdiskusi menghitung perubahan entalpi menggunakan siklus Hess dan diagaram tingkat energi berdasarkan informasi yang diperoleh
4. Peserta didik berdiskusi mencoba menghitung perubahan entalpi menggunakan data energi ikatan rata-rata yang telah disajikan di LKPD

Tahap *Create*

1. Peserta didik diminta mengevaluasi kembali apakah hasil penyelidikan yang diperoleh telah menjawab pertanyaan yang dirumuskan *(evaluasi)*
2. Peserta didik bersama kelompoknya membuat kesimpulan *(inferensi)*

Tahap *Share*

1. Guru memilih satu kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi *(penjelasan)*
2. Guru mengarahkan peserta didik dari kelompok lain untuk memberikan tanggapan atau pertanyaan kepada kelompok yang sedang presentasi *(regulasi diri)*
3. Guru memberikan umpan balik terhadap hasil kerja peserta didik

Kegiatan Penutup (Refleksi dan Tindak lanjut)
(15 menit)

1. Guru mengarahkan peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini
2. Refleksi pembelajaran:
   - Peserta didik diajak untuk berdiskusi hal-hal yang telah dipelajari dan apa saja yang belum dipahami tentang sub bab hukum Hess dan energi ikatan
   - Peserta didik diminta untuk menyampaikan pembelajaran apa yang mereka peroleh pada subbab ini
   - Peserta didik ditekankan manfaat mempelajari subbab ini

3. Guru memimpin doa penutup kemudian mengucapkan salam sebagai akhir pembelajaran hari ini

6. **Asesmen/Penilaian**

Jenis	Bentuk
Asesmen Diagnostik (sebelum pembelajaran)	*Pretest* uraian
Asesmen Formatif (selama pembelajaran)	Presentasi
Asesmen Sumatif	*Posttest* uraian
Asesmen Sikap (profil pelajar pancasila)	Observasi

7. **Pengayaan dan remedial : -**
8. **Refleksi**

Refleksi Peserta Didik

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apa yang kamu pahami dari pembelajaran hari ini?	
2	Bagian mana yang paling menarik dari pembelajaran? Mengapa?	
3	Apa manfaat pembelajaran ini dalam kehidupan sehari-harimu?	

Refleksi Guru

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah materi pembelajaran sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran?	
2	Apakah alokasi waktu pembelajaran sudah sesuai dengan yang direncanakan?	

3	Apakah pembelajaran dengan model search,solve,create, share (SSCS) berbantuan laboratorium maya efektif diterapkan pada pembelajaran ini?	

Bahan Bacaan Guru Dan Peserta Didik

Sudarmo, unggul. 2021. *IPA KIMIA UNTUK SMA/MA KELAS XI*. Jakarta: Erlangga.

Kemendikbudristek. 2022. BUKU PANDUAN SISWA KIMIA. Pusat Perbukuan: Kemendikbudristek.

Kemendikbudristek. 2022. BUKU PANDUAN GURU KIMIA. Pusat Perbukuan: Kemendikbudristek.

Glosarium

Kalor	Salah satu bentuk energi yang diserap atau dilepaskan oleh suatu materi
Kalorimeter	alat yang dipakai untuk menentukan kalor reaksi.
Eksoterm	Reaksi kimia yang menghasilkan kalor atau panas
Endoterm	Reaksi kimia yang menyerap kalor atau panas

Daftar Pustaka

Sudarmo, Unggul. 2021. *IPA KIMIA UNTUK SMA/MA KELAS XI*. Jakarta: Erlangga

Kemendikbudristek. 2022. *BUKU PANDUAN GURU KIMIA*. Pusat Perbukuan: Kemendikbudristek.

Lampiran 3. LKPD dan Dokumentasi Jawaban LKPD 1,2,3.

LKPD 1 dan Dokumentasi Jawaban LKPD 1

Lembar Kerja Peserta Didik

LKPD

Termokimia



Nama Kelompok : .....

Nama Anggota : .....

: .....

: .....

Kelas : .....

Hari/Tanggal : .....

Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik mampu menganalisis hubungan antara sistem dan lingkungan serta mampu menentukan jenis-jenis sistem disertai dengan contohnya
2. Peserta didik mampu mendeskripsikan reaksi eksotermik dan endotermik serta mampu memberikan contohnya
3. Peserta didik mampu melakukan percobaan penentuan peristiwa eksotermik dan endotermik

Petunjuk Penggunaan

1. Biasakan untuk membaca doa sebelum memulai belajar
2. Baca dan cermati tujuan pembelajaran yang ingin dicapai dalam kegiatan pembelajaran pada LKPD
3. Pahamilah setiap perintah pada tahapan kegiatan pembelajaran di dalam LKPD
4. Lakukan kegiatan pembelajaran berikut bersama kelompokmu

Search

Amatilah gambar di bawah ini!

GAMBAR 1



GAMBAR 2



Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering menjumpai dan saling berhubungan dengan sistem dan lingkungan. Saat kita memasak air, dapat kita sebutkan bahwa air yang kita masak disebut dengan sistem. Sedangkan panci, kompor dan udara merupakan lingkungan. Berdasarkan interaksinya sistem dibagi menjadi 3, yaitu sistem terbuka, tertutup dan terisolasi

Search

Gambar 1

Fatah dan teman-temannya mengikuti kegiatan perkemahan selama 2 hari yaitu sabtu dan minggu. Setelah melakukan kegiatan pada siang hari, malam puncak kegiatan perkemahan itu ialah ketika diadakan pembakaran api unggun. Setelah api unggun mulai membesar, suhu disekitarnya mulai terasa hangat bahkan panas jika terlalu dekat dengan api unggun. Fattah ingin mengetahui mengapa setelah api unggun menyala, suhu disekitarnya menjadi lebih panas? apakah terjadi perpindahan kalor sehingga suhu disekitar api unggun menjadi panas. Tuliskan identifikasi masalah yang kamu temukan dalam fenomena yang disajikan di atas!

Gambar 2

Gambar di atas menjelaskan pengertian sistem dan lingkungan. Dapatkah kamu menjelaskan apa itu sistem dan lingkungan dengan kata-katamu sendiri sesuai dengan ilustrasi di atas? dari gambar kita mengetahui bahwa sistem dibagi menjadi 3, yaitu sistem terbuka, sistem tertutup dan sistem terisolasi, apa perbedaan dari ketiga sistem tersebut? Diskusikan dengan temasn sekelompokmu

Solve

- **Bacalah buku Kimia kelas XI SMA/MA atau literatur terpercaya lainnya terkait sistem, lingkungan serta reaksi eksoterm dan endoterm**
- **Berdasarkan informasi yang kalian peroleh, apa perbedaan sistem terbuka, sistem tertutup dan sistem terisolasi**

- **Lengkapilah tabel ini berdasarkan informasi yang kalian peroleh!**

Tabel Perbedaan Reaksi Eksoterm dan Reaksi Endoterm

No	Reaksi	Reaksi Eksoterm	Reaksi Endoterm
1	Pengertian		
2	Aliran Kalor		
3	Suhu Lingkungan		
4	Perubahan Entalpi		
5	Contoh reaksi		

Create

Eksperimen
Virtual Lab

Tujuan Eksperimen: Peserta didik mampu menganalisis reaksi eksoterm dan endoterm

Scan QR Code dan ikutilah langkah-langkah di bawah ini:

Prosedur eksperimen menggunakan Laboratorium Maya:

1. Scan QR code yang telah di sediakan
2. Pilih menu procedure
3. Setelah memahami procedure, pilih menu simulation untuk melakukan eksperimen
4. Lakukan eksperimen sesuai dengan langkah-langkah
5. Catat suhu dari masing-masing larutan dan campurannya
6. Catat hasil percobaan kalian dalam laporan pengamatan dan perhitungan di bawah ini!

Pengamatan dan perhitungan:

- Suhu larutan natrium hidroksida = ___ °C
- Suhu asam klorida = ___ °C
- Suhu larutan barium hidroksida= ___ °C
- Suhu amonium klorida = ___ °C
- Suhu ruangan = ___ °C

No	Reaksi	ΔT	Jenis Reaksi	Penjelasan
1	NaOH+HCl			
2	Ba(OH)2+NH4 Cl			

- **Buatlah diagram tingkat energi berdasarkan reaksi yang telah kalian lakukan pada kegiatan praktikum!**

Reaksi 1:

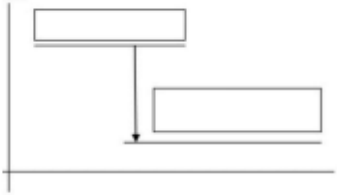
$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$ $\Delta H = ___$

Reaksi 2:

$Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O + 2NH_4Cl \rightarrow BaCl_2 + 2NH_3 + 10H_2O$ $\Delta H = ___$

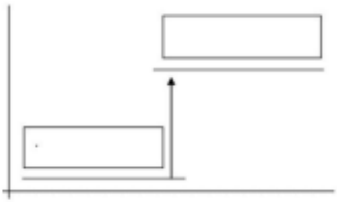
Reaksi 1 : .....

ΔH



Reaksi 2 : .....

ΔH



Tuliskan kesimpulan yang kalian peroleh dari penyelidikan pada tahap solve. Apakah hasil yang kalian peroleh telah menjawab pertanyaan pada tahap *search*?

Share

Presentasikan hasil penyelidikan yang telah kalian peroleh di depan kelas. Tuliskan pertanyaan dan tanggapan dari guru serta teman-temanmu!

Search

Gambar 1

Fatah dan teman-temannya mengikuti kegiatan perkemahan selama 2 hari yaitu sabtu dan minggu. Setelah melakukan kegiatan pada siang hari, malam puncak kegiatan perkemahan itu ialah ketika diadakan pembakaran api unggun. Setelah api unggun mulai membesar, suhu disekitarnya mulai terasa hangat bahkan panas jika terlalu dekat dengan api unggun. Fattah ingin mengetahui mengapa setelah api unggun menyala, suhu disekitarnya menjadi lebih panas? apakah terjadi perpindahan kalor sehingga suhu disekitar api unggun menjadi panas. Tuliskan identifikasi masalah yang kamu temukan dalam fenomena yang disajikan di atas!

1). Mengapa saat dekat api kita merasa panas? Apa terjadi perpindahan kalor ?
2). Apa hubungannya dengan Hukum kekekalan massa ?

Gambar 2

Gambar di atas menjelaskan pengertian sistem dan lingkungan. Dapatkah kamu menjelaskan apa itu sistem dan lingkungan dengan kata-katamu sendiri sesuai dengan ilustrasi di atas? dari gambar kita mengetahui bahwa sistem dibagi menjadi 3, yaitu sistem terbuka, sistem tertutup dan sistem terisolasi, apa perbedaan dari ketiga sistem tersebut? Diskusikan dengan temasn sekelompokmu

- Sistem adalah zat yang bereaksi yang kita amati.
  Lingkungan adalah segala sesuatu kecuali sistem (diluar sistem)
- Apa perbedaan 3 Jenis sistem?

Solve

- **Bacalah buku Kimia kelas XI SMA/MA atau literatur terpercaya lainnya terkait sistem, lingkungan serta reaksi eksoterm dan endoterm**
- **Berdasarkan informasi yang kalian peroleh, apa perbedaan sistem terbuka, sistem tertutup dan sistem terisolasi**

Sistem terbuka terjadi pertukaran materi dan energi dengan lingkungan
Sistem tertutup memungkinkan pertukaran energi tapi tidak materi
Sistem terisolasi tidak memungkinkan pertukaran materi maupun energi

- **Lengkapilah tabel ini berdasarkan informasi yang kalian peroleh!**

Tabel Perbedaan Reaksi Eksoterm dan Reaksi Endoterm

No	Reaksi	Reaksi Eksoterm	Reaksi Endoterm
1	Pengertian	Sistem melepas kalor ke lingkungan	sistem menyerap kalor dari lingkungan
2	Aliran Kalor	Sistem ke lingkungan	Lingkungan ke sistem
3	Suhu Lingkungan	Terjadi kenaikan suhu	Terjadi penurunan suhu
4	Perubahan Entalpi	negatif	positif
5	Contoh reaksi	Pembakaran bahan bakar	Pelarutan pottasium klorida ke dalam air

Solve

Eksperimen
Virtual Lab

Tujuan Eksperimen: Peserta didik mampu menganalisis reaksi eksoterm dan endoterm

Scan QR Code dan ikutilah langkah-langkah di bawah ini:

Prosedur eksperimen menggunakan Laboratorium Maya:

1. Scan QR code yang telah di sediakan
2. Pilih menu procedure
3. Setelah memahami procedure, pilih menu simulation untuk melakukan eksperimen
4. Lakukan eksperimen sesuai dengan langkah-langkah
5. Catat suhu dari masing-masing larutan dan campurannya
6. Catat hasil percobaan kalian dalam lembar di bawah ini!

Pengamatan dan perhitungan:

- Suhu larutan natrium hidroksida = 32 °C
- Suhu asam klorida = 32 °C
- Suhu larutan barium hidroksida= 29 °C
- Suhu amonium klorida = 38 °C
- Suhu ruangan = 25 °C

No	Reaksi	Suhu Awal	Suhu Akhir	ΔT	Jenis Reaksi
1	NaOH+HCl	45°C	55°C	10°C	Eksoterm karena suhu naik.
2	Ba(OH)2+NH4Cl	25°	18°C	- 7°C	Endoterm, karena suhu turun

- **Buatlah diagram tingkat energi berdasarkan reaksi yang telah kalian lakukan pada kegiatan praktikum!**

Reaksi 1:

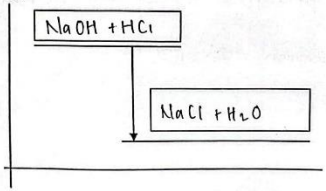
$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$ $\Delta H = (-)$

Reaksi 2:

$Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O + 2NH_4Cl \rightarrow BaCl_2 + 2NH_3 + 10H_2O$ $\Delta H = (+)$

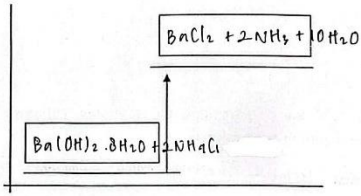
Reaksi 1 : $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$

ΔH



Reaksi 2 : $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O + 2NH_4Cl \rightarrow BaCl_2 + 2NH_3 + 10H_2O$

ΔH



Create

Tuliskan kesimpulan yang kalian peroleh dari penyelidikan pada tahap solve. Apakah hasil yang kalian peroleh telah menjawab pertanyaan pada tahap *search*?

reaksi eksoterm adalah reaksi yang melepas kalor sedangkan reaksi endoterm adalah reaksi menyerap kalor

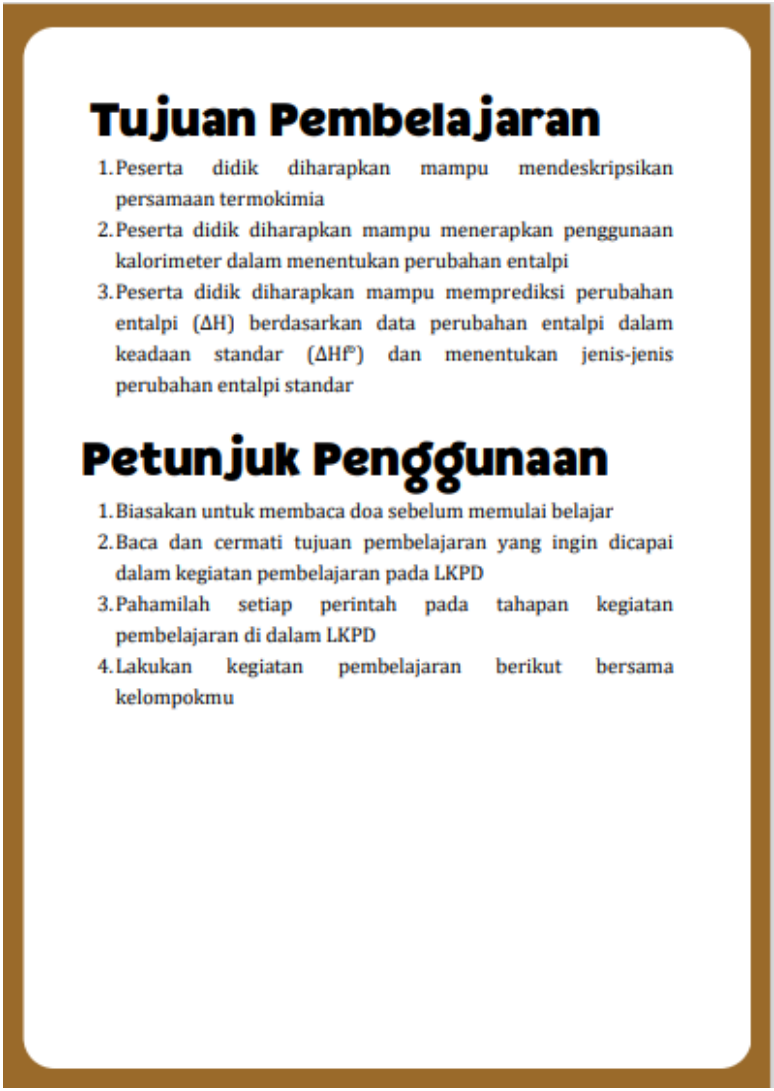
Jenis perubahan reaksi entalpi ini dapat ditentukan melalui pengamatan suhu saat percobaan

Share

Presentasikan hasil penyelidikan yang telah kalian peroleh di depan kelas. Tuliskan pertanyaan dan tanggapan dari guru serta teman-temanmu!

Mengapa saat kita merebus air ~~tera~~ termasuk peristiwa reaksi endoterm padahal terjadi kenaikan suhu ?

LKPD 2 dan Dokumentasi Jawaban LKPD 2



Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik diharapkan mampu mendeskripsikan persamaan termokimia
2. Peserta didik diharapkan mampu menerapkan penggunaan kalorimeter dalam menentukan perubahan entalpi
3. Peserta didik diharapkan mampu memprediksi perubahan entalpi (ΔH) berdasarkan data perubahan entalpi dalam keadaan standar (ΔH_f°) dan menentukan jenis-jenis perubahan entalpi standar

Petunjuk Penggunaan

1. Biasakan untuk membaca doa sebelum memulai belajar
2. Baca dan cermati tujuan pembelajaran yang ingin dicapai dalam kegiatan pembelajaran pada LKPD
3. Pahamilah setiap perintah pada tahapan kegiatan pembelajaran di dalam LKPD
4. Lakukan kegiatan pembelajaran berikut bersama kelompokmu

Search

Wacana 1

Persamaan termokimia, Jenis-jenis Perubahan Entalpi Standar, Menentukan Perubahan Entalpi menggunakan Data Entalpi Standar

Pembalakan Liar di Waduk Jatibarang Semarang, BBWS Diduga Terlibat

CNN Indonesia



Pembalakan liar di waduk Jati barang, Semarang, menjadi salah satu contoh deforestasi yang masih marak terjadi di Indonesia. Hutan memiliki peran penting sebagai "paru-paru dunia" karena mampu menghasilkan oksigen dam menyerap karbondioksida, yang penting dalam reaksi pernafasan manusia dan makhluk hidup lain. Reaksi pernafasan membutuhkan oksigen untuk membakar glukosa dengan melepas energi agar manusia bisa hidup, bergerak dan bertenaga.

Persamaan reaksi termokimia dari proses respirasi dalam keadaan standar dapat dituliskan:

$C_6H_{12}O_6(s) + 6\ O_2(g) \rightarrow 6\ CO_2(g) + 6\ H_2O(l)\ \Delta H° = -2803\ kJ/mol$

Hutan juga berperan dalam mengurangi peningkatan gas CO_2 setiap tahunnya. Melalui fotosintesis, tumbuhan menyerap energi panas matahari dan gas CO_2 tersebut digunakan tumbuhan dalam hutan sehingga kadarnya menurun. Proses fotosintesis inilah yang menyebabkan hutan dapat menghasilkan oksigen. Persamaan reaksi termokimia fotosintesis dalam keadaan standar dapat dituliskan:

$6\ CO_2(g) + 6\ H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6\ O_2(g)\ \Delta H° = +2803\ kJ/mol$

Setelah kalian membaca wacana di atas, identifikasi dan tuliskan permasalahan yang kalian temukan!

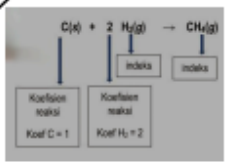
Solve (wacana 1)

Masih ingatkah kalian tentang persamaan reaksi kimia? Di dalam persamaan reaksi ada spesi yang disebut reaktan dan ada spesi yang disebut produk/hasil reaksi.

Lalu ada istilah indeks dan koefisien: manakah yang disebut indeks dan koefisien?







Sedangkan persamaan reaksi kimia ketika proses respirasi/pernapasan dituliskan:

$C_6H_{12}O_6(s) + 6\,O_2(g) \rightarrow 6\,CO_2(g) + 6\,H_2O(l)$

Seperti yang kalian ketahui, persamaan reaksi fotosintesis yang dituliskan pada literatur biasanya tertulis seperti ini:

$6\,CO_2(g) + 6\,H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6\,O_2(g)$

Namun, pada wacana yang disajikan kedua reaksi tersebut dituliskan seperti di bawah ini:

$C_6H_{12}O_6(s) + 6\,O_2(g) \rightarrow 6\,CO_2(g) + 6\,H_2O(l)\ \Delta H° = -2803\ kJ/mol$

$6\,CO_2(g) + 6\,H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6\,O_2(g)\ \Delta H° = +2803\ kJ/mol$

Apa perbedaan persamaan reaksi yang ada pada wacana dengan persamaan reaksi yang ditemui pada literatur (persamaan reaksi biasa)?

.....

.....

.....

Persamaan reaksi fotosintesis dan persamaan reaksi respirasi pada wacana tersebut merupakan contoh persamaan reaksi termokimia pada keadaan standar. Jadi apa yang dimaksud persamaan termokimia?

.....

.....

.....

1. Jenis-Jenis Perubahan Entalpi Standar (ΔH°)

Bacalah buku Kimia kelas XI SMA/MA atau literatur terpercaya lainnya untuk melengkapi tabel di bawah ini!

No	Jenis Perubahan Entalpi Standar	Pengertian	Contoh Reaksi
1	Pembentukan Standar (ΔHf°)		
2	Penguraian Standar (ΔHd°)		
3	Pembakaran Standar (ΔHc°)		

Tuliskan persamaan reaksi termokimianya jika diketahui:

- Diketahui $\Delta H^\circ f\ CO_2(g) = -393{,}5$ kJ/mol.

- Diketahui $\Delta Hd^\circ\ CaCO_3(s) = +178$ kJ/mol.

- Diketahui Diketahui $\Delta Hc^\circ\ CH_3OH(l) = -638$ kJ/mol.

  ---

2. Menentukan perubahan entalpi menggunakan data entalpi pembentukan standar

Nilai perubahan entalpi dapat ditentukan dengan menggunakan data entalpi pembentukan standar. Perubahan entalpi dapat dihitung dengan cara menentukan selisih entalpi pembentukan standar antara produk dan reaktan.
Diketahui perubahan entalpi pembentukan standar (ΔHf°) dari beberapa zat diantaranya $\Delta Hf^\circ\ CO_2(g) = -394$ kJ/mol, $\Delta Hf^\circ\ H_2O(l) = -286$ kJ/mol, $\Delta Hf^\circ\ C_6H_{12}O_6(s) = -1271$. Hitung perubahan entalpi untuk reaksi: $6CO_2(g) + 6H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g)$

ΔHreaksi=$\sum\Delta Hf^\circ$(produk)−$\sum\Delta Hf^\circ$(reaktan)

Search

Wacana 2
Penentuan Perubahan Entalpi menggunakan Kalorimeter



Pernahkah kalian memperhatikan bagaimana makanan yang kita konsumsi memiliki jumlah energi tertentu? Para ahli gizi menggunakan alat bernama **kalorimeter bom** untuk mengukur energi dalam makanan. Teknik penentuan perubahan entalpi secara eksperimen menggunakan 2 cara yaitu menggunakan alat kalorimeter bom dan kalorimeter sederhana. **Kalorimeter sederhana** sendiri merujuk pada penentuan kalor reaksi apa saja selain reaksi pembakaran.

Pada suatu percobaan eksperimen Harry ingin mengetahui perubahan entalpi dari pencampuran larutan HCl dan NaOH maka kalorimeter mana yang lebih tepat digunakan oleh Harry? Dapatkah kamu menjelaskan perbedaan kalorimeter bom dan kalorimeter sederhana? Bagaimana cara menghitung perubahan entalpinya?

Setelah kalian membaca wacana di atas, identifikasi dan tuliskan permasalahan yang kalian temukan!

Solve

Bacalah buku Kimia kelas XI SMA/MA atau literatur terpercaya lainnya untuk menjawab pertanyaan yang telah diidentifikasi pada tahap *search*. Catat informasi yang kalian peroleh!

Jenis kalorimeter apa yang cocok untuk eksperimen pencampuran HCl dan NaOH? Jelaskan alasan ilmiahmu!

.....

.....

.....

Apa perbedaan utama antara kalorimeter bom dan kalorimeter sederhana?

.....

.....

.....

Bagaimana cara menentukan perubahan entalpi menggunakan kalorimeter? adakah rumus yang digunakan?

Sebanyak 50 ml larutan NaOH 0,1 M direaksikan dengan 50 mL HCl 0,1 M dalam sebuah bejana, ternyata suhu larutan naik dari 29°C menjadi 34°C. Jika kalor jenis larutan dianggap sama dengan kalor jenis air = 4,2 J/g°C , perubahan entalpi reaksi HCl(aq) + NaOH(aq) → NaCl(aq) + H_2O(l) adalah ....

- **Menentukan kalor reaksi (q):**
  $q = m \times c \times \Delta T$
- **Hitung perubahan entalpinya (ΔH):**
  $\Delta H = -q$ / mol

Jika saat praktik suhu naik hanya 3°C, menurutmu apa penyebabnya?

.....

.....

.....

Create

Scan QR Code di bawah ini untuk melakukan praktikum virtual melalui laboratorium maya (OLabs)



Tugas:

Susun laporan sementara berdasarkan eksperimen yang kamu lakukan di kertas A4. Laporan sementara meliputi:

1. Judul Praktikum
2. Tujuan
3. Alat dan Bahan
4. Data Hasil Praktikum
5. Perhitungan kalor dan perubahan entalpi (ΔH)

Kesimpulan

.....

.....

.....

Share

Presentasikan hasil penyelidikan yang telah kalian peroleh di depan kelas. Catat pertanyaan dan umpan balik dari guru serta teman-temanmu!

Search

Wacana 1

Persamaan termokimia, Jenis-jenis Perubahan Entalpi Standar, Menentukan Perubahan Entalpi menggunakan Data Entalpi Standar

Pembalakan Liar di Waduk Jatibarang Semarang, BBWS Diduga Terlibat

CNN Indonesia



Pembalakan liar di waduk Jati barang, Semarang, menjadi salah satu contoh deforestasi yang masih marak terjadi di Indonesia. Hutan memiliki peran penting sebagai "paru-paru dunia" karena mampu menghasilkan oksigen dam menyerap karbondioksida, yang penting dalam reaksi pernafasan manusia dan makhluk hidup lain. Reaksi pernafasan membutuhkan oksigen untuk membakar glukosa dengan melepas energi agar manusia bisa hidup, bergerak dan bertenaga.

Persamaan reaksi termokimia dari proses respirasi dalam keadaan standar dapat dituliskan:

$C_6H_{12}O_6(s) + 6\ O_2(g) \rightarrow 6\ CO_2(g) + 6\ H_2O(l)\ \Delta H^\circ = -2803\ kJ/mol$

Hutan juga berperan dalam mengurangi peningkatan gas CO_2 setiap tahunnya. Melalui fotosintesis, tumbuhan menyerap energi panas matahari dan gas CO_2 tersebut digunakan tumbuhan dalam hutan sehingga kadarnya menurun. Proses fotosintesis inilah yang menyebabkan hutan dapat menghasilkan oksigen. Persamaan reaksi termokimia fotosintesis dalam keadaan standar dapat dituliskan:

$6\ CO_2(g) + 6\ H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6\ O_2(g)\ \Delta H^\circ = +2803\ kJ/mol$

Setelah kalian membaca wacana di atas, identifikasi dan tuliskan permasalahan yang kalian temukan!

1. apa persamaan termokimia ?
2. Bagaimana cara menentukan perubah entalpi ?

Jawaban

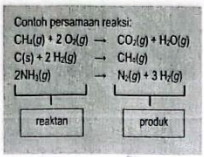
1.) Persamaan reaksi kimia yg menunjukkan perubahan Entalpi yg terjadi selama reaksi berlangsung.

2) menggunakan data Entalpi pembentukan, hukum Hess, atau dg pengukuran kalorimetri.

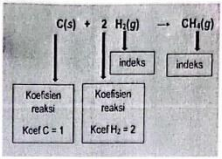
Solve (wacana 1)

Masih ingatkah kalian tentang persamaan reaksi kimia? Di dalam persamaan reaksi ada spesi yang disebut reaktan dan ada spesi yang disebut produk/hasil reaksi.

Lalu ada istilah indeks dan koefisien: manakah yang disebut indeks dan koefisien?







Sedangkan persamaan reaksi kimia ketika proses respirasi/pernapasan dituliskan:

$C_6H_{12}O_6(s) + 6\,O_2(g) \rightarrow 6\,CO_2(g) + 6\,H_2O(l)$

Seperti yang kalian ketahui, persamaan reaksi fotosintesis yang dituliskan pada literatur biasanya tertulis seperti ini:

$6\,CO_2(g) + 6\,H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6\,O_2(g)$

Namun, pada wacana yang disajikan kedua reaksi tersebut dituliskan seperti di bawah ini:

$C_6H_{12}O_6(s) + 6\,O_2(g) \rightarrow 6\,CO_2(g) + 6\,H_2O(l)\ \Delta H° = -2803\ kJ/mol$
$6\,CO_2(g) + 6\,H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6\,O_2(g)\ \Delta H° = +2803\ kJ/mol$

Apa perbedaan persamaan reaksi yang ada pada wacana dengan persamaan reaksi yang ditemui pada literatur (persamaan reaksi biasa)?

perubahan entalpi (ΔH), sedangkan persamaan reaksi literatur adl persamaan reaksi biasa yg hanya menunjukan perubahan kimia tnpa informasi termodinamika

Persamaan reaksi fotosintesis dan persamaan reaksi respirasi pada wacana tersebut merupakan contoh persamaan reaksi termokimia pada keadaan standar. Jadi apa yang dimaksud persamaan termokimia?

persamaan reaksi kimia yg menyertakan perubahan entalpi yg terjadi selama reaksi.

1. Jenis-Jenis Perubahan Entalpi Standar (ΔH°)

Bacalah buku Kimia kelas XI SMA/MA atau literatur terpercaya lainnya untuk melengkapi tabel di bawah ini!

No	Jenis Perubahan Entalpi Standar	Pengertian	Contoh Reaksi
1	Pembentukan Standar (ΔHf°)	Perubahan entalpi ketika 1 mol senyawa terbentuk dari unsur²nya dlm keadaan standar	$H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow H_2O$ (ΔH_f° = -285.8 kJ/mol.
2	Penguraian Standar (ΔHd°)	Ketika 1 mol senyawa diuraikan menjadi unsur²nya dlm keadaan standar	$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$ ΔH_d° = +178 kJ/mol
3	Pembakaran Standar (ΔHc°)	Ketika 1 mol zat terbakar sempurna dg oksigen dlm ke-adaan Standar.	$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$ ΔH_c° = -890 kJ/mol.

Tuliskan persamaan reaksi termokimianya jika diketahui:

- Diketahui $\Delta H^\circ f\ CO_2(g)$=−393,5 kJ/mol.
  $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$
- Diketahui $\Delta H_d^\circ\ CaCO_3(s)$= +178 kJ/mol.
  $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$
- Diketahui Diketahui $\Delta H_c^\circ\ CH_3OH(l)$=−638 kJ/mol.
  $CH_3OH(l) + 3/2\ O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$

2. Menentukan perubahan entalpi menggunakan data entalpi pembentukan standar

Nilai perubahan entalpi dapat ditentukan dengan menggunakan data entalpi pembentukan standar. Perubahan entalpi dapat dihitung dengan cara menentukan selisih entalpi pembentukan standar antara produk dan reaktan.

Diketahui perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH_f°) dari beberapa zat diantaranya ΔH_f° $CO_2(g)$= -394 kJ/mol, $\Delta H_f^\circ\ H_2O(l)$= -286 kJ/mol, $\Delta H_f^\circ\ C_6H_{12}O_6(s)$=-1271. Hitung perubahan entalpi untuk reaksi: $6CO_2(g) + 6H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g)$

$\Delta H_{reaksi} = \sum \Delta H_f^\circ(produk) - \sum \Delta H_f^\circ(reaktan)$ (produk)

$\Delta H = [(-1271) - [6.(-394)] + [6.(-286)]]$

$= [(-1271) - [(-2364) + (-1716)]]$

$= (-1271) + (4080)$

$= +2809$ kJ/mol

Dipindai dengan CamScanner

Search

Wacana 2
Penentuan Perubahan Entalpi menggunakan Kalorimeter



Pernahkah kalian memperhatikan bagaimana makanan yang kita konsumsi memiliki jumlah energi tertentu? Para ahli gizi menggunakan alat bernama **kalorimeter bom** untuk mengukur energi dalam makanan. Teknik penentuan perubahan entalpi secara eksperimen menggunakan 2 cara yaitu menggunakan alat kalorimeter bom dan kalorimeter sederhana. **Kalorimeter sederhana** sendiri merujuk pada penentuan kalor reaksi apa saja selain reaksi pembakaran.

Pada suatu percobaan eksperimen Harry ingin mengetahui perubahan entalpi dari pencampuran larutan HCl dan NaOH maka kalorimeter mana yang lebih tepat digunakan oleh Harry? Dapatkah kamu menjelaskan perbedaan kalorimeter bom dan kalorimeter sederhana? Bagaimana cara menghitung perubahan entalpinya?

Setelah kalian membaca wacana di atas, identifikasi dan tuliskan permasalahan yang kalian temukan!

- Apa perbedaan kalorimeter sederhana dan kalorimeter bom?
- Bagaimana cara menghitung perubahan entalpi menggunakan kalorimeter?

Dipindai dengan CamScanner

Solve

Bacalah buku Kimia kelas XI SMA/MA atau literatur terpercaya lainnya untuk menjawab pertanyaan yang telah diidentifikasi pada tahap *search*. Catat informasi yang kalian peroleh!

Jenis kalorimeter apa yang cocok untuk eksperimen pencampuran HCl dan NaOH? Jelaskan alasan ilmiahmu!

Kalorimeter Sederhana

Apa perbedaan utama antara kalorimeter bom dan kalorimeter sederhana?

Kalorimeter Bom : Reaksi Pembakaran dalam sistem tertutup bertekanan tinggi

Kalorimeter Sederhana : reaksi untuk larutan di tekanan atmosfer biasa

Bagaimana cara menentukan perubahan entalpi menggunakan kalorimeter? adakah rumus yang digunakan?

$q_{reaksi} = -(q_{larutan} + q_{kalorimeter})$

$q_{larutan} = m \cdot c \cdot \Delta T$

$q_{kalorimeter} = C \cdot \Delta T$

$\Delta H = \frac{-q}{mol}$

Sebanyak 50 ml larutan NaOH 0,1 M direaksikan dengan 50 mL HCl 0,1 M dalam sebuah bejana, ternyata suhu larutan naik dari 29°C menjadi 34°C. Jika kalor jenis larutan dianggap sama dengan kalor jenis air = 4,2 J/g°C , perubahan entalpi reaksi HCl(aq) + NaOH(aq) → NaCl(aq) + H_2O(l) adalah ....

- **Menentukan kalor reaksi (q):**

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

  $= m_{total} \times c \cdot \Delta T$

  $= 100\,gr \times 4,2\ J/g°C \times 5°C$

  $= 2.100\ J$

  $= 2,1\ kJ$

  $mol = M \times V$

  $= 0,1 \times 50$

  $= 5\ mmol\ /\ 0,005\ mol$

- **Hitung perubahan entalpinya (ΔH):**

  $\Delta H = -q\ /\ mol$

  $= \frac{-2,1\ kJ}{0,005\ mol}$

  $= 420\ kJ/mol$

Jika saat praktik suhu naik hanya 3°C, menurutmu apa penyebabnya?

Pengukuran Pada termometer kurang telifi , atau termometer kurang akurat

CS Dipindai dengan CamScanner

Create

Scan QR Code di bawah ini untuk melakukan praktikum virtual melalui laboratorium maya (OLabs)



Tugas:

Susun laporan sementara berdasarkan eksperimen yang kamu lakukan di kertas A4. Laporan sementara meliputi:

1. Judul Praktikum
2. Tujuan
3. Alat dan Bahan
4. Data Hasil Praktikum
5. Perhitungan kalor dan perubahan entalpi (ΔH)

Kesimpulan

Perubahan entalpi dapat ditentukan menggunakan kalorimeter (percobaan) dan data entalpi standar. Dimana kalorimeter terdapat 2 jenis yaitu kalorimeter bom dan sederhana

Share

Presentasikan hasil penyelidikan yang telah kalian peroleh di depan kelas. Catat pertanyaan dan umpan balik dari guru serta teman-temanmu!

Apakah saat melakukan percobaan dengan kalorimeter nilai ΔH selalu sama dengan teori ?

Dipindai dengan CamScanner

LKPD 3 dan Dokumentasi LKPD 3

Tujuan Pembelajaran

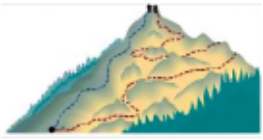
1. Peserta didik diharapkan mampu mendeskripsikan hukum Hess dan memprediksi perubahan entalpi reaksi (ΔH) berdasarkan hukum Hess
2. Peserta didik diharapkan mampu mendeskripsikan energi ikatan dan memperkirakan perubahan entalpi (ΔH) berdasarkan data energi ikatan

Petunjuk Penggunaan

1. Biasakan untuk membaca doa sebelum memulai belajar
2. Baca dan cermati tujuan pembelajaran yang ingin dicapai dalam kegiatan pembelajaran pada LKPD
3. Pahamilah setiap perintah pada tahapan kegiatan pembelajaran di dalam LKPD
4. Lakukan kegiatan pembelajaran berikut bersama kelompokmu

Search

Wacana 1



"Anak-anak pernahkah kalian mendaki gunung? Namun. Apakah rute perjalanan yang kalian tempuh akan sama dengan pendaki lainnya? Mungkin saja berbeda, ada yang melewati jalur yang berkelok-kelok, sementara ada juga yang memilih jalur yang lebih landai. Seperti yang terlihat pada gambar berikut:

Dari gambar di atas, kita bisa melihat dua pendaki yang menuju puncak gunung melalui jalur yang berbeda. Pendaki pertama menggunakan jalur sebelah kiri (ditandai jalur biru), sementara pendaki kedua memilih jalur di sebelah kanan (ditandai dengan jalur merah). Lalu bagaiman dengan jarak yang ditempuh? Apakah sama atau berbeda?

Tahukah kalian bahwa meskipun kedua pendaki mengambil rute yang berbeda, jarak yang mereka tempuh tetaplah sama. Perbedannya terletak pada proses perjalanan mereka, namun keduanya sama-sama memulai dari kaki gunung dan berakhir di puncak yang sama. Begitu pula dalam reaksi kimia yang dapat terjadi dalam satu tahap, dua tahap atau lebih. Namun hasil akhirnya tetap sama.



Misalnya, kemasan pemanas otomatis *(self-heating)* di samping, merupakan inovasi yang memanfaatkan reaksi termokimia untuk memanaskan isi makanan tanpa memerlukan sumber panas eksternal. Kemasan pemanas otomatis ini menggunakan kalsium hidroksida ($Ca(OH)_2$) yang menghasilkan panas selama proses kimia. Proses reaksi yang terjadi di dalam kemasan *self-heating* dapat dilihat sebagai berikut:

Cara 1

$Ca_{(s)} + O_{2(g)} + H_{2(g)} \rightarrow Ca(OH)_{2(s)} \qquad \Delta H_3 = -220$

Cara 2

Tahap 1: $Ca_{(s)} + O_{2(g)} + H_{2(g)} \rightarrow CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_1 = -286$

Tahap 2: $CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Ca(OH)_{2(s)} \qquad \Delta H_2 = 66$

Hasil : $Ca_{(s)} + O_{2(g)} + H_{2(g)} \rightarrow Ca(OH)_{2(s)} \qquad \Delta H_3 = -220$

Proses yang ditunjukkan seperti di atas merupakan proses penentuan perubahan entalpi berdasarkan hukum Hess. Proses tersebut juga dapat ditentukan menggunakan siklus Hess dan diagram tingkat energi. Berdasarkan wacana 1 jelaskan prinsip hukum hess dengan bahasamu! Bagaimana menggambarkan proses reaksi di atas menggunakan siklus Hess dan diagram siklus tingkat energi?

Wacana 2



Kita sering menggunakan berbagai jenis bahan bakar dalam kehidupan sehari-hari. Bensin digunakan untuk kendaraan bermotor, solar (diesel) untuk truk dan mesin berat, serta LPG (Liquefied Petroleum Gas) untuk memasak. Ada juga bahan bakar alternatif lain, salah satunya metanol.

Metanol (CH_3OH) adalah senyawa organik sederhana yang sering digunakan sebagai pelarut, bahan bakar alternatif, dan bahan baku dalam pembuatan senyawa kimia lainnya. Pembakaran 1 mol metanol menghasilkan karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) sesuai dengan reaksi berikut:

$CH_3OH\,(g) + 3/2O_2(g) \rightarrow CO_2\,(g) + 2H_2O\,(g)$

Namun, apa yang sebenarnya terjadi dalam proses ini? Saat bahan bakar terbakar, ikatan-ikatan dalam molekul metanol dan oksigen terputus, kemudian terbentuk ikatan baru dalam karbon dioksida (CO_2) dan uap air (H_2O). Proses ini melibatkan energi, dan perbedaan energi antara ikatan yang terputus dan yang terbentuk menentukan nilai perubahan entalpi (ΔH). Jadi Bagaimana cara menentukan perubahan entalpi menggunakan data energi ikatan rata-rata?

Tuliskan Identifikasi masalah yang kamu temukan pada wacana di atas!

Wacana 1

Wacana 2

Solve

- **Bacalah buku Kimia kelas XI SMA/MA atau literatur terpercaya lainnya tentang menggunakan hukum Hess dan harga energi ikatan**

Beberapa aturan perhitungan perubahan entalpi persamaan termokimia menurut hukum Hess yang perlu diperhatikan ialah:

1. Jika persamaan reaksi di balik (reaktan menjadi produk atau sebaliknya), maka nilai ΔH juga harus dibalik (dari positif menjadi negatif dan sebaliknya)
2. Jika semua koefisien dari suatu persamaan reaksi dikali atau dibagi dengan faktor yang sama, maka nilai), maka nilai ΔH juga harus dikali atau dibagi dengan faktor tersebut

- **Berdasarkan informasi yang kalian peroleh, tentukan perubahan entalpi menggunakan hukum Hess, diagram siklus hess dan diagram siklus tingkat energi!**

Diketahui:

(1) $S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$ $\Delta H_1 = -297$ kJ

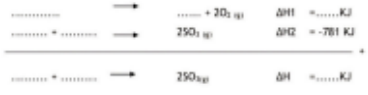
(2) $2S(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ $\Delta H_2 = -781$ kJ

Tentukan entalpi reaksi $2SO_2(s) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ $\Delta H = ?$

a. Pertama, kita harus menyusun terlebih dahulu persamaan 1 dan 2 sehingga penjumlahan keduanya menjadi sama dengan reaksi yang akan di tentukan entalpinya.

Reaksi 1: dikalikan 2 dan reaksi balik

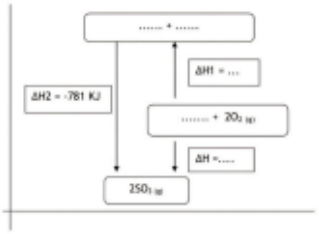
Reaksi 2: tetap



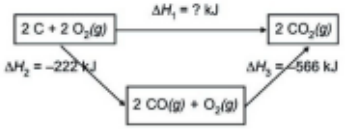
b. Diagram siklus untuk reaksi diatas adalah



c. Diagram siklus tingkat energi untuk reaksi diatas adalah



- **Perhatikan diagram siklus berikut!**



Hitunglah besarnya ΔH_1 dari diagram siklus diatas!

.....

.....

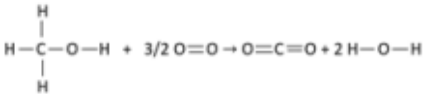
.....

.....

Tuliskan persamaan reaksi berdasarkan skema diagram siklus tersebut dilengkapi dengan ΔH reaksinya!

- **Berdasarkan informasi yang kalian peroleh, tentukan harga energi ikatan dari reaksi pembakaran metanol!**

Diketahui energi ikatan rata-rata:
C - H = 413 kJ/mol
C = O = 799 kJ/mol
C - O = 358 kJ/mol
O - H = 463 kJ/mol
O = O = 495 kJ/mol
Besarnya perubahan entalpi pada reaksi:



Ikatan putus:
3 ikatan C - H = ... x ..... kJ
1 ikatan C - O = ... x ..... kJ
1 ikatan O - H = ... x ..... kJ
1 ikatan O = O = ... x ..... kJ

Ikatan terbentuk:
2 ikatan C = O = ... x ..... kJ
2 ikatan O - H = ... x ..... kJ

ΔHreaksi = ∑ energi pemutusan ikatan - ∑ energi pembentukan ikatan
ΔHreaksi = ∑ energi ikatan pereaksi - ∑ energi ikatan produk

Create

Buatlah 1 soal HOTS menentukan perubahan entalpi menggunakan hukum Hess atau Energi Ikatan dan sertakan jawabannya, tulis dibuku tulismu dan berikan ke gurumu untuk dinilai!

Tuliskan kesimpulan yang kalian peroleh dari penyelidikan pada tahap solve. Apakah hasil yang kalian peroleh telah menjawab pertanyaan pada tahap *search*?

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

Share

Presentasikan hasil penyelidikan yang telah kalian peroleh di depan kelas. Tuliskan pertanyaan dan tanggapan dari guru serta teman-temanmu!

Wacana 2



Kita sering menggunakan berbagai jenis bahan bakar dalam kehidupan sehari-hari. Bensin digunakan untuk kendaraan bermotor, solar (diesel) untuk truk dan mesin berat, serta LPG (Liquefied Petroleum Gas) untuk memasak. Ada juga bahan bakar alternatif lain, salah satunya metanol.

Metanol (CH_3OH) adalah senyawa organik sederhana yang sering digunakan sebagai pelarut, bahan bakar alternatif, dan bahan baku dalam pembuatan senyawa kimia lainnya. Pembakaran 1 mol metanol menghasilkan karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) sesuai dengan reaksi berikut:

$CH_3OH\ (g) + 3/2O_2(g) \rightarrow CO_2\ (g) + 2H_2O\ (g)$

Namun, apa yang sebenarnya terjadi dalam proses ini? Saat bahan bakar terbakar, ikatan-ikatan dalam molekul metanol dan oksigen terputus, kemudian terbentuk ikatan baru dalam karbon dioksida (CO_2) dan uap air (H_2O). Proses ini melibatkan energi, dan perbedaan energi antara ikatan yang terputus dan yang terbentuk menentukan nilai perubahan entalpi (ΔH). Jadi Bagaimana cara menentukan perubahan entalpi menggunakan data energi ikatan rata-rata?

Tuliskan Identifikasi masalah yang kamu temukan pada wacana di atas!

Wacana 1

- Prinsip Hess : Perubahan entalpi dalam reaksi kimia sama, walaupun terjadang reaksi terjadi melalui beberapa tahap.
- Berdasarkan wacana diperoleh informasi bahwa Hkum Hess dapat ditentukan dengan Siklus Hess, Diagram tingkat energi. Bagaimana cara menentukan ΔH dengan Hukum Hess (Siklus hess, Diagram tingkat energi)?

Wacana 2

- Bagaimana cara menentukan perubahan entalpi (ΔH) menggunakan data energi ikatan rata-rata ?

Dipindai dengan CamScanner

Solve

- **Bacalah buku Kimia kelas XI SMA/MA atau literatur terpercaya lainnya tentang menggunakan hukum Hess dan harga energi ikatan**

  Beberapa aturan perhitungan perubahan entalpi persamaan termokimia menurut hukum Hess yang perlu diperhatikan ialah:

  1. Jika persamaan reaksi di balik (reaktan menjadi produk atau sebaliknya), maka nilai ΔH juga harus dibalik (dari positif menjadi negatif dan sebaliknya)
  2. Jika semua koefisien dari suatu persamaan reaksi dikali atau dibagi dengan faktor yang sama, maka nilai), maka nilai ΔH juga harus dikali atau dibagi dengan faktor tersebut

- **Berdasarkan informasi yang kalian peroleh, tentukan perubahan entalpi menggunakan hukum Hess, diagram siklus hess dan diagram siklus tingkat energi!**

  Diketahui:

  (1) $S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$ $\Delta H_1 = -297$ kJ Dikali 2 + Dibalik

  (2) $2S(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ $\Delta H_2 = -781$ kJ

  Tentukan entalpi reaksi $2SO_2(s) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ $\Delta H = ?$

  a. Pertama, kita harus menyusun terlebih dahulu persamaan 1 dan 2 sehingga penjumlahan keduanya menjadi sama dengan reaksi yang akan di tentukan entalpinya.

  Reaksi 1: dikalikan 2 dan reaksi balik

  Reaksi 2: tetap

  $2SO_2 \rightarrow 2S + 2O_2$ ΔH1 = $-297 \times 2 = +594$ kJ

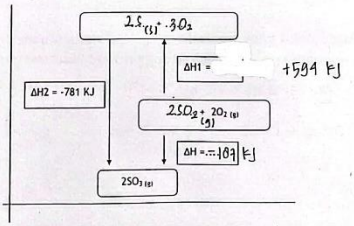
  $2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_3$ ΔH2 = -781 kJ

  $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$ ΔH = ... kJ → −187 kJ

  b. Diagram siklus untuk reaksi diatas adalah

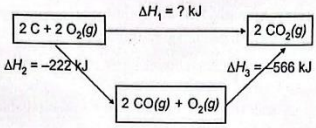
  

  c. Diagram siklus tingkat energi untuk reaksi diatas adalah

Dipindai dengan CamScanner

- **Perhatikan diagram siklus berikut!**



Hitunglah besarnya ΔH_1 dari diagram siklus diatas!

$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$

$= (-222\ kJ) + (-566\ kJ)$

$= -788\ kJ$

Tuliskan persamaan reaksi berdasarkan skema diagram siklus tersebut dilengkapi dengan ΔH reaksinya!

$2C + 2O_2 \rightarrow 2CO_2 \quad \Delta H = -788\ kJ$

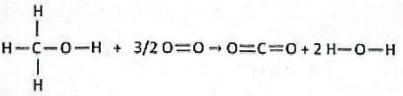
1). $2C + 2O_2 \rightarrow 2CO + O_2 \quad \Delta H = -222\ kJ$

2) $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2 \quad \Delta H = -566\ kJ$

$2C + 2O_2 \rightarrow 2CO_2 \quad \Delta H = -788\ kJ$

- **Berdasarkan informasi yang kalian peroleh, tentukan harga energi ikatan dari reaksi pembakaran metanol!**

Diketahui energi ikatan rata-rata:
C - H = 413 kJ/mol
C = O = 799 kJ/mol
C - O = 358 kJ/mol
O - H = 463 kJ/mol
O = O = 495 kJ/mol
Besarnya perubahan entalpi pada reaksi:



Dipindai dengan CamScanner

Ikatan putus:
3 ikatan C - H = 3 x 413 kJ
1 ikatan C - O = 1 x 358 kJ
1 ikatan O - H = 1 x 463 kJ
1 ikatan O = O = 3/2 x 495 kJ

Ikatan terbentuk:
2 ikatan C = O = 2 x 799 kJ
2 ikatan O - H = 2 x 463 kJ

ΔHreaksi = ∑ energi pemutusan ikatan - ∑ energi pembentukan ikatan
ΔHreaksi = ∑ energi ikatan pereaksi - ∑ energi ikatan produk

$\Delta H = [(3\times413) + (1\times358) + (1\times463) + (3/2\times495)] - [(2\times799) + (2\times463)]$
$= [(1239) + (358) + (463) + (742,5)] - [1.598 + 1852)$
$= 2.802,5 - 3.450$
$= -647,5$ kJ

Create

Tuliskan kesimpulan yang kalian peroleh dari penyelidikan pada tahap solve. Apakah hasil yang kalian peroleh telah menjawab pertanyaan pada tahap *search*?
Sudah, Nilai perubahan entalpi dapat ditentukan dengan 4 cara. dua diantaranya yaitu hukum hess dan Data energi ikatan rata2. ΔH menggunakan hukum hess terdapat 3 cara yaitu melalui beberapa tahap, siklus hess dan diagram Tingkat energi. Sedangkan ΔH menggunakan EI ditentukan dengan mengurangkan energi pemutusan dengan energi Pembentukan.

Share

Presentasikan hasil penyelidikan yang telah kalian peroleh di depan kelas. Tuliskan pertanyaan dan tanggapan dari guru serta teman-temanmu!

→. Bagaimana menentukan mana ikatan yang terputus dan ikatan yg dibentuk?
↳ Kelompok 6

Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 4. Kisi-Kisi, Soal, dan Pedoman Penskoran

KISI-KISI INSTRUMEN TES KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

"Pengaruh Model *Search, Solve, Create, Share* (SSCS) Berbantuan Laboratorium Maya Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Termokimia"

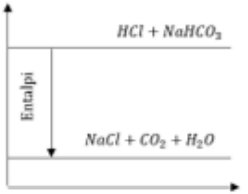
Kelas/Semester : XI/Genap
Bentuk Soal : Essay
Mata Pelajaran : Kimia
Jumlah Soal : 10 Soal
Materi Pokok : Termokimia
Waktu : 3 pertemuan/JP

A. Capaian Pembelajaran

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.

B. Tujuan Pembelajaran

1. Menganalisis hubungan antara sistem dengan lingkungan
2. Mendeskripsikan peristiwa eksotermik dan endotermik
3. Menentukan jenis-jenis perubahan entalpi
4. Menentukan kalor dan perubahan entalpi menggunakan kalorimeter
5. Menentukan nilai perubahan entalpi menggunakan data perubahan entalpi pembentukan standar
6. Menentukan nilai perubahan entalpi menggunakan hukum Hess
7. Menentukan nilai perubahan entalpi menggunakan data energi ikatan

No	Indikator Berpikir Kritis	Indikator Soal	Level Kognitif	Soal	Kunci Jawaban
1	Interpretasi	Menentukan komponen yang termasuk dalam sistem dan lingkungan serta menentukan jenis reaksi berdasarkan diagram tingkat entalpi	C4	Perhatikan diagram tingkat entalpi berikut!  a. Berdasarkan diagram di atas, jelaskan apakah reaksi melepas atau menyerap kalor dan tentukan jenis reaksinya! b. Kelompokkan yang termasuk dalam sistem dan lingkungan pada eksperimen pencampuran 200 mL larutan asam klorida (HCl) 1 M dengan 100 mL larutan natrium bikarbonat ($NaHCO_3$) 1 M!	a) Berdasarakan diagram tersebut, reaksinya yaitu eksoterm melepas energi ke lingkungan. Ditunjukkan dengan nilai $H_{pereaksi} > H_{produk}$ sehingga nilai $H = -$ b) Sistem merupakan jenis zat, jumlah yang bereaksi dan hasil reaksi. Sehingga sistem dalam eksperimen tersebut yaitu 0,1 mol $NaHCO_3$; 0,1 mol HCl; 0,1 mol NaCl; 0,1 mol H_2O; dan 0,1 mol CO_2. Sedangkan lingkungan adalah 0,1 mol HCl, H_2O, gelas kimia dan udara disekitarnya

2				Bacalah artikel berikut:  Saat melakukan aktivitas fisik, tubuh secara alami berkeringat, saat mulai berkeringat tubuh akan terasa dingin. Rasa dingin tersebut timbul karena adanya reaksi penguapan. Reaksi penguapan ini memerlukan energi yang diambil dari tubuh sehingga membantu menurunkan suhu tubuh. Tubuh kita bertindak sebagai lingkungannya. Proses ini menunjukkan bahwa penguapan keringat adalah reaksi endotermik. Sumber: https://www.acs.org/content/acs/en/education/resources/highschool/chemmatters.html Menurut anda, bagaimana konsep sistem dan lingkungan berdasarkan artikel di atas?	Dalam kimia, bagian kecil dari alam semesta yang dijadikan fokus perhatian adalah sistem, dan segala sesuatu diluar sistem adalah lingkungan. Misalnya jika segelas air panas dianggap sistem, maka lingkungan meliputi udaranya, gelas, meja, dll. Aliran energi antara sistem dan lingkungan memiliki dua kemungkinan. Sistem dapat menyerap energi dari lingkungan, yang menyebabkan peningkatan energi dalam sistem dan penurunan energi di sekitarnya. Sebaliknya, sistem juga dapat melepaskan energi ke lingkungan, yang mengurangi energi dalam sistem sekaligus meningkatkan energi di lingkungan sekitarnya.

3	Analisis	Menerapkan hukum Hess untuk menghitung perubahan entalpi total pada reaksi dalam kemasan pemanas otomatis serta menentukan jenis reaksi berdasarkan hasil perhitungan	C4	Kemasan pemanas otomatis *(self-heating)* merupakan inovasi yang memanfaatkan reaksi termokimia untuk memanaskan isi makanan tanpa memerlukan sumber panas eksternal. Teknologi ini banyak digunakan dalam berbagai situasi seperti operasi militer, keadaan darurat, atau saat memasak di luar ruangan. Kemasan ini umumnya digunakan untuk produk seperti kopi, teh, cokelat, dan sup, yang sebelumnya dipasarkan di Asia dan Eropa sebelum diperkenalkan di Amerika Utara. Di Amerika Serikat, kemasan pemanas otomatis menggunakan kalsium oksida (CaO) dan air untuk menghasilkan panas. Ketika sebuah tombol pada kemasan ditekan, air dan kalsium oksida bercampur dan bereaksi menghasilkan panas. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut: $CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Ca(OH)_{2(aq)}$ 	Reaksi yang diminta: $CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Ca(OH)_{2(aq)}$ Reaksi 1 : dibalik Reaksi 2 : tetap Reaksi 3 : tetap Reaksi 4 : dibalik $CaO_{(s)} \rightarrow Ca_{(s)} + 1/2O_{2(g)} \quad \Delta H = 500$ $Ca_{(s)} + O_{2(g)} + H_{2(g)} \rightarrow Ca(OH)_{2(s)} \quad \Delta H = -900$ $Ca(OH)_{2(s)} \rightarrow Ca(OH)_{2(aq)} \quad \Delta H = -70$ $H_2O_{(l)} \rightarrow H_{2(g)} + 1/2O_{2(g)} \quad \Delta H = 250$ $CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Ca(OH)_{2(aq)} \quad \Delta H = -220kJ$

<table>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Analisis jumlah perubahan entalpi yang terlibat dalam reaksi self-heating tersebut! Gunakan data di bawah ini:<table><tr><th>Reaksi</th></tr><tr><td>$Ca_{(s)} + 1/2O_{2(g)} \rightarrow CaO_{(s)}$</td></tr><tr><td>$Ca_{(s)} + O_{2(g)} + H_{2(g)} \rightarrow Ca(OH)_{2(s)}$</td></tr><tr><td>$CaOH_{2(s)} \rightarrow Ca(OH)_{2(aq)}$</td></tr><tr><td>$H_{2(g)} + 1/2O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}$</td></tr></table></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td></td><td>Menganalisis reaksi yang termasuk ke dalam eksoterm dan endoterm</td><td>C4</td><td>Perhatikan persamaan reaksi berikut ini
Reaksi 1: $H_2O_{(s)} \rightarrow H_2O_{(l)}$
Reaksi 2: $H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(g)}$
Reaksi 3: $H_2O_{(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}$
Berdasarkan reaksi di atas, analisis apakah reaksi tersebut termasuk endoterm atau eksoterm. Berikan contoh dalam kehidupan sehari hari untuk mendukung jawabanmu!</td><td>Reaksi 1: Endoterm, karena $H_2O_{(s)}$ menjadi $H_2O_{(l)}$ seperti es batu yang mencair, proses ini terjadi karena sistem menyerap kalor dari lingkungan
Reaksi 2: Endoterm, karena $H_2O_{(l)}$ menjadi $H_2O_{(g)}$ seperti air yang dipanaskan kemudian menjadi uap air, proses ini terjadi karena sistem menyerap kalor dari lingkungan
Reaksi 3: Eksoterm, karena $H_2O_{(g)}$ menjadi $H_2O_{(l)}$ seperti uap air mengembun menjadi air cair, proses ini terjadi karena sistem melepaskan kalor ke lingkungan</td></tr>
</table>

5	Evaluasi	Menghitung perubahan entalpi menggunakan data energi ikatan rata-rata	C5	Kita sering menggunakan berbagai jenis bahan bakar dalam kehidupan sehari-hari. Bensin digunakan untuk kendaraan  bermotor, solar (*diesel*) untuk truk dan mesin berat, serta LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) untuk memasak. Ada juga bahan bakar alternatif lain, salah satunya metanol. Metanol (CH_3OH) adalah senyawa organik sederhana yang sering digunakan sebagai pelarut, bahan bakar alternatif, dan bahan baku dalam pembuatan senyawa kimia lainnya. Pembakaran 1 mol metanol menghasilkan karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) sesuai dengan reaksi berikut: $$CH_3OH + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$ Dalam suatu eksperimen kalorimetri, 16 gram metanol dibakar. Kalor yang dilepaskan oleh pembakaran metanol akan diserap oleh 2 L air. Menyebabkan suhu naik dari 15°C menjadi 65°C (Kalor jenis air = 4,2 J/g°C), Jika kapasitas kalor di anggap nol. Bandingkan apakah	**Eksperimen:** Diketahui: m CH_3OH = 16 gram m H_2O = 2 L = 2000 gram ΔT = 85 - 15 = 70°C c air = 4,2 $J/g°C$ Ditanya: ΔH? Jawab: $Q = (m \times c \times \Delta T) + (C \times \Delta T)$ $Q = \left(2000 \times 4{,}2 \times (50)\right) + (0 \times (50)$ $Q = 420.000\ J + 0$ $Q = 420{,}0\ k\ J$ Mol $(NH_4NO_3) = \frac{massa}{mr} = \frac{16}{32} = 0{,}5\ mol$ $\Delta H = \frac{-q}{mol}$ $\Delta H = \frac{-(420\ k\ J)}{0{,}5}$ $\Delta H = -840\ kJ/mol$ **Perhitungan perubahan entalpi menggunakan energi ikatan rata-rata:** Reaksi $$CH_3OH + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

<table>
<tr>
<td></td><td></td><td></td><td></td>
<td>perubahan entalpi yg dihasilkan dari eksperimen akan konsisten dengan perubahan entalpi menggunakan harga energi ikatan? Jelaskan!
<table>
<tr><th>Ikatan</th><th>Energi Ikatan</th><th>Ikatan</th><th>Energi Ikatan</th><th>Ikatan</th><th>Energi Ikatan</th></tr>
<tr><td>Br – F</td><td>237</td><td>Cl – F</td><td>253</td><td>N – Br</td><td>243</td></tr>
<tr><td>Br – Cl</td><td>218</td><td>Cl – Cl</td><td>243</td><td>O – H</td><td>464</td></tr>
<tr><td>Br – Br</td><td>193</td><td>F – F</td><td>159</td><td>O – O</td><td>142</td></tr>
<tr><td>C – C</td><td>348</td><td>H – F</td><td>565</td><td>O = O</td><td>498</td></tr>
<tr><td>C = C</td><td>611</td><td>H – Cl</td><td>431</td><td>O – F</td><td>190</td></tr>
<tr><td>C ≡ C</td><td>837</td><td>H – Br</td><td>364</td><td>O – Cl</td><td>203</td></tr>
<tr><td>C – H</td><td>414</td><td>H – I</td><td>297</td><td>O – I</td><td>234</td></tr>
<tr><td>C – N</td><td>305</td><td>H – H</td><td>436</td><td>S – H</td><td>339</td></tr>
<tr><td>C = N</td><td>615</td><td>I – Cl</td><td>208</td><td>S – F</td><td>327</td></tr>
<tr><td>C ≡ N</td><td>891</td><td>I – Br</td><td>175</td><td>S – Cl</td><td>253</td></tr>
<tr><td>C – O</td><td>360</td><td>I – I</td><td>151</td><td>S – Br</td><td>218</td></tr>
<tr><td>C = O</td><td>799</td><td>N – H</td><td>389</td><td>S – S</td><td>266</td></tr>
<tr><td>C ≡ O</td><td>1072</td><td>N – N</td><td>163</td><td>S = S</td><td>418</td></tr>
<tr><td>C – F</td><td>485</td><td>N = N</td><td>418</td><td>S = O</td><td>323</td></tr>
<tr><td>C – Cl</td><td>339</td><td>N ≡ N</td><td>946</td><td>Si – H</td><td>323</td></tr>
<tr><td>C – Br</td><td>276</td><td>N – O</td><td>222</td><td>Si – Si</td><td>226</td></tr>
<tr><td>C – I</td><td>240</td><td>N – F</td><td>272</td><td>Si – C</td><td>301</td></tr>
<tr><td>C – S</td><td>259</td><td>N – Cl</td><td>200</td><td>Si – O</td><td>368</td></tr>
</table>
Sumber: General Chemistry 10ED. W. Petrucci, R. H. McCreary, T. W. dan Perry, S. S</td>
<td>
ΔH = [3(C-H) + (C-O) + (O-H) + 3/2(O=O) – 2(C=O) + 4(H-O)]
ΔH = [3(414)+(360)+(464)+3/(.498) – 2(799)+4(464)
ΔH = (2813) – (3454)
ΔH = - 641 kJ/mol
Perbedaan hasil perubahan entalpi eksperimen dengan perubahan entalpi menggunakan harga energi ikatan dapat terjadi karena kurangnya ketelitian dalam mengukur suhu saat eksperimen, alat yang digunakan kurang akurat, atau adanya panas yang hilang ke lingkungan selama percobaan.</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td><td></td><td></td><td>C5</td>
<td>Disajikan data kalor pembakaran beberapa bahan bakar berikut:
<table>
<tr><th>Bahan bakar</th><th>Mr (g/mol)</th><th>Kalor pembakaran (kJ/mol)</th></tr>
<tr><td>Metanol</td><td>32</td><td>726</td></tr>
<tr><td>Butana</td><td>58</td><td>2877</td></tr>
<tr><td>Isopropanol</td><td>60</td><td>1810</td></tr>
</table></td>
<td>Metanol:
$\Delta H_c = \frac{1}{32} \times 726 = 22{,}67\ kJ$
Butana:
$\Delta H_c = \frac{1}{58} \times 2877 = 49{,}6\ kJ$
Isopropanol:
$\Delta H_c = \frac{1}{60} \times 1810 = 30{,}7\ kJ$</td>
</tr>
</table>

				<table><tr><td>Diesel</td><td>170</td><td>4560</td></tr><tr><td>Bensin</td><td>114</td><td>5464</td></tr></table> Berdasarkan data bahan bakar di atas, bandingkan manakah yang merupakan bahan bakar paling efektif untuk digunakan!	Diesel: $\Delta H_c = \frac{1}{170} \times 4560 = 26{,}82\ kJ$ Bensin: $\Delta H_c = \frac{1}{114} \times 5464 = 47{,}92\ kJ$ Berdasarkan perbandingan haisl perhitungan di atas, bahan bakar yang paling efektif digunakan yaitu butana karena menghasilkan kalor yang paling besar setiap gramnya
7	Inferensi	Menentukan perubahan entalpi menggunakan data perubahan entalpi pembentukan standar ($\Delta H_f°$)	C4	 Pembalakan liar di waduk Jati Barang Semarang, menjadi salah satu contoh deforestasi yang masih marak terjadi di Indonesia. Hutan memiliki peran penting sebagai "paru-paru dunia" karena mampu menghasilkan oksigen dam menyerap karbondioksida, yang penting dalam reaksi	Persamaan reaksi: $6CO_{2(g)} + H_2O_{(g)} \rightarrow C_6H_{12}O_{6(aq)} + 6O_{2(g)}$ $\Delta H° = \Sigma\Delta H_f produk - \Sigma\Delta H_f reaktan$ $\Delta H° = [(\Delta H_f C_6H_{12}) - (6(\Delta H_f CO_2) + 6(\Delta H_f H_2O)]$ $\Delta H° = [(-1271) - 6(-394) + 6(-286)]$ $\Delta H° = [(-1271) - (-4080)]$ $\Delta H° = +2809\ kJ/mol$ Berdasarkan hasil perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa jenis reaksi yang terjadi yaitu reaksi endoterm ditunjukkan dengan perubahan entalpi bernilai negatif.

<table>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td>pernafasan manusia dan makhluk hidup lain. Hutan juga berperan dalam mengurangi peningkatan gas CO_2 setiap tahunnya. Melalui fotosintesis, tumbuhan menyerap energi panas matahari dan gas CO_2 tersebut digunakan tumbuhan dalam hutan sehingga kadarnya menurun. Proses fotosintesis inilah yang menyebabkan hutan dapat menghasilkan oksigen. Reaksi fotosintesis dalam keadaan standar dapat dituliskan:
$6CO_{2(g)} + H_2O_{(g)} \rightarrow C_6H_{12}O_{6(aq)} + 6O_{2(g)}$
Berikan kesimpulan jenis reaksi yang terjadi pada proses fotosintesis berdasarkan data perubahan entalpi pembentukan standar di bawah ini:
<table>
<tr><th>Senyawa</th><th>$\Delta H_f°$ (kJ/mol)</th></tr>
<tr><td>$C_6H_{12}O_6$</td><td>-1271</td></tr>
<tr><td>CO_2</td><td>-394</td></tr>
<tr><td>H_2O</td><td>-286</td></tr>
</table>
</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8</td>
<td></td>
<td>Menghitung perubahan entalpi menggunakan hukum Hess</td>
<td>C4</td>
<td>Perhatikan pernyataan berikut:
Pernyataan 1: Senyawa MgO terbentuk karena terjadinya reaksi antara magnesium dan oksigen. Proses tersebut melepaskan kalor sebesar 602 kJ/mol</td>
<td>Diketahui:
Pernyataan 1
$Mg_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow MgO_{(s)}\ \Delta H = -602$ kJ
Pernyataan 2</td>
</tr>
</table>

				Pernyataan 2: Karbon monoksida dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna karbon dan oksigen. Perubahan entalpi pada re aksi ini adalah -110 Kj. Berikan kesimpulan jumlah nilai perubahan entalpi pada reaksi dibawah ini: $2C_{(s)} + 2MgO_{(s)} \rightarrow 2Mg_{(s)} + 2CO_{(g)}$	$C_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)} \quad \Delta H = -110\ kJ$ Ditanya: ΔH untuk reaksi $2C_{(s)} + 2MgO_{(s)} \rightarrow 2Mg_{(s)} + 2CO_{(g)}$ Jawab: Pernyataan 1, reaksi dibalik dan dikali 2 Pernyataan 2, reaksi dikali 2 $2MgO_{(s)} \rightarrow 2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \Delta H = -1204$ kJ $2C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{(g)} \quad \Delta H = -220\ kJ$ $2C_{(s)} + 2MgO_{(s)} \rightarrow 2Mg_{(s)} + 2CO_{(g)}$ $\Delta H = -1424\ kJ$ Berdasarkan perhitungan menggunakan hukum Hess, dapat disimpulkan bahwa reaksi $2C_{(s)} + 2MgO_{(s)} \rightarrow 2Mg_{(s)} + 2CO_{(g)}$ melepas kalor sebesar 1424 kJ.
9	Penjelasan	Mengidentifikasi dan menjelaskan reaksi-reaksi yang termasuk ke dalam $\Delta H_f°$, $\Delta H_d°$, dan $\Delta H_c°$!	C4	Perhatikan persamaan reaksi termokimia di bawah ini: (1) $K_{(s)}+Mn_{(s)}+2O_{2(g)} \rightarrow KMnO_{4(s)}$ ΔH=+kJ/mol (2) $CaCO_{3(s)} \rightarrow Ca_{(s)}+C_{(s)}+\frac{3}{2}O_{2(g)}$ ΔH=-kJ/mol (3) $CO_{2(g)} \rightarrow C_{(s)}+O_{2(g)}$ ΔH=+kJ/mol	Perubahan entalpi pembentukan standar ($\Delta H_f°$) adalah pembentukan 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya dalam keadaan standar. Maka reaksi yang termasuk ke dalam $\Delta H_f°$ adalah reaksi nomor (1) pembentukan $KMnO_4$ dan nomor (5) pembentukan NaCl.

				(4) $C_2H_{4(g)}+3O_{2(g)}\rightarrow 2CO_{2(g)}+2H_2O_{(l)}$ ΔH=-kJ/mol (5) $Na_{(s)}+1/2Cl_{2(g)}\rightarrow NaCl_{(s)}$ $\Delta H=-\frac{kJ}{mol}$ Berdasarkan data persamaan reaksi termokimia di atas, tentukan kategori perubahan entalpi ($\Delta H_f°$, $\Delta H_d°$, dan $\Delta H_c°$) yang sesuai untuk masing-masing reaksi? Jelaskan alasanmu!	Perubahan entalpi penguraian standar ($\Delta H_d°$) adalah penguaraian 1 mol senyawa menjadi unsur-unsurnya pada kondisi standar. Maka reaksi yang termasuk ke dalam $\Delta H_d°$ adalah reaksi nomor (3) penguraian $CaCO_3$ dan nomor (2) penguraian CO_2 Entalpi pembakaran standar ($\Delta H_c°$) adalah perubahan entalpi pada pembakaran 1 mol zat (unsur/senyawa) dengan oksigen. Maka reaksi $\Delta H_c°$ yang termasuk adalah nomor (4) pembakaran C_2H_4.
10	Pengaturan diri	Menghitung perubahan entalpi menggunakan kalorimeter	CS	Kantung penyeka dingin portabel adalah alat yang digunakan untuk mengatasi cedera atau meredakan peradangan. Kantung ini terdiri dari dua lapisan plastik, di mana lapisan luar berisi garam amonium nitrat (NH_4NO_3) dan lapisan dalam berisi air. Ketika kantung diremas, air keluar dan melarutkan amonium nitrat, yang 	Diketahui: m (NH_4NO_3) = 4 gram m H_2O = 30 gram $\Delta T = 29 - 25 = 4°C$ c air = $4{,}2\ J/g°C$ Ditanya: ΔH? Jawab: Percobaan kelompok A $Q = (m \times c \times \Delta T) + (C \times \Delta T)$ $Q = 30 \times 4{,}2 \times (-4)$ $Q = -504$ J

				menyebabkan penurunan suhu karena reaksi *endoterm*. Dua kelompok siswa melakukan percobaan pelarutan NH_4NO_3 dalam air menggunakan kalorimeter. Hasil pengukuran yang diperoleh adalah sebagai berikut: (Kapasitas kalor di anggap no). **K** | **Massa NH_4NO_3 (g)** | **m air (g)** | **T awal (°C)** | **T akhir (°C)** A | 4 | 30 | 30 | 26 B | 4 | 30 | 30 | 28 a. Bandingkan perubahan entalpi dari dua percobaan yang dilakukan! b. Jika anda menemukan perbedaan hasil antara kedua percobaan, apa perbaikan yang dapat dilakukan untuk memastikan keakuratan perhitungan dalam percobaan selanjutnya?	Mol $(NH_4NO_3) = \frac{massa}{mr} = \frac{4}{80} =$ $0{,}05\ mol$ $\Delta H = \frac{-q}{mol}$ $\Delta H = \frac{-(-504)}{0{,}05}$ $\Delta H = 10.080\ J/\text{mol}$ $\Delta H = 10{,}08\ kJ/mol$ Percobaan kelompok B $Q = (m \times c \times \Delta T) + (C \times \Delta T)$ $Q = 30 \times 4{,}2 \times (-2)$ $Q = -252\ J$ Mol $(NH_4NO_3) = \frac{massa}{mr} = \frac{4}{80} =$ $0{,}05\ mol$ $\Delta H = \frac{-q}{mol}$ $\Delta H = \frac{-(-252)}{0{,}05}$ $\Delta H = 5.040\ J/\text{mol}$ $\Delta H = 5{,}04\ kJ/mol$ a. Hasil perhitungan perubahan entalpi pada percobaan kelompok A dan B sama sama menghasilkan ΔH positif , yang menunjukkan bahwa reaksi ini menyerap kalor (*endoterm*). Namun nilai

					perubahan entalpi yang dihasilkan berbeda. b. Perbaikan dapat dilakukan dengan mengecek ulang atau memverifikasi data yang dihasilkan dari eksperimen (suhu) atau lebih teliti dalam mengukur suhu dan memastikan alat yang digunakan akurat.

Pedoman Penskoran Instrumen Penilaian

Tes Essay Berpikir Kritis

No	Soal	Bobot Soal	Kriteria Penskoran
1	a. Berdasarkan diagram di atas, jelaskan apakah reaksi melepas atau menyerap kalor dan tentukan jenis reaksinya! b. Jika dalam sebuah eksperimen, siswa mencampurkan 200 mL larutan asam klorida (HCl) 1 M dengan 100 mL larutan natrium bikarbonat ($NaHCO_3$) 1 M. Identifikasi manakah yang termasuk sistem dan lingkungan? Jelaskan!	5	**Skor 5:** menjawab reaksi pada grafik dengan benar (eksoterm, melepas kalor, Hpereaksi > Hproduk, ΔH negatif). Menentukan yang termasuk dalam sistem dan lingkungan disertai alasan dengan tepat. **Skor 4:** reaksi pada grafik diklasifikasikan dengan benar sebagai eksoterm, tetapi penjelasan kurang mendalam (misalnya, tidak menyebutkan Hpereaksi > Hproduk atau ΔH negatif). Klasifikasi sistem dan lingkungan belum lengkap tetapi memberikan penjelasan tepat. **Skor 3:** menjawab salah satu poin pertanyaan dengan benar sempurna (salah satu dari a atau b yang benar). **Skor 2:** reaksi salah dikategorikan (misalnya, disebut endoterm padahal eksoterm. Penggolongan sistem dan lingkungan hanya sebagian dan tanpa penjelasan. **Skor 1:** menjawab jenis reaksi dari grafik dan menentukan sistem serta lingkungan, namun dua-duanya tidak tepat. **Skor 0:** tidak menjawab.

2	Menurut anda, bagaimana konsep sistem dan lingkungan berdasarkan artikel di atas?	5	**Skor 5:** mendefinisikan dengan tepat konsep sistem dan lingkungan dengan benar dalam konteks penguapan keringat. Menyebutkan bahwa yang menjadi sistem adalah keringat. Memahami bahwa penguapan adalah proses endotermik di mana energi diserap dari tubuh ke keringat, menyebabkan penurunan suhu tubuh. **Skor 4:** mendefinisikan konsep sistem dan lingkungan serta menjelaskan bahwa penguapan adalah reaksi endotermik. Namun, ada bagian yang kurang detail atau kurang eksplisit, misalnya tidak menyebutkan aliran energi secara spesifik atau hubungan dengan suhu tubuh. **Skor 3:** mendefinisikan konsep sistem dan lingkungan dengan mengaitkannya pada kasus penguapan keringat. Namun tidak menjelaskan aliran energi atau reaksi eksoterm endoterm dalam penguapan keringat , atau sebaliknya. **Skor 2:** mendefinisikan konsep sistem dan lingkungan serta reaksi yang terjadi dalam penguapan keringat, namun tidak tepat. **Skor 1:** mendefinisikan konsep sistem dan lingkungan secara umum tidak dikaitkan dengan artikel. **Skor 0:** tidak menjawab.
3	Analisis jumlah perubahan entalpi yang terlibat dalam reaksi *self-heating* tersebut! Gunakan data di bawah ini:	5	**Skor 5:** menghitung perubahan entalpi dengan benar menggunakan hukum Hess atau metode yang sesuai. Semua persamaan reaksi diolah dengan benar untuk menentukan ΔH reaksi yang akan bernilai negatif.

			Skor 4: menuliskan hasil perhitungan dengan tepat, namun tidak disertai penulisan langkah (tidak menuliskan persamaan reaksinya) **Skor 3:** menghitung perubahan entalpi akhir namun mengolah data beberapa reaksi yang diberikan kurang tepat (misal reaksi dibalik,namun perubahan entalpinya tidak berubah), sehingga hasil perubahan entalpi akhir yang idperoleh tidak tepat. **Skor 2:** menghitung perubahan entalpi akhir dengan langkah-langkah dan hasil yang tidak tepat. **Skor 1:** menjawab hasil perubahan entalpi akhir tanpa disertai perhitungan. **Skor 0:** tidak menjawab.
4	Berdasarkan reaksi di atas, analisis apakah reaksi tersebut termasuk endoterm atau eksoterm. Berikan contoh dalam kehidupan sehari hari untuk mendukung jawabanmu!	**5**	**Skor 5:** menganalisis 3 reaksi dengan tepat disertai alasan dan contohnya. **Skor 4:** menganalisis 3 reaksi dengan tepat disertai penjelasan, tanpa memberikan contohnya atau sebaliknya. **Skor 3:** menganalisis <3 reaksi dengan tepat disertai penjelasan dan memberikan contohnya.. **Skor 2:** menganalisis <3 reaksi dengan tepat disertai penjelasan, tanpa memberikan contohya. **Skor 1:** menganalisis 3 reaksi dengan tidak tepat dan tanpa penjelasan serta contoh. **Skor 0:** tidak menjawab.

5	Bandingkan apakah perubahan entalpi yg dihasilkan dari eksperimen akan konsisten dengan perubahan entalpi menggunakan harga energi ikatan? Jelaskan!	5	**Skor 5:** menuliskan perhitungan perubahan entalpi dari eksperimen dan data energi ikatan serta memberikan analisis tentang kemungkinan penyebab perbedaan hasil dari eksperimen dan energi ikatan. **Skor 4:** menuliskan perhitungan perubahan entalpi eksperimen dan data energi ikatan namun angka yang dihasilkan kurang tepat dan memberikan analisis tentang kemungkinan penyebab perbedaan hasil dari eksperimen dan energi ikatan. **Skor 3:** menuliskan perhitungan perubahan entalpi dari eksperimen dan energi ikatan dengan tepat tanpa memberikan analisis tentang kemungkinan penyebab perbedaan hasil dari eksperimen dan energi ikatan. **Skor 2:** menuliskan perhitungan perubahan entalpi salah satu saja dengan tepat/tidak tepat (eksperimen atau energi ikatan rata-rata), tanpa memberikan analisis tentang kemungkinan penyebab perbedaan hasil dari eksperimen dan energi ikatan. **Skor 1:** menuliskan hasil nilai eksperimen dan energi ikatan tanpa melalui perhitungan atau hanya memberikan analisis tentang kemungkinan penyebab perbedaan hasil dari eksperimen dan energi ikatan saja. **Skor 0:** tidak menjawab.
6	Berdasarkan data bahan bakar di atas, bandingkan manakah yang	5	**Skor 5:** menghitung kalor pembakaran per gram untuk semua bahan bakar dengan benar menggunakan rumus ΔHc/Mr. Menyimpulkan bahwa butana

	merupakan bahan bakar paling efektif untuk digunakan!		adalah bahan bakar paling efektif karena menghasilkan kalor pembakaran terbesar per gram. **Skor 4:** melakukan perhitungan dengan tepat, namun hasil yang diperoleh kurang tepat, sehingga menyimpulkan bahan bakar yang efektif menjadi tidak tepat. **Skor 3:** melakukan perhitungan saja tanpa menyimpulkan bahan bakar yang paling efektif untuk digunakan. **Skor 2:** menyimpulkan bahan bakar yang efektif, namun tidak tepat dan melalui perhitungan tanpa metode yang sesuai. **Skor 1:** menyimpulkan bahan bakar paling efektif tanpa perhitungan. **Skor 0:** tidak menjawab.
7	Berikan kesimpulan jenis reaksi yang terjadi pada proses fotosintesis berdasarkan data perubahan entalpi pembentukan standar di bawah ini:	**5**	**Skor 5:** menuliskan perhitungan nilai perubahan entalpi dengan tepat dan menyimpulkan bahwa reaksi bersifat eksoterm. **Skor 4:** menuliskan perhitungan nilai perubahan entalpi dengan tepat, tanpa menyimpulkan jenis reaksinya. **Skor 3:** menuliskan perhitungan nilai perubahan entalpi, namun haisl kurang tepat, tetapi kesimpulan tepat. **Skor 2:** menuliskan perhitungan perubahan entalpi dengan hasil dan kesimpulan yang kurang.

			Skor 1: menyimpulkan jenis reaksinya dengan tepat/tidak tepat dan tanpa perhitungan. **Skor 0:** tidak menjawab.
8	Berikan kesimpulan jumlah nilai perubahan entalpi pada reaksi dibawah ini:	**5**	**Skor 5:** Menuliskan perhitungan nilai perubahan entalpi menggunakan hukum Hess dengan tepat dan menyimpulkan bahwa reaksi bersifat endoterm. **Skor 4:** Menuliskan perhitungan nilai perubahan entalpi menggunakan hukum Hess dengan tepat tanpa menyimpulkan jenis reaksinya dan alasannya. **Skor 3:** Menuliskan perhitungan nilai perubahan entalpi menggunakan hukum Hess, namun langkah-langkah atau dalam mengolah penyataan yang diberikan kurang tepat, menyebabkan hasil dan kesimpulan yang diperoleh kurang tepat. **Skor 2:** Menyimpulkan jenis reaksinya dengan tepat tanpa memberikan perhitungan **Skor 1:** Melakukan perhitungan menentukan perubahan entalpi tidak tepat dan tidak memberi kesimpulan jenis reaksinya. **Skor 0:** Tidak menjawab
9	Berdasarkan data persamaan reaksi termokimia di atas, tentukan apakah masing-masing persamaan sudah	**5**	**Skor 5:** mengkategorikan perubahan entalpi untuk semua reaksi dengan benar (reaksi 1 & 5 untuk $\Delta H_f°$, reaksi 2 & 3 untuk $\Delta H_d°$, reaksi 4 untuk $\Delta H_c°$). Penjelasan alasan tepat dengan definisi masing-masing jenis perubahan entalpi.

	sesuai dengan kategori $\Delta H_f°$, $\Delta H_d°$, dan $\Delta H_c°$? Jelaskan!		**Skor 4:** mengkategorikan perubahan entalpi dengan tepat, tetapi penjelasan alasan kurang tepat. **Skor 3:** menentukan kategori perubahan entalpi dengan tepat, tetapi tidak memberikan penjelasan. **Skor 2:** mengkategorikan 1–4 dengan benar, sementara yang lain salah. Penjelasan kurang mendukung atau tidak sesuai dengan konsep perubahan entalpi. **Skor 1:** mengaktegorikan semua jenis reaksi tidak tepat dan alasan tidak tepat atau tidak diberikan. **Skor 0:** Tidak menjawab
10	a. Bandingkan perubahan entalpi dari dua percobaan yang dilakukan! b. Jika anda menemukan ketidaksesuaian, apa perbaikan yang dapat dilakukan untuk memastikan keakuratan perhitungan dalam percobaan selanjutnya?	5	**Skor 5:** menghitung ΔH dengan benar untuk percobaan kelompok A dan B. Menjelaskan bahwa reaksi bersifat endoterm karena ΔH bernilai positif. Menganalisis perbedaan hasil dengan baik, menyebutkan bahwa perbedaan suhu akhir menyebabkan variasi nilai ΔH dan menyajikan perbaikan yang relevan. **Skor 4:** menghitung ΔH dari dua kelompok, tetapi ada sedikit kesalahan dalam penyajian angka atau langkah perhitungan. Menjelaskan bahwa reaksi bersifat endoterm, tetapi alasan perbedaan hasil kurang mendalam dan tidak menyebutkan perbaikan yang relevan.

			Skor 3: menghitung kalor reaksi (q_{reaksi}) dua kelompok dengan tepat dan menuliskan perbaikan **Skor 2:** menghitung ΔH dari salah satu kelompok dengan tepat, dan menyatakan reaksi bersifat endoterm. Namun tidak melakukan analisis perbedaan hasil dan perbaikan. **Skor 1:** menjawab perbaikan yang dilakukan (poin b saja), tanpa melakukan perhitungan ΔH dari dua kelompok, tidak menyatakan reaksi bersifat endoterm, tidak melakukan analisis perbedaan hasil. **Skor 0:** tidak menjawab.
Total skor		**50**	

Perhitungan nilai menggunakan rumus berikut:

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

Lampiran 5. Data Hasil Uji Coba Instrumen

No	Nama	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Jumlah
1	Amabel Queena Aneira Taffy W	3	0	2	4	2	5	5	1	3	1	26
2	Anatasya Ayu Setiawati	3	0	2	4	5	5	5	5	4	3	36
3	Anditu Restuning Widyanaura	2	2	2	4	1	5	3	1	4	2	26
4	Ardanis Kurnia Saputra	3	1	3	3	4	3	3	4	3	5	32
5	Ardiyan Fairun Ramadzan	3	0	3	5	3	5	5	3	4	3	34
6	Bagas Ferdi Saputro	2	0	2	5	5	5	5	5	4	3	36
7	Berliana Citra Jatmiko	2	2	5	2	2	5	4	5	2	2	31
8	Bintang Dewantara Sulistiyanto	2	0	2	2	2	3	3	2	2	1	19
9	Dinda Dhisty Az-Zahra	2	1	3	5	4	5	4	3	4	3	34
10	Eva Nurina Fidia Pratiwi	2	1	2	5	5	5	5	1	3	1	30
11	Favian Mahardika Rachman	3	1	2	5	2	5	5	3	4	1	31
12	Finza Alzair Nugrahandira	2	2	2	4	0	5	4	1	3	1	24
13	Galang Wahyu Ismaya	4	0	2	5	5	5	5	1	4	3	34
14	Haidar Khoirurrasyid	5	1	5	4	3	5	5	3	4	3	38
15	Harucika Roxxane Aoki	2	1	3	5	5	5	4	3	4	4	36
16	Kanza Azka Rizkia	4	0	2	5	0	5	5	1	4	1	27
17	Karisma Tirtania Widiyanto	2	0	2	2	3	5	0	2	2	1	19
18	M.Herdi Wildan Nurulhaq	2	2	2	4	3	5	4	3	4	3	32
19	Mufadjar Tyas Ardhityanto	3	0	3	4	3	3	1	1	0	3	21
20	Mufida Mumtaza	3	0	2	4	3	5	5	1	4	1	28
21	Muhammad Nabil Abhiaysel	2	0	3	2	3	3	3	3	2	4	25
22	Rizqi Sultan Ali	4	0	2	5	3	5	5	1	2	1	28
23	Rohan Agrandista	4	1	3	5	5	5	5	5	4	3	40
24	Naysilla Agudya Fiantika	4	1	5	3	5	5	4	4	4	5	40
25	Salsabila Az Zahra	4	2	5	4	4	4	3	3	5	4	38
26	Nadinda Yumna Azalia	4	1	2	5	3	5	2	1	5	1	29
27	Sufa Syntia Indriana	4	1	5	5	3	3	5	5	3	5	39
28	Reyhan Perwira	4	1	3	4	2	1	5	4	5	1	30
29	Wafiq Aqilah Ramadhani	4	1	5	3	5	5	4	4	4	5	40
30	Zanadikah Khaizuran Nasa'i	3	1	4	4	3	3	5	4	5	4	36

Lampiran 6. Hasil Analisis Uji Validitas Instrumen

Correlations

		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Total
S1	Pearson Correlation	1	.242	.753**	.509**	.553**	.052	.367*	.324	.541**	.613**	.758**
	Sig. (2-tailed)		.197	.000	.004	.002	.783	.046	.081	.002	.000	.000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
S2	Pearson Correlation	.242	1	.476**	.112	-.044	.047	-.114	.201	.170	.170	.276
	Sig. (2-tailed)	.197		.008	.557	.817	.805	.549	.287	.368	.370	.140
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
S3	Pearson Correlation	.753**	.476**	1	.441*	.452*	.047	.339	.536**	.541**	.684**	.797**
	Sig. (2-tailed)	.000	.008		.015	.012	.805	.067	.002	.002	.000	.000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
S4	Pearson Correlation	.509**	.112	.441*	1	.559**	.103	.476**	.455*	.638**	.515**	.748**
	Sig. (2-tailed)	.004	.557	.015		.001	.587	.008	.011	.000	.004	.000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
S5	Pearson Correlation	.553**	-.044	.452*	.559**	1	.039	.436*	.591**	.561**	.712**	.785**
	Sig. (2-tailed)	.002	.817	.012	.001		.837	.016	.001	.001	.000	.000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
S6	Pearson Correlation	.052	.047	.047	.103	.039	1	-.080	-.220	.236	-.178	.114
	Sig. (2-tailed)	.783	.805	.805	.587	.837		.676	.242	.209	.347	.547
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
S7	Pearson Correlation	.367*	-.114	.339	.476**	.436*	-.080	1	.481**	.670**	.375*	.644**
	Sig. (2-tailed)	.046	.549	.067	.008	.016	.676		.007	.000	.041	.000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
S8	Pearson Correlation	.324	.201	.536**	.455*	.591**	-.220	.481**	1	.412*	.604**	.705**
	Sig. (2-tailed)	.081	.287	.002	.011	.001	.242	.007		.024	.000	.000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

S8	Pearson Correlation	.324	.201	.536**	.455*	.591**	-.220	.481**	1	.412*	.604**	.705**
	Sig. (2-tailed)	.081	.287	.002	.011	.001	.242	.007		.024	.000	.000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
S9	Pearson Correlation	.541**	.170	.541**	.638**	.561**	.236	.670**	.412*	1	.512**	.813**
	Sig. (2-tailed)	.002	.368	.002	.000	.001	.209	.000	.024		.004	.000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
S10	Pearson Correlation	.613**	.170	.684**	.515**	.712**	-.178	.375*	.604**	.512**	1	.797**
	Sig. (2-tailed)	.000	.370	.000	.004	.000	.347	.041	.000	.004		.000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Total	Pearson Correlation	.758**	.276	.797**	.748**	.785**	.114	.644**	.705**	.813**	.797**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.140	.000	.000	.000	.547	.000	.000	.000	.000	
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

No Soal	r hitung	r tabel	Interpretasi
1	0.758	0.360	Valid
2	0.276	0.360	Invalid
3	0.797	0.360	Valid
4	0.748	0.360	Valid
5	0.785	0.360	Valid
6	0.114	0.360	Invalid
7	0.644	0.360	Valid
8	0.705	0.360	Valid
9	0.813	0.360	Valid
10	0.797	0.360	Valid

Lampiran 7. Hasil Analisis Uji Reliabilitas dan Tingkat Kesukaran instrumen

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.861	10

Nama	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Jumlah
Amabel Queena Aneira Taffy	2	0	1	1	2	5	5	1	3	1	21
Anatasya Ayu Setiawati	2	0	2	4	5	5	5	5	4	3	35
Andity Restuning Widyanaura	2	2	2	2	1	5	2	1	1	2	20
Ardanis Kurnia Saputra	3	1	3	3	4	3	3	4	3	5	32
Ardiyan Fajrun Ramadzan	2	0	3	5	3	5	5	3	4	3	33
Bagas Ferdi Saputro	2	0	2	5	5	5	5	5	4	3	36
Berliana Citra Jatmiko	2	2	5	2	2	5	2	5	2	2	29
Bintang Dewantara Sulistiyanto	1	0	1	2	2	3	3	2	1	1	16
Dinda Dhisty Az-Zahra	2	1	3	5	4	5	4	3	4	3	34
Eva Nurina Fidia Pratiwi	2	1	1	4	2	5	2	1	3	1	22
Favian Mahardika Rachman	1	1	2	2	2	5	3	3	1	1	21
Finza Alzair Nugrahandira	2	2	2	3	0	5	2	1	3	1	21
Galang Wahyu Ismaya	5	0	4	5	5	5	5	1	4	3	37
Haidar Khoirurrasyid	5	1	5	4	3	5	5	3	4	3	38
Harucika Roxxane Aoki	2	1	3	5	5	5	4	3	4	4	36
Kanza Azka Rizkia	1	0	2	2	0	5	2	1	1	1	15
Karisma Tirtania Widiyanto	2	0	2	2	3	5	0	2	2	1	19
M.Herdi Wildan Nurulhaq	2	2	4	4	3	5	4	3	4	3	34
Mufadjar Tyas Ardhityanto	2	0	2	2	3	3	1	1	0	3	17
Mufida Mumtaza	1	0	2	1	1	5	5	1	4	1	21
Muhammad Nabil Abhiaysel	1	0	1	2	3	3	3	3	2	4	22
Nadinda Yumna Azalia	4	1	5	4	5	5	4	4	4	5	41
Naysilla Ayudya Fiantika	2	1	2	3	2	1	5	4	2	1	23
Reyhan Perwira	4	1	5	5	3	3	5	5	3	5	39
Rizqi Sultan Ali	4	1	3	5	5	5	5	5	4	3	40
Rohan Aqrandista	2	1	1	2	3	5	2	1	2	1	20
Salsabila Az Zahra	2	0	1	4	0	5	2	1	2	1	18
Syifa Syntia Indriana	4	2	5	4	4	4	3	3	5	4	38
Wafiy Aqilah Ramadhani	5	1	5	3	5	5	4	4	4	5	41
Zanadikah Khaizuran Nasa'i	3	1	4	4	3	3	5	4	5	4	36

Rata-Rata Skor	2.4667	0.7667	2.7667	3.3	2.9333	4.4333	3.5	2.7667	2.9667	2.6
Skor Maksimal	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
TK	0.4933	0.1533	0.5533	0.66	0.5867	0.8867	0.7	0.5533	0.5933	0.52
Kriteria	sedang	sukar	sedang	sedang	sedang	mudah	sedang	sedang	sedang	sedang

Lampiran 8. Hasil Analisis Uji Daya Beda

Nama	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Jumlah
Rizqi Sultan Ali	4	1	3	5	5	5	5	5	4	3	40
Nadinda Yumna Azalia	4	1	5	4	5	5	4	4	4	5	41
Wafiy Aqilah Ramadhani	5	1	5	3	5	5	4	4	4	5	41
Reyhan Perwira	4	1	5	5	3	3	5	5	3	5	39
Haidar Khoirurrasyid	5	1	5	4	3	5	5	3	4	3	38
Syifa Syntia Indriana	4	2	5	4	4	4	3	3	5	4	38
Anatasya Ayu Setiawati	2	0	2	4	5	5	5	5	4	3	35
Bagas Ferdi Saputro	2	0	2	5	5	5	5	5	4	3	36
Harucika Roxxane Aoki	2	1	3	5	5	5	4	3	4	4	36
Zanadikah Khaizuran Nasa'i	3	1	4	4	3	3	5	4	5	4	36
Ardiyan Fajrun Ramadzan	2	0	3	5	3	5	5	3	4	3	33
Dinda Dhisty Az-Zahra	2	1	3	5	4	5	4	3	4	3	34
Galang Wahyu Ismaya	5	0	4	5	5	5	5	1	4	3	37
Ardanis Kurnia Saputra	3	1	3	3	4	3	3	4	3	5	32
M.Herdi Wildan Nurulhaq	2	2	4	4	3	5	4	3	4	3	34
jumlah	49	13	56	65	62	68	66	55	60	56	
Pa	0.65333	0.17333	0.74667	0.86667	0.82667	0.90667	0.88	0.73333	0.8	0.74667	

Berliana Citra Jatmiko	2	2	5	2	2	5	2	5	2	2	29
Favian Mahardika Rachman	1	1	2	2	2	5	3	3	1	1	21
Eva Nurina Fidia Pratiwi	2	1	1	4	2	5	2	1	3	1	22
Naysilla Ayudya Fiantika	2	1	2	3	2	1	5	4	2	1	23
Rohan Aqrandista	2	1	1	2	3	5	2	1	2	1	20
Mufida Mumtaza	1	0	2	1	1	5	5	1	4	1	21
Salsabila Az Zahra	2	0	1	4	0	5	2	1	2	1	18
Kanza Azka Rizkia	1	0	2	2	0	5	2	1	1	1	15
Amabel Queena Aneira Taffy	2	0	1	1	2	5	5	1	3	1	21
Andity Restuning Widyanaura	2	2	2	2	1	5	2	1	1	2	20
Muhammad Nabil Abhiaysel	1	0	1	2	3	3	3	3	2	4	22
Finza Alzair Nugrahandira	2	2	2	3	0	5	2	1	3	1	21
Mufadjar Tyas Ardhityanto	2	0	2	2	3	3	1	1	0	3	17
Bintang Dewantara Sulistiyanto	1	0	1	2	2	3	3	2	1	1	16
Karisma Tirtania Widiyanto	2	0	2	2	3	5	0	2	2	1	19
Jumlah	25	10	27	34	26	65	39	28	29	22	
Pb	0.33333	0.13333	0.36	0.45333	0.34667	0.86667	0.52	0.37333	0.38667	0.29333	
Daya Beda	0.32	0.04	0.38667	0.41333	0.48	0.04	0.36	0.36	0.41333	0.45333	
Interpretasi	Cukup	Jelek	Cukup	Baik	Baik	Jelek	Cukup	Cukup	Baik	Baik	

Lampiran 9. Hasil *Pre-Test* Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Kontrol

Nama	IT	AN	EV	IN	EK	SR	Total	Nilai
IBNU FAIZAL ICHWAN SAPUTRA	1	0	0	0	1	0	2	6.66667
MUHAMMAD KHOLISH	3	2	1	1	2	1	10	33.3333
DAFFA ZUAN SAHARANI	2	1	0	0	2	1	6	20
PUNGKI CINTA ARYANI	3	1	2	0	2	1	9	30
NAILA CHOIRUNNISA	2	1	0	0	2	0	5	16.6667
ZAKIA NAFSA AULIA	4	0	0	0	5	3	12	40
BILQIS RAHMA DEWI	2	1	0	0	2	1	6	20
DAVA PANDU AKMAL SYARIF	2	1	0	0	2	1	6	20
DESWITA PUTRI MAHARANI	2	1	0	0	2	0	5	16.6667
DIFA MEYLA TRIHAPSARI	2	1	0	1	2	1	7	23.3333
DION WISMA NARENDRATAMA	2	1	0	0	1	0	4	13.3333
FARHAN ADI RISTANTO	2	1	1	1	2	1	8	26.6667
FARREL ARYA PUTRA PRIYANTO	2	1	1	0	2	0	6	20
GITA ASRI PUSPITA	1	1	0	0	2	1	5	16.6667
KAYLA SYIFA ARIBILLAH	2	1	0	0	2	1	6	20
MUHAMMAD GHAALIB DANADYAKSA W	2	0	0	0	2	1	5	16.6667
MUHAMMAD RIFKI LATIF	2	0	1	0	0	0	3	10
SITI LAILATUS SYARIFAH	2	1	0	0	2	1	6	20
WAFIQ HANIF AZIZAH	2	1	0	0	1	0	4	13.3333
ADINDA DWI AYU ARIFAININGTYAS	1	0	0	0	2	0	3	10
BIMA WIDYADHANA ANINDRI PUTRA	2	1	0	0	2	0	5	16.6667
CANTIKA AMANDA HARIYANTO	1	0	0	0	2	0	3	10
DENIAR KEVIN ANGGAREZA	1	0	0	0	0	1	2	6.66667
DILDAR HUSEIN	1	0	0	0	2	0	3	10
MUHAMMAD AKBAR IDHAM	2	0	2	0	2	0	6	20
MUHAMMAD HAIDAR ARRYA	1	0	0	2	3	1	7	23.3333
MUHAMMAD HAIDAR ENGGAR JATI	3	1	0	0	2	1	7	23.3333
MUHAMMAD RIZQI RAMADHANI	1	0	0	0	1	0	2	6.66667
NAILA DESTIANI	4	0	0	0	3	0	7	23.3333
ALFIYANI CANTIKA DEWI	2	1	0	0	2	1	6	20

Lampiran 10. Hasil *Pre-Test* Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen

Nama	IT	AN	EY	IN	EK	SR	Jumlah	Nilai
M.ABDILLAH AZHARI	1	0	0	0	2	0	3	10
MUHAMMAD FANNY ANDIKA	2	0	1	1	0	0	4	13.3333
RAAFI ALAYDRUS AL AKBAR	3	1	0	1	0	1	6	20
ADINDA TIARA AURA PUTRI	1	1	0	2	0	1	5	16.6667
ALFI NAILA NAJIHA	1	0	0	0	2	0	3	10
ELSHA PUTRIYANA	3	1	1	2	1	1	9	30
RIZALATUS SANIYAH	2	0	0	0	0	0	2	6.66667
UTRUJJATUSSYIFA	3	1	1	2	1	1	9	30
ZUFA RIZKY ULFIANI	3	1	1	0	2	1	8	26.6667
YALENT EKAPUTRA HARYAMSYAH	2	0	0	0	2	0	4	13.3333
BILQIS JEHAN ALMAGHFIRA	2	1	0	2	2	0	7	23.3333
ADNAN RAIHAN PRATAMA	3	0	0	3	3	0	9	30
ILHAM MUGHNIYAWAN	2	0	0	1	3	0	6	20
MUHAMMAD FAREL HENINDAR PRA	2	1	0	1	0	1	5	16.6667
AHMAD ARJUN NAJA	1	0	0	0	2	0	3	10
AISHA MALVA ZAKKIYA	2	1	0	2	2	0	7	23.3333
ALBI FIRMANSYAH	2	0	0	3	2	1	8	26.6667
DWI OKTARINA FITRIYANI	1	1	1	2	1	0	6	20
FARID KHOIRUL ANWAR	2	1	0	2	0	0	5	16.6667
HARSA FANNI SUGIARTO	1	0	1	0	1	1	4	13.3333
KAYLA ATMAWIDIASARI	2	1	0	1	1	1	6	20
KEVIN ANDRIAN PRATAMA	2	0	0	0	2	0	4	13.3333
KEYZIA THALITA SABRINA	2	1	0	2	2	0	7	23.3333
LAILATUL MUVIDAH	2	1	1	3	2	1	10	33.3333
LULUK LUKMAN PRAMOLO	2	0	0	0	0	0	2	6.66667
MAHIMMA ALIKA BERLIANA	2	1	1	3	1	1	9	30
MARSHA AYU DIAN RARENDRA	3	1	1	3	2	1	11	36.6667
NAMIRA ASSYFA PUTRI FRANINZA	2	0	1	2	3	1	9	30
RIFQI JALALUDDIN SAPUTRA	3	0	0	0	0	0	3	10
SEPTIAN AKBAR DARMAWAN	2	0	0	0	2	0	4	13.3333

Lampiran 11: Hasil *Post-Test* Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Kontrol

Nama	IT	AN	EY	IN	EK	SR	Jumlah	Total
IBNU FAIZAL ICHWAN SAPUTRA	3	3	2	4	1	1	14	46.667
MUHAMMAD KHOLISH	3	2	0	3	4	0	12	40
DAFFA ZUAN SAHARANI	4	2	1	5	2	3	17	56.667
PUNGKI CIMTA ARYANI	4	4	3	3	2	5	21	70
NAILA CHOIRUNNISA	4	3	2	3	2	3	17	56.667
ZAKIA NAFSA AULIA	3	2	3	2	1	1	12	40
BILQIS RAHMA DEWI	5	2	3	5	2	4	21	70
DAVA PANDU AKMAL SYARIF	4	2	2	5	4	3	20	66.667
DESWITA PUTRI MAHARANI	3	3	2	3	3	3	17	56.667
DIFA MEYLA TRIHAPSARI	3	3	1	5	4	2	18	60
DION WISMA NARENDRATAMA	4	2	2	1	4	1	14	46.667
FARHAN ADI RISTANTO	3	0	0	4	1	1	9	30
FARREL ARYA PUTRA PRIYANTO	4	2	1	1	4	1	13	43.333
GITA ASRI PUSPITA	3	2	0	3	1	1	10	33.333
KAYLA SYIFA ARIBILLAH	3	2	0	4	4	1	14	46.667
MUHAMMAD GHAALIB DANADYAKSA W	3	3	2	0	4	1	13	43.333
MUHAMMAD RIFKI LATIF	3	2	2	5	3	1	16	53.333
SITI LAILATUS SYARIFAH	5	3	3	1	4	3	19	63.333
WAFIQ HANIF AZIZAH	3	2	4	2	1	1	13	43.333
ADINDA DWI AYU ARIFAININGTYAS	3	3	3	5	4	3	21	70
BIMA WIDYADHANA ANINDRI PUTRA	3	2	1	3	4	1	14	46.667
CANTIKA AMANDA HARIYANTO	3	5	3	1	4	3	19	63.333
DENIAR KEVIN ANGGAREZA	3	2	2	5	2	1	15	50
DILDAR HUSEIN	3	2	0	1	4	1	11	36.667
MUHAMMAD AKBAR IDHAM	3	4	4	5	2	4	22	73.333
MUHAMMAD HAIDAR ARRYA	4	3	2	5	4	2	20	66.667
MUHAMMAD HAIDAR ENGGAR JATI	3	2	0	4	1	1	11	36.667
MUHAMMAD RIZQI RAMADHANI	3	2	3	5	4	3	20	66.667
NAILA DESTIANI	4	3	3	2	1	1	14	46.667
ALFIYANI CANTIKA DEWI	4	3	3	1	4	3	18	60

Lampiran 12: Hasil *Post-Test* Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen

Nama	IT	AN	EY	IN	EK	SR	Jumlah	Total
M.ABDILLAH AZHARI	3	4	3	3	2	3	18	60
MUHAMMAD FANNY ANDIKA	3	3	2	2	3	1	14	46.667
RAAFI ALAYDRUS AL AKBAR	3	2	1	5	2	3	16	53.333
ADINDA TIARA AURA PUTRI	3	1	5	5	4	1	19	63.333
ALFI NAILA NAJIHA	3	5	3	5	2	3	21	70
ELSHA PUTRIYANA	4	5	3	5	2	3	22	73.333
RIZALATUS SAMIYAH	4	5	3	5	1	3	21	70
UTRUJJATUSSYIFA	3	5	3	5	2	3	21	70
ZUFA RIZKY ULFIANI	3	5	5	5	5	5	28	93.333
YALEMT EKAPUTRA HARYANSYA	2	2	2	3	2	2	13	43.333
BILQIS JEHAN ALMAGHFIRA	4	5	3	5	5	3	25	83.333
ADNAN RAIHAN PRATAMA	4	1	2	5	1	2	15	50
ILHAM MUGHNIYAWAN	3	5	5	5	2	4	24	80
MUHAMMAD FAREL HENINDAR P	3	5	2	5	2	3	20	66.667
AHMAD ARJUN NAJA	4	3	3	2	2	1	15	50
AISHA MALVA ZAKKIYA	3	5	3	5	2	3	21	70
ALBI FIRMANSYAH	4	3	2	5	5	3	22	73.333
DWI OKTARINA FITRIYANI	4	2	4	5	2	4	21	70
FARID KHOIRUL ANWAR	3	3	3	2	3	2	16	53.333
HARSA FANNI SUGIARTO	3	4	3	5	2	3	20	66.667
KAYLA ATMAWIDIASARI	4	5	5	5	5	5	29	96.667
KEVIN ANDRIAN PRATAMA	3	2	2	4	3	3	17	56.667
KEYZIA THALITA SABRINA	4	5	3	4	5	4	25	83.333
LAILATUL MUYIDAH	3	5	3	5	5	1	22	73.333
LULUK LUKMAN PRANOLO	3	1	2	3	3	1	13	43.333
MAHIMMA ALIKA BERLIANA	4	5	3	5	2	1	20	66.667
MARSHA AYU DIAN RARENDRA	3	5	4	4	3	3	22	73.333
NAMIRA ASSYFA PUTRI FRANINZ	4	5	3	5	5	4	26	86.667
RIFQI JALALUDDIN SAPUTRA	2	2	3	2	3	2	14	46.667
SEPTIAN AKBAR DARMAWAN	3	1	3	3	2	3	15	50

Lampiran 13. Hasil Analisis Uji Normalitas dan Homogenitas *Pretest*

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pretest Kontrol	.154	30	.066	.939	30	.088
Pretest Eks	.143	30	.121	.947	30	.141

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Pretest Berpikir Kritis	Based on Mean	1.038	1	58	.313
	Based on Median	1.093	1	58	.300
	Based on Median and with adjusted df	1.093	1	55.946	.300
	Based on trimmed mean	1.014	1	58	.318

Lampiran 14. Hasil Analisis Uji Normalitas dan Homogenitas

Posttest

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Posttest Kontrol	.155	30	.062	.952	30	.187
Posttest Eksperimen	.115	30	.200*	.957	30	.260

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Posttest Kontrol	.155	30	.062	.952	30	.187
Posttest Eksperimen	.115	30	.200*	.957	30	.260

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

T-Test

Group Statistics

	Kelas	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Nilai Posttest	Kontrol	30	52.78	12.413	2.266
	Eksperimen	30	66.11	14.624	2.670

Independent Samples Test

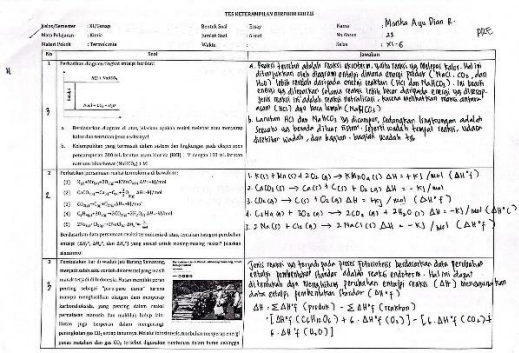
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Nilai Posttest	Equal variances assumed	.288	.594	-3.807	58	.000	-13.333	3.502	-20.344	-6.323
	Equal variances not assumed			-3.807	56.509	.000	-13.333	3.502	-20.348	-6.319

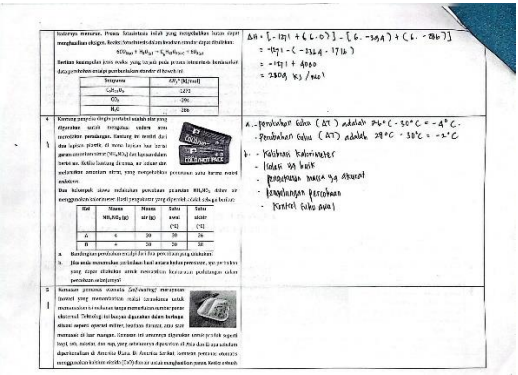
Lampiran 16. Hasil Analisis Uji *Effect-Size*

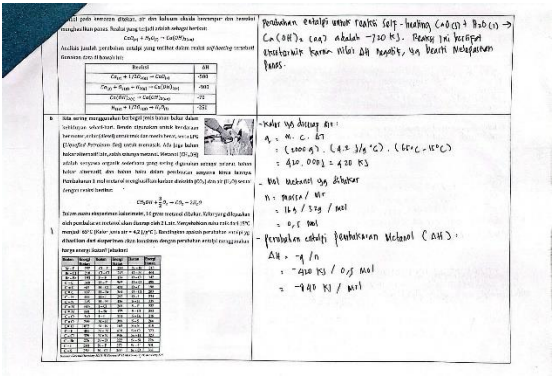
Nilai Posttest	
Kontrol	Eksperimen
46.667	60
40	46.66667
56.667	53.33333
70	63.33333
56.667	70
40	73.33333
70	70
66.667	70
56.667	93.33333
60	43.33333
46.667	83.33333
30	50
43.333	80
33.333	66.66667
46.667	50
43.333	70
53.333	73.33333
63.333	70
43.333	53.33333
70	66.66667
46.667	96.66667
63.333	56.66667
50	83.33333
36.667	73.33333
73.333	43.33333
66.667	66.66667
36.667	73.33333
66.667	86.66667
46.667	46.66667
60	50

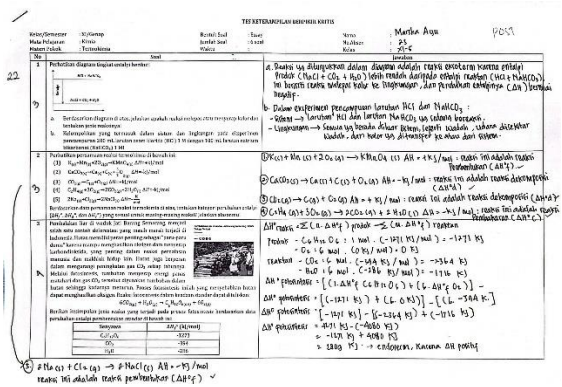
Rata-Rata Kontrol	52.778
Rata-Rata Eks	66.111
SD Kontrol	12.413
SD Eksperimen	14.624
n kontrol	30
n eksperimen	30
SDpooled	13.564
d	0.983

Lampiran 17. Dokumentasi Jawaban *Pre-test Post-test* Keterampilan Berpikir Kritis









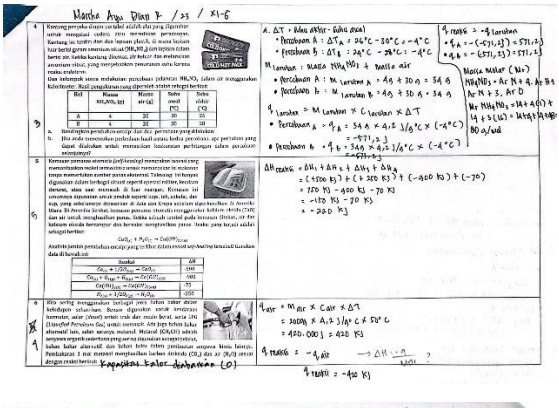
TES KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

Kelas/Semester : XI/Genap
Mata Pelajaran : Kimia
Materi Pokok : Termokimia

Bentuk Soal : Essay
Jumlah Soal : 15 soal
Waktu : 2 x 45 menit

Nama : Martha Ayu
No.Absen : 25
Kelas : XI-5

No	Soal	Jawaban
1	Perhatikan diagram tingkat entalpi berikut:	a. Reaksi ini dilangsungkan dalam diagram adalah reaksi eksoterm karena entalpi produk ($H_2Cl + CO_2 + H_2O$) lebih rendah daripada entalpi reaktan ($HCl + NaHCO_3$). Ini berarti reaksi melepas kalor ke lingkungan, dan perubahan entalpinya (ΔH) bernilai negatif.
	a. Berdasarkan diagram di atas, jelaskan apakah nilai entalpi dari reaksi tersebut bernilai positif atau negatif. b. Rekomendasikan yang termasuk dalam alam dan lingkungan jika dipertimen pemanasannya 200 mL larutan asam klorida (HCl) 1 M dengan 100 mL larutan natrium bikarbonat ($NaHCO_3$) 1 M	b. Dalam eksperimen pencampuran larutan HCl dan $NaHCO_3$: - Sistem → larutan HCl dan larutan $NaHCO_3$ yg terjadi reaksi. - Lingkungan → semua yg berada diluar sistem, seperti wadah, udara disekitar wadah, dan kalor yg ditransfer ke atau dari sistem.
2	Perhatikan persamaan reaksi termokimia di bawah ini: (1) $H_{(g)} + Br_{(g)} \rightarrow HBr_{(g)}$ $\Delta H = -87 kJ/mol$ (2) $CaCO_{3(s)} \rightarrow CaO_{(s)} + C_{(s)}$ $\Delta H = +178 kJ/mol$ (3) $CO_{(g)} \rightarrow C_{(s)} + O_{(g)}$ $\Delta H = +82 kJ/mol$ (4) $C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{6(g)}$ $\Delta H = -311 kJ/mol$ (5) $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$ $\Delta H = -\frac{?}{?}$ Berdasarkan data persamaan reaksi termokimia di atas, tentukan bilangan perubahan entalpi (ΔH°, ΔG°, dan ΔS°) yang normal untuk reaksi yang sedang reaksi! (sertakan alasannya)	① $KCl(s) + NH_4Cl(s) + 2O_2(g) \rightarrow KHCO_3(s) + NH_4NO_3(aq)$ $\Delta H = +85 kJ/mol$: reaksi ini adalah reaksi Pembentukan (ΔH°_f) ✓ ② $CaCO_3(s) \rightarrow Ca(s) + C(s) + O_2(g)$ $\Delta H = +x kJ/mol$: reaksi ini adalah reaksi dekomposisi (ΔH°_d) ✓ ③ $CH_4(g) \rightarrow C(g) + O(g)$ $\Delta H = +x kJ/mol$: reaksi ini adalah reaksi dekomposisi (ΔH°_d) ④ $C_2H_4(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(l)$ $\Delta H = -x kJ/mol$: reaksi ini adalah reaksi pembakaran (ΔH°_c)
3	Pembakaran liar di wadah 2L: Bintang Semarang mencari salah satu contoh alternatif yang masih mudah terjadi di Indonesia. Hanya memiliki jenis penting sebagai* yang pada dasar karena energi yang terbentuk dalam dan menyerap berbentuk. yang panas dalam reaksi pertama manusia dan makhluk hidup ini. Energi juga terpenting dalam mengurangi pembakaran gas CO_2 sebut tersebut. Melalui fotosintesis, tumbuhan menyerap energi panas matahari dan CO_2 tersebut dimakan tumbuhan dalam hutan sehingga tetumbuh menurun. Panas fotosintesis tidak yang menyebabkan bisa dapat menghasilkan dengan fosil. fotosintesis tidak bisa reaksi reaksi dari dihasilkan $6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)} \rightarrow C_6H_{12}O_{6(s)} + 6O_{2(g)}$ Berikut beberapa jenis reaksi yang terjadi pada proses fotosintesis berdasarkan data pembakaran standar pembentukan standar di bawah ini:	ΔH° reaksi = $\sum$ (n · ΔH°_f) produk − $\sum$ (n · ΔH°_f) reaktan reaktan : $C_6H_{12}O_6$: 1 mol · (−1271 kJ/mol) = −1271 kJ O_2 : 6 mol · (0 kJ/mol) = 0 kJ reaktan : CO_2 : 6 mol · (−394 kJ/mol) = −2364 kJ H_2O : 6 mol · (−286 kJ/mol) = −1716 kJ ΔH° fotosintesis = [(1 · ΔH°_f $C_6H_{12}O_6$)] − [(6 · ΔH°_f O_2)] − [(6 · ΔH°_f CO_2)] − [(6 · ΔH°_f H_2O)] ΔH° fotosintesis = [(−1271 kJ)] + [(6 · 0 kJ)] − [(6 · −394 kJ)] − [(6 · −286 kJ)] ΔH° fotosintesis = [−1271 kJ] − [−2364 kJ] + (−1716 kJ) ΔH° fotosintesis = −611 kJ − (−4080 kJ) = −1271 kJ + 4080 kJ = 1280 kJ → endotermik, Karena ΔH positif
4	$NH_4Cl + ClO_4 \rightarrow$? $NaCl$ $\Delta H = -x$ kJ/mol reaksi ini adalah reaksi pembakaran (ΔH°_c) ✓	



Martha Ayu Dian P. / 25 / XI-6

4. Kemasan pereaksi dalam tersebut adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu atau merubahan persamaan. Sanking ini terdiri dari dua lapisan plastik, di mana lapisan luar berisi garam amonium nitrat (NH_4NO_3) dan lapisan dalam berisi air. Ketika kedua lapisan ini bercampur, air akan larut dan melarutkan amonium nitrat, yang menyebabkan penurunan suhu larutan secara endoterm.
Dan termometer suhu melakukan percobaan pelarutan NH_4NO_3 (alam air menggunakan kalorimeter. Hasil pengukuran yang dipercobi sesuai sebagai berikut:

Gel	Massa NH_4NO_3 (g)	Suhu awal air (g)	Suhu akhir (°C)	Suhu akhir (°C)
A	4	20	30	35
B	4	20	30	38

a. Hitunglah perubahan entalpi dari dari pereaksi yang dihasilkan!
b. Jika anda menemukan pelarutan hasil suatu kedua percobaan, apa perbedaan yang dapat dialakukan untuk memasukan kesimpulan perhitungan dalam percobaan tersebut?

A. ΔT = Akhir akhir - Suhu awal
- Percobaan A : ΔT_A = 26°C − 20°C = −4°C
- Percobaan B : ΔT_B = 26°C − 28°C = −4°C

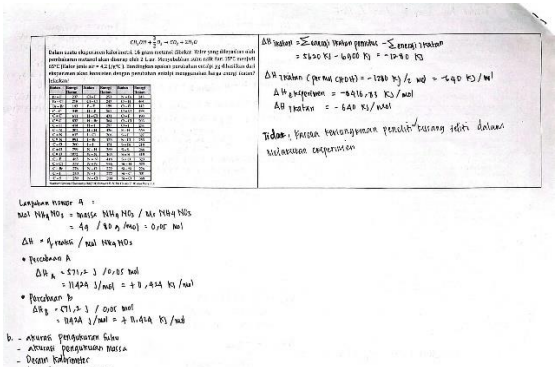
M larutan : massa NH_4NO_3 + massa air
- Percobaan A : M larutan A = 4 g + 30 g = 34 g
- Percobaan B : M larutan B = 4 g + 30 g = 34 g

q larutan = M larutan × C larutan × ΔT
- Percobaan A : q_{LA} = 34 g × 4,2 J/g°C × (−4°C) = −571,2 J
- Percobaan B : q_{LB} = 34 g × 4,2 J/g°C × (−4°C) = −571,2 J

ΔH reaksi = $\Delta H_A + \Delta H_B$
= (+200 kJ) + (+ 200 kJ)
= 200 kJ − 400 kJ − 70 kJ
= −120 kJ − 70 kJ
= −250 kJ

q reaksi = −q larutan
= −(−571,2 J) = 571,2 J
= 0,6 − (−571,2) = 571,2 J

Massa Molar (M_r)
NH_4NO_3 = Ar N + 4 Ar H + Ar N + 3 Ar O
Ar N + 3 Ar O
Ar NH_4NO_3 = 14 + 4(1) + 14 + 3(16) = 14+4+14+48
80 g/mol



5. Kemasan pereaksi alumunia (sel/elemen) menyerahkan sebuah yang menyebabkan sedat termokimia semua memerlukan ke sedatnya tinggi memerlukan sumber panas eksternal. Tabung ini berupa digunakan dalam berbagai situasi seperti operasi militer, bencana darurat, atau saat memasak di luar ruangan. Kemasan ini umumnya digunakan untuk produk seperti nasi, teh, cokelat, dan sup, yang seluruhnya dimasukkan di dalam satu tempat air dan kemudian ditempatkan di dalam tabung. Di bawah tabung. Di bawah terdapat katalis. Ketika proses, tersebut mengeluarkan katalis. Ketika CaO dan air untuk menghasilkan panas. Ketika adanya sudah pada larutan (Heater), air dan kalsium oksida bereaksi dan bereaksi menghasilkan panas. Anda juga kerja adalah sebagai berikut:
$CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Ca(OH)_{2(aq)}$
Analisis jumlah pemahaman energi yang ini! dalam reaksi sub-reaksi tersebut berdasarkan data di bawah ini:

Reaksi	ΔH
$CaO_{(s)} + 2H_{(aq)}^+ \rightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + H_2O_{(l)}$	−100
$CO_{2(g)} + H_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{(g)}$	+90
$Ca(OH)_{2(s)} \rightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$	?
$H_{(aq)}^+ + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$	−200

ΔH reaksi = $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4$
= (+100 kJ) + (+ 200 kJ) + (−100 kJ) + (−70)
= 200 kJ − 100 kJ − 70 kJ
= −120 kJ − 70 kJ
= −250 kJ

6. Rita sering menggunakan berbagai jenis bahan bakar dalam kehidupan sehari-hari. Besar digunakan untuk memasak memasak, mesin (diesel) untuk truk dan mesin besar, serta LPG (Liquefied Petroleum Gas) untuk memasak. Ada juga bahan bakar alternatif lain, salah satunya metanol. Metanol (CH_3OH) adalah senyawa organik sederhana yang juga digunakan sebagai pelarut, bahan bakar alternatif dan bahan baku kimia pembuatan senyawa kimia lainnya. Pembakaran 1 mol metanol menghasilkan karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) sesuai dengan reaksi berikut: Kapasitas kalor (kalorimeter (C))

$q_{air} = m_{air} \times C_{air} \times \Delta T$
= 200g × 4,2 J/g°C × 50°C
= 420.000 J = 420 kJ

q reaksi = $-q_{air}$ → $\Delta H = \frac{-q}{\text{mol}}$?
q reaksi = −420 kJ



$CH_3OH + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

Dalam suatu eksperimen laboratorium, 16 gram metanol (Mr = 32) yang dibakar oleh pembakaran metanol akan dalam 2 L air. Meyebabkan suhu naik dari 25°C menjadi 65°C (Kalor jenis air = 4,2 J/g°C). Hasilnya dalam eksperimen percobaan ini, yg dibakan dari eksperimen akan kemudian dengan pereaksi entalpi menggunakan hukum yang sesuai! Jawaban:

Reaksi	Energi	Reaksi	Energi	Reaksi	Energi
A + B → AB	+50 kJ/mol				
C + D → CD	−30 kJ/mol				
A + C → AC	+70 kJ/mol				
B + D → BD	−40 kJ/mol				
A + D → AD	+90 kJ/mol				
B + C → BC	−20 kJ/mol				
AB + CD → ABCD	+120 kJ/mol				
AC + BD → ACBD	−60 kJ/mol				
AD + BC → ADBC	+100 kJ/mol				
ABCD → A + B + C + D	+200 kJ/mol				
ACBD → AC + BD	−80 kJ/mol				
ADBC → AD + BC	+110 kJ/mol				

ΔH reaksi = $\sum$ (energi) reaksi pereaksi − $\sum$ energi) reaksi
= 5350 KJ − 6000 KJ = −12.80 KJ

ΔH reaksi (per mol CH_3OH) = −1280 KJ / 1 mol = −640 KJ/mol

$\Delta H_{\text{pembakaran}}$ = −640,85 KJ/mol
ΔH reaksi = −640 KJ/mol

Tidak : Karena terdapat kesalahan perolehan/hasil yang tidak dalam kalkulasi eksperimen

Langkah nomor 4 :
mol NH_4NO_3 = massa NH_4NO_3 / Mr NH_4NO_3
= 4 g / 80 g/mol = 0,05 mol

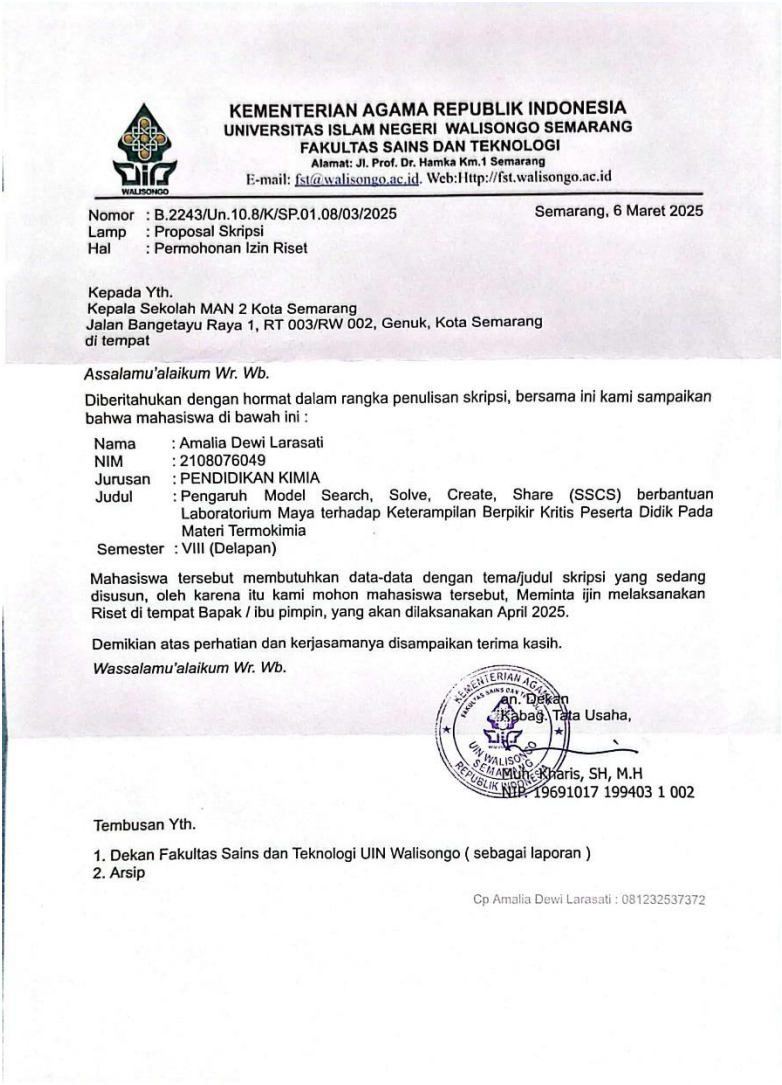
ΔH = q_{reaksi} / mol NH_4NO_3

- Percobaan A
ΔH_A = 571,2 J / 0,05 mol
= 11424 J/mol = +11,424 KJ/mol

- Percobaan B
ΔH_B = 571,2 J / 0,05 mol
= 11424 J/mol = +11,424 KJ/mol

b. - Akurasi pengukuran suhu
- Akurasi pengukuran massa
- Desain Kalorimeter
- Asumsi kalor jenis larutan
- Ketelitian perolehan
- Perlakuan Lingkungan

Lampiran 18. Surat Permohonan Izin Riset



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.2243/Un.10.8/K/SP.01.08/03/2025 Semarang, 6 Maret 2025
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Kepala Sekolah MAN 2 Kota Semarang
Jalan Bangetayu Raya 1, RT 003/RW 002, Genuk, Kota Semarang
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama	: Amalia Dewi Larasati
NIM	: 2108076049
Jurusan	: PENDIDIKAN KIMIA
Judul	: Pengaruh Model Search, Solve, Create, Share (SSCS) berbantuan Laboratorium Maya terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Termokimia
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 April 2025.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

an. Dekan
Kabag. Tata Usaha,

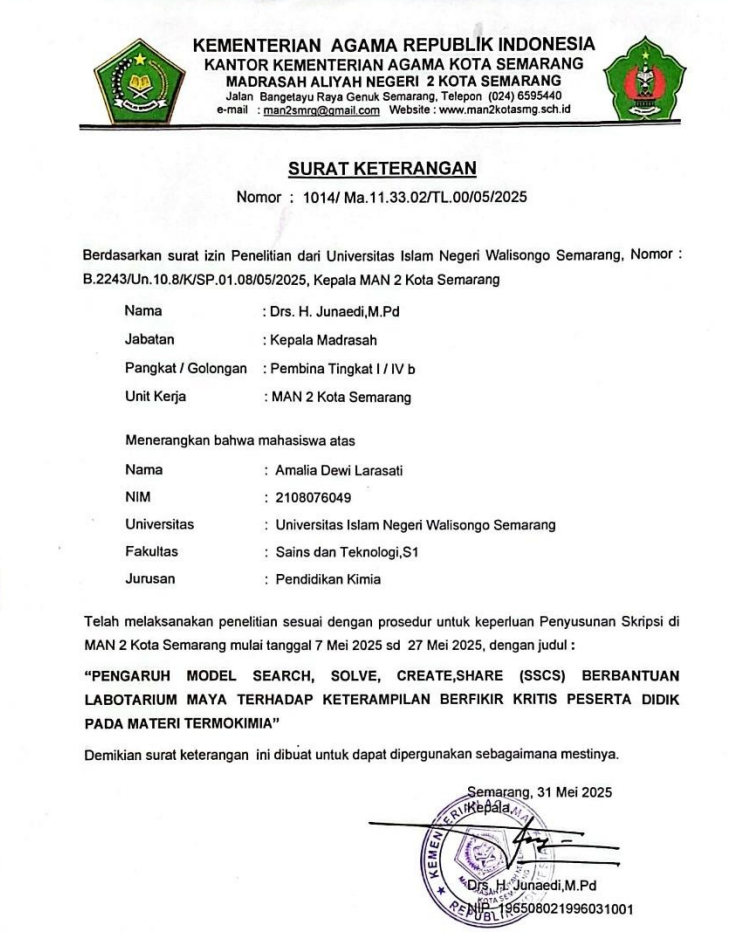
Muh. Kharis, SH, M.H
NIP. 19691017 199403 1 002

Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

Cp Amalia Dewi Larasati : 081232537372

Lampiran 19. Surat Keterangan 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

SURAT KETERANGAN

Nomor : 1014/ Ma.11.33.02/TL.00/05/2025

Berdasarkan surat izin Penelitian dari Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, Nomor : B.2243/Un.10.8/K/SP.01.08/05/2025, 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	: Amalia Dewi Larasati
NIM	: 2108076049
Universitas	: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
Fakultas	: Sains dan Teknologi,S1
Jurusan	: Pendidikan Kimia

Telah melaksanakan penelitian sesuai dengan prosedur untuk keperluan Penyusunan Skripsi di MAN 2 Kota Semarang mulai tanggal 7 Mei 2025 sd 27 Mei 2025, dengan judul :

"PENGARUH MODEL SEARCH, SOLVE, CREATE,SHARE (SSCS) BERBANTUAN LABOTARIUM MAYA TERHADAP KETERAMPILAN BERFIKIR KRITIS PESERTA DIDIK PADA MATERI TERMOKIMIA"

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 31 Mei 2025
Kepala

Drs. H. Junaedi,M.Pd
NIP. 196508021996031001

Lampiran 20. Surat Penunjukan Validator

KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185
E-mail: fst@walisongo.ac.id Web : Http://fst.walisongo.ac.id

Nomor : B.3347/Un.10.8/D/SP.01.06/04/2025
Lamp : -
Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.
1. Dr Suwahono, S.Pd., M.Pd.
Dosen Validator Ahli
(Dosen PENDIDIKAN KIMIA FST UIN Walisongo)
2. Lis Setiyo Ningrum, M.Pd.
Dosen Validator Ahli
(Dosen PENDIDIKAN KIMIA FST UIN Walisongo)
3. Sri Rahayu, S.Pd., M.Si.
(Guru Kimia SMA 13 Semarang)
di tempat.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bersama ini kami mohon dengan hormat, kiranya Bapak/Ibu/Saudara menjadi validator ahli instrumen untuk penelitian skripsi:

Nama	:	**Amalia Dewi Larasati**
NIM	:	2108076049
Program Studi	:	PENDIDIKAN KIMIA
Fakultas	:	Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Judul	:	Pengaruh Model Search, Solve, Create, Share (SSCS) berbantuan Laboratorium Maya Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Materi Termokimia

Demikian atas perhatian dan berkenannya menjadi validator ahli instrument kami ucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 22 April 2025
an. Dekan,
Ketua Prodi.,

Wirda Udaibah, S.Si, M.Si.
NIP. 19850104 200912 2 003

Lampiran 21. Hasil Validasi Ahli

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN TES KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

"TES ESSAY"

Mata Pelajaran	: Kimia
Jenjang Pendidikan	: MA/SMA
Kelas/Semester	: XI/Genap
Peneliti	: Amalia Dewi Larasati
Tanggal Validasi	: 26 Maret 2025
Validator	: Lis Setiyo Ningrum, M.Pd.

Petunjuk validasi instrumen keterampilan berpikir kritis:

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk berkenan memberikan validasi, saran/komentar dan kesimpulan terhadap instrumen tes keterampilan berpikir kritis beserta kisi-kisi terlampir
2. Sebagai pedoman untuk mengisi kolom validasi komentar/saran serta kesimpulan perlu dipertimbangkan hal-hal berikut:
   a. Kesesuaian isi
      1) Butir soal sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai
      2) Kesesuaian soal dengan indikator kemampuan berpikir kritis
      3) Kebenaran isi (fakta, konsep dan teori)
      4) Jika menggunakan gambar/grafik/table/diagram atau symbol maka jelas fungsinya
   b. Kebahasaan
      1) Kesesuaian bahasa yang digunakan pada soal dengan kaidah bahasa indonesia yang baik dan benar
      2) Rumusan kalimat tidak menggunakan kata-kata yang menimbulkan penafsiran ganda
3. Terimakasih atas bantuan Bapak/Ibu sebagai validator tes keterampilan berpikir kritis ini.

Nomor Soal	Komentar/Saran
1	Kata "sebutkan nama" diganti dengan "tentukan jenis" Penskoran didetailkan dari 1 sampai 5
2	Tambahkan gambar untuk memberi gambaran soal aktifitas fisik seperti apa Penskoran didetailkan dari 1 sampai 5
3	Soal belum menunjukkan perintah, diubah agar lebih sesuai Tambahkan gambar untuk memperjelas soal dan memberi gambaran *self-heating* Penskoran didetailkan dari 1 sampai 5
4	Penskoran didetailkan dari 1 sampai 5
5	Tambahkan *preview* di awal soal Penskoran didetailkan dari 1 sampai 5
6	Penskoran didetailkan dari 1 sampai 5

7	Penskoran didetailkan dari 1 sampai 5
8	Penskoran didetailkan dari 1 sampai 5
9	Penskoran didetailkan dari 1 sampai 5
10	Tambahkan gambar yang sesuai dengan soal sebagai pendukung soal Penskoran didetailkan dari 1 sampai 5

Kesimpulan:

Setelah memberikan validasi terhadap instrumen, Ibu/Bapak mohon untuk melingkari angka di bawah ini.

1. Tidak dapat digunakan/tidak layak
2. Dapat digunakan dengan banyak revisi
3. Cukup layak dan dapat digunakan dengan sedikit revisi
4. Layak dan dapat digunakan tanpa revisi

Semarang, 26 Maret 2025

Validator,



Lis Setiyo Ningrum, M.Pd.

NIP. 199308182019032029

Dipindai dengan CamScanner

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN TES KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

"TES ESSAY"

Mata Pelajaran	: Kimia
Jenjang Pendidikan	: MA/SMA
Kelas/Semester	: XI/Genap
Peneliti	: Amalia Dewi Larasati
Tanggal Validasi	: 12 Maret 2025
Validator	: Dr. Suwahono, S.Pd., M.Pd.

Petunjuk validasi instrumen keterampilan berpikir kritis:

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk berkenan memberikan validasi, saran/komentar dan kesimpulan terhadap instrumen tes keterampilan berpikir kritis beserta kisi-kisi terlampir
2. Sebagai pedoman untuk mengisi kolom validasi komentar/saran serta kesimpulan perlu dipertimbangkan hal-hal berikut:
   a. Kesesuaian isi
      1) Butir soal sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai
      2) Kesesuaian soal dengan indikator kemampuan berpikir kritis
      3) Kebenaran isi (fakta, konsep dan teori)
      4) Jika menggunakan gambar/grafik/table/diagram atau symbol maka jelas fungsinya
   b. Kebahasaan
      1) Kesesuaian bahasa yang digunakan pada soal dengan kaidah bahasa indonesia yang baik dan benar
      2) Rumusan kalimat tidak menggunakan kata-kata yang menimbulkan penafsiran ganda
3. Terimakasih atas bantuan Bapak/Ibu sebagai validator tes keterampilan berpikir kritis ini.

Nomor Soal	Komentar/Saran
1	Detailkan penskoran 1-5
2	Detailkan penskoran dari 1-5
3	Tambahkan gambar self-heating
4	Detailkan penskoran 1-5

Dipindai dengan CamScanner

5	Tambahkan gambar bahan bakar
6	Tambahkan Indikator soal
7	Perbaiki Indikator soal
8	Detailkan penskoran 1-5
9	Detailkan Penskoran 1-5
10	Tambahkan gambar Kantung penyeka dingin portabel Detailkan penskoran 1-5
11	

Kesimpulan:

Setelah memberikan validasi terhadap instrumen, Ibu/Bapak mohon untuk melingkari angka di bawah ini.

1. Tidak dapat digunakan/tidak layak
2. Dapat digunakan dengan banyak revisi
3. Cukup layak dan dapat digunakan dengan sedikit revisi
4. Layak dan dapat digunakan tanpa revisi

Semarang, 12 Maret 2025

Validator,

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

NIP. 197205201999031004

Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 22. Dokumentasi

Pre-Test	**Post-Test**
	
Perlakuan	
	
	

	**Uji Coba Soal** 