

**PENGARUH MODEL *PROBLEM BASED LEARNING* (PBL)
BERBASIS PENDIDIKAN BERKELANJUTAN 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: **NUR HALIMAH**

NIM: 2008076091

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Nur Halimah
NIM : 2008076091
Program Studi : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PENGARUH MODEL PROBLEM BASED LEARNING (PBL)
BERBASIS PENDIDIKAN BERKELANJUTAN TERHADAP
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK PADA
MATERI TERMOKIMIA**

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

Semarang, 7 Mei 2024

Pembuat pernyataan,

A 10,000 Rupiah Indonesian banknote is shown, partially obscured by a large, stylized signature in black ink. The banknote features the Garuda Pancasila emblem and the text 'SERIBU RUPIAH', '10000', 'REPUBLIK INDONESIA', and '16BFAKX527201366'.

Nur Halimah

NIM: 2008076091

PENGESAHAN



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

Jln. Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Semarang Telp. 7601295 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul Skripsi : Pengaruh Model *Problem Based Learning* (PBL) Berbasis Pendidikan Berkelanjutan terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Termokimia

Nama : Nur Halimah

NIM : 2008076091

Program Studi : Pendidikan Kimia

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan teknologi UIN Walisongo Semarang dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Kimia

Semarang, 20 Mei 2024

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang/Penguji

Dr. Sri Mulyanti, M. Pd
NIP. 198702102019032012

Sekretaris Sidang/Penguji

Teguh Wibowo, M. Pd
NIP. 198611102019031011

Penguji Utama 1

Lis Setiyo Ningrum, M. Pd
NIP. 199308182019032029



Penguji Utama II

Deni Ebit Nugroho, M. Pd
NIP. 198507202019031007

Pembimbing I

Dr. Sri Mulyanti, M. Pd
NIP. 198702102019032012

Pembimbing II

Teguh Wibowo, M. Pd
NIP. 198611102019031011

NOTA DINAS

NOTA DINAS

Semarang, 7 Mei 2024

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr. Wb

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

Judul : **Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Berbasis Pendidikan Berkelanjutan Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Termokimia**

Nama : Nur Halimah

NIM : 2008076091

Jurusan : Pendidikan Kimia

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

Wassalamu'alaikum wr. wb

Pembimbing I



Dr. Sri Mulyanti, M. Pd

NIP. 198702102019032012

NOTA DINAS

NOTA DINAS

Semarang, 7 Mei 2024

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb

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

Judul : Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Berbasis Pendidikan Berkelanjutan Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Termokimia

Nama : Nur Halimah

NIM : 2008076091

Jurusan : Pendidikan Kimia

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

Wassalamu'alaikum wr. wb

Pembimbing II



Teguh Wibowo, M.Pd

NIP. 198611102019031011

ABSTRAK

Karakteristik materi termokimia yang kompleks menyebabkan banyak peserta didik menganggap bahwa materi termokimia merupakan materi yang tidak mudah dipahami. Peserta didik membutuhkan keterampilan untuk berpikir kritis supaya mampu memahami konsep materi termokimia, disamping itu kesadaran akan keberlanjutan sebaiknya sudah dikenalkan sejak usia kanak-kanak hingga dewasa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis pendidikan berkelanjutan terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi termokimia. Jenis penelitian ini adalah kuantitatif dan menggunakan metode *quasi experiment* dengan rancangan penelitian *Nonequivalent Control Group Design*. Sampel yang digunakan adalah peserta didik kelas XI-7 dan XI-8 di SMAN 1 Semarang. Instrumen yang digunakan berupa lembar wawancara, angket, observasi, dan lembar soal keterampilan berpikir kritis. Lembar soal keterampilan berpikir kritis sebelumnya telah dianalisis berdasarkan validitas, reliabilitas, taraf kesukaran, dan daya beda. Hasil hipotesis menggunakan Uji *Mann-Whitney* menunjukkan nilai Asymp. Sig (2-tailed) sebesar 0,00 sehingga $< 0,05$ dan menyatakan bahwa H_a diterima yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan secara statistika mengenai keterampilan berpikir kritis peserta didik antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Hasil *effect size* yang didapatkan sebesar 1,2 yang menunjukkan bahwa model PBL berbasis pendidikan berkelanjutan memiliki pengaruh yang tinggi terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi termokimia.

Kata kunci: berpikir kritis; pendidikan berkelanjutan; problem based learning

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum, Wr. Wb

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat, kasih sayang, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun skripsi dengan baik dan lancar.

Shalawat serta salam senantiasa penulis haturkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan bagi umat manusia yang dinantikan syafa'atnya di yaumul qiyamah kelak. Proses penelitian dan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, kerjasama, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada semua pihak hingga terwujudnya penulisan skripsi ini.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada yang terhormat:

1. Prof. Dr. Nizar Ali, M. Ag selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Prof. Dr. H. Musahadi, M. Ag selaku Dekan FST UIN Walisongo Semarang.
3. Wirda Udaibah, M. Si selaku Ketua Jurusan dan Ketua Prodi Pendidikan Kimia UIN Walisongo Semarang.

4. Dr. Sri Mulyanti, M. Pd selaku Dosen Pembimbing I yang telah begitu sabar meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan serta arahan dalam proses penyusunan skripsi.
5. Teguh Wibowo, M. Pd selaku Dosen Pembimbing II dan Dosen Wali yang telah begitu sabar meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan serta arahan dalam proses penyusunan skripsi.
6. Tim validator yaitu Sri Rahmania, M. Pd dan Dyah Fitasari, M. Si, yang telah memberikan penilaian dan saran selama penyusunan instrumen penelitian.
7. Segenap Bapak/Ibu Dosen, Pegawai dan seluruh Civitas Akademik di Jurusan Pendidikan Kimia dan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang, yang telah banyak mengajar dan berbagi ilmu kepada penulis selama duduk di bangku perkuliahan. Semoga ilmu yang telah Bapak dan Ibu berikan mendapat berkah dari Allah SWT.
8. Retno Suherni, S. Pd., M. Si selaku guru pendamping selama penelitian yang telah memberikan saran serta dukungan selama proses penelitian.
9. Kedua orang tua, yakni Bapak Muhaimin (alm) dan Ibu Siti Khotijah, serta kedua kakak tercinta Anni Mufidah dan Anna Muhimah. Terima kasih atas ridho, perhatian, dukungan, baik material maupun non material dan kasih

sayang tak terhitung, serta do'a yang senantiasa terucap sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

10. Ketiga ponakan yakni, Azzadin Zulkarnain Almutaza, Aezar Zaid Almutaza, dan Maisa Dami Alfiana yang telah memberikan hiburan selama penyusunan skripsi.
11. Keluarga Pendidikan Kimia PK-D dan PLP SMA N 1 Semarang angkatan 2020 yang selalu memberikan canda dan tawa serta saling memotivasi selama penulis menempuh pendidikan.
12. Riska Rahmawati, Raudatul Jannah, Zakia Hafizhah, Siti Dzakiya, Wulan Herawati, Shinta Ramadhani, dan Nadia Aulawia yang telah menemani dan membantu selama penyusunan skripsi.
13. Assyifa Yumna Rachman selaku sahabat yang selalu kebersamai selama penelitian dan penyusunan skripsi.
14. Peserta didik kelas XI-7 dan XI-8 SMAN 1 Semarang yang bersedia menjadi sampel penelitian.
15. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT memberikan balasan berlipat ganda kepada semuanya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini belum mencapai kesempurnaan. Harapan penulis semoga skripsi ini

dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan,
pembaca, dan masyarakat. *Aamiin.*

Wassalamu'alaikum, Wr. Wb

Semarang, 7 Mei 2024

Peneliti,

Nur Halimah

NIM: 2008076091

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	i
PENGESAHAN.....	ii
NOTA DINAS	iii
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR PERSAMAAN	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	6
C. Batasan Masalah	7
D. Rumusan Masalah	7
E. Tujuan Penelitian.....	7
F. Manfaat Penelitian	8
BAB II LANDASAN PUSTAKA	10
A. Kajian Teori.....	10
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	30
C. Kerangka Berpikir	32
D. Hipotesis Penelitian.....	33
BAB III METODE PENELITIAN	34
A. Jenis Penelitian	34
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	35
C. Populasi dan Sampel Penelitian	35
D. Definisi Operasional Variabel.....	36
E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....	36
F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen	39

G. Teknik Analisis Data.....	43
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	47
A. Deskripsi Hasil Penelitian.....	47
B. Hasil Uji Hipotesis	54
C. Pembahasan.....	55
D. Keterbatasan Penelitian.....	76
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	77
A. Simpulan	77
B. Implikasi.....	77
C. Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN.....	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Sintaks Model Problem Based Learning (PBL)	12
Tabel 2. 2. Indikator keterampilan berpikir kritis	19
Tabel 3. 1. Desain Penelitian	34
Tabel 3. 2. Kriteria Validitas	40
Tabel 3. 3. Kriteria Reliabilitas	41
Tabel 3. 4. Kriteria Indeks Kesukaran Soal	42
Tabel 3. 5. Kriteria Indeks Daya Pembeda	43
Tabel 3. 6. Kriteria <i>Effect Size</i>	46
Tabel 4. 1. Ranah Kognitif Instrumen Soal	48
Tabel 4. 2. Indikator Keterampilan Berpikir Kritis Instrumen Soal	48
Tabel 4. 3. Validitas Instrumen Soal	49
Tabel 4. 4. Taraf Kesukaran Soal Instrumen	50
Tabel 4. 5. Daya Beda Instrumen Soal	51
Tabel 4. 6. Butir Soal yang dipakai dan dibuang	51
Tabel 4. 7. Uji Normalitas Populasi	52
Tabel 4. 8. Uji Normalitas <i>Pretest Posttest</i>	53
Tabel 4. 9. Kategori Indikator Berpikir Kritis	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Diagram Hukum Hess	26
Gambar 2. 2. Diagram Tingkat Energi	27
Gambar 2. 3. Kerangka Berpikir	32
Gambar 4. 1. Grafik Nilai Pretes dan Posttest	67
Gambar 4. 2. Persentase Keterampilan Berpikir Kritis	69
Gambar 4. 3. Contoh Jawaban Indikator Interpretasi	70
Gambar 4. 4. Contoh Jawaban Indikator Analisis	71
Gambar 4. 5. Contoh Jawaban Indikator Evaluasi	72
Gambar 4. 6. Contoh Jawaban Indikator Inferensi	73
Gambar 4. 7. Contoh Jawaban Indikator Eksplanasi	74
Gambar 4. 8. Contoh Jawaban Indikator <i>Self-Regulation</i>	75

DAFTAR PERSAMAAN

(2. 1)	23
(2. 2)	24
(2. 3)	24
(2. 4)	25
(2. 5)	25
(2. 6)	25
(2. 7)	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kisi-Kisi Instrumen	87
Lampiran 2. Hasil Validitas oleh Validator	117
Lampiran 3. Hasil Validitas Instrumen	123
Lampiran 4. Hasil Reliabilitas Instrumen	125
Lampiran 5. Hasil Taraf Kesukuran Instrumen	126
Lampiran 6. Hasil Daya Beda Instrumen	127
Lampiran 7. Modul Ajar (MA)	128
Lampiran 8. LKPD Pertemuan Kedua	145
Lampiran 9. LKPD Pertemuan Ketiga	151
Lampiran 10. LKPD Pertemuan Keempat	155
Lampiran 11. Penilaian Sikap dan Keterampilan	161
Lampiran 12. Uji Normalitas Populasi	165
Lampiran 13. Uji Homogenitas Populasi	166
Lampiran 14. Soal Pretest dan Posttest	167
Lampiran 15. Jawaban Pretest	173
Lampiran 16. Jawaban Posttest	175
Lampiran 17. Daftar Nilai Kelas Kontrol	177
Lampiran 18. Daftar Nilai Kelas Eksperimen	178
Lampiran 19. Uji Normalitas Pretest Posttest	179
Lampiran 20. Uji Homogenitas Posttest	180
Lampiran 21. Uji Hipotesis Mann-Whitney	181
Lampiran 22. Surat Penunjukan Pembimbing	182
Lampiran 23. Surat Keterangan Cabang Dinas Pendidikan	183
Lampiran 24. Surat Keterangan Penelitian	184
Lampiran 25. Dokumentasi	185
Lampiran 26. Daftar Riwayat Hidup	186

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Abad 21 ditandai oleh adanya perubahan pesat dalam ekonomi, budaya, dan teknologi, sehingga pada abad ini dihadapkan tantangan yang lebih beragam dibandingkan dengan masa yang lalu. Transformasi pendidikan akan menjadi kunci dalam menghadapi zaman yang semakin kompleks dan dinamis (Thana dan Hanipah, 2023). Salah satu bentuk transformasi pendidikan adalah munculnya pembelajaran abad 21.

Pembelajaran di abad 21 berbeda dengan pembelajaran di masa dalam beberapa hal, salah satunya adalah pada pembelajaran abad 21 mengharuskan peserta didik mempunyai keterampilan 4C yaitu *creativity*, *collaboration*, *critical thinking*, dan *communication*, (Wijaya, 2020). Keterampilan 4C menjadi syarat bagi peserta didik untuk bersaing dalam dunia yang semakin kompetitif (Kurniawan, 2020). Keterampilan 4C penting untuk diterapkan dalam proses pembelajaran karena mampu meningkatkan proses pembelajaran (Suharna dan Abdullah, 2020).

Pembelajaran yang mengedepankan keterampilan belajar dan inovasi 4C menekankan keterampilan peserta didik untuk memecahkan masalah dengan cara menggali informasi dan

berpikir secara kritis (Meilani, Dantes, & Tika, 2020). Berpikir kritis merupakan bagian reflektif dari proses berpikir yang aktif dan tekun, di mana seseorang menggunakan kehati-hatian dalam mempertimbangkan keyakinan, membangun pengetahuan, dan membuat kesimpulan (Selman, 2020). Keterampilan berpikir kritis sangat dibutuhkan untuk dijadikan sebagai modal dalam menghadapi tantangan abad 21 yang kompleks. Peserta didik akan dibiasakan memecahkan permasalahan, menemukan solusi yang tepat untuk menghadapi masalah yang dihadapi, serta menentukan keputusan. Berpikir kritis akan membantu peserta didik dalam membedakan pendapat dan fakta, mencari asumsi, dan menarik kesimpulan yang dapat dipertanggungjawabkan (Subiantoro dan Fatkurohman, 2009).

Berdasarkan penelitian Trilling dan Fadel (2009) mengenai keterampilan berpikir kritis, berkomunikasi, bersosialisasi, dan pemanfaatan teknologi pada lulusan sekolah menengah, diploma, serta perguruan tinggi masih kurang. Penelitian tentang kurangnya keterampilan berpikir kritis peserta didik sudah banyak diteliti, diantaranya penelitian oleh Susilowati, Sajidan, & Ramli (2017) yang menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik tergolong rendah. Hal ini terjadi di SMA Negeri 1 Semarang. Berdasarkan wawancara dengan salah satu guru

kimia SMA Negeri 1 Semarang, mengatakan bahwa kegiatan belajar kimia cenderung diajarkan tanpa melibatkan proses rekonstruksi pengetahuan yang dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hal ini membuktikan bahwa tingkat berpikir kritis peserta didik di SMA Negeri 1 Semarang berada dalam kategori rendah.

Keterampilan berpikir kritis dibutuhkan untuk mempelajari ilmu kimia karena ilmu kimia melibatkan konsep yang rumit sehingga membutuhkan pemahaman yang sangat mendalam (Silberberg, 2009). Ilmu kimia mengkaji mengenai struktur, komposisi, karakteristik dan perubahan energi yang dijelaskan secara makroskopik, sub mikroskopik, serta simbolik (Khaeruman, Nurhidayati, & Rahayu, 2014), begitu pula dengan salah satu materi kimia yaitu termokimia. Termokimia pada aspek makroskopik menunjukkan fenomena dalam kehidupan, aspek sub mikroskopik menjelaskan tentang fenomena yang dapat dipahami meliputi konsep sistem dan lingkungan, sementara aspek simboliknya melibatkan perhitungan dengan rumus.

Karakteristik materi termokimia yang kompleks menyebabkan banyak peserta didik meyakini bahwa materi termokimia tidak mudah dipahami (Prastika et al., 2018). Peserta didik membutuhkan keterampilan untuk berpikir kritis supaya mampu memahami konsep materi termokimia.

Keterampilan berpikir kritis juga menjadi salah satu hal yang mampu memberikan peningkatan di hasil belajar, oleh karena itu rendahnya keterampilan berpikir kritis dapat menyebabkan kurang optimalnya hasil belajar (Malahayati, Corebima, & Zubaidah, 2015). Hal tersebut dapat disebabkan oleh pasifnya peserta didik dalam proses pembelajaran (Susanti, 2017). Menurut salah satu guru kimia SMA Negeri 1 Semarang mengatakan bahwa rata-rata nilai materi termokimia pada kelas XI sebesar 65, menunjukkan bahwa nilai tersebut berada dibawah 75 yang merupakan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Temuan ini didukung oleh hasil angket yang menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik kelas XI mengalami kesusahan memahami konsep serta perhitungan dalam kimia. Salah satu yang menjadi penyebab adalah kegiatan pembelajaran yang digunakan di SMA Negeri 1 Semarang masih kurang melibatkan keaktifan peserta didik. Guru cenderung menjelaskan materi dan menulisnya pada papan tulis sementara peserta didik sekedar mendengarkan serta mencatat penjelasan guru.

Salah satu inovasi baru dalam pendidikan adalah adanya sikap *sustainability awarness* atau kesadaran peserta didik akan keberlanjutan. Kesadaran akan keberlanjutan sebaiknya sudah dikenalkan sejak usia kanak-kanak hingga dewasa. Adanya *sustainability awarness* diharapkan peserta didik akan

sadar bahwa hidup serta kebutuhan tidak hanya berlangsung sekarang akan tetapi juga berlangsung dimasa yang akan datang. Menurut hasil angket menyatakan bahwa *sustainability awarness* peserta didik kelas XI masih tergolong rendah yaitu 48%.

Berdasarkan permasalahan di atas, dibutuhkan suatu model pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis serta dapat membangun *sustainability awarness* peserta didik. Salah satu model pembelajaran yang disarankan oleh Permendikbud adalah *Problem Based Learning* (PBL). Model PBL mampu memberikan bantuan kepada peserta didik dalam merekonstruksi pengetahuan (Nuralita, Reffiane, & Mudzanatun, 2020). Model pembelajaran PBL juga mampu dijadikan wadah dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis. PBL akan menuntun peserta didik menemukan konsep materi dengan adanya masalah yang disajikan di awal pembelajaran dan mencari solusi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi (Utomo, Wahyuni, & Hariyadi, 2014).

Sustainability awarness peserta didik juga dapat dibangun melalui adanya integrasi *Education for Sustainable Development* (ESD) atau pendidikan berkelanjutan dalam materi yang diajarkan. Pendidikan berkelanjutan adalah bentuk pendidikan yang bertujuan untuk mengubah ekonomi, sosial,

dan lingkungan agar menciptakan masyarakat yang berkelanjutan (Wals, 2009). Harapannya ESD yang didorong oleh UNESCO akan terwujud dan tercapai pada tahun 2030 (UNESCO, 2014)

UNESCO (2014) menyebutkan bahwa ESD memiliki 3 pilar utama, yakni lingkungan, ekonomi, dan sosial, yang diharapkan dapat ditingkatkan melalui proses pembelajaran di sekolah. ESD berperan dalam pengembangan pendidikan dengan tujuan mempersiapkan peserta didik agar mampu menghadapi perubahan sosial yang dinamis dan memiliki kemampuan untuk merubah masyarakat menuju keberlanjutan yang lebih baik.

Berdasarkan uraian di atas, pada materi kimia khususnya termokimia sangat dibutuhkan model PBL berbasis pendidikan berkelanjutan agar peserta didik mampu memahami materi, mengingat materi, meningkatkan keterampilan berpikir kritis, serta membangun kesadaran akan keberlanjutan, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna.

B. Identifikasi Masalah

Menurut latar belakang tersebut, masalah yang diidentifikasi dalam penelitian ini yaitu:

1. Kurangnya partisipasi aktif peserta didik dalam kegiatan pembelajaran.

2. Kesulitan yang dihadapi peserta didik kelas XI pada materi termokimia.
3. Kurangnya keterampilan berpikir kritis peserta didik.
4. Kecilnya kesadaran peserta didik terhadap *sustainability awarness*.

C. Batasan Masalah

Batasan pada penelitian ini meliputi hal-hal berikut:

1. Proses pembelajaran dilakukan dengan menggunakan model PBL berbasis pendidikan berkelanjutan.
2. Penelitian ini difokuskan pada pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam mempelajari materi termokimia.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu: bagaimana pengaruh model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis pendidikan berkelanjutan terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi termokimia?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini, yaitu untuk mengetahui pengaruh model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis pendidikan berkelanjutan terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi termokimia.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang akan dilakukan, yaitu:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan wawasan serta keterampilan berfikir. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian yang akan dikembangkan selanjutnya.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi peserta didik

- 1) Membantu dalam memahami konsep-konsep yang diajarkan.
- 2) Membangun *sustainability awarness*.
- 3) Meningkatkan motivasi peserta didik terhadap pelajaran kimia.
- 4) Meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi termokimia.

b. Bagi pendidik

Penelitian ini diharapkan mampu dijadikan ide untuk memaksimalkan proses kegiatan belajar mengajar dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik khususnya pembelajaran kimia.

c. Bagi sekolah

Penelitian ini diharapkan mampu dijadikan sebagai kontribusi penting bagi sekolah dalam usaha meningkatkan dan mengembangkan pembelajaran kimia secara optimal.

d. Bagi peneliti

Penelitian ini diharapkan akan berguna bagi peneliti lain untuk dijadikan sebagai sumber referensi.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Model *Problem Based Learning*

a. Pengertian model *Problem Based Learning*

Model *Problem Based Learning* (PBL) adalah model pembelajaran yang memfokuskan pada peran aktif peserta didik dalam kegiatan pembelajaran karena diberikan permasalahan pada awal pembelajaran kemudian peserta didik memecahkan permasalahannya. PBL berpendekatan pada masalah autentik dan peserta didik dituntut mampu merangkai pengetahuannya sendiri sehingga mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritisnya (Arends, 2008). Pembelajaran PBL adalah pembelajaran yang mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan kegiatan tanya jawab, analisis, dan menyelesaikan masalah secara individu ataupun kelompok (Susanti dan Suwu, 2016). Sehingga dapat disimpulkan bahwa model PBL yaitu model pembelajaran yang mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik karena berbasis pada permasalahan yang menyebabkan munculnya keaktifan dalam proses pembelajaran dengan merekonstruksi pengetahuannya sendiri baik secara individu ataupun berkelompok.

PBL menekankan bahwa pembelajaran melibatkan penyelesaian masalah serta berpikir kritis pada situasi nyata. Peserta didik akan mendapatkan pengalaman melalui pemecahan masalah yang realistis, dan menekankan penggunaan komunikasi serta kerja sama untuk merumuskan ide serta mengembangkan keterampilan (Suarsani, 2019). Tujuan utama PBL bukan penyampaian materi kepada peserta didik, akan tetapi berorientasi pada keterampilan berpikir kritis, keterampilan dalam penyelesaian masalah, serta menuntun peserta didik agar aktif membangun pengetahuanya sendiri.

b. Karakteristik model *Problem Based Learning*

Amir (2016) mengungkapkan bahwa model *Problem Based Learning* mempunyai beberapa karakteristik, yaitu:

- 1) Pembelajaran diawali oleh adanya pemberian suatu permasalahan supaya peserta didik berminat dengan materi yang dipelajari.
- 2) Penggunaan masalah merupakan masalah yang relevan dengan kenyataan.
- 3) Penggunaan masalah menuntut kecerdasan majemuk agar melatih peserta didik meningkatkan konsep yang didapatkan.
- 4) Peserta didik akan merasa tertantang dalam memperoleh materi pembelajaran baru.

- 5) Peserta didik berperan aktif dalam pembelajaran.
- 6) Sumber belajar bervariasi yang bertujuan agar mempermudah peserta didik dalam mengembangkan konsep.
- 7) Proses pembelajaran komunikatif, kooperatif, dan kolaboratif.

Karakteristik PBL di atas mampu mengembangkan pemahaman konsep peserta didik, karena dengan PBL peserta didik akan berlatih dalam menemukan dan mengembangkan konsep dengan sumber belajar yang bervariasi yang dapat membantu menyelesaikan suatu permasalahan di kehidupan nyata.

c. Sintaks model *Problem Based Learning*

Sintaks PBL terdiri atas 5 fase utama yang diawali dengan orientasi masalah, dan diakhiri oleh analisis serta evaluasi proses penyelesaian masalah. Sintaks PBL menurut Arends (2014) disajikan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2. 1. Sintaks Model Problem Based Learning (PBL)

Fase	Perilaku Guru
Fase 1: Orientasi peserta didik pada masalah	Guru menjelaskan materi pembelajaran dengan memperkenalkan fenomena, melakukan demonstrasi, atau menceritakan situasi untuk menghadirkan masalah, serta memberikan motivasi peserta didik untuk berperan aktif dalam masalah yang dihadapi

Fase 2: Mengorganisasikan Peserta didik untuk belajar	Guru membimbing peserta didik dalam mengartikan dan mengatur tugas belajar yang terkait dengan masalah
Fase 3: Membantu investigasi mandiri dan kelompok	Guru memberikan dorongan kepada peserta didik dalam mengumpulkan berbagai informasi yang relevan, menguji temuan mereka supaya mendapatkan penjelasan dan solusi terhadap masalah yang ada
Fase 4: Mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya	Guru membimbing peserta didik untuk merencanakan serta menyiapkan temuan, dan membantu mereka dalam pembagian tugas.
Fase 5: Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Guru membimbing peserta didik dalam evaluasi atau penyelidikan serta proses yang telah dilakukan.

d. Kelebihan dan kekurangan model *Problem Based Learning*

Kelebihan PBL menurut Kurniasih dan Berlin (2015), yaitu:

- 1) Mengembangkan keterampilan pemecahkan masalah pada peserta didik.
- 2) Membangkitkan semangat belajar peserta didik.
- 3) Meningkatkan kreativitas peserta didik dalam mengungkapkan penyelidikan masalah yang dilakukan.
- 4) Mengembangkan keterampilan berpikir kritis serta kerja sama dalam bekerja kelompok.

Hamdayana (2016) menambahkan bahwa kelebihan PBL, sebagai berikut:

- 1) Kegiatan pembelajaran melibatkan peran aktif peserta didik yang membuat peserta didik dapat menyerap pengetahuan dengan baik.
- 2) Mendapatkan pengetahuan baru dari sumber-sumber yang beragam.

Kelebihan PBL juga disampaikan oleh (Susanto, 2014), yaitu:

- 1) Meningkatkan partisipasi peserta didik dalam pembelajaran karena mereka aktif dalam mengatasi masalah.
- 2) Pemecahan masalah juga dapat memperluas wawasan baru serta peserta didik bertanggung jawab terhadap pembelajaran yang telah dilakukan.
- 3) mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.
- 4) Memberikan peluang agar menerapkan pengetahuan yang dimiliki dalam kehidupan nyata.

Kesimpulan dari beberapa pendapat mengenai kelebihan PBL yaitu PBL dapat meningkatkan proses pembelajaran karena peserta didik disajikan suatu masalah yang harus dianalisis sehingga kegiatan pembelajaran menjadi lebih

menarik, mengembangkan keterampilan peserta didik, serta pembelajaran menjadi lebih aktif.

Kekurangan PBL menurut Kurniasih dan Berlin (2015), sebagai berikut:

- 1) Teknik pembelajaran yang sulit serta tuntutan bagi peserta didik agar berkonsentrasi tinggi sehingga model PBL membutuhkan pembiasaan.
- 2) Membutuhkan waktu persiapan proses yang lama karena permasalahan yang ada harus ditemukan solusinya hingga tuntas.
- 3) Kesulitan pada guru sebagai fasilitator yang mendorong peserta didik agar mengajukan pertanyaan yang tepat.

Menurut Hamdayana (2016), kekurangan PBL yaitu:

- 1) Membutuhkan waktu yang tidak sebentar.
- 2) Model PBL tidak dapat diterapkan disemua pelajaran.

Susanto (2014) menambahkan bahwa kekurangan PBL yaitu:

- 1) Model PBL akan berhasil secara optimal jika terdapat waktu yang cukup untuk persiapan.
- 2) Pemahaman peserta didik sangat dibutuhkan dalam memecahkan masalah yang sedang dipelajari.

Kekurangan PBL yang telah disebutkan dapat ditarik kesimpulan bahwa PBL membutuhkan guru kompeten karena persiapan untuk merancang pembelajaran memerlukan waktu

yang lama serta dibutuhkan kemampuan untuk mendorong peserta didik dalam mengajukan pertanyaan yang tepat.

2. *Education for Sustainable Development (ESD)* atau Pendidikan Berkelanjutan

Education for Sustainable Development (ESD) atau biasa dikenal dengan Pendidikan berkelanjutan merupakan paradigma komprehensif dalam segala aspek kehidupan yang pertama kali dicetuskan oleh PBB tahun 2005. Konsep pendidikan berkelanjutan yaitu didasarkan pada adanya pembangunan yang mampu memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengurangi kebutuhan pada masa yang akan datang (Rahadian, 2016). Pendidikan berkelanjutan juga didefinisikan sebagai pendidikan yang memberdayakan manusia dalam memahami serta menemukan solusi pada masalah yang mengancam kehidupan di bumi. Pendidikan berkelanjutan mengupayakan untuk memberikan pengetahuan serta pendidikan agar peserta didik mampu memanfaatkan alam dan melestarikannya (Aisy dan Gunansyah, 2020).

Salah satu cara untuk menanamkan nilai pendidikan berkelanjutan adalah harus mengenalkannya sejak usia dini, sehingga diharapkan peserta didik mampu mengidentifikasi masalah-masalah lingkungan sekaligus menemukan solusinya. Pendidikan berkelanjutan dapat dimasukkan ke dalam beberapa bidang ilmu, salah satunya yaitu IPA (Indrati,

Agustia, & Hariadi, 2016). Menurut Purnomo (2016), menyatakan bahwa peserta didik diharapkan mengalami perubahan sikap yang positif yang akan memberikan dampak baik bagi lingkungan melalui pembelajaran IPA berbasis pendidikan berkelanjutan. Pembelajaran kimia yang dipadukan dengan pendidikan berkelanjutan mampu membuat peserta didik menjadi lebih kreatif, aktif, serta berwawasan lingkungan.

Menurut (Clarisa et al., 2020) mengatakan bahwa pendidikan berkelanjutan dalam pembelajaran IPA dapat diimplementasikan melalui adanya integrasi pada proses pembelajaran baik ke dalam model pembelajaran, perangkat pembelajaran, maupun media pembelajaran. Adanya integrasi tersebut akan memberikan dampak positif dengan meningkatnya prestasi belajar dan keterampilan peserta didik, termasuk keterampilan berpikir kritis..

3. Keterampilan Berpikir Kritis

a. Pengertian keterampilan berpikir kritis

Berpikir kritis adalah keterampilan membuat penilaian-penilaian yang logis atau masuk akal (Beyer, 1995). Dasar pemikiran ini muncul karena pandangan bahwa segala sesuatu mempunyai kualitas dan harus dianalisis dengan pemikiran yang sungguh-sungguh. Menurut Eggen dan Kauchak (2012), berpikir kritis adalah keterampilan dalam melaksanakan

penilaian terhadap suatu kesimpulan berdasarkan bukti yang nyata. Berpikir kritis adalah fokus pada proses berpikir dalam menetapkan keyakinan atau tindakan (Zakiyah dan Lestari, 2019). Cakupan berpikir kritis meliputi kemampuan untuk menganalisis argumen, menyimpulkan dengan menggunakan pemikiran induktif atau deduktif, serta menghasilkan solusi untuk masalah (Emily, 2011).

Berdasarkan penjelasan di atas, keterampilan berpikir kritis adalah keterampilan, dimana seseorang harus memiliki keterampilan tersebut agar seseorang dapat mempertimbangkan masalah dari berbagai sudut pandang, bersikap terbuka terhadap hal baru, menilai secara objektif, meminta bukti yang mendukung fakta, dan menyimpulkan berdasarkan bukti-bukti yang ada.

b. Indikator keterampilan berpikir kritis

Pengukuran keterampilan berpikir kritis dapat melalui beberapa indikator seperti analisis, interpretasi, inferensi, eksplanasi, evaluasi, self-regulation (Agnafia, 2019). Indikator tersebut dapat diuraikan menjadi sub indikator yang disajikan pada Tabel 2. 2 (Facione, 2015).

Tabel 2. 2. Indikator keterampilan berpikir kritis

Indikator	Sub Indikator
Interpretasi	• Mengkategorikan • Mengkodekan • Mengklasifikasikan
Analisis	• Memeriksa ide • Mengidentifikasi argumen • Mengidentifikasi alasan
Inferensi	• Menyatakan bukti • Memprediksi alternatif • Mengambil keputusan/kesimpulan
Evaluasi	• Menilai kredibilitas • Menilai kualitas argumen yang dibuat menggunakan induktif atau deduktif
Eksplanasi	• Menyatakan hasil • Memaparkan argumen • Membenarkan prosedur
Self-Regulation	• Memonitor • Mengoreksi

Penjelasan setiap indikator yaitu:

- 1) Interpretasi yaitu kemampuan dalam memahami serta menjelaskan makna dari pengalaman, situasi, serta peristiwa. Kemampuan ini mencakup kemampuan mengartikan sebuah informasi dalam bentuk seperti narasi, gambar, grafik, atau tabel.
- 2) Analisis yaitu kemampuan memecah struktur menjadi komponen-komponenya guna memahami bagaimana struktur tersebut diatur. Hal ini terjadi ketika peserta didik meneliti ide gagasan, melakukan identifikasi terhadap argumen, dan menganalisis sebuah argumen.

- 3) Evaluasi merupakan kemampuan dalam menilai kebenaran suatu informasi yang dibutuhkan guna menyampaikan pemikiran, pandangan, persepsi, dan opini. Evaluasi mencakup kemampuan dalam mengevaluasi keterkaitan antara deskripsi, pernyataan, pertanyaan, atau bentuk lain yang digunakan untuk merefleksikan pemikiran.
- 4) Inferensi adalah kemampuan yang diperlihatkan saat peserta didik mengajukan pertanyaan mengenai sebuah pernyataan (klaim), mempertimbangkan alternatif jawaban lain, mengambil kesimpulan, menyelesaikan masalah dan membuat keputusan.
- 5) Eksplanasi adalah kemampuan untuk memberikan penjelasan, mengungkapkan hasil pemikiran, menyampaikan kebenaran sesuai dengan bukti bukti serta menyajikan argumen.
- 6) Pengelolaan diri (*self-regulation*) adalah kemampuan individu untuk mengatur pikiran mereka sendiri. Hal ini mengakibatkan individu secara konsisten meninjau hasil pemikiran mereka untuk diperbaiki, sehingga menghasilkan keputusan yang lebih optimal.

4. Termokimia

Termokimia adalah salah satu cabang dari ilmu kimia yang belajar mengenai kaitan antara kalor dan reaksi kimia atau

proses yang terlibat dalam reaksi kimia (Hidayatillah, Tunaza, & Afandi, 2022). Pengukuran kalor yang terjadi selama proses yang berkaitan dengan perubahan struktur zat, seperti perubahan wujud ataupun perubahan struktur kristal juga termasuk dalam lingkup kajian termokimia.

a. Sistem dan lingkungan

Sistem adalah segala sesuatu yang menjadi pusat perhatian dalam mempelajari perubahan energi dan mengalami perubahan selama proses berlangsung, dalam reaksi kimia disebut juga sebagai sejumlah zat yang bereaksi dan hasilnya. Lingkungan merupakan segala sesuatu yang berada di sekeliling sistem, dan membantu kerja sistem. Contohnya ketika terjadi reaksi antara HCl dengan NaOH maka akan menghasilkan zat garam atau NaCl serta air atau H₂O. Larutan NaOH, HCl, NaCl serta H₂O adalah sistem, sementara gelas kimia adalah lingkungan (Permana, 2009). Sistem terdiri dari 3 macam, yaitu:

- 1) Sistem terbuka, yaitu sistem di mana energi ataupun materi dapat bertukar antara sistem dan lingkungan.
- 2) Sistem tertutup, yaitu sistem di mana hanya terjadi pertukaran energi, tanpa pertukaran materi.
- 3) Sistem terisolasi, yaitu sistem dimana tidak terjadi pertukaran energi karena terdapat batas isolasi terhadap lingkungan.

b. Kalor

Kalor dapat diartikan sebagai energi yang dipindahkan karena perbedaan suhu. Kalor mengalir dari benda yang lebih panas (suhu lebih tinggi) ke benda yang lebih dingin (suhu lebih rendah).

c. Hukum kekekalan energi

Hukum kekekalan energi, yang dikenal sebagai Hukum Termodinamika I, menjelaskan bahwa energi tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan, namun mampu berubah bentuk dari satu bentuk energi ke bentuk energi lainnya (Chang, 2004). Jumlah energi dapat dihitung menggunakan suatu rumus, yaitu:

$$\Delta U = q + w$$

Keterangan:

ΔU = Perubahan Energi Internal

q = Kalor

w = Kerja

Ketentuan:

Sistem menyerap kalor, q bertanda (+)

Sistem melepas kalor, q bertanda (-)

Sistem melakukan kerja, w bertanda (-)

Sistem menerima kerja, w bertanda (+)

d. Reaksi eksoterm dan endoterm

Reaksi kimia yang terjadi sehingga menyebabkan menurunnya suhu pada sistem dan meningkatnya suhu pada lingkungan akibat beralihnya energi panas dari sistem menuju lingkungan disebut dengan reaksi eksoterm. ΔH untuk reaksi eksoterm adalah negatif (-). Reaksi kimia yang terjadi sehingga menyebabkan menurunnya suhu pada lingkungan dan meningkatnya suhu pada sistem akibat beralihnya energi panas dari lingkungan menuju sistem disebut dengan reaksi endoterm. ΔH untuk reaksi endoterm adalah positif (+) (Purba, 2004).

e. Perubahan entalpi (ΔH)

Perubahan entalpi standar bergantung pada suhu 25 °C dan tekanan 1 atm.

1) Entalpi pembentukan standar (ΔH°_f)

ΔH°_f merupakan perubahan entalpi yang menyertai reaksi pembentukan 1 mol senyawa dari unsur-unsur pembentuknya yang diukur pada keadaan standar.

Misalnya:

Entalpi pembentukan standar $\text{MgO}_{(s)}$ sebesar -610,8 kJ/mol

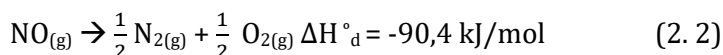


2) Entalpi penguraian/*decomposition* standar (ΔH°_d)

ΔH°_d merupakan ΔH dari hasil penguraian 1 mol senyawa menjadi unsur-unsur pembentuknya yang diukur pada keadaan standar.

Misalnya:

Entalpi penguraian gas NO sebesar -90,4 kJ/mol

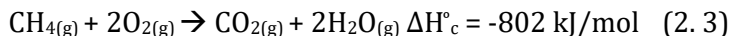


3) Entalpi Pembakaran/*Combustion* Standar (ΔH°_c)

ΔH°_c adalah ΔH yang menyertai reaksi pembakaran 1 mol zat dengan gas O_2 yang diukur pada keadaan standar.

Misalnya:

Entalpi pembakaran gas CH_4 sebesar -802 kJ/mol



f. Perhitungan entalpi reaksi

Entalpi reaksi dapat dihitung dengan berbagai metode, termasuk menggunakan kalorimeter, Hukum Hess, data entalpi pembentukan standar, serta energi ikatan (Purba, 2004).

1) Berdasarkan kalorimeter

Kalorimeter adalah alat yang berfungsi untuk mengukur jumlah panas yang diserap atau dibebaskan oleh sistem. Data reaksi sering kali diperoleh melalui penggunaan kalorimeter. Perhitungan ini dapat dilakukan menggunakan rumus berikut:

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

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

Kalor reaksi adalah hasil dari gabungan antara panas yang dilepas dan diserap oleh sistem dengan panas yang terukur oleh kalorimeter:

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

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

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

Keterangan:

Q = Kalor diserap atau dilepaskan (J)

m = Massa larutan (gram)

ΔT = Perubahan temperature (K)

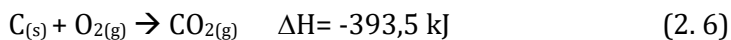
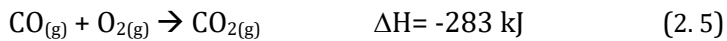
T_1 = Temperatur awal

T_2 = Temperatur akhir

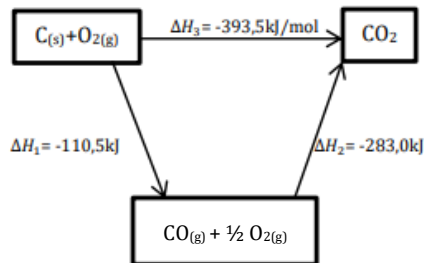
c = Kalor jenis larutan (J/gramK)

C = Kapasitas kalor (J/K)

2) Berdasarkan hukum Hess

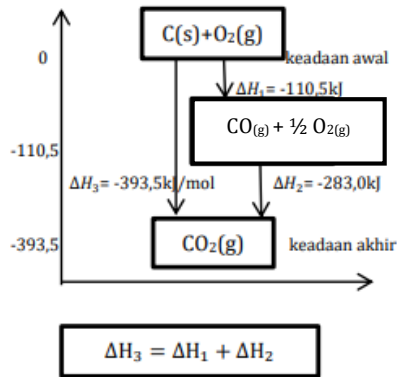


Henri Germain Hess, seorang ilmuwan, mengungkapkan bahwa perubahan entalpi reaksi tidak bergantung pada jalannya reaksi, namun pada keadaan awal dan akhir. Ini dapat diilustrasikan melalui contoh reaksi seperti Gambar 2.1 dibawah ini:



Gambar 2. 1. Diagram Hukum Hess

Berdasarkan diagram di atas, ketika suatu reaksi kimia terjadi melalui 2 tahap atau lebih, jumlah kalor reaksi akan sama dengan jumlah aljabar kalor di setiap tahap reaksi yang terjadi. Berdasarkan hal tersebut, Hukum Hess dianggap sebagai Hukum Penjumlahan. Proses ini dapat diilustrasikan dengan diagram tingkat energi, seperti pada Gambar 2.2:



Gambar 2. 2. Diagram Tingkat Energi

3) Berdasarkan data entalpi pembentukan standar

Suatu reaksi yang diketahui nilai entalpi pembentukan standarnya pada setiap senyawa, maka dapat dihitung dengan menggunakan rumus, yaitu:

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = \sum \Delta H^{\circ}_f \text{produk} - \sum \Delta H^{\circ}_f \text{reaktan}$$

Misalnya:

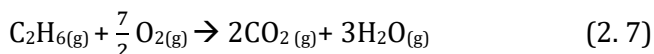
Hitunglah entalpi pembakaran gas etana, apabila diketahui:

$$\Delta H^{\circ}_f \text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) = -84,7 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^{\circ}_f \text{CO}_2(\text{g}) = -393,5 \text{ kJ/mol}$$

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

Jawab:



$$\begin{aligned}
\Delta H_{\text{reaksi}} &= \sum \Delta H^{\circ}_f \text{produk} - \sum \Delta H^{\circ}_f \text{reaktan} \\
&= (2. \Delta H^{\circ}_f \text{CO}_{2(g)} + 3. \Delta H^{\circ}_f \text{H}_2\text{O}_{(g)}) - \\
&\quad (\Delta H^{\circ}_f \text{C}_2\text{H}_{6(g)} + \frac{7}{2} \Delta H^{\circ}_f \text{O}_{2(g)}) \\
&= (2 (-393,5) + 3(-241,8)) - (-84,7) + 3 (0)) \\
&= (-787,0 + (-725,4)) - ((-84,7) + 0) \\
&= 1.427,7 \text{ kJ}
\end{aligned}$$

4) Berdasarkan energi ikatan

Dasar suatu reaksi kimia adalah terjadinya pembentukan dan pemutusan ikatan kimia dalam suatu zat. Pemutusan ikatan terjadi saat zat pereaksi bereaksi satu sama lain, sementara pembentukan ikatan menghasilkan suatu zat yang disebut produk.

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = \sum E_{\text{ikatan yang putus}} - \sum E_{\text{ikatan yang terbentuk}}$$

g. Kalorimeter

Kalorimeter dibedakan menjadi 2, yaitu (Permana, 2009):

1) Kalorimeter sederhana

Kalorimeter sederhana adalah alat yang berfungsi dalam pengukuran perubahan kalor pada tekanan tetap. Alat ini digunakan khususnya untuk pengukuran reaksi yang melibatkan zat fase larutan, seperti reaksi pelarutan atau netralisasi asam-basa.

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

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

Misalnya:

Kristal NaOH sebesar 6 gram dimasukkan ke dalam 100 g air di kalorimeter. Ketika bereaksi, suhu pada kalorimeter mengalami perubahan dari 24 °C menjadi 35 °C . Kalor jenis larutan (c) adalah 4,2 J/gram, tentukan perubahan entalpi reaksi tersebut! (Mr NaOH: 40)

Jawab:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{reaksi}} &= m \times c \times \Delta T \\
 &= (6 + 100) \times 4,2 \times (35 - 24) \\
 &= 106 \times 4,2 \times 11 \\
 &= 4.897,2 \text{ J} \\
 &= 4,9 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta H &= -Q_{\text{reaksi}} / \text{mol} \\
 &= -4,9 \text{ kJ} / 0,15 \text{ mol} \\
 &= - 32,7 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

2) Kalorimeter bom

Kalor reaksi yang dilepaskan selama pembakaran dapat diukur menggunakan Kalorimeter Bom. Dalam senyawa yang terdapat dalam bahan bakar atau bahan makanan, pembakaran tersebut dilakukan dengan kelebihan O₂. Alat ini juga berguna dalam penentuan jumlah kalor bahan cair atau padat pada suhu tinggi yang menghasilkan gas.

Perhitungan jumlah kalor yang diserap oleh air menggunakan rumus, yaitu:

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

$$Q_{\text{bom}} = C_{\text{bom}} \times \Delta T$$

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penulis menggunakan kajian penelitian yang relevan sebagai referensi guna memperoleh informasi dalam penyusunan skripsi. Kajian pustaka yang digunakan, yaitu:

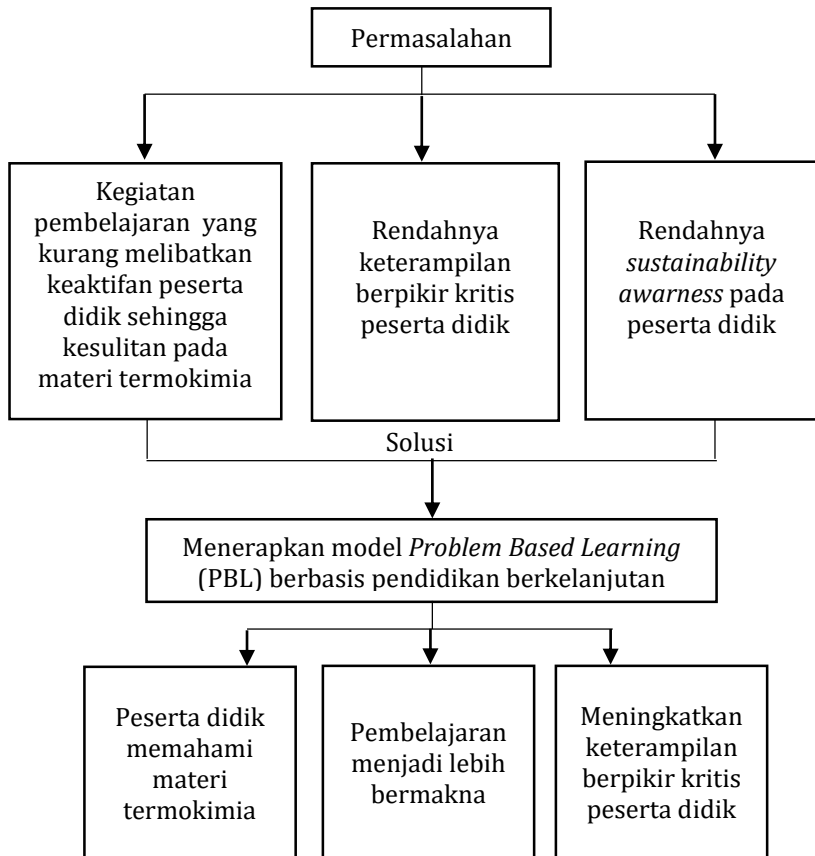
1. Penelitian oleh Maulina et al (2022) dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh PBL terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik di SMAN 1 Kauripan kelas X. Hasil penelitian menyatakan bahwa adanya pengaruh model PBL terhadap keterampilan berpikir kritis. Persamaannya dengan penelitian ini terletak pada penggunaan model pembelajaran dan keterampilan berpikir kritis. Perbedaannya adalah model PBL yang digunakan dalam penelitian ini diintegrasikan dengan pendidikan berkelanjutan.
2. Penelitian yang dilakukan Setyaningrum dan Gunansyah (2020) dengan tujuan untuk memberikan gambaran mengenai praktik pembelajaran ekoliterasi berorientasi pendidikan berkelanjutan di SD Negeri Kota Surabaya bagian barat. Hasil praktek menunjukkan penilaian yang cukup baik. Persamaannya yaitu penggunaan variabel berupa pendidikan berkelanjutan. Perbedaannya yaitu

penelitian yang akan dilakukan menggunakan variabel tambahan yaitu PBL dan berpikir kritis.

3. Penelitian oleh Masruroh dan Arif (2021) yang bertujuan supaya mengetahui keterlaksanaan model *Problem Based Learning* (PBL) serta efektivitasnya dengan pendekatan *Science Education for Sustainability* dalam mengembangkan keterampilan kolaborasi pada Kelas VIII SMP Negeri 4 Ponorogo. Hasil penelitian menyatakan bahwa keterampilan kolaborasi peserta didik mengalami peningkatan. Persamaanya yaitu variabel bebas yakni PBL pendekatan *Science Education for Sustainability*. Perbedaannya yaitu variabel terikat dimana penelitian rujukan mengukur keterampilan kolaborasi sedangkan penelitian ini mengukur keterampilan berpikir kritis.

C. Kerangka Berpikir

Secara skema, kerangka berpikir dapat ditunjukkan pada Gambar 2.1 dibawah ini:



Gambar 2. 3. Kerangka Berpikir

D. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang diajukan, maka hipotesisnya adalah:

H_0 = tidak adanya pengaruh model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis pendidikan berkelanjutan terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi termokimia.

H_a = adanya pengaruh model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis pendidikan berkelanjutan terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi termokimia.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian merupakan penelitian kuantitatif dan menggunakan metode *quasi experiment* dengan rancangan *Nonequivalent Control Group Design*. Pemilihan metode ini dikarenakan tidak adanya randomisasi pada subjek penelitian. Penelitian dilaksanakan dengan melakukan perbandingan terhadap 2 kelas yaitu kelas kontrol serta eksperimen. Penelitian diawali dengan pemberian *pretest* kepada kedua kelas dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan awal yang dimiliki peserta didik, kemudian diberikan perbedaan pada perlakuan. Kelas eksperimen diberikan model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis pendidikan berkelanjutan sementara kelas kontrol diberikan pembelajaran dengan menggunakan model *Direct Instruction*. Setelah itu, kedua kelas diberikan *posttest* dengan tujuan untuk mengetahui keterampilan berpikir kritis peserta didik. Desain penelitiannya dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3. 1. Desain Penelitian

Kelas	<i>Pre test</i>	<i>Treatment</i>	<i>Post test</i>
Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Kontrol	O ₃	-	O ₄

Keterangan:

O_1 : *pre test* kelas eksperimen

O_2 : *post test* kelas eksperimen

O_3 : *pre test* kelas kontrol

O_4 : *post test* kelas kontrol

X : perlakuan dengan penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis pendidikan berkelanjutan

(Sugiyono, 2013)

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian bertempat di SMA Negeri 1 Semarang yang beralamat di Jl. Taman Menteri Supeno No. 1, Mugassari, Kec. Semarang Selatan, Kota Semarang, Jawa Tengah pada semester Genap tahun ajaran 2023/2024.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

1. Populasi

Populasi adalah keseluruhan obyek maupun subyek dengan ciri tertentu yang digunakan untuk mengeneralisasikan hasil penelitian (Sugiyono, 2013). Populasi yang digunakan adalah kelas XI dengan peminatan kimia di SMA Negeri 1 Semarang yang terdiri atas 3 kelas, yakni kelas XI-6, XI-7, XI-8, yang berjumlah 36 peserta didik di setiap kelas.

2. Sampel

Sampel merupakan bagian populasi yang dijadikan sebagai obyek penelitian (Sugiyono, 2013). Teknik pengambilan sampel yang diterapkan adalah *cluster random sampling*, yang merupakan metode pengambilan sampel secara acak dari kelompok-kelompok kecil. Sampel yang dipilih terdiri dari kelas XI-7 sebagai kelompok kontrol dan XI-8 sebagai kelompok eksperimen.

D. Definisi Operasional Variabel

Variabel penelitian merujuk pada semua hal yang ditetapkan oleh peneliti untuk diselidiki serta dicari kesimpulannya (Widiasmoro, 2018). Terdapat 2 jenis variabel yang ada pada penelitian ini, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas yaitu variabel yang memberikan pengaruh terhadap variabel terikat (Sugiyono, 2013). Variabel bebas pada penelitian ini adalah model PBL berbasis pendidikan berkelanjutan. Variabel terikat yaitu variabel yang mendapat pengaruh dari variabel bebas (Sugiyono, 2013). Keterampilan berpikir kritis merupakan variabel terikatnya.

E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

1. Teknik Pengumpulan Data

a. Tes

Tes merupakan instrumen yang berisi pertanyaan yang ditetapkan untuk mengukur keterampilan maupun

pengetahuan seseorang. Tes yang dilakukan bertujuan untuk memperoleh data kuantitatif yaitu keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi termokimia melalui *pretest* serta *posttest*. Bentuk tesnya adalah tes *essay* yang berjumlah 10 butir pertanyaan yang disesuaikan berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis.

b. Non tes

1) Angket

Angket adalah metode pengumpulan data yang melibatkan pernyataan maupun pertanyaan yang tertulis kepada responden (Sugiyono, 2013). Pengumpulan angket dilakukan pada tahap pra riset yang bertujuan untuk memahami permasalahan yang muncul dalam pembelajaran kimia. Peserta didik memilih jawaban pada setiap butir pertanyaan disertai dengan pemberian alasan kenapa memilih jawaban tersebut.

2) Wawancara

Wawancara yaitu percakapan antara narasumber dengan pewawancara yang bertujuan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan. Jenis wawancara yang digunakan adalah wawancara tidak terstruktur. Wawancara dilakukan dengan salah satu guru kimia SMA Negeri 1 Semarang ketika pra riset sebagai temuan untuk dijadikan latar belakang permasalahan.

3) Observasi

Observasi merupakan aktivitas mengeksplorasi terhadap suatu kegiatan yang dilakukan. Tujuan yaitu supaya mengetahui kegiatan guru selama kegiatan belajar.

4) Dokumentasi

Dokumentasi dapat berupa surat, catatan, laporan, dan foto yang dijadikan sebagai data pendukung.

2. Instrumen Pengumpulan Data

a. Lembar soal

Soal yang akan digunakan berbentuk uraian (*essay*) berjumlah 10 butir pertanyaan. Soal disusun berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis yang akan dicapai. Soal yang digunakan akan diujikan dengan tujuan agar mengetahui validitas dan reliabilitas butir soal. Lembar soal diberikan saat *pretest* dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan awal yang dimiliki peserta didik dan *posttest* dengan tujuan untuk mengetahui keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah mendapatkan perlakuan.

b. Lembar wawancara

Lembar wawancara akan dilakukan kepada seorang guru kimia untuk mengevaluasi pelaksanaan proses pembelajaran yang ada di tempat diadakannya penelitian khususnya pada materi kimia.

c. Lembar angket

Lembar angket ditujukan kepada peserta didik kelas XI yang bertujuan untuk memahami keterlaksanaan proses pembelajaran yang ada di tempat diadakannya penelitian khususnya pada materi kimia. Peserta didik memilih jawaban pada setiap butir pertanyaan disertai dengan pemberian alasan kenapa memilih jawaban tersebut.

F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen

1. Validitas

Tujuan dari validitas yaitu melihat kelayakan suatu instrumen. Instrumen dikatakan layak digunakan apabila mampu mengukur apa yang akan diukur (Nunnally, 1978).

a. Validitas isi

Validitas isi (*content validity*) adalah ketepatan instrumen dilihat dari isi instrumen. Instrumen mempunyai validitas isi yang bagus apabila isi instrumen sesuai dengan materi, kurikulum serta tujuan pembelajaran yang diharapkan. Validitas isi dapat dilakukan dengan menggunakan pendapat yang ahli di bidang tersebut.

b. Validitas konstruk

Validitas konstruk (*construct validity*) yang merupakan validitas berdasarkan ujicoba terhadap responden. perhitungan validitas suatu instrumen dilakukan dengan bantuan SPSS. Suatu butir instrumen layak digunakan apabila

nilai $r_{hitung} > r\text{-Product Moment}$ pada tabel dengan $\alpha = 5\%$ (Sudrajat, 2020).

$$r_{xy} = \frac{N \sum xy - (\sum x) \sum y}{\sqrt{\{N \sum x^2 - (\sum x)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Keterangan:

r_{xy} = koefisien korelasi antara variabel X dan Y

N = banyaknya peserta tes

$\sum X$ = jumlah nilai tiap item

$\sum Y$ = jumlah nilai total item

$\sum XY$ = hasil kali antara nilai item dengan nilai total

$\sum X^2$ = jumlah kuadrat nilai item

$\sum Y^2$ = jumlah kuadrat nilai item

Tabel 3. 2. Kriteria Validitas

Nilai	Kriteria
$0,80 \leq r_{xy}$	Sangat tinggi
$0,60 \leq r_{xy} < 0,80$	Tinggi
$0,40 \leq r_{xy} < 0,60$	Cukup
$0,20 \leq r_{xy} < 0,40$	Rendah
$0,00 \leq r_{xy} < 0,20$	Sangat rendah

(Hinton et al., 2004)

2. Reliabilitas

Tujuan dari analisis reliabilitas yaitu untuk mengetahui apakah instrumen yang digunakan dapat mengukur secara konsisten. Reliabilitas menunjukkan kekonsistenan atau kestabilan instrumen dalam mengukur apa yang akan diukur (Sudrajat, 2020). Reliabilitas ditentukan oleh nilai *Cronbach's*

Alpha dengan bantuan SPSS. Harga r_{tabel} dihitung dengan taraf signifikan 5%. Butir soal dinyatakan reliabel apabila $r_{11} > r_{\text{tabel}}$.

$$r_{11} = \left| \frac{n}{n-1} \right| \left| 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right|$$

Keterangan:

r_{11} = Reliabilitas instrumen

n = jumlah butir item

1 = Bilangan konstan

$\sum s^2$ = Jumlah varians nilai setiap item

S_t^2 = Varians total

Kriteria reliabilitas ditunjukkan pada Tabel 3. 3:

Tabel 3. 3. Kriteria Reliabilitas

Nilai	Kriteria
$0,00 \leq r_i < 0,50$	Rendah
$0,50 \leq r_i < 0,70$	Sedang
$0,70 \leq r_i < 0,90$	Tinggi
$0,90 \leq r_i < 1,00$	Sangat tinggi

(Hinton et al., 2004)

3. Taraf kesukaran soal

Perhitungan taraf kesukaran adalah guna menilai apakah soal-soal yang diberikan masuk dalam kategori mudah, sedang, atau sulit. Indeks kesukaran dinotasikan dengan simbol P , yang merupakan singkatan dari proporsi (Solichin, 2017). Rumusnya, yaitu:

$$P = \frac{B}{JS}$$

Keterangan:

P = indeks kesukaran

B = banyaknya peserta didik yang menjawab soal dengan benar

JS = jumlah seluruh peserta didik

Semakin kecil indeks, maka semakin sulit soal tersebut.

Semakin besar indeks, maka semakin mudah soal tersebut.

Kriteria indeks kesukaran ditunjukkan pada Tabel 3. 4:

Tabel 3. 4. Kriteria Indeks Kesukaran Soal

Nilai	Kategori soal
$P < 0.3$	Sukar
$0,3 \leq P \leq 0,7$	Sedang
$P > 0,7$	Mudah

(Surapranata, 2009)

4. Daya beda soal

Perhitungan daya beda bertujuan untuk menilai kemampuan suatu soal dalam membedakan antara peserta didik yang memiliki kemampuan tinggi dan rendah (Kaunang, 2010). Rumusnya, yaitu (Fatimah et al., 2019):

$$D = PA - PB$$

$$= \frac{BA}{JA} - \frac{BB}{JB}$$

Keterangan:

D = indeks diskriminasi

BA = banyaknya peserta didik kelompok atas yang menjawab soal dengan benar

JA = jumlah peserta didik kelompok atas

BB = banyaknya peserta didik kelompok bawah yang menjawab soal dengan benar

JB = jumlah peserta didik kelompok bawah

Kriteria indeks daya pembeda ditunjukkan pada Tabel 3. 5:

Tabel 3. 5. Kriteria Indeks Daya Pembeda

Nilai	Kriteria
Negatif	Tidak ada daya pembeda
$0,00 \leq D < 0,20$	Kurang baik
$0,20 \leq D < 0,40$	Cukup
$0,40 \leq D < 0,70$	Baik
$0,70 \leq D \leq 1,00$	Baik sekali

(Boopathiraj dan Chellamani, 2013)

G. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan penulis dalam penelitian ini, yaitu:

1. Uji prasyarat

a) Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan agar mengetahui apakah data sampel yang diambil terdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas menggunakan Uji Shapiro Wilk berbantuan SPSS. Nilai Sig. < 0,05 disimpulkan bahwa data tidak berdistribusi normal, sementara nilai Sig. > 0,05 disimpulkan bahwa data terdistribusi normal (Nuryadi et al., 2017).

b) Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk menilai apakah data yang digunakan homogen atau tidak. Artinya, kedua kelas yang

diberikan perlakuan mempunyai kemampuan yang sama (Nuryadi et al., 2017). Uji homogenitas dilakukan melalui uji *Levene* berbantuan SPSS. Nilai signifikansi $> 0,05$ maka data mempunyai varian yang homogen. Nilai signifikansi $< 0,05$ maka data mempunyai varian yang tidak homogen (Nuryadi et al., 2017).

2. Uji Hipotesis

Perhitungan uji hipotesis melalui uji t untuk dua sampel yang tidak berhubungan (*independent sampel t-test*) pada program SPSS. Aturan uji t yaitu ketika nilai *sig* $< 0,05$ maka H_a diterima dan H_0 ditolak yang artinya ada pengaruh perlakuan terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Keterangan:

$\bar{x}_1$: nilai rata-rata kelas eksperimen

$\bar{x}_2$: nilai rata-rata kelas kontrol

n_1 : jumlah sampel kelas eksperimen

n_2 : jumlah sampel kelas kontrol

S_1^2 : varians kelas eksperimen

S_2^2 : varians kelas kontrol

Adapun syarat pengujian untuk uji t ini adalah:

Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima

3. *Effect size*

Effect size adalah perbedaan nilai efek yang dihasilkan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. *Effect size* digunakan dengan tujuan untuk mencari tahu seberapa besar pengaruh yang telah dihasilkan setelah diberikan suatu perlakuan.

$$d = \frac{\bar{x}_t - \bar{x}_c}{S_{pooled}}$$

Mencari S_{pooled} dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_t - 1)S_t^2 + (n_c - 1)S_c^2}{n_t + n_c - 2}}$$

Keterangan:

d : nilai *effect size*

$\bar{x}_t$: nilai rata-rata kelas eksperimen

$\bar{x}_c$: nilai rata-rata kelas kontrol

S_{pooled} : standar deviasi gabungan

n_t : jumlah sampel kelas eksperimen

n_c : jumlah sampel kelas kontrol

S_t : standar deviasi kelas eksperimen

S_c : standar deviasi kelas kontrol

Kriteria *Effect size* ditunjukkan pada Tabel 3. 6:

Tabel 3. 6. Kriteria *Effect Size*

Nilai	Kriteria
$0,0 \leq d \leq 0,4$	Rendah
$0,4 < d \leq 0,7$	Sedang
$0,7 < d \leq 2,0$	Tinggi

(Cohen, 1988)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

Berdasarkan pengambilan data yang dilaksanakan di SMA Negeri 1 Semarang tahun ajaran 2023/2024, didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan adalah tahap yang terjadi sebelum dilakukannya penelitian. Peneliti menyusun instrumen berupa soal uraian dan diuji validitas isinya dengan 2 validator, yaitu dosen Jurusan Kimia UIN Walisongo yang kemudian diujicobakan kepada mahasiswa semester 2 pendidikan kimia UIN Walisongo Semarang untuk mengetahui validitas konstruksinya. Instrumen ini bertujuan untuk mengetahui keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Tahap penyusunan instrumen terdiri dari langkah-langkah, yaitu:

- a. Merumuskan tujuan dilakukannya penyusunan instrumen
- b. Memberikan batasan item untuk diuji. Materi yang akan diuji yaitu materi termokimia kelas XI semester genap tahun ajaran 2023/2024 Kurikulum Merdeka.
- c. Menentukan jumlah butir soal yang akan digunakan. Peneliti membuat instrumen sebanyak 18 butir soal *essay*

yang mewakili 6 aspek indikator keterampilan berpikir kritis.

- d. Merangkai kisi-kisi instrumen soal, yang terdapat pada Lampiran 1.
- e. Merumuskan ranah kognitif disetiap butir soal yang ditunjukkan pada Tabel 4.1

Tabel 4. 1. Ranah Kognitif Instrumen Soal

No.	Kognitif	Nomor Soal	Jumlah
1.	C4	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11	9
2.	C5	3, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17	8
3.	C6	18	1
Jumlah total			18

- f. Menentukan indikator keterampilan berpikir kritis disetiap soal yang ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2. Indikator Keterampilan Berpikir Kritis Instrumen Soal

No.	Indikator	Nomor Soal	Jumlah
1.	Interpretasi	7,8,9	3
2.	Analisis	10, 13, 17	3
3.	Evaluasi	1, 12, 14	3
4.	Inferensi	2, 3, 15	3
5.	Eksplanasi	5, 6, 16	3
6.	Self regulation	4, 11, 18	3
Jumlah total			18

- g. Melakukan validitas instrumen. Instrumen soal diuji validitasnya oleh 2 dosen UIN Walisongo Semarang. Berdasarkan pendapat validator I menyatakan bahwa instrumen tersebut layak digunakan. Hasil validator II

menyatakan bahwa instrumen layak digunakan dengan revisi, yaitu beberapa penulisan soal yang masih *typo* atau salah ketik. Hasil validitas oleh 2 dosen terdapat pada Lampiran 2.

- h. Melakukan ujicoba instrumen kepada mahasiswa semester 2 UIN Walisongo Semarang yang sudah pernah mendapatkan materi termokimia.
- i. Hasil ujicoba dianalisis validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, serta daya beda dengan bantuan SPSS versi 26.0.

1) Validitas konstruk

Validitas konstruk setiap butir soal dihitung dengan bantuan SPSS versi 26.0. Ujicoba instrumen dilakukan oleh responden sebanyak 21 mahasiswa. Setiap butir soal dikatakan valid jika $r_{hitung} > r_{tabel}$. Berdasarkan analisis, didapatkan bahwa 15 dari 18 butir soal dinyatakan valid. Data validitas soal tersedia pada Lampiran 3 serta Tabel 4. 3.

Tabel 4. 3. Validitas Instrumen Soal

No.	Kategori	Nomor Soal	Jumlah
1.	Valid	1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	15
2.	Tidak valid	3, 7, 18	3
Jumlah			18

2) Reliabilitas

Reliabilitas berfungsi untuk menilai keajegan instrumen tes penelitian. Reliabilitas instrumen dengan taraf signifikansi 5% dan $N = 15$. Hasil perhitungan didapatkan nilai $r_{11} = 0,893$ sehingga berada di kriteria tinggi. Analisis reliabilitas tersedia di Lampiran 4.

3) Taraf kesukaran soal

Taraf kesukaran berfungsi untuk mengetahui tingkat kesukaran butir soal yang akan diberikan. Taraf kesukaran soal ditunjukkan di Lampiran 5 serta Tabel 4. 4.

Tabel 4. 4. Taraf Kesukaran Soal Instrumen

No.	Kategori	Nomor Soal	Jumlah
1	Sukar	18	1
2	Sedang	3, 13, 14	3
3	Mudah	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17	14
Jumlah			18

Berdasarkan tabel di atas, terdapat 1 butir soal yang berada dikategori sukar, 3 butir soal berada dikategori sedang serta 14 butir soal berada dikategori mudah.

4) Daya beda soal

Daya beda digunakan dengan tujuan untuk menilai perbedaan antara kemampuan peserta didik. Data perhitungan tersedia di Lampiran 6, sedangkan hasil analisis ditunjukkan pada Tabel 4. 5.

Tabel 4. 5. Daya Beda Instrumen Soal

No.	Kategori	Nomor Soal	Jumlah
1	Sangat Jelek	18	1
2	Jelek	-	0
3	Cukup	2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12	9
4	Baik	1, 8, 10, 13, 14, 15, 16, 17	8
5	Sangat Baik	-	0
Jumlah			18

Berdasarkan analisis 18 butir soal, 10 butir soal terpilih untuk digunakan dalam penelitian, yang disajikan pada Tabel 4. 6:

Tabel 4. 6. Butir Soal yang dipakai dan dibuang

No.	Indikator	Nomor Soal	Nomor Soal dipakai	Nomor Soal dibuang
1.	Interpretasi	7, 8, 9	8, 9	7
2.	Analisis	10, 13, 17	10, 13, 17	-
3.	Evaluasi	1, 12, 14	1, 12,	14
4.	Inferensi	2, 3, 15	15	2, 3
5.	Eksplanasi	5, 6, 16	16	5, 6
6.	Self regulation	4, 11, 18	11	4, 18
Jumlah total			10	8

- j. Menyusun Modul Ajar. Modul ajar disusun untuk memudahkan dalam kegiatan pembelajaran. Proses pembelajaran pada kelas eksperimen menggunakan panduan berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dengan sintaks PBL berbasis pendidikan berkelanjutan, sementara kelas kontrol dengan model *Direct Instruction*. Modul ajar dapat dilihat di Lampiran 8.

2. Tahap Pelaksanaan

Penelitian dilakukan di SMA Negeri 1 Semarang dari tanggal 19 Februari 2024 sampai dengan 8 Maret 2024. Tahap pelaksanaan yaitu sebagai berikut:

a. Analisis Data Populasi

Peneliti menguji normalitas serta homogenitas pada populasi untuk mengetahui potensi dikedua kelas melalui nilai ulangan akhir Semester Gasal. Populasi sebanyak 3 kelas yang terdiri dari 36 peserta didik di setiap kelas.

1) Uji normalitas

Uji normalitas berbantuan SPSS versi 26.0. Hasil uji normalitas diperoleh data yang tersedia di Lampiran 13 dan Tabel 4. 7.

Tabel 4. 7. Uji Normalitas Populasi

No.	Kelas	Nilai Signifikansi	Kesimpulan
1	XI-6	0,127	Normal
2	XI-7	0,128	Normal
3	XI-8	0,142	Normal

Berdasarkan Tabel 4. 7 menunjukkan bahwa masing-masing kelas memiliki nilai signifikansi > 0,05, yang berarti populasi terdistribusi normal.

2) Uji homogenitas

Perhitungan uji homogenitas melalui uji *Levene* dengan bantuan SPSS versi 26.0. Hasil perhitungan menunjukkan nilai

signifikansi sebesar 0,110 yang berarti data homogen. Hasil analisis tersebut tersedia di Lampiran 14.

Berdasarkan analisis uji prasyarat pada populasi, menunjukkan bahwa semua kelas berdistribusi normal dan homogen, sehingga peneliti mengambil sampel dengan teknik *cluster random sampling* dan menjadikan kelas XI-8 sebagai kelompok eksperimen sedangkan kelas XI-7 sebagai kelompok kontrol.

b. Analisis Data *Pretest* dan *Posttest*

Data kuantitatif yang didapatkan selanjutnya dianalisis untuk menguji hipotesis.

1) Uji normalitas

Nilai *pre-test* dan *post-test* peserta didik pada kedua kelas digunakan dalam uji normalitas. Uji normalitas yang digunakan adalah uji *Shapiro Wilk* dan diperoleh data yang tersedia di Lampiran 20 dan Tabel 4. 8.

Tabel 4. 8. Uji Normalitas *Pretest Posttest*

No.	Kelas	Nilai Signifikansi	Kesimpulan
1	<i>Pretest</i> Kontrol	0,000	Tidak Normal
2	<i>Posttest</i> Kontrol	0,434	Normal
3	<i>Pretest</i> Eksperimen	0,556	Normal
2	<i>Posttest</i> Eksperimen	0,010	Tidak Normal

Berdasarkan tabel 4. 8 menunjukkan bahwa ada 2 data yang memiliki nilai signifikansi $> 0,05$ yaitu data *posttest* pada kelompok kontrol dan *pretest* kelompok eksperimen sehingga

dinyatakan bahwa data tersebut berdistribusi normal sedangkan 2 data yang lain memiliki nilai signifikansi $< 0,05$ yang artinya data tidak berdistribusi normal.

2) Uji homogenitas

Uji homogenitas data akhir menggunakan nilai *posttest* di kedua kelas. Perhitungan uji ini melalui uji *Levene* dengan bantuan SPSS versi 26.0. Hasil perhitungan menunjukkan nilai signifikansi 0,898 yang berarti $> 0,05$ sehingga data homogen.

B. Hasil Uji Hipotesis

1. Uji *Mann-Whitney*

Hasil uji prasyarat menunjukkan bahwa data *posttest* tidak berdistribusi normal tetapi homogen, sehingga uji hipotesis dilaksanakan dengan perhitungan nonparamterik, yaitu uji *Mann-Whitney* dengan bantuan SPSS versi 26.0. Hasil perhitungan didapatkan nilai Asymp. Sig (2-tailed) sebesar 0,00 sehingga $< 0,05$ dan menyatakan bahwa H_a diterima yang artinya terdapat perbedaan yang signifikan secara statistika tentang keterampilan berpikir kritis peserta didik di kedua kelas.

2. *Effect Size*

Effect size bertujuan untuk menilai seberapa besar pengaruh yang telah dihasilkan setelah diberikan suatu perlakuan. Hasil *effect size* sebesar 1,2 yang menunjukkan

bahwa model PBL berbasis pendidikan berkelanjutan memiliki pengaruh yang tinggi. Perhitungan *effect size* yaitu:

Diketahui:

$$\bar{x}_t : 82,31$$

$$\bar{x}_c : 71,56$$

$$Spooled : 8,81$$

$$d = \frac{\bar{x}_t - \bar{x}_c}{Spooled}$$

$$d = \frac{82,31 - 71,56}{8,81}$$

$$d = 1,2$$

C. Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis pendidikan berkelanjutan terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi termokimia. Model pembelajaran yang diterapkan oleh guru memiliki dampak signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik (Ayunda et al., 2023). Salah satu alternatif dalam model pembelajaran adalah model PBL. Karakteristik dari model PBL yaitu adanya penyajian masalah pada awal kegiatan pembelajaran, sehingga peserta didik dapat menyelidiki, mengidentifikasi, serta menganalisis masalah yang bertujuan untuk memecahkan permasalahan yang ada.

Berdasarkan observasi dan hasil penelitian yang dilakukan, model PBL berbasis pendidikan berkelanjutan cocok diterapkan di SMA Negeri 1 Semarang. Pembelajaran termokimia yang dikaitkan dengan isu lingkungan akan memberikan pengetahuan, keterampilan, dan sikap peduli terhadap lingkungan yang menyebabkan peserta didik mempunyai rasa simpati serta dapat berpartisipasi secara aktif dalam permasalahan lingkungan. Pendekatan *sustainability issues* diharapkan mampu mengubah pandangan sempit terhadap lingkungan, menumbuhkan sikap peduli terhadap lingkungan, dan kesadaran dalam menunjang pembangunan yang berkelanjutan (Agusti, Wijaya, & Tarigan, 2019).

Penelitian dimulai dengan menyusun instrumen pembelajaran berupa Modul Ajar (MA), lembar instrumen soal, lembar observasi, dan LKPD tentang materi termokimia. Instrumen yang akan digunakan sebelumnya telah disetujui oleh dosen pembimbing. Peneliti menyusun 18 soal *essay* yang kemudian divalidasi oleh 2 dosen UIN Walisongo Semarang. Hasil validasi instrumen soal kemudian dianalisis dengan menggunakan rumus Aiken's V dan nilai V yang didapatkan sebesar 0,82 dan menunjukkan bahwa soal memiliki kevalidan sangat tinggi. Instrumen soal kemudian diujicobakan kepada 21 mahasiswa UIN Walisongo Semarang yang pernah mendapatkan materi termokimia. Hasil pengujian dianalisis

validitas, reliabilitas, daya beda, dan taraf kesukaran menggunakan bantuan SPSS versi 26.0. Berdasarkan perhitungan, diperoleh hasil sebanyak 15 butir soal yang valid dan 10 butir soal akan digunakan sebagai *pretest* serta *posttest*.

Tahap selanjutnya yaitu tahap pelaksanaan penelitian. Peneliti melakukan analisis data populasi sehingga menggunakan kelas XI-8 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI-7 sebagai kelas kontrol. Secara garis besar, penelitian terbagi menjadi 3 tahap yaitu *pretest*, pemberian perlakuan, serta *posttest*. Penelitian dilakukan dalam 5 kali pertemuan atau 9 Jam Pelajaran (JP). Pertemuan pertama, peserta didik dikedua kelas mengerjakan *pretest* untuk memeriksa kemampuan awal yang dimiliki oleh peserta didik. *Pretest* dilakukan selama 2 JP atau 90 menit.

Pertemuan kedua, dilaksanakan selama 3 JP. pada kelas kontrol peneliti memberikan materi kepada peserta didik melalui *direct instruction* dan tanpa menggunakan bantuan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), sementara kelas eksperimen peneliti memberikan perlakuan yaitu pembelajaran dengan model PBL berbasis pendidikan berkelanjutan pada materi termokimia. Subbab yang diajarkan pada pertemuan ini adalah mengenai pengetahuan awal pada materi termokimia seperti sistem, lingkungan, eksoterm, serta endoterm. Model PBL berbasis pendidikan berkelanjutan ini

memiliki 5 sintaks, meliputi orientasi masalah, organisasi peserta didik dalam belajar, investigasi mandiri atau kelompok, penyajian hasil karya, serta evaluasi proses pemecahan masalah.

Sintaks pertama yaitu orientasi pada masalah. Pada tahap ini, peneliti menyajikan permasalahan melalui link *youtube* yaitu adanya kebakaran hutan yang terjadi di Kalimantan. Melalui *youtube* ini, peserta didik mengamati, memahami, dan mengkaji permasalahan yang terjadi. Penggunaan masalah berupa kebakaran hutan ini membuktikan bahwa pembelajaran dikaitkan dengan lingkungan, yang menyebabkan pembelajaran menjadi lebih bermakna (Zuchdi et al., 2014).

Sintaks organisasi peserta didik dalam belajar, dimana terjadi kegiatan diskusi serta tanya jawab. Peneliti mengajukan pertanyaan yang berkaitan dengan masalah yang disajikan. Salah satu pertanyaan yang diajukan adalah ketika terjadi kebakaran hutan, apa saja dampak yang dirasakan oleh masyarakat disekitar kebakaran?. Salah satu peserta didik menjawab, hawa menjadi lebih panas, udara menjadi kotor, dan aktivitas masyarakat akan terganggu. Setelah berdiskusi, peneliti menjelaskan bahwa kebakaran hutan termasuk ke dalam contoh termokimia. Adanya pertanyaan yang diberikan menjadikan peserta didik menjadi terpancing sehingga peserta

didik berusaha membangun pengetahuannya yang dikaitkan dengan materi yang diajarkan. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Prijanto dan De Kock (2021) yang mengatakan bahwa adanya tanya jawab pada proses pembelajaran menjadikan peserta didik termotivasi dalam mengkonstruksi pengetahuannya.

Peneliti kemudian membagi peserta didik menjadi 9 kelompok untuk mengerjakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Pembelajaran yang berbantuan LKPD mendukung teori belajar David Ausubel. Menurut David Ausubel belajar mandiri akan menjadikan peserta didik mengembangkan pemahamannya sendiri, dan pendidik tidak memberikan materi secara langsung (Rohmah, 2021). Hal tersebut terlihat ketika pembelajaran menggunakan LKPD, peserta didik tidak mendapatkan materi yang sudah jadi tetapi peserta didik akan menemukan informasinya sendiri dan mengaitkannya dengan materi yang dipelajari.

Sintaks ketiga yaitu investigasi secara berkelompok. Peneliti memberikan pengarahan kepada peserta didik untuk melakukan penyelidikan yaitu melalui percobaan sederhana. Percobaan yang dilakukan yaitu menuangkan air ke dalam detergen bubuk. Peserta didik melakukan pengamatan dan menuliskan yang terjadi pada LKPD. Melalui percobaan tersebut, peserta didik membuktikan bahwa ketika air

dituangkan ke dalam detergen bubuk kemudian mengaduknya maka tangan akan terasa hangat. Adanya eksperimen yang dilakukan menyebabkan peserta didik merasakan secara langsung sehingga menyebabkan peserta didik tertarik serta percaya dengan hal yang dipelajari. Eksperimen ini juga menyebabkan peserta didik memperoleh pengetahuan yang akan bertahan lebih lama (Emda, 2017).

Sintaks penyajian hasil karya, dimana peserta didik menyampaikan hasil LKPD tersebut melalui kegiatan presentasi. Presentasi dilaksanakan oleh perwakilan salah satu kelompok dan kelompok lain yang tidak melakukan presentasi diperbolehkan untuk memberikan pertanyaan, kritikan, saran, serta melengkapi jawaban yang dirasa kurang. Sintaks terakhir yaitu menganalisis serta mengevaluasi proses pemecahan masalah.

Pertemuan ketiga terdapat 2 JP. Peneliti memberikan materi langsung kepada peserta didik melalui *direct instruction* dan tanpa menggunakan bantuan LKPD. Kelas eksperimen diberi perlakuan yaitu pembelajaran dengan model PBL berbasis pendidikan berkelanjutan pada materi termokimia. Subbab yang diajarkan pada pertemuan ini adalah kalorimeter.

Sintaks pertama, orientasi pada masalah. Peneliti memberikan orientasi masalah kepada peserta didik berupa ilustrasi adanya sampah di aliran sungai. Adanya ilustrasi

tersebut, peserta didik mengamati dan mengidentifikasi masalah yang disajikan.

Sintaks kedua, yang dilakukan peneliti adalah diskusi dan tanya jawab mengenai ilustrasi sampah di aliran sungai. Salah satu pertanyaan yang diajukan oleh peneliti adalah solusi apa yang dapat ditawarkan untuk menanggulangi sampah di sungai?. Peserta didik memberikan jawaban yang beragam terhadap pertanyaan tersebut. Salah satu jawabannya adalah dengan mengolah sampah plastik sebelum dibuang. Kegiatan tanya jawab menyebabkan peserta didik berlatih dalam mengembangkan keterampilan berpikirnya. Hal tersebut sejalan dengan penelitian oleh Susanti dan Suwu (2016) bahwa salah satu kegiatan pembelajaran yang mampu mengembangkan kemampuan berpikir yaitu melalui bertanya dan menjawab pertanyaan.

Sintaks ketiga, investigasi masalah secara berkelompok. Kegiatan yang dilakukan peserta didik adalah merancang kalorimeter sederhana dengan menggunakan barang yang tidak digunakan lagi. Pertama-tama, peserta didik mencari sampah berupa *cup* styrofoam pada pop mie di lingkungan sekolah dan merancanginya menjadi kalorimeter sederhana. Waktu yang diberikan peneliti untuk kegiatan tersebut adalah 20 menit. Peneliti menjadikan kegiatan tersebut sebagai perlombaan untuk mengantisipasi terjadinya penambahan

waktu. Kelompok yang selesai paling cepat akan mendapatkan *reward*, kelompok yang selesai melebihi waktu yang telah ditetapkan akan memperoleh pengurangan nilai pada LKPD yang telah peserta didik kerjakan sebanyak 5 poin. Semua kelompok menyelesaikan kegiatan tersebut tepat waktu dan dilanjutkan dengan percobaan untuk mengukur perubahan entalpi pada campuran antara air dengan NaCl. Peserta didik menuliskan hasilnya pada LKPD yang diberikan. Sintaks selanjutnya yaitu mempresentasikan hasil karya serta menganalisis maupun mengevaluasi proses pemecahan masalah.

Pemberian *reward* dan hukuman akan menciptakan suasana belajar yang menyenangkan. Kegiatan ini perlu dilakukan untuk menumbuhkan rasa semangat belajar peserta didik (Mulyawati, 2022). Berdasarkan penelitian oleh Sarah et al (2022) menyebutkan bahwa pemberian *reward* atau hukuman menyebabkan peserta didik merasa antusias, walaupun *reward* yang diberikan dalam bentuk verbal (tepuk tangan).

Pertemuan keempat terdiri dari 3 JP. Peneliti memberikan materi langsung kepada peserta didik melalui *direct instruction* dan tanpa menggunakan bantuan LKPD. Kelompok eksperimen diberikan perlakuan yaitu pembelajaran dengan model PBL berbasis pendidikan berkelanjutan pada materi

termokimia. Subbab yang diajarkan pada pertemuan ini adalah penentuan perubahan entalpi reaksi.

Sintaks pertama, orientasi pada masalah. Peneliti memberikan orientasi masalah kepada peserta didik melalui link berita yang berisi mengenai tragedi 40 juta liter minyak yang tumpah dan mencemari laut. Adanya berita tersebut, peserta didik mengamati dan mengidentifikasi masalah yang disajikan. Berita mengenai tumpahnya minyak sebanyak 40 juta liter menyebabkan peserta didik menjadi tertarik karena berita tersebut merupakan sesuatu yang masih baru bagi peserta didik. Peserta didik merasa termotivasi apa yang akan dipelajari pada pertemuan tersebut. Berdasarkan penelitian oleh Artinta dan Fauziah (2021) mengatakan bahwa adanya hal baru yang diajarkan pada proses pembelajaran menimbulkan antusiasme yang tinggi yang menyebabkan peserta didik menjadi termotivasi untuk mengikuti kegiatan pembelajaran yang dilakukan.

Sintaks kedua, yang dilakukan peneliti adalah diskusi dan tanya jawab mengenai berita yang telah disajikan. Salah satu pertanyaan yang diberikan peneliti kepada peserta didik adalah bagaimana cara untuk mengatasi tumpahan minyak apabila dikaitkan dengan termokimia?. Sebagian besar jawaban peserta didik adalah dengan membersihkannya akan tetapi tidak tahu bagaimana caranya. Peneliti menjelaskan

bahwa cara membersihkan tumpahan minyak itu bisa dengan adanya pemahaman mengenai perhitungan entalpi sehingga perhitungan entalpi itu harus dipelajari.

Sintaks ketiga, penyelidikan secara berkelompok. Kegiatan yang dilakukan peserta didik adalah mencari sumber belajar mengenai penentuan perubahan entalpi reaksi. Peserta didik mengerjakan LKPD yang telah diberikan.

Sintaks keempat, menampilkan hasil karya melalui presentasi. Sintaks kelima yaitu menganalisis serta mengevaluasi proses pemecahan masalah. Akhir pembelajaran, peneliti memberikan penguatan dengan menjelaskan bahwa tumpahan minyak dapat diatasi dengan cara memanfaatkan perhitungan entalpi pada reaksi kimia apakah melepaskan atau menyerap energi sehingga dapat merancang proses pembersihan yang efektif dan efisien untuk mengatasi jutaan tumpahan minyak.

Adanya pemantapan setelah kegiatan pembelajaran sejalan dengan teori pembelajaran oleh Burner. Menurut pendapatnya ketika kegiatan belajar telah selesai, pendidik dapat memberikan bantuan pada pemecahan masalah yang belum terpecahkan selama proses pembelajaran (Rohmah, 2021). Pendidik juga dapat memberikan tambahan materi ataupun menyimpulkan hal yang telah dipelajari.

Ketiga pertemuan pembelajaran berlangsung dengan menggunakan model PBL berbasis pendidikan berkelanjutan dengan bantuan LKPD. Adanya orientasi masalah mengenai lingkungan akan meningkatkan kesadaran pentingnya lingkungan sehingga peserta didik menjadi lebih peduli terhadap lingkungan. Proses belajar mengajar ini sejalan dengan teori belajar yang dijelaskan oleh Jean Piaget. Jean Piaget menyatakan bahwa peserta didik akan aktif merekonstruksi pemahamannya sendiri melalui adanya interaksi terhadap lingkungan (Rohmah, 2021). Peserta didik akan merekonstruksi pemahamannya melalui identifikasi masalah kemudian menghubungkannya dengan teori yang ada dan mencapai pemahaman baru. Peserta didik mampu mempelajari kimia dengan mempertimbangkan masalah-masalah yang relevan dengan kehidupan sehari-hari, baik itu dalam konteks berita lokal maupun global. Kegiatan penyelesaian masalah akan mengasah peserta didik untuk berpikir secara mandiri sehingga memudahkan mereka dalam memahami dan mengingat materi yang diajarkan (Khozin, Rahmawati, & Wibowo 2020).

Pelaksanaan model PBL berbasis pendidikan berkelanjutan yang dilakukan, terdapat pertemuan dimana peserta didik merasa termotivasi dalam melakukan pembelajaran, yaitu pertemuan ke-3. Pertemuan tersebut

merupakan pertemuan dimana peserta didik secara langsung mengurangi sampah *sterofoam* dengan memanfaatkannya sebagai alat pembelajaran. Pelaksanaannya pun sangat kompetitif karena adanya *reward* serta hukuman dalam menyelesaikan tugas yang diberikan sehingga pembelajaran menjadi sangat aktif. Pertemuan ke-4 menjadi pertemuan yang kurang aktif dikarenakan pembelajaran yang melibatkan perhitungan. Peserta didik merasa kesulitan dalam mengerjakan perhitungan entalpi sehingga memunculkan rasa malas. Berdasarkan penelitian oleh Charli, Amin, & Agustina (2018), menjelaskan bahwa kesulitan peserta didik dalam menyelesaikan soal perhitungan menyebabkan timbulnya rasa malas dalam kegiatan pembelajaran.

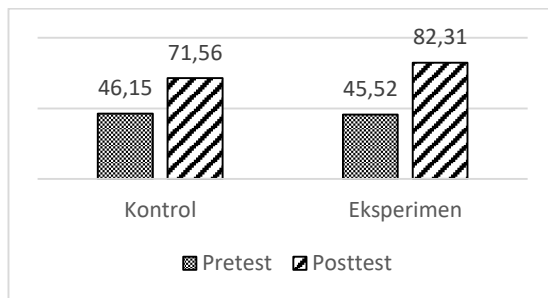
Pertemuan terakhir yaitu *posttest*. *Posttest* dilakukan di kedua kelas selama 2 JP. Tujuan diadakannya *posttest* adalah untuk mengetahui kemampuan akhir peserta didik. Hasil *pretest* maupun *posttest* kemudian dianalisis dengan bantuan SPSS versi 26.0.

Analisis data *pretest* dan *posttest* secara garis besar terbagi menjadi dua yaitu uji prasyarat dan uji hipotesis. Uji prasyarat dilaksanakan melalui uji normalitas serta homogenitas. Berdasarkan uji prasyarat diperoleh bahwa data tidak terdistribusi normal, tetapi homogen. Oleh sebab itu, uji hipotesis yang digunakan adalah statistik non paramterik

dengan uji *Man-Whitney* sebagai alternatif dari uji *independent sample t-test*.

Berdasarkan hasil uji hipotesis diperoleh nilai Asymp. Sig (2-tailed) sebesar 0,00 yang berarti tidak lebih besar dari 0,05 sehingga H_a diterima dan H_0 ditolak. Artinya, terdapat pengaruh model PBL berbasis pendidikan berkelanjutan terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi termokimia.

Pengaruh ini dapat ditunjukkan oleh perbedaan hasil perhitungan nilai rata-rata *pretest* serta *posttest* pada kedua kelas. Berikut Gambar 4. 1 yang menunjukkan nilai *pretest* dan *posttest* pada kelas kontrol dan eksperimen.



Gambar 4. 1. Grafik Nilai Pretes dan Posttest

Berdasarkan gambar di atas, menampilkan bahwa perbandingan nilai rata-rata *pretest* serta *posttest* pada kelompok kontrol sebesar 46,15 dan 71,56, sementara kelas eksperimen adalah 45,52 dan 82,31. Adanya perbedaan nilai

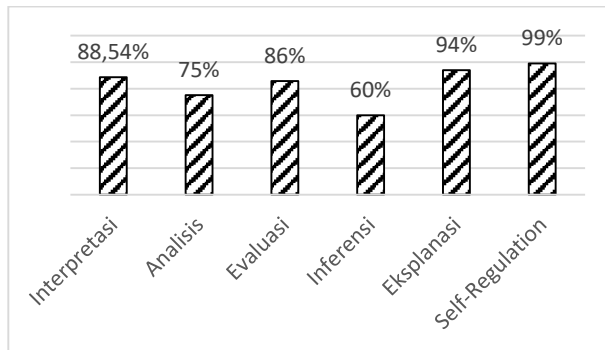
posttest yang terjadi di kedua kelas membuktikan bahwa keterampilan berpikir kritis lebih tinggi di kelas eksperimen daripada kelas kontrol.

Hasil deskripsi dari data tersebut didukung oleh pengujian analisis dengan rumus *effect size*. *Effect size* digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh yang telah dihasilkan setelah diberikan suatu perlakuan. Hasil analisis menunjukkan bahwa pengaruh yang dihasilkan setelah diberikan perlakuan sebesar 1,2 yang berarti dalam kategori tinggi.

Variabel yang diukur pada penelitian ini adalah keterampilan berpikir kritis. Keterampilan ini sangat penting karena selain tuntutan era globalisasi, berpikir kritis juga diperlukan untuk membekali peserta didik dalam generasi abad 21 yang dituntut untuk mampu menghadapi berbagai tantangan di masa depan (Rahmawati et al., 2022). Indikator yang digunakan merupakan indikator yang dicetuskan oleh Facione (2015). Enam indikator tersebut adalah interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi, eksplanasi, serta *self-regulation*. Persentase keterampilan berpikir kritis berdasarkan indikator ditunjukkan oleh Tabel 4. 9 dan Gambar 4.2 berikut:

Tabel 4. 9. Kategori Indikator Bepikir Kritis

Indikator	Persentase (%)	Kategori
Interpretasi	88,54	Sangat tinggi
Analisis	75	Tinggi
Eksplanasi	94	Sangat tinggi
Evaluasi	86	Sangat tinggi
Inferensi	60	Cukup
<i>Self-regulation</i>	99	Sangat tinggi

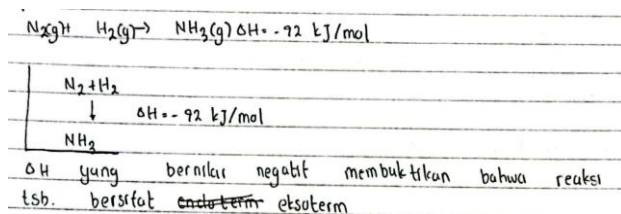


Gambar 4. 2. Persentase Keterampilan Berpikir Kritis

Berdasarkan tabel serta gambar, memperlihatkan bahwa indikator tertinggi berada pada *Self-regulation* yaitu sebesar 99%, kedua adalah eksplanasi sebesar 94%, interpretasi sebesar 88,54%, evaluasi sebesar 85%, analisis sebesar 75%, dan indikator terendah adalah inferensi yaitu sebesar 60%.

Indikator interpretasi yaitu kemampuan dalam memahami serta menjelaskan makna dari pengalaman, situasi, serta peristiwa. Kemampuan ini mencakup kemampuan

mengartikan sebuah informasi dalam bentuk seperti narasi, gambar, grafik, atau tabel. Misalnya, soal berupa narasi dan peserta didik diminta untuk membuat persamaan termokimia serta diagram energi berdasarkan narasi tersebut. Sebagian besar peserta didik mampu memberikan jawaban dengan benar. Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik dapat menggunakan nalarnya serta memahami soal yang diberikan. Berdasarkan penelitian oleh Hidayati, Fadly, & Ekapti (2021) menyatakan bahwa ketika peserta didik mampu menggunakan nalarnya dengan baik, maka dapat meningkatkan kekritisannya mereka dalam pembelajaran yang dilakukan. Berikut contoh jawaban dari peserta didik:



Gambar 4. 3. Contoh Jawaban Indikator Interpretasi

Indikator kedua adalah analisis, yaitu kemampuan untuk menguraikan struktur ke dalam komponen-komponen membantu dalam memahami organisasi struktur tersebut. Misalnya peserta didik diminta untuk menghitung nilai temperatur kesetimbangan dan memberikan maksud dari temperatur kesetimbangan yang dihasilkan. Indikator analisis

berada pada kategori tinggi dengan pesentase sebesar 75%. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Novitasari (2023) yang memperlihatkan bahwa indikator analisis berada dalam kategori tinggi. Berikut merupakan contoh jawaban peserta didik:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{diterima}} &= Q_{\text{dilepas}} \\
 m_1 \cdot c_p \cdot \Delta T &= m_2 \cdot c_p \cdot \Delta T \\
 50^{\text{g}}(75 - T) &= 200^{\text{g}}(75 - T) \\
 75 - T &= 4(75 - T) \\
 75 - T &= 300 - 4T \\
 3T &= 225 \\
 T &= 75^{\circ}\text{C}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan asas Black, suhu yang lebih tinggi akan melepas kalor dan diterima oleh larutan yang suhunya lebih rendah dan mencapai temperatur kesetimbangan

Gambar 4. 4. Contoh Jawaban Indikator Analisis

Indikator evaluasi yaitu kemampuan untuk menguji keterkaitan antara berbagai pernyataan, deskripsi, pertanyaan, serta bentuk lain yang digunakan untuk merefleksikan pemikiran. Misalnya pada soal disajikan beberapa nilai perubahan entalpi pembentukan standar dan peserta didik diminta untuk menghitung perubahan entalpi pada reaksi yang diminta pada soal. Berikut contoh jawaban peserta didik:

$$\begin{aligned}
 \Delta H &= \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan} \\
 &= 3(-94,1) - (-198,5 + 3(-26,4)) \\
 &= -282,3 - (-198,5 - 79,2) \\
 &= -282,3 + 277,7 \\
 &= -4,6 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

eksoterm karena ΔH kurang dari nol (negatif)

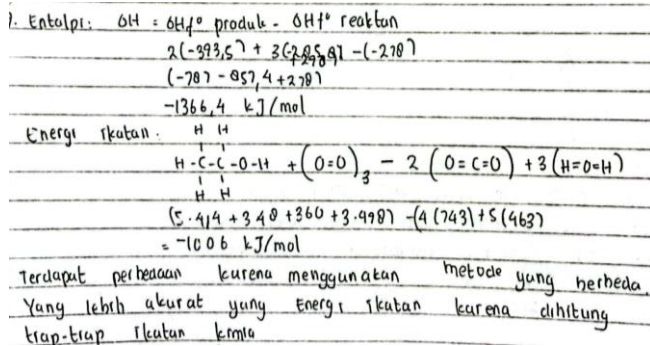
Gambar 4. 5. Contoh Jawaban Indikator Evaluasi

Indikator inferensi merupakan kemampuan dalam menarik kesimpulan. Misalnya disajikan soal berupa kalor pembakaran pada bahan bakar. Peserta didik diharuskan untuk menyimpulkan bahan bakar manakah yang paling efektif digunakan. Indikator ini merupakan indikator dengan persentase terendah yaitu sebesar 60% dalam kategori cukup. Peserta didik mampu menuliskan kesimpulan mengenai bahan bakar yang paling efektif, sehingga dapat dikatakan bahwa rendahnya indikator ini bukan karena tidak mampunya peserta didik dalam menarik kesimpulan. Rendahnya persentase dikarenakan adanya faktor lain yaitu kurang telitinya peserta didik dalam mengerjakan soal. Peserta didik tidak menuliskan awal rumus yang digunakan serta satuan di setiap perhitungan. Berdasarkan penelitian oleh Laksmiwati dan Siahaan (2022) juga menyebutkan bahwa salah satu penyebab peserta didik melakukan kesalahan saat mengerjakan soal adalah karena tergesa-gesa atau kurang teliti. Berikut merupakan contoh jawaban peserta didik:

$$\begin{aligned}
 9. \text{ Metanol} &= \frac{1}{32} \times 729 = 22,7 \\
 \text{Propana} &= \frac{1}{44} \times 2217 = 50,3 \text{ Poling elektit} \\
 \text{Etanol} &= \frac{1}{46} \times 1364 = 29,6 \\
 \text{Bensin} &= \frac{1}{114} \times 5464 = 47,9 \\
 \text{Minyak Tanah} &= \frac{1}{170} \times 8070 = 47,4
 \end{aligned}$$

Gambar 4. 6. Contoh Jawaban Indikator Inferensi

Indikator eksplanasi yaitu indikator yang menuntut peserta didik memberikan alasan dari jawaban yang diberikan (Rositawati, 2019). Misalnya peserta didik memberikan penjelasan mengapa perubahan entalpi pada pembakaran etanol yang dihitung menggunakan data entalpi standar berbeda dengan perhitungan menggunakan energi ikatan rata-rata. Sebagian besar peserta didik mampu menjawab dengan tepat. Facione (2015) menyatakan bahwa seseorang mampu menerangkan melalui cara yang bisa dibuktikan berdasarkan daya pikir mereka. Berikut contoh jawaban peserta didik:



Gambar 4. 7. Contoh Jawaban Indikator Eksplanasi

Indikator *Self regulation* yaitu kemampuan yang menyebabkan seseorang untuk secara konsisten melakukan evaluasi terhadap hasil pemikirannya dan kemudian melakukan perbaikan agar dapat mencapai keputusan yang lebih optimal. Misalnya peserta didik diminta untuk menghitung ada berapa banyak persentase es yang mencair dan menuliskan penyebab es tersebut mencair. Indikator ini merupakan indikator tertinggi yaitu sebesar 99%. Hal ini sejalan dengan penelitian Andraini, Rohiat, & Elvia (2021) yang menunjukkan bahwa *self-regulation* memperoleh persentase yang paling besar. Tingginya persentase yang didapatkan karena dorongan peneliti kepada peserta didik untuk mengecek ulang jawabannya karena menurut peneliti soal tersebut merupakan soal yang harus lebih diperhatikan. Dorongan tersebut mampu membuat peserta didik untuk

memeriksa jawaban atau mereview hasil jawaban yang ditulis. Berdasarkan pendapat Rahma (2012) menyatakan bahwa *self-regulation* dalam kategori sangat tinggi dapat terlihat dari peserta didik mampu memantau serta memeriksa kembali hasil yang diberikan. Berikut contoh jawaban peserta didik:

The image shows a student's handwritten work on lined paper. It includes a calculation for Q = m · L, a percentage calculation, and a chemical reaction explanation.

$$Q = m \cdot L$$

$$10.000 = 80 \text{ m}$$

$$m = 12.5 \text{ gr}$$

$$\frac{12.5}{250} \times 100\% = 50\%$$

Es tersebut dapat mencair karena diberikan kalor sebanyak 10 kkal dan menghasilkan reaksi endoterm

Gambar 4. 8. Contoh Jawaban Indikator *Self-Regulation*

Pembelajaran model PBL berbasis pendidikan berkelanjutan ini memiliki pengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya, yaitu penelitian Widuri, Ristiono, & Alberida (2023) menunjukkan bahwa 20 artikel yang dikaji menerapkan model PBL dan dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Penelitian oleh Cahyaningtyas dan Sutarni (2023) juga menyatakan bahwa terjadi peningkatan dalam berpikir kritis yang semula 66% menjadi 82%.

D. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan dengan sungguh-sungguh, namun peneliti menyadari bahwa masih ada banyak keterbatasan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Keterbatasan tempat penelitian. Penelitian terbatas pada tempat yaitu SMA Negeri 1 Semarang pada tahun ajaran 2023/2024. Penelitian ini mungkin akan menghasilkan hasil yang tidak sama jika dilakukan di tempat lain.
2. Keterbatasan materi. Materi yang digunakan terbatas hanya pada materi termokimia.
3. Keterbatasan waktu. Peneliti hanya memiliki waktu sampai batas yang telah ditentukan.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan perhitungan analisis data serta pembahasan, dapat diambil kesimpulan bahwa model PBL berbasis pendidikan berkelanjutan memiliki pengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi termokimia. Hal ini dikarenakan hasil perhitungan pada uji hipotesis melalui uji *Mann-Whitney* menunjukkan nilai sig (2-tailed) sebesar 0,00 yang berarti lebih kecil dari 0,05 sehingga H_0 diterima. Hasil *effect size* yang didapatkan sebesar 1,2 yang menunjukkan bahwa model PBL berbasis pendidikan berkelanjutan memiliki pengaruh yang tinggi terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi termokimia

B. Implikasi

Model PBL berbasis pendidikan berkelanjutan perlu diaplikasikan pada kegiatan pembelajaran kimia. Implikasi hasil penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Konsep termokimia yang terkait dengan masalah-masalah masyarakat, baik yang bersifat lokal maupun global dapat dimasukkan ke dalam model PBL.

2. Penerapan model PBL yang berbasis pada pendidikan berkelanjutan memiliki dampak signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik.

C. Saran

Bagi peneliti berikutnya yang akan mengadopsi model PBL berbasis pendidikan berkelanjutan, disarankan untuk menggunakan media, metode, serta variabel terikat yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnafia, D. N. (2019). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Pembelajaran Biologi. *Florea: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 6(1), 45–53.
- Agusti, K. A., Wijaya, A. F., & Tarigan, D. E. (2019). Problem Based Learning dengan Konteks ESD untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Sustainability Awareness Siswa SMA pada Materi Pemanasan Global. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, 8, SNF2019-PE.
- Aisy, M. ., & Gunansyah, G. (2020). Praktik Education Sustainable Development. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 8(2), 1–11.
- Amir, M. T. (2016). *Inovasi Pendidikan Melalui Problem Based Learning*. Jakarta: Kencana.
- Andraini, M. R., Rohiat, S., & Elvia, R. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Reaksi Reduksi Oksidasi (Redoks) di Man 1 Kota Bengkulu. *Alotrop*, 5(1), 35–41.
- Arends, R. (2008). *Belajar untuk Mengajar. Edisi Ke Tujuh Alih Bahasa oleh Helly Prayitno dan Sri Mulyantani Prayitno dari Judul Learning to Teach. Seven Edition*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Arends, R. I. (2014). *Learning to Teach (Tenth Edition)*. New York: McGraw-Hill Higher Education.
- Artinta, S. V., & Fauziah, H. N. (2021). Faktor yang Mempengaruhi Rasa Ingin Tahu dan Kemampuan Memecahkan Masalah Siswa pada Mata Pelajaran IPA SMP. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(2), 210–218.
- Ayunda, S. N., Lufri, L., & Alberida, H. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Berbantuan LKPD terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Journal on Education*, 5(2), 5000–5015.
- Beyer, B. (1995). *Critical Thinking*. Bloomington: Phi Delta Kappa Educational Foundation.

- Boopathiraj, C., & Chellamani, K. (2013). Analysis of Test Items on Difficulty Level and Discrimination Index in the Test for Research in Education. *International journal of social science & interdisciplinary research*, 2(2), 189–193.
- Cahyaningtyas, P., & Sutarni, S. (2023). Penerapan Pembelajaran Problem Based Learning Guna Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas VII SMP Muh 2 Jatinom. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 759–770.
- Chang, R. (2004). *Kimia Dasar*. Jakarta: Erlangga.
- Charli, L., Amin, A., & Agustina, D. (2018). Kesulitan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Fisika pada Materi Suhu dan Kalor di Kelas X SMA Ar-Risalah Lubuklinggau Tahun Pelajaran 2016/2017. *Journal of Education and Instruction (JOEAI)*, 1(1), 42–50.
- Clarisa, G., Danawan, A., Muslim, M., & Wijaya, A. F. C. (2020). Penerapan Flipped Classroom dalam Konteks ESD untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif dan Membangun Sustainability Awareness Siswa. *Journal of Natural Science and Integration*, 3(1), 13–25.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Science*. US: Lawrence, Erlbaum.
- Eggen, P., & Kauchak, D. (2012). *Strategi dan Model Pembelajaran*. Jakarta: PT Indeks.
- Emda, A. (2017). Laboratorium sebagai Sarana Pembelajaran Kimia dalam Meningkatkan Pengetahuan dan Keterampilan Kerja Ilmiah. *Lantanida journal*, 5(1), 83–92.
- Emily, L. (2011). Critical Thinking: a Literature Review. *Pearson's Research Reports*, 6(1), 40–41.
- Facione, P. A. (2015). Critical thinking: What it is and Why it Counts. *Insight assessment*, 1(1), 1–23.
- Fatimah, Umi, L., & Alfath, K. (2019). Analisis Kesukaran Soal, Daya Pembeda dan Fungsi Distraktor. *AL-MANAR: Jurnal Komunikasi dan Pendidikan Islam*, 8(2), 37–64.
- Hamdayana, J. (2016). *Metodologi Pengajaran*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.

- Hidayati, A. R., Fadly, W., & Ekapti, R. F. (2021). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran IPA Materi Bioteknologi. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(1), 34–48.
- Hidayatillah, S., Tunaza, S. N., & Afandi, F. A. (2022). Tingkat Kepuasan Siswa SMA Terhadap Pembelajaran Kimia Secara Daring pada Materi Termokimia. *Jurnal Pendidikan*, 23(1), 53–63.
- Hinton, P. R., Brownlow, C., McMurray, I., & Cozens, B. (2004). *SPSS Explained*. England: Routledge Inc.
- Indrati, Agustia, D., & Hariadi, P. P. (2016). ESD (Education for Sustainable Development) Melalui Pembelajaran Biologi. *Symposium on Biology Education*, 12(2), 371–382.
- Kaunang, R. (2010). Menganalisis Butir Soal. *Jurnal Inovasi*, 7(1), 176–188.
- Khaeruman, Nurhidayati, S., & Rahayu, S. (2014). Efektifitas Penerapan Model Pembelajaran Problem Solving dengan Context-Rich Problems pada Materi Pokok Termokimia dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa dan Kemampuan Berpikir Kritis. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram*, 2(1), 18–26.
- Khozin, M. N., Rahmawati, A., & Wibowo, T. (2020). Pembelajaran Berbasis Masalah Berpendekatan Socioscientific Issue terhadap Sikap Peduli Lingkungan dan Hasil Belajar Siswa. *Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA*, 10(1), 51–61.
- Kurniasih, I., & Berlin, S. (2015). *Ragam Pengembangan Model Pembelajaran untuk Peningkatan Profesionalitas Guru*. Surabaya: Kata Pena.
- Kurniawan, B. (2020). Implementasi Pendidikan Tekhnohumanistik Berbasis 4C dalam Membentuk Karakter Peserta Didik. *Indonesian Values and Character Education Journal*, 3(1), 40–46.
- Laksmiwati, D., & Siahaan, J. (2022). Identifikasi Miskonsepsi Dalam Meyelesaikan Soal Kimia pada Materi Reaksi

- Reduksi Oksidasi. *Chemistry Education Practice*, 5(2), 245–250.
- Malahayati, E. N., Corebima, A. D., & Zubaidah, S. (2015). Hubungan Keterampilan Metakognitif dan Kemampuan Berpikir Kritis dengan Hasil Belajar Biologi Siswa SMA dalam Pembelajaran Problem Based Learning (PBL). *Jurnal Pendidikan Sains*, 3(4), 178–185.
- Masruroh, L., & Arif, S. (2021). Efektivitas Model Problem Based Learning Melalui Pendekatan Science Education for Sustainability dalam Meningkatkan Kemampuan Kolaborasi. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(2), 179–188.
- Maulina, D., Setiadi, D., Yamin, M., & Jamaluddin. (2022). Pengaruh Pembelajaran Problem Based Learning Berbasis Bauran terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMAN 1 Kuripan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(2b), 554–558.
- Meilani, D., Dantes, N., & Tika, I. N. (2020). Pengaruh Implementasi Pembelajaran Saintifik Berbasis Keterampilan Belajar dan Berinovasi 4C terhadap Hasil Belajar IPA dengan Kovariabel Sikap Ilmiah. *Jurnal Elementary: Kajian Teori Dan Hasil Penelitian Pendidikan Sekolah Dasar*, 3(1), 1–5.
- Mulyawati, I. (2022). Pengaruh Pemberian Reward and Punishment terhadap Motivasi dan Prestasi Belajar Matematika Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(5), 8441–8449.
- Novitasari, K. W. A. (2023). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Menurut Indikator Facione pada Pembelajaran Kimia Daring dan Luring. *Jurnal Riset Pembelajaran Kimia*, 8(2), 85–94.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric Theory*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Nuralita, A., Reffiane, F., & Mudzanatun. (2020). Keefektifan Model PBL Berbasis Etnosains terhadap Hasil Belajar. *Mimbar Pgsd Undiksha*, 8(3), 457–467.
- Nuryadi, Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara, M. (2017).

- Dasar-Dasar Statistik Penelitian*. Yogyakarta: Sibuku Media.
- Permana, I. (2009). *Memahami Kimia SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Prastika, Dewi, E., Parubak, A. S., & Yogaswara, R. (2018). Penggunaan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Student Team Achievement Division (STAD) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kimia pada Materi Termokimia dengan Media Audio Visual Kelas XI IPA 3 SMA Negeri 1 Prafi. *Arfak Chem: Chemistry Education Journal*, 1(2), 60–67.
- Prijanto, J. H., & De Kock, F. (2021). Peran Guru dalam Upaya Meningkatkan Keaktifan Siswa dengan Menerapkan Metode Tanya Jawab pada Pembelajaran Online. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 11(3), 238–251.
- Purba, M. (2004). *Ilmu Kimia untuk SMU kelas 2 jilid 2A dan 2B*. Jakarta: Erlangga.
- Purnomo, A. (2016). Pengaruh Pembelajaran Outdoor terhadap Pengetahuan, dan Sikap Pelestarian Lingkungan Mahasiswa S1 Pendidikan Geografi Universitas Kanjuruhan Malang. *Pendidikan Geografi (Berkala)*, 20(1), 1–65.
- Rahadian, A. H. (2016). Strategi Pembangunan Berkelanjutan. *Prosiding Seminar STIAM*, 3(1), 46–56.
- Rahma, A. N. (2012). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Inkuiri Berpendekatan SETS Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan untuk Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Empati Siswa terhadap Lingkungan. *Journal of Educational Research and Evaluation*, 1(2), 133–138. <https://bit.ly/3D0d6tJ>
- Rahmawati, A., Haryani, S., Ngabekti, S., & Wardhani, S. (2022). The Critical Thinking Skills Profile of Pre-Service Chemistry Teacher on Global Environmental Problems in the Socio-Scientific. *International journal of education and research*, 10(1), 41–52.

- Rohmah, Z. A. (2021). *Teori-Teori Belajar*. Semarang: Walisongo.
- Rositawati, D. N. (2019). Kajian Berpikir Kritis pada Metode Inkuiri. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya)*, 3, 74.
- Sarah, D. M., Vika, A. I. V., Hasibuan, N., Sipahutar, M. S., & Simamora, F. E. M. (2022). Pengaruh Pemberian Reward dan Punishment terhadap Motivasi Belajar Siswa. *Edu Cendikia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 2(01), 210–219.
- Selman, Y. F. (2020). valuation of the Implementation of 4C Skills in Indonesian Subject at Senior High Schools. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 9(2), 244–257.
- Setyaningrum, T. W., & Gunansyah, G. (2020). Praktik Pembelajaran Ekoliterasi Berorientasi Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan di Sekolah Dasar Negeri Kota Surabaya Bagian Barat. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 8(2), 375–384.
- Silberberg. (2009). *Chemistry Molecular Nature of Matter and Change*. New York: McGraw-Hill Higher Education.
- Solichin, M. (2017). Analisis Daya Beda Soal, Taraf Kesukaran, Validitas Butir Tes, Interpretasi Hasil Tes dan Validitas Ramalan dalam Evaluasi Pendidikan. *Dirasat: Jurnal Manajemen dan Pendidikan Islam*, 2(2), 192–213.
- Suarsani, G. A. (2019). Meningkatkan Hasil Belajar Kimia dengan Materi Pokok Kimia Unsur Melalui Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning. *Jurnal Pedagogi dan Pembelajaran*, 2(1), 50–56.
- Subiantoro, A. W., & Fatkurohman, B. (2009). Keterampilan Berpikir Kritis Siswa dalam Pembelajaran Biologi Menggunakan Media Koran. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 14(2), 111–114.
- Sudrajat, D. (2020). *Pengantar Statistika Pendidikan disertai Aplikasi Program SPSS*. Surakarta: Pusat Kajian dan Budaya.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

- Suharna, H., & Abdullah, N. H. (2020). Kemampuan Berpikir 4C Matematika dalam Pembelajaran di Masa Covid-19 Terutama di Era New Normal. *Delta-Pi: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 9(2), 178–185.
- Surapranata, S. (2009). *Analisis, Validitas, Reliabilitas, Dan Interpretasi Hasil Tes Implementasi Kurikulum 2004*. Bandung: Remaja Rosda Karya.
- Susanti, A. E., & Suwu, S. E. (2016). Penerapan Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Ketrampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas IX dalam Pelajaran Ekonomi. *Polyglot: Jurnal Ilmiah*, 12(1), 66–81.
- Susanti, E. (2017). Penerapan Model Pembelajaran Probing-Prompting untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Kelas XI IPA MAN 1 Kota Bengkulu. *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia*, 2(1), 96–107.
- Susanto, A. (2014). *Teori Belajar & Pembelajaran di Sekolah*. Jakarta: Prenada Media Group.
- Susilowati, Sajidan, & Ramli, M. (2017). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Madrasah Aliyah Negeri di Kabupaten Magetan. *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)*, 223–231.
- Thana, P. M., & Hanipah, S. (2023). Kurikulum Merdeka: Transformasi Pendidikan SD untuk Menghadapi Tantangan Abad Ke-21. *Prosiding Konferensi Ilmiah Dasar*, 4, 281–288.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. San Francisco: California jossey-bass/ John Willey & sons. Inc.
- UNESCO. (2014). *Roadmap for Implementating the Global Action Programme on Education for Sustainable Development*. Perancis: UNESCO.
- Utomo, T., Wahyuni, D., & Hariyadi, S. (2014). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah (Problem Based Learning) terhadap Pemahaman Konsep dan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa (Siswa Kelas VIII

- Semester Gasal SMPN 1 Sumbermalang Kabupaten Situbondo Tahun Ajaran 2012/2013). *Jurnal Edukasi*, 1(1), 5–9.
- Wals, A. E. J. (2009). *Review of Contexts and Structures for Education for Sustainable Development, 2009*. Perancis: UNESCO.
- Widiasmoro, E. (2018). *Mahir Penelitian Pendidikan Modern: Metode Praktis Penelitian Guru, Dosen, dan Mahasiswa Keguruan*. Bantul: Araska.
- Widuri, W., Ristiono, R., & Alberida, H. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Tentang Materi Perubahan Lingkungan untuk Peserta Didik Kelas XI IPA SMA. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 3(1), 1–9.
- Wijaya, I. K. W. B. (2020). Pengembangan Kompetensi 4C dan Keterampilan Proses Sains Melalui Pembelajaran Berbasis Catur Pramana. *Guna Widya: Jurnal Pendidikan Hindu*, 7(1), 70–76.
- Zakiyah, L., & Lestari, I. (2019). *Berpikir Kritis dalam Konteks Pembelajaran*. Bogor: Erzatama Karya Abadi.
- Zuchdi, D., Ghufon, A., Syamsi, K., & Masruri, M. S. (2014). Pemetaan Implementasi Pendidikan Karakter di SD, SMP, dan SMA di Kota Yogyakarta. *Jurnal Pendidikan Karakter*, 5(2), 153–162.

LAMPIRAN

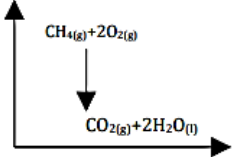
Lampiran 1. Kisi-Kisi Instrumen

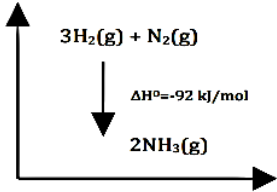
KISI-KISI INSTRUMEN SOAL KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

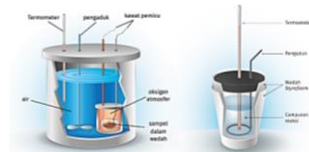
Sekolah	: SMAN 1 Semarang
Mata Pelajaran	: Ilmu Pengetahuan Alam – Kimia
Kelas/ Semester	: XI/ Genap
Tahun Ajaran	: 2023/2024
Kurikulum	: Merdeka
Materi	: Termokimia

Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase F, peserta didik mampu menerapkan operasi matematika dalam perhitungan kimia; mempelajari sifat, struktur dan interaksi partikel dalam membentuk berbagai senyawa; memahami dan menjelaskan aspek energi, laju dan kesetimbangan reaksi kimia; menggunakan konsep asam-basa dalam keseharian; menggunakan transformasi energi kimia dalam keseharian; memahami kimia organik; memahami konsep kimia pada makhluk hidup.

No.	Indikator Berpikir Kritis	Nomor soal	Soal	Jawaban	Ranah Kognitif
1.	Interpretasi	7	Metana adalah hidrokarbon paling sederhana yang berbentuk gas. Metana dapat mengalami pembakaran sempurna dengan melepas kalor sebesar 890 kJ/mol. Sebagai komponen utama gas alam, metana adalah sumber bahan bakar utama. Gas ini biasanya ditemukan dibawah tanah karena terbentuk dari dekomposisi organik material seperti tanaman dan hewan yang terperangkap di bawah lapisan tanah selama jutaan tahun. Buatlah persamaan termokimia dan diagram energinya serta jelaskan nilai ΔH berdasarkan diagram energi yang kamu buat!	a. Persamaan termokimia $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H^0 = -890 \text{ kJ/mol}$ b. Diagram energi  Karena reaksi melepas kalor, maka reaksi termasuk eksoterm sehingga pada diagram energi $\Delta H \text{ produk} < \Delta H \text{ pereaksi}$.	C4

2.	Interpretasi	8	Amonia merupakan senyawa kimia yang biasanya ditemukan dalam bentuk gas. Proses pembentukan senyawa amonia akan melepas kalor sebanyak 92 kJ/mol. Amonia banyak digunakan dalam industri untuk pembuatan pupuk, seperti amonium nitrat. Buatlah persamaan termokimia dan diagram energinya serta jelaskan nilai ΔH berdasarkan diagram energi yang kamu buat!	Persamaan termokimia: $3\text{H}_{2(g)} + \text{N}_{2(g)} \rightarrow 2\text{NH}_{3(g)}$ $\Delta H^0 = -92 \text{ kJ/mol}$ Gambar diagram energi:  Karena reaksi melepas kalor, maka reaksi termasuk eksoterm sehingga pada diagram energi $\Delta H \text{ produk} < \Delta H \text{ pereaksi}$	C4
3.	Interpretasi	9	Perhatikan gambar di bawah ini! Gambar di bawah merupakan alat yang digunakan untuk mengukur perubahan kalor.	Gambar di sebelah kiri merupakan kalorimeter bom yaitu alat yang digunakan untuk mengukur jumlah nilai kalor yang dibebaskan pada	C4



Jelaskan perbedaan dan fungsi masing-masing alat!

pembakaran sempurna pada suatu senyawa.

Kalorimeter bom terdiri dari sebuah bom (tempat berlangsungnya reaksi pembakaran yang terbuat dari bahan *stainless steel*).

Sedangkan gambar di sebelah kanan merupakan kalorimetri sederhana yang biasanya digunakan untuk mengukur kalor reaksi yang reaksinya berlangsung pada fase larutan.

Kalorimeter sederhana dapat dibuat dengan menggunakan wadah yang bersifat isolator seperti plastik atau *styrofoam*

4.	Analisis	17	Kemasan <i>self-heating</i> atau kemasan pemanas otomatis menggunakan prinsip reaksi termokimia untuk menghasilkan panas secara mandiri tanpa memerlukan sumber panas eksternal. Salah satu formulasi yang digunakan dalam kemasan pemanas otomatis di Amerika Serikat melibatkan kalsium oksida (CaO) dan air (H₂O). Reaksi termokimia yang terlibat adalah reaksi antara kalsium oksida dan air, yang menghasilkan panas: $\text{CaO}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Ca(OH)}_{2(s)}$ Prediksikan apakah reaksi menyerap kalor atau melepas kalor berdasarkan nilai perubahan entalpi dengan menggunakan data berikut:	Persamaan termokimia: $\text{Ca}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Ca(OH)}_{2(s)} \quad \Delta H = -986 \text{ kJ/mol}$ $\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_{2(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(g)} \quad \Delta H = 286 \text{ kJ/mol}$ $\text{CaO}_{(s)} \rightarrow \text{Ca}_{(s)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(g)} \quad \Delta H = 635 \text{ kJ/mol}$ $\text{CaO}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Ca(OH)}_{2(s)} \quad \Delta H = -65 \text{ kJ/mol}$ Karena ΔH negatif, maka reaksi tersebut merupakan reaksi eksoterm yaitu reaksi yang melepas atau menghasilkan kalor	C5
----	----------	----	---	--	----

			<table><tr><th>Reaksi</th><th>ΔH (kJ/mol)</th></tr><tr><td>$\text{Ca}_{(s)} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CaO}_{(s)}$</td><td>-635</td></tr><tr><td>$\text{Ca}_{(s)} + \text{O}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 (s)$</td><td>-986</td></tr><tr><td>$\text{H}_{2(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(l)}$</td><td>-286</td></tr></table>	Reaksi	ΔH (kJ/mol)	$\text{Ca}_{(s)} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CaO}_{(s)}$	-635	$\text{Ca}_{(s)} + \text{O}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 (s)$	-986	$\text{H}_{2(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(l)}$	-286		
Reaksi	ΔH (kJ/mol)												
$\text{Ca}_{(s)} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CaO}_{(s)}$	-635												
$\text{Ca}_{(s)} + \text{O}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 (s)$	-986												
$\text{H}_{2(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(l)}$	-286												
5.	Analisis	10	Termos merupakan contoh sederhana sistem terisolasi, yaitu sistem yang tidak memungkinkan adanya pertukaran materi maupun energi. Termos melindungi air tetap pada suhunya sehingga tidak memungkinkan terjadinya pertukaran energi dan panas ke lingkungan. Termos yang berisi 200 gram kopi dengan suhu 75°C, dicampur dengan 50 gram susu bersuhu 25°C. Jika kalor	Diketahui: m_k : 200 gram T_k : 75°C m_s : 50 gram T_s : 25°C $c_k = c_s$: 0,58 kal/g°C Ditanya: T_c Dijawab: $Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}}$ $Q_k = Q_{\text{susu}}$ $m_k \cdot c_k \cdot (T_k - T_c) = m_s \cdot c_s \cdot (T_c - T_s)$ $200 \cdot 1 \cdot (75 - T_c) = 50 \cdot 1 \cdot (T_c - 25)$	C4 C3								

			jenis kopi dan kalor jenis susu dianggap 1 kal/g °C, berapakah temperatur kesetimbangan campuran tersebut? Analisislah apa maksud dari temperatur kesetimbangan yang diperoleh berdasarkan perhitungannya!	$15000 - 200 T_c = 50 T_c - 1250$ $16250 = 250 T_c$ $T_c = 65^\circ\text{C}$ Temperatur kesetimbangan merupakan temperatur yang dicapai dalam kesetimbangan termal yaitu ketika 2 buah zat atau lebih dicampur menjadi satu, zat dengan suhu tinggi akan melepaskan kalor dan zat dengan suhu rendah akan menerima kalor. Sehingga ketika kopi dan susu dicampur, kopi akan melepaskan kalor dan susu akan menerima kalor dan akan diperoleh temperatur kesetimbangan sebesar 65°C	
6.	Analisis	13	Perhatikan data di bawah ini! $\Delta H_f^\circ \text{CaCO}_{3(s)} = -1207 \text{ kJ/mol}$ $\Delta H_f^\circ \text{CaO}_{(s)} = -635,5 \text{ kJ/mol}$ $\Delta H_f^\circ \text{CO}_{2(g)} = -394 \text{ kJ/mol}$	Persamaan reaksi: $\text{CaCO}_{3(s)} \rightarrow \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$ $\Delta H^\circ = \sum \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \sum \Delta H_f^\circ \text{ reaktan}$	C5

			Kalsium karbonat merupakan senyawa anorganik berupa garam kalsium yang terbentuk dari unsur kalium dan ion karbonat. Senyawa ini terdapat dalam batuan kapur dan merupakan mineral paling sederhana yang tidak mengandung silikon. Penguraian kalsium karbonat akan menghasilkan kalsium oksida serta gas karbon dioksida. Berdasarkan perhitungan entalpi, prediksikanlah reaksi tersebut termasuk endoterm atau eksoterm dan tuliskanlah persamaan termokimianya!	$= [(\Delta H_f \text{CO}_2) + (\Delta H_f \text{CaO})] - [\Delta H_f \text{CaCO}_3]$ $= [-394 + (-635,5)] - [-1207]$ $= [-1029,5] - [-1207]$ $= 177,5 \text{ kJ/mol}$ Karena ΔH positif, maka reaksi tersebut termasuk ke dalam endoterm. Persamaan termokimia: $\text{CaCO}_{3(s)} \rightarrow \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$ $\Delta H = +177,5 \text{ kJ/mol}$	
7.	Evaluasi	12	Perhatikan perubahan entalpi senyawa berikut ini!	Persamaan reaksi: $\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)} + 3\text{CO}_{(g)} \rightarrow 2\text{Fe}_{(s)} + 3\text{CO}_{2(g)}$	C5

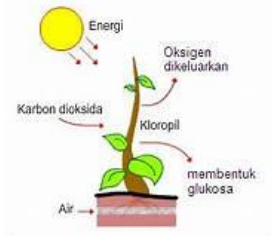
		<table><tr><th>Senyawa</th><th>Perubahan entalpi pembentukan standar (kJ/mol)</th></tr><tr><td>Fe₂O₃</td><td>-198,5</td></tr><tr><td>CO₂</td><td>-94,1</td></tr><tr><td>CO</td><td>-26,4</td></tr></table> Besi (Fe) merupakan salah satu logam yang mempunyai peranan yang sangat besar dalam kehidupan manusia, terlebih di zaman modern seperti sekarang. Besi berada dalam bentuk senyawanya, terutama sebagai bijih besi, yang mengandung Fe₂O₃ (hematite), Fe₂O₃.H₂O (limonit), Fe₃O₄ (magnetic), FeCO₃ (siderite), dan FeS₂ (pirit). Di udara besi mudah mengalami korosi, yaitu proses perusakan (keropos) pada permukaan besi yang disebabkan reaksi dengan	Senyawa	Perubahan entalpi pembentukan standar (kJ/mol)	Fe ₂ O ₃	-198,5	CO ₂	-94,1	CO	-26,4	$\Delta H^{\circ} = \sum \Delta H_f \text{ produk} - \sum \Delta H_f \text{ reaktan}$ $= [2(\Delta H_f \text{ Fe}) + 3(\Delta H_f \text{ CO}_2)] - [\Delta H_f \text{ Fe}_2\text{O}_3 + 3(\Delta H_f \text{ CO})]$ $= [2(0) + 3(-94,1)] - [-198,5 + 3(-26,4)]$ $= [-282,3] - [-277,7]$ $= -4,6 \text{ kJ/mol}$ Reaksi tersebut tergolong reaksi eksoterm. Hal tersebut ditandai dengan nilai entalpi bertanda negatif.	
Senyawa	Perubahan entalpi pembentukan standar (kJ/mol)											
Fe ₂ O ₃	-198,5											
CO ₂	-94,1											
CO	-26,4											

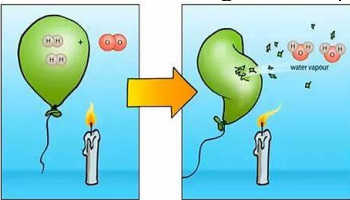
			oksigen membentuk oksida besi, yang dalam kehidupan sehari-hari dikenal sebagai karat besi. Korosi besi berlangsung sangat lambat pada kondisi lembab dan adanya garam. Dalam industri, besi dibuat melalui proses reduksi dari oksidanya, Fe_2O_3. Zat pereduksi yang digunakan adalah gas karbon monoksida (CO) pada suhu tinggi. Reaksinya : $\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)} + 3\text{CO}_{(g)} \rightarrow 2\text{Fe}_{(s)} + 3\text{CO}_{2(g)}$ Berdasarkan perhitungan entalpi, prediksikanlah reaksi tersebut termasuk endoterm atau eksoterm dan jelaskan alasannya!!		
8.	Evaluasi	1	Terdapat dua jenis reaksi yang berkaitan dengan perpindahan kalor yakni endoterm dan eksoterm. Kedua reaksi tersebut	Reaksi kimia atau perubahan fisik bersifat endotermik jika panas diserap oleh sistem dari lingkungan sehingga suhu	C4

		melibatkan proses penyerapan dan pelepasan kalor ketika senyawa bereaksi. Berdasarkan hasil percobaan, garam amonium nitrat (NH_4NO_3) yang dilarutkan dalam air akan terjadi penyerapan panas. Hasil percobaan tersebut dapat dituliskan persamaan reaksi sebagai berikut: $\text{NH}_4\text{NO}_{3(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{NH}_4^{+}_{(aq)} + \text{NO}_3^{-}_{(aq)}$ Sedangkan garam kalsium Klorida (CaCl_2) dengan perlakuan yang sama akan terjadi pelepasan kalor. Hasil percobaan tersebut dapat dituliskan persamaan reaksi sebagai berikut $\text{CaCl}_{2(s)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(aq)} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_{2(aq)} + 2\text{HCl}_{(g)} + \text{panas}$ Analisislah definisi reaksi eksoterm dan endoterm dan	lingkungan menurun. Hal tersebut dapat dilihat pada reaksi NH_4NO_3 yang menyerap panas sehingga menyebabkan suhu sistem meningkat. Reaksi kimia atau perubahan fisik bersifat eksotermik jika panas dilepaskan oleh sistem ke lingkungan. Karena lingkungan memperoleh panas dari sistem, suhu lingkungan meningkat. Hal tersebut dapat dilihat dari reaksi antara CaCl_2 dan H_2O yang melepas panas sehingga suhu sistem menurun.	
--	--	---	--	--

			tentukan reaksi yang mana yang termasuk eksoterm dan endoterm berdasarkan bacaan di atas!		
9.	Evaluasi	14	Perhatikan data di bawah ini! $\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O}_{(l)} = -285,5 \text{ kJ/mol}$ $\Delta H_f^\circ \text{C}_3\text{H}_{8(g)} = -103 \text{ kJ/mol}$ $\Delta H_f^\circ \text{CO}_{2(g)} = -393,5 \text{ kJ/mol}$ Propana merupakan senyawa alkana yang berwujud gas dalam keadaan normal. Propana termasuk ke dalam komponen gas alam yang dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk rumah tangga. Reaksi pembakaran propana akan menghasilkan gas karbon dioksida dan uap air. Sebagian besar reaksi pembakaran termasuk ke dalam reaksi eksoterm karena pada reaksi tersebut terjadi perpindahan kalor yang menyebabkan suhu	Persamaan reaksi: $\text{C}_3\text{H}_{8(g)} + 5\text{O}_{2(g)} \rightarrow 3\text{CO}_{2(g)} + 4\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ $\Delta H = \sum \Delta H_f \text{ produk} - \sum \Delta H_f \text{ reaktan}$ $= [3(\Delta H_f \text{CO}_2) + 4(\Delta H_f \text{H}_2\text{O})] - [(\Delta H_f \text{C}_3\text{H}_8) + 5(\Delta H_f \text{O}_2)]$ $= [3(-393,5) + 4(-285,5)] - [(-103) + (5(0))]$ $= [(-1180,5) - 1142] + 103$ $= -2219,5 \text{ kJ/mol}$ Karena ΔH negatif maka membuktikan bahwa reaksi pembakaran propana termasuk reaksi eksoterm.	C5

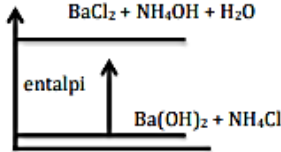
			lingkungan menjadi naik. Buktikan bahwa reaksi pembakaran propana adalah reaksi eksoterm dengan menggunakan data harga entalpi di atas dan tuliskan persamaan termokimianya!	Persamaan termokimia: $\text{C}_3\text{H}_8 (\text{g}) + 5\text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 3\text{CO}_{2(\text{g})} + 4\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$ $\Delta H = -2219,5 \text{ kJ/mol}$																			
10.	Inferensi	15	Disajikan data kalor pembakaran beberapa bahan bakar berikut: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bahan Bakar</th> <th>Mr (g/mol)</th> <th>Kalor pembakaran standar (kJ/mol)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Methanol</td> <td>32</td> <td>729</td> </tr> <tr> <td>Propana</td> <td>44</td> <td>2217</td> </tr> <tr> <td>Etanol</td> <td>46</td> <td>1364</td> </tr> <tr> <td>Bensin</td> <td>114</td> <td>5464</td> </tr> <tr> <td>Minyak tanah</td> <td>170</td> <td>8070</td> </tr> </tbody> </table>	Bahan Bakar	Mr (g/mol)	Kalor pembakaran standar (kJ/mol)	Methanol	32	729	Propana	44	2217	Etanol	46	1364	Bensin	114	5464	Minyak tanah	170	8070	Dengan menggunakan rumus: $Q = \frac{\Delta H_c}{Mr}$ Methanol: $Q = \frac{729}{32} = 22,8 \text{ kJ/g}$ propana: $Q = \frac{2217}{44} = 50,39 \text{ kJ/g}$ Etanol: $Q = \frac{1364}{46} = 29,65 \text{ kJ/g}$ Bensin: $Q = \frac{5464}{114} = 47,93 \text{ kJ/g}$	C5
Bahan Bakar	Mr (g/mol)	Kalor pembakaran standar (kJ/mol)																					
Methanol	32	729																					
Propana	44	2217																					
Etanol	46	1364																					
Bensin	114	5464																					
Minyak tanah	170	8070																					

			Bandingkan kalor pembakaran yang manakah yang merupakan bahan bakar yang paling efektif untuk digunakan jika massa bahan bakar dianggap sama?	Minyak tanah: $Q = \frac{8070}{170} = 47,47 \text{ kJ/g}$ Berdasarkan dari perhitungan di atas bahan bakar yang paling efektif adalah propana karena menghasilkan kalor paling besar	
11.	Inferensi	3	Perhatikan peristiwa berikut ini!. a. Fotosintesis 	a. $6\text{CO}_{2(g)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(aq)} + 6\text{O}_{2(g)}$ Endoterm Reaksi tersebut merupakan fotosintesis oleh tanaman. Dimana klorofil menyerap energi dari cahaya untuk dapat menghasilkan karbohidrat. b. $2\text{H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ Eksoterm Reaksi pembakaran, dimana terjadi pelepasan kalor atau	C5

			b. Pembakaran Hidrogen  Berdasarkan reaksi yang terjadi pada peristiwa tersebut, prediksikan persamaan reaksinya dan manakah yang termasuk reaksi eksoterm dan reaksi endoterm. Sertakan alasannya!	panas sehingga lingkungan memiliki suhu yang tinggi.	
12.	Inferensi	2	Kapur tohor (CaO) digunakan dalam proses peleburan timah untuk menghilangkan zat-zat yang dapat mengotori timah dan meningkatkan kebersihan logam. Sebelum kapur dipakai, terlebih dahulu dicampur dengan air dan terjadi reaksi	Karena muncul panas, maka reaksi tersebut melepaskan kalor sehingga termasuk reaksi eksoterm. Hal ini berarti harga entalpi hasil reaksi lebih kecil dari harga entalpi pereaksi sehingga harga entalpinya negatif	C4

			yang disertai panas. Simpulkan apakah reaksi ini eksoterm atau endoterm dan bagaimana perubahan entalpinya?		
13.	Eksplanasi	16	Etanol merupakan salah satu turunan dari alkana yang mana mengandung gugus alkohol - OH. Dengan rumus kimianya C_2H_5OH. Etanol banyak digunakan sebagai pelarut organik dan bahan baku untuk senyawa industri seperti pewarna, obat sintesis, bahan kosmetik, bahan peledak, bahan bakar, dan minuman beralkohol (anggur dan bir). Pembakaran 1 mol etanol menghasilkan CO_2 dan H_2O menurut reaksi $C_2H_5OH_{(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(g)}$. Jika diketahui: $\Delta H^0_f CO_2 : -393,5 \text{ kJ/mol}$ $\Delta H^0_f H_2O : -285,8 \text{ kJ/mol}$	Perhitungan entalpi menggunakan entalpi standar: $\Delta H^0 = \sum \Delta H_f \text{ produk} - \sum \Delta H_f \text{ reaktan}$ $= [2(\Delta H_f CO_2) + 3(\Delta H_f H_2O) - [\Delta H_f C_2H_5OH + 3(\Delta H_f O_2)]]$ $= [2(-393,5) + 3(-285,8) - [-278 + 3(0)]]$ $= [-787 - 857,4] - [-278]$ $= [-1644,4] - [-278]$ $= -1366,4 \text{ kJ/mol}$ Perhitungan entalpi menggunakan energi rata rata: $\Delta H^0 = (\sum \text{energi ikatan yang putus} - \sum \text{energi ikatan rata rata yang terbentuk})$	C5 C3

			$\Delta H^0_f \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}: -278 \text{ kJ/mol}$ $\text{C-C} : 348 \text{ kJ/mol}$ $\text{C-H} : 414 \text{ kJ/mol}$ $\text{C-O} : 360 \text{ kJ/mol}$ $\text{O=O} : 498 \text{ kJ/mol}$ $\text{C=O} : 743 \text{ kJ/mol}$ $\text{O-H} : 463 \text{ kJ/mol}$ Hitunglah perubahan entalpi pembakaran etanol dengan menggunakan data entalpi standar dan energi ikatan rata-rata! Bandingkanlah dan berilah alasan mengapa terdapat perbedaan pada setiap perhitungan!	$= [5(\text{C-H}) + (\text{C-C}) + (\text{C-O}) + (\text{O-H}) + 3(\text{O=O})] - [2(2(\text{C=O})) + 3(2(\text{O-H}))]$ $= [5(414) + 348 + 360 + 463 + 3(498)] - [4(743) + 6(463)]$ $= 4735 - 5750$ $= -1015 \text{ kJ/mol}$ Kedua perhitungan menunjukkan nilai entalpi yang berbeda. Entalpi berdasarkan energi ikatan mengukur perubahan energi ikatan dalam suatu reaksi kimia, sedangkan entalpi standar mengacu pada entalpi per reaksi standar pada kondisi standar (1 atm, 25°C). Entalpi berdasarkan energi ikatan memberikan gambaran yang lebih akurat karena mempertimbangkan energi ikatan antar molekul. Dapat disimpulkan bahwa perbedaan	
--	--	--	---	---	--

				tersebut muncul karena perbedaan dalam kondisi eksperimental atau perbedaan dalam pendekatan perhitungan.	
14.	Eksplanasi	6	Perhatikan diagram berikut!  Berdasarkan dari diagram diatas simpulkanlah reaksi yang terjadi dan tuliskan alasannya serta persamaan reaksinya?	Berdasarkan diagram tersebut dapat diketahui bahwa reaksinya bersifat endoterm karena ΔH pereaksi < ΔH hasil reaksi sehingga $\Delta H = +$ Persamaan reaksi: $\text{Ba(OH)}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{BaCl}_2 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$	C4
15.	Eksplanasi	5	Termos adalah botol yang diberi dinding dalam rangkap yang dirancang membentuk seperti kaca dengan bahan mengkilap yang dapat menyimpan cairan agar tetap memiliki suhu seperti	Termos dapat mempertahankan suhu air yang ada di dalamnya karena termos termasuk kedalam sistem terisolasi.	C4

			semula. Termos biasa digunakan untuk menyimpan air panas/dingin karena termos dapat mempertahankan suhu air yang ada di dalam termos. Bagaimana analisismu mengapa itu bisa terjadi dan kaitkanlah dengan termokimia!	Sistem terisolasi merupakan sistem yang sangat tertutup dan terpisah dari lingkungannya. Sehingga dalam sistem ini tidak memungkinkan adanya pertukaran materi maupun kalor dari sistem ke lingkungan ataupun sebaliknya. Hal ini dibuktikan dengan adanya dinding termos yang dilapisi dengan bahan isolasi termal seperti kaca atau <i>stainless steel</i> sehingga dapat mengurangi transfer panas dari dalam termos ke lingkungan.	
16.	<i>Self regulation</i>	11	Perubahan wujud dapat terjadi pada dua jenis yaitu perubahan fisika dan perubahan kimia. Perubahan fisika terjadi apabila zat tersebut berubah namun tidak disertai dengan pembentukan jenis baru, sedangkan perubahan kimia	Diketahui: $m_{es} = 250 \text{ gram}$ $L = 80 \text{ kal/g}$ $Q = 10 \text{ kkal} = 10000 \text{ kal}$ Ditanya: Presentase es?	C4 C3

			merupakan perubahan zat yang menghasilkan zat jenis baru. Salah satu contoh perubahan fisika yakni mencairnya es. Jika 250 g es bersuhu 0°C yang diletakan dalam gelas, kalor lebur es 80 kal/g. Kemudian diberikan kalor sebanyak 10 kkal. Berdasarkan analisis perhitunganmu, berapa banyak persentase es yang mencair? Uraikanlah mengapa es tersebut dapat mencair!	Dijawab: $Q = m \cdot L$ $10000 = m \cdot 80$ $m = 125 \text{ gram}$ Maka persentase es yang melebur $= \frac{125}{250} \times 100\% = 50\%$ Es dapat mencair karena reaksi bersifat endoterm yaitu adanya perpindahan panas dari lingkungan ke sistem. Es menyerap kalor dari lingkungan sehingga suhu es meningkat yang menyebabkan es tersebut mencair.	
17.	<i>Self regulation</i>	4	Di dalam gelas kimia direaksikan 2 molekul kalium iodide (KI) dengan 1 molekul timbal nitrat ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$). Karena KI dan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ yang digunakan	Pada reaksi tersebut semua reaktan habis bereaksi sehingga tidak ada sisa yang berarti bahwa KI, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, PbI_2, KNO_3 merupakan sistem karena	C4

			memiliki perbandingan mol sebesar 2:1, maka semua reaktan akan habis bereaksi sehingga dihasilkan suatu endapan kuning berupa timbal iodide (PbI_2) dan 2 molekul kalium nitrat (KNO_3). Reaksinya adalah: $2\text{KI}_{(\text{aq})} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_{2(\text{aq})} \rightarrow \text{PbI}_{2(\text{s})} + 2\text{KNO}_{3(\text{aq})}$ Berdasarkan analisis pemahamanmu, manakah yang menjadi sistem dan lingkungan?	sistem merupakan sesuatu yang diamati (antara bahan menjadi produk) wadah dan udara merupakan lingkungan	
18.	<i>Self regulation</i>	18	Buatlah rancangan praktikum sederhana dengan tema eksoterm atau endoterm !	Judul Alat dan bahan Cara kerja	C6

RUBRIK PENSKORAN INSTRUMEN

No	Nomor Soal	Indikator	Kategori	Skor	Bobot Soal
1.	7	- Menuliskan persamaan termokimia dengan benar - Menuliskan persamaan termokimia disertai fasa pada tiap senyawa dengan benar - Menggambarkan diagram energi dengan tepat - Menuliskan nilai ΔH bahwa $\Delta H_{\text{produk}} < \Delta H_{\text{pereaksi}}$	- Empat indikator terpenuhi - Tiga indikator terpenuhi - Dua indikator terpenuhi - Satu indikator terpenuhi - Jawaban kurang tepat - Tidak menuliskan jawaban	5 4 3 2 1 0	5

2.	8	• Menuliskan persamaan termokimia dengan benar • Menuliskan persamaan termokimia disertai fasa pada tiap senyawa dengan benar • Menggambarkan diagram energi dengan tepat • Menuliskan nilai ΔH bahwa $\Delta H_{\text{produk}} < \Delta H_{\text{pereaksi}}$	• Empat indikator terpenuhi • Tiga indikator terpenuhi • Dua indikator terpenuhi • Satu indikator terpenuhi • Jawaban kurang tepat • Tidak menuliskan jawaban	5 4 3 2 1 0	5
3.	9	• Menuliskan bahwa gambar di sebelah kiri merupakan kalorimeter bom dan gambar di sebelah kanan merupakan kalorimeter sederhana • Menuliskan fungsi dari tiap kalorimeter • Menuliskan perbedaan bentuk dari tiap kalorimeter	• Tiga indikator terpenuhi • Dua indikator terpenuhi • Satu indikator terpenuhi • Jawaban kurang tepat • Tidak menuliskan jawaban	4 3 2 1 0	4
4.	17	• Menuliskan cara pengerjaan untuk mendapatkan ΔH dengan runtut dan benar	• Empat indikator terpenuhi • Tiga indikator terpenuhi • Dua indikator terpenuhi	5 4 3 2	5

		• Menuliskan bentuk akhir persamaan termokimia dengan benar • Menuliskan persamaan termokimia disertai fasa pada setiap senyawa dengan benar • Menuliskan bahwa reaksi melepas atau menghasilkan kalor	• Satu indikator terpenuhi • Jawaban kurang tepat • Tidak menuliskan jawaban	1 0	
5.	10	• Menuliskan apa yang diketahui dan ditanya • Menuliskan cara perhitungan dengan runtut • Menuliskan cara perhitungan dengan benar • Menuliskan satuan pada jawaban dengan benar • Menuliskan maksud dari temperatur kesetimbangan yang diperoleh berdasarkan hasil perhitungan yang didapat	• Lima indikator terpenuhi • Empat indikator terpenuhi • Tiga indikator terpenuhi • Dua indikator terpenuhi • Satu indikator terpenuhi • Jawaban kurang tepat • Tidak menuliskan jawaban	6 5 4 3 2 1 0	6

6.	13	• Menuliskan persamaan termokimia dengan benar • Menuliskan persamaan termokimia disertai fasa pada tiap senyawa dengan benar • Menuliskan cara perhitungan dengan benar • Menuliskan bahwa reaksi termasuk ke dalam endoterm	• Empat indikator terpenuhi • Tiga indikator terpenuhi • Dua indikator terpenuhi • Satu indikator terpenuhi • Jawaban kurang tepat • Tidak menuliskan jawaban	5 4 3 2 1 0	5
7.	12	• Menuliskan cara perhitungan dengan benar • Menuliskan bahwa reaksi termasuk ke dalam eksoterm • Menuliskan alasan penyebab reaksi bersifat eksoterm	• Tiga indikator terpenuhi • Dua indikator terpenuhi • Satu indikator terpenuhi • Jawaban kurang tepat • Tidak menuliskan jawaban	4 3 2 1 0	4
8.	1	• Menuliskan definisi eksoterm dengan benar • Menuliskan definisi endoterm dengan benar • Mengaitkan jawaban dengan bacaan	• Empat indikator terpenuhi • Tiga indikator terpenuhi • Dua indikator terpenuhi • Satu indikator terpenuhi • Jawaban kurang tepat • Tidak menuliskan jawaban	5 4 3 2 1 0	5

		Menuliskan yang terjadi pada sistem maupun lingkungan ketika reaksi bersifat endoterm atau eksoterm			
9.	14	- Menuliskan persamaan termokimia dengan benar - Menuliskan persamaan termokimia disertai fasa pada tiap senyawa dengan benar - Menuliskan cara perhitungan dengan benar - Menuliskan bahwa reaksi termasuk ke dalam eksoterm karena nilai ΔH negatif	- Empat indikator terpenuhi - Tiga indikator terpenuhi - Dua indikator terpenuhi - Satu indikator terpenuhi - Jawaban kurang tepat - Tidak menuliskan jawaban	5 4 3 2 1 0	5
10.	15	- Menuliskan rumus yang digunakan dengan benar - Menuliskan hasil Q dari tiap bahan bakar dengan benar - Menuliskan jawaban disertai satuannya dengan tepat	- Empat indikator terpenuhi - Tiga indikator terpenuhi - Dua indikator terpenuhi - Satu indikator terpenuhi - Jawaban kurang tepat - Tidak menuliskan jawaban	5 4 3 2 1 0	5

		Menuliskan bahwa bahan bakar yang paling efektif adalah propane			
11.	3	- Menuliskan persamaan reaksi dari tiap peristiwa dengan benar - Menuliskan persamaan reaksi disertai fasa pada setiap senyawa dengan benar - Menuliskan jenis reaksi termasuk eksoterm atau endoterm dari tiap peristiwa dengan benar - Menuliskan alasan mengapa reaksi bersifat endoterm atau eksoterm dengan benar	- Empat indikator terpenuhi - Tiga indikator terpenuhi - Dua indikator terpenuhi - Satu indikator terpenuhi - Jawaban kurang tepat - Tidak menuliskan jawaban	5 4 3 2 1 0	5
12.	2	- Menuliskan bahwa jenis reaksi termasuk eksoterm - Menuliskan alasan mengapa reaksi bersifat eksoterm dengan benar	- Tiga indikator terpenuhi - Dua indikator terpenuhi - Satu indikator terpenuhi - Jawaban kurang tepat - Tidak menuliskan jawaban	4 3 2 1 0	4

		• Menuliskan perubahan entalpinya bahwa entalpi hasil reaksi lebih kecil dari harga entalpi pereaksi atau harga entalpinya negatif			
13.	16	• Menuliskan Perhitungan entalpi menggunakan entalpi standar dengan runtut • Menuliskan Perhitungan entalpi menggunakan entalpi standar dengan benar • Menuliskan Perhitungan entalpi menggunakan menggunakan energi rata rata dengan runtut • Menuliskan Perhitungan entalpi menggunakan menggunakan energi rata rata dengan benar • Menuliskan alasan mengapa terdapat perbedaan pada nilai entalpi dengan benar	• Lima indikator terpenuhi • Empat indikator terpenuhi • Tiga indikator terpenuhi • Dua indikator terpenuhi • Satu indikator terpenuhi • Jawaban kurang tepat • Tidak menuliskan jawaban	6 5 4 3 2 1 0	6

14.	6	• Menuliskan bahwa jenis reaksi termasuk endoterm atau menyerap kalor • Menuliskan alasan mengapa reaksi bersifat endoterm dengan benar • Menuliskan persamaan reaksinya dengan benar	• Tiga indikator terpenuhi • Dua indikator terpenuhi • Satu indikator terpenuhi • Jawaban kurang tepat • Tidak menuliskan jawaban	4 3 2 1 0	4
15.	5	• Menuliskan bahwa termos termasuk ke dalam sistem terisolasi • Menuliskan alasan mengapa termos termasuk ke dalam sistem terisolasi • Menuliskan kaitan antara sistem terisolasi dengan unsur pembentuk termos	• Tiga indikator terpenuhi • Dua indikator terpenuhi • Satu indikator terpenuhi • Jawaban kurang tepat • Tidak menuliskan jawaban	4 3 2 1 0	4
16.	11	• Menuliskan yang diketahui dan ditanya • Menuliskan cara perhitungan dengan benar	• Tiga indikator terpenuhi • Dua indikator terpenuhi • Satu indikator terpenuhi • Jawaban kurang tepat	4 3 2 1 0	4

		Menuliskan alasan mengapa es dapat mencair dengan mengaitkannya dengan termokimia	Tidak menuliskan jawaban		
17.	4	- Menuliskan yang termasuk ke dalam sistem dengan benar - Menuliskan yang termasuk ke dalam lingkungan dengan benar	- Dua indikator terpenuhi - Satu indikator terpenuhi - Jawaban kurang tepat - Tidak menuliskan jawaban	3 2 1 0	3
18.	18	- Menuliskan judul sesuai dengan tema - Menuliskan alat dan bahan yang digunakan sesuai dengan praktikum yang dilaksanakan - Menuliskan cara kerja secara runtut dan jelas - Judul, alat dan bahan, serta cara kerja saling berhubungan	- Empat indikator terpenuhi - Tiga indikator terpenuhi - Dua indikator terpenuhi - Satu indikator terpenuhi - Jawaban kurang tepat - Tidak menuliskan jawaban	5 4 3 2 1 0	5
Total skor					84

Perhitungan nilai dengan rumus berikut:

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

Lampiran 2. Hasil Validitas oleh Validator

LEMBAR VALIDASI KISI-KISI INSTRUMEN SOAL

Nama : Sri Rahmania
 NIP : 19930116 201903 2017
 Instansi : UIN Walisongo Semarang.

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kevalidan kisi-kisi dan butir soal dalam pelaksanaan pembelajaran kimia model Problem Based Learning (PBL) terhadap keterampilan berpikir kritis siswa.

B. Petunjuk

1. Bapak/Ibu dapat memberikan penilaian dengan memberikan tanda (V) pada kolom yang tersedia. Ket: Tidak sesuai (TS), kurang sesuai (KS), sesuai (S), sangat sesuai (SS)
2. Bapak/Ibu dimohon berkenan untuk menuliskan kritik serta saran guna perbaikan instrumen.

C. Penilaian

No	Nomor Soal	Aspek yang dinilai	Kriteria Penilaian			
			TS	KS	S	SS
1.	7	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis				✓
		Soal sesuai dengan ranah kognitif				✓
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami				✓
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia				✓
2.	8	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis				✓
		Soal sesuai dengan ranah kognitif				✓
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami				✓
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia				✓
3.	9	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis				✓
		Soal sesuai dengan ranah kognitif				✓
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami				✓
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia				✓
4.	17	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis				✓
		Soal sesuai dengan ranah kognitif				✓
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami				✓
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia				✓
5.	10	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis				✓
		Soal sesuai dengan ranah kognitif				✓

		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami				✓
6.	13	Jawaban sesuai dengan konsep termokimia				✓
		Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis				✓
		Soal sesuai dengan ranah kognitif				✓
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami				✓
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia				✓
7.	12	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis				✓
		Soal sesuai dengan ranah kognitif				✓
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami				✓
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia				✓
8.	1	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis				✓
		Soal sesuai dengan ranah kognitif				✓
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami				✓
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia				✓
9.	14	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis				✓
		Soal sesuai dengan ranah kognitif				✓
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami				✓
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia				✓
10.	15	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis				✓
		Soal sesuai dengan ranah kognitif				✓
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami				✓
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia				✓
11.	3	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis				✓
		Soal sesuai dengan ranah kognitif				✓
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami				✓
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia				✓
12.	2	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis				✓
		Soal sesuai dengan ranah kognitif				✓
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami				✓
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia				✓
13.	16	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis				✓
		Soal sesuai dengan ranah kognitif				✓
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami				✓
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia				✓
14.	6	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis				✓
		Soal sesuai dengan ranah kognitif				✓
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami				✓
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia				✓
15.	5	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis				✓
		Soal sesuai dengan ranah kognitif				✓
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami				✓
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia				✓
16.	11	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis				✓

		Soal sesuai dengan ranah kognitif				✓
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami				✓
17.	4	Jawaban sesuai dengan konsep termokimia				✓
		Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis				✓
		Soal sesuai dengan ranah kognitif				✓
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami				✓
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia				✓
18.	18	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis				✓
		Soal sesuai dengan ranah kognitif				✓
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami				✓
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia				✓

D. Komentar dan Saran

Sudah direvisi sesuai saran untuk instrumen soal ketrampilan berpikir kritis. Sebagai saran lanjutan untuk soal jika berhubungan dengan Pendidikan berkelanjutan maka bentuk soal akan lebih baik dalam bentuk studi kasus atau sejenisnya. Namun secara keseluruhan instrumen yang dikembangkan sudah dapat digunakan.

E. Kesimpulan

Kisi-kisi instrumen soal untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi termokimia dinyatakan pada:

☒ A	Layak diujikan tanpa revisi
☐ B	Layak diujikan dengan revisi
☐ C	Tidak layak diujikan

Mohon untuk memberikan tanda silang (x) sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu.

Semarang, 02 Januari 2024

Validator,


(SRI RAHMANIA, M.Pd.)

LEMBAR VALIDASI KISI-KISI INSTRUMEN SOAL

Nama : Dyah Fitasi
 NIP : 19850102 201903 2 017
 Instansi : UIN Walisongo Semarang

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kevalidan kisi-kisi dan butir soal dalam pelaksanaan pembelajaran kimia model Problem Based Learning (PBL) terhadap keterampilan berpikir kritis siswa.

B. Petunjuk

1. Bapak/Ibu dapat memberikan penilaian dengan memberikan tanda (V) pada kolom yang tersedia. Ket: Tidak sesuai (TS), kurang sesuai (KS), sesuai (S), sangat sesuai (SS)
2. Bapak/Ibu dimohon berkenan untuk menuliskan kritik serta saran guna perbaikan instrumen.

C. Penilaian

No	Nomor Soal	Aspek yang dinilai	Kriteria Penilaian			
			TS	KS	S	SS
1.	7	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis		✓		
		Soal sesuai dengan ranah kognitif			✓	
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami			✓	
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia		✓	✓	
2.	8	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis		✓		
		Soal sesuai dengan ranah kognitif			✓	
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami			✓	
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia			✓	
3.	9	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis			✓	
		Soal sesuai dengan ranah kognitif			✓	
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami			✓	
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia			✓	
4.	17	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis			✓	
		Soal sesuai dengan ranah kognitif			✓	
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami			✓	
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia			✓	
5.	10	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis			✓	
		Soal sesuai dengan ranah kognitif			✓	

		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami			✓	
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia			✓	
6.	13	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis			✓	
		Soal sesuai dengan ranah kognitif			✓	
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami			✓	
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia			✓	
7.	12	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis			✓	
		Soal sesuai dengan ranah kognitif			✓	
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami			✓	
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia			✓	
8.	1	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis	✓		✓	
		Soal sesuai dengan ranah kognitif			✓	
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami			✓	
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia	✓		✓	
9.	14	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis			✓	
		Soal sesuai dengan ranah kognitif			✓	
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami			✓	
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia			✓	
10.	15	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis			✓	
		Soal sesuai dengan ranah kognitif			✓	
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami			✓	
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia			✓	
11.	3	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis			✓	
		Soal sesuai dengan ranah kognitif			✓	
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami			✓	
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia			✓	
12.	2	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis			✓	
		Soal sesuai dengan ranah kognitif			✓	
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami			✓	
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia			✓	
13.	16	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis			✓	
		Soal sesuai dengan ranah kognitif			✓	
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami			✓	
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia			✓	
14.	6	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis			✓	
		Soal sesuai dengan ranah kognitif			✓	
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami			✓	
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia			✓	
15.	5	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis			✓	
		Soal sesuai dengan ranah kognitif			✓	
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami			✓	
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia			✓	
16.	11	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis			✓	

		Soal sesuai dengan ranah kognitif			✓	
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami			✓	
17.	4	Jawaban sesuai dengan konsep termokimia			✓	
		Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis			✓	
		Soal sesuai dengan ranah kognitif			✓	
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami			✓	
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia			✓	
18.	18	Soal sesuai dengan indikator berpikir kritis			✓	
		Soal sesuai dengan ranah kognitif		✓		
		Soal menggunakan bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami			✓	
		Jawaban sesuai dengan konsep termokimia		✓		

D. Komentar dan Saran

.....

.....

.....

.....

E. Kesimpulan

Kisi-kisi instrumen soal untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi termokimia dinyatakan pada:

A	Layak diujikan tanpa revisi
☒ B	Layak diujikan dengan revisi
C	Tidak layak diujikan

Mohon untuk memberikan tanda silang (x) sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu.

Semarang, 29 Februari 2024

Validator,


(Dyah Fitriani)

Lampiran 3. Hasil Validitas Instrumen

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	Jumlah
Pearson Correlation	1	.396	-.121	-.016	.323	.269	.451*	.483*	.350	.455*	.532*	.266	.772**	.674**	.368	.194	.701**	-.413	.626**
Sig. (2-tailed)		.076	.601	.946	.153	.238	.040	.027	.120	.038	.013	.245	.000	.001	.101	.400	.000	.062	.002
N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Pearson Correlation	.396	1	-.117	.296	.203	.688**	.471*	.753**	.700**	.341	.669**	.122	.320	.396	.720**	-.126	.393	-.381	.551**
Sig. (2-tailed)	.076		.613	.193	.379	.001	.031	.000	.000	.130	.001	.599	.157	.075	.000	.588	.078	.088	.010
N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Pearson Correlation	-.121	-.117	1	.143	.033	-.137	-.502*	-.159	.056	-.086	-.122	.378	.125	.075	-.122	.564**	-.232	.390	.246
Sig. (2-tailed)	.601	.613		.537	.889	.554	.020	.491	.809	.711	.598	.091	.590	.748	.597	.008	.312	.081	.282
N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Pearson Correlation	-.016	.296	.143	1	.228	.449*	.021	.329	.505*	.196	.354	.700**	.423	.631**	.463*	.467*	.133	.189	.638**
Sig. (2-tailed)	.946	.193	.537		.320	.041	.927	.145	.020	.394	.116	.000	.056	.002	.035	.033	.566	.412	.002
N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Pearson Correlation	.323	.203	.033	.228	1	.421	.174	.410	.594**	.284	.465*	.176	.316	.296	.276	.208	.296	.235	.533*
Sig. (2-tailed)	.153	.379	.889	.320		.057	.450	.065	.005	.212	.034	.445	.162	.193	.225	.365	.193	.305	.013
N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Pearson Correlation	.269	.688**	-.137	.449*	.421	1	.402	.789**	.755**	.387	.496*	.340	.347	.481*	.706**	-.092	.296	.103	.659**
Sig. (2-tailed)	.238	.001	.554	.041	.057		.071	.000	.000	.083	.022	.131	.124	.027	.000	.693	.193	.658	.001
N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Pearson Correlation	.451*	.471*	-.502*	.021	.174	.402	1	.739**	.090	-.015	.270	-.075	.463*	.393	.280	-.466*	.598**	-.629**	.239
Sig. (2-tailed)	.040	.031	.020	.927	.450	.071		.000	.697	.950	.236	.745	.034	.078	.220	.033	.004	.002	.297
N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Pearson Correlation	.483*	.753**	-.159	.329	.410	.789**	.739**	1	.609**	.183	.517*	.233	.533*	.554**	.583**	-.207	.535*	-.255	.634**
Sig. (2-tailed)	.027	.000	.491	.145	.065	.000	.000		.003	.427	.016	.310	.013	.009	.006	.369	.012	.265	.002
N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Pearson Correlation	.350	.700**	.056	.505*	.594**	.755**	.090	.609**	1	.644**	.756**	.356	.335	.511*	.792**	.254	.346	.122	.788**
Sig. (2-tailed)	.120	.000	.809	.020	.005	.000	.697	.003		.002	.000	.114	.138	.018	.000	.266	.124	.599	.000
N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Pearson Correlation	.455*	.341	-.086	.196	.284	.387	-.015	.183	.644**	1	.737**	.056	.311	.449*	.791**	.105	.445*	-.089	.561**
Sig. (2-tailed)	.038	.130	.711	.394	.212	.083	.950	.427	.002		.000	.810	.170	.041	.000	.650	.043	.701	.008
N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Pearson Correlation	.532*	.669**	-.122	.354	.465*	.496*	.270	.517*	.756**	.737**	1	.064	.427	.518*	.839**	.039	.623**	-.273	.675**
Sig. (2-tailed)	.013	.001	.598	.116	.034	.022	.236	.016	.000	.000		.783	.054	.016	.000	.867	.003	.231	.001

[illegible]

Lampiran 4. Hasil Reliabilitas Instrumen

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	21	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	21	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.893	15

Lampiran 5. Hasil Taraf Kesukuran Instrumen

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	total
NAF	5	4	1	3	4	4	5	5	4	6	3	4	5	5	4	5	5	0	72
IAR	3	4	1	2	2	4	4	4	3	6	2	1	1	1	5	0	3	0	46
MFA	5	4	1	3	4	4	5	5	4	6	4	4	5	5	5	6	5	0	75
MA	3	3	1	3	3	2	4	3	2	5	3	2	2	2	4	3	3	0	48
NHA	3	3	3	2	3	2	5	4	1	0	0	2	2	0	0	3	3	0	36
ROP	5	4	0	2	4	4	5	5	4	6	4	2	2	2	4	3	5	0	61
ENA	4	4	5	3	4	4	5	5	4	6	3	4	5	5	5	6	5	0	77
DMN	4	4	4	3	4	4	5	5	4	6	4	4	5	5	5	5	5	0	76
NF	4	4	4	3	3	4	5	5	3	4	3	5	5	5	4	5	5	0	71
MS	5	4	5	3	4	4	5	5	4	6	4	4	5	5	5	6	5	0	79
EY	5	4	0	3	4	4	4	4	4	6	4	4	5	5	5	6	5	0	72
MP	5	4	3	2	4	4	5	5	3	6	4	0	4	2	5	0	5	0	61
JN	4	4	5	2	4	2	2	3	4	6	4	1	2	1	4	6	4	0	58
SAF	3	3	5	3	4	4	2	4	4	5	3	4	3	3	4	6	3	5	68
MN	3	4	5	3	4	4	2	4	4	5	3	4	2	2	4	6	3	1	63
NY	3	3	4	3	4	4	2	4	4	5	2	4	2	2	4	6	3	5	64
ET	2	4	0	3	4	4	5	5	4	5	4	0	1	1	5	0	5	0	52
HS	3	4	4	3	2	3	2	3	3	5	3	3	2	2	4	6	4	0	56
LH	3	4	5	3	4	4	2	4	4	5	3	4	2	2	4	6	3	5	67
FNS	3	1	4	2	3	1	1	1	1	5	1	2	2	1	1	6	4	2	41
SHA	5	4	5	3	3	3	3	5	4	6	4	4	5	5	5	6	5	0	75
rata-rata skor	3,8095	3,6667	3,0952	2,7143	3,5714	3,4762	3,7143	4,1905	3,4286	5,2381	3,0952	2,9524	3,1905	2,9048	4,0952	4,5714	4,1905	0,8571	
skor maks	5	4	5	3	4	4	5	5	4	6	4	4	5	5	5	6	5	5	
P	0,7619	0,9167	0,619	0,9048	0,8929	0,869	0,7429	0,8381	0,8571	0,873	0,7738	0,7381	0,6381	0,581	0,819	0,7619	0,8381	0,1714	
kriteria	Mudah	Mudah	Sedang	Mudah	Mudah	Mudah	Mudah	Mudah	Mudah	Mudah	Mudah	Mudah	Sedang	Sedang	Mudah	Mudah	Mudah	Sukar	

Lampiran 7. Modul Ajar (MA)

MODUL AJAR**1. IDENTITAS UMUM****A. IDENTITAS**

Nama Penulis : Nur Halimah

Tahun Ajaran : 2023/2024

Nama Sekolah : SMAN 1 Semarang

Mata Pelajaran : IPA-Kimia

Materi : Termokimia

Fase	Jenjang	Kelas/ Semester	Jumlah Siswa	Alokasi waktu
F	SMA	XI/Genap	36	12 JP

B. KOMPETENSI AWAL (PRASYARAT)

Sebelum mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan telah memahami materi hidrokarbon dengan baik.

C. PROFIL PELAJAR PANCASILA

1) Gotong royong

Menyelesaikan masalah dalam kelompok melalui kegiatan berkolaborasi dan berkomunikasi dengan efektif.

2) Kreatif dan bernalar kritis

Menyajikan dan menganalisis informasi secara kualitatif dan kuantitatif, membangun keterkaitan antara berbagai informasi, menyimpulkan dan mengevaluasi hasil informasi berdasarkan observasi, diskusi, dan literasi.

D. SARANA DAN PRASARANA

- 1) Buku teks
- 2) Laptop
- 3) Akses internet
- 4) White board
- 5) LKPD
- 6) Proyektor
- 7) Buku dan alat tulis

E. TARGET PESERTA DIDIK

Peserta didik yang menjadi target adalah peserta didik reguler/tipikal, yaitu tidak ada kesulitan dalam menerna dan memahami materi ajar.

F. MODEL PEMBELAJARAN

Model pembelajaran yang digunakan adalah *Problem Based Learning* (PBL)

2. KOMPONEN INTI**A. TUJUAN PEMBELAJARAN**

- 1) Mengamati dan menganalisis proses terjadinya reaksi eksoterm dan endoterm serta hubungannya dengan sistem dan lingkungan pada reaksi kimia.
- 2) Melakukan pengukuran dan perhitungan perubahan entalpi secara langsung dan menggunakan hukum Hess.
- 3) Menganalisis hubungan energi ikatan dengan perubahan entalpi pada reaksi kimia.

B. PEMAHAMAN BERMAKNA

Setelah mempelajari materi termokimia peserta didik dapat memperkirakan perubahan energi yang terjadi dalam reaksi kimia, perubahan fase, dan pembentukan larutan.

C. PERTANYAAN PEMANTIK

- 1) Bagaimana proses terjadinya reaksi eksoterm dan endoterm, dan apa hubungan dengan reaksi entalpi?
- 2) Bagaimana cara melakukan pengukuran dan perhitungan entalpi secara langsung dan menggunakan hukum Hess?
- 3) Apakah ada hubungan energi ikatan dengan perubahan entalpi pada reaksi kimia?
- 4) Bagaimana cara memanfaatkan berbagai sumber energi berdasarkan nilai entalpinya?

D. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pertemuan ke-1 (2x45 menit)

Langkah-Langkah Pembelajaran	Alokasi Waktu
Pembukaan	10 menit
1. Guru melakukan pembukaan dengan salam dan mengajak berdoa'a bersama sebelum pelajaran dimulai (<i>Spiritual</i>) 2. Guru menanyakan kabar dan kondisi kesehatan kemudian mengkondisikan siswa dengan mengecek kehadiran peserta didik (<i>Disiplin</i>) 3. Guru mengarahkan peserta didik untuk mempersiapkan alat pembelajaran (<i>Disiplin</i>) 4. Guru menyampaikan kompetensi, tujuan pembelajaran yang harus dicapai, menyampaikan penilaian hasil pembelajaran serta lingkup materi yang dipelajari (<i>Fokus dan Konsentrasi</i>) 5. Peserta didik mendengarkan motivasi yang disampaikan oleh guru: "Pernahkah kalian melihat atlet yang mengalami cedera? Salah satu cara efektif untuk meredakan sakit cedera,	

para medis akan mengompres menggunakan <i>instan cold pack</i>. <i>Instan cold pack</i> diremas hingga terasa dingin, lalu mengompresnya pada bagian yang sakit. Suhu yang rendah mengakibatkan pembuluh darah menyempit sehingga memperlambat aliran darah pada bagian cedera. Akibatnya, zat-zat perangsang peradangan yang bergerak menuju bagian cedera berkurang sehingga bengkak dan nyeri turut berkurang. Menurut kalian apakah ada reaksi kimia yang terjadi? (<i>Fokus, komunikasi, dan Konsentrasi</i>)	
Kegiatan inti 1. Peserta didik membaca dan memahami penjelasan guru mengenai kontrak belajar selama proses pembelajaran (<i>komunikasi</i>) 2. Peserta didik mendengarkan penjelasan guru mengenai petunjuk pengerjaan soal <i>pretest</i> yang akan dikerjakan oleh peserta didik (<i>komunikasi</i>) 3. Guru memberikan <i>pretest</i> kepada peserta didik 4. Peserta didik mengerjakan <i>pretest</i> yang diberikan (<i>Konsentrasi, berpikir kritis</i>) 5. Peserta didik mengumpulkan jawaban <i>pretest</i> (<i>tanggung jawab</i>)	70 menit
Penutup 1. Peserta didik mendengarkan informasi dari guru mengenai materi yang akan dipelajari di pertemuan selanjutnya (<i>Konsentrasi</i>) 2. Peserta didik dan guru menutup kegiatan pembelajaran dengan membaca do'a (<i>spiritual</i>) 3. Peserta didik menjawab salam penutup dari guru (<i>spiritual</i>)	10 menit

Pertemuan ke-2 (3x45 menit)

Langkah-Langkah Pembelajaran	Alokasi Waktu
Pembukaan 1. Guru melakukan pembukaan dengan salam dan mengajak berdoa'a bersama sebelum pelajaran dimulai (<i>spiritual</i>) 2. Guru menanyakan kabar dan kondisi kesehatan kemudian mengkondisikan siswa dengan mengecek kehadiran peserta didik (<i>disiplin</i>) 3. Guru mengarahkan peserta didik untuk mempersiapkan alat pembelajaran (<i>disiplin</i>) 4. Guru menyampaikan kompetensi, tujuan pembelajaran yang harus dicapai, menyampaikan penilaian hasil pembelajaran serta lingkup materi yang dipelajari (<i>Konsentrasi</i>) 5. Peserta didik mendengarkan motivasi yang disampaikan oleh guru: "Pernahkah kalian melihat es yang mencair? Menurut kalian apakah ada proses perpindahan kalor pada peristiwa es mencair? (<i>fokus, konsentrasi</i>)"	10 menit
Kegiatan inti Fase 1: Orientasi peserta didik pada masalah 1. Peserta didik diarahkan untuk menyimak video di link berikut ini: https://youtu.be/tzQqZm9eZuw?si=FWKdWE5ZdgvGhOZN  2. Peserta didik berdiskusi dengan guru terkait orientasi masalah yang disajikan dalam bentuk video tersebut (<i>Konsentrasi, berpikir kritis</i>)	115 menit

Fase 2: Mengorganisasikan Peserta didik untuk belajar

3. Guru membagi peserta didik ke dalam kelompok yang setiap kelompok terdiri dari 4-5 siswa (*kerja sama*)
4. Peserta didik mencari literatur atau sumber belajar terkait materi termokimia khususnya sistem, lingkungan, endoterm, dan eksoterm (*literasi*)
5. Setiap kelompok diberi LKPD untuk dikerjakan
6. Peserta didik diminta untuk membaca LKPD dan menanyakan hal-hal yang masih belum dipahami terkait LKPD (*literasi*)

Fase 3: Membantu investigasi mandiri dan kelompok

7. Peserta didik mengerjakan LKPD yang diberikan (*Konsentrasi, berpikir kritis, kerja sama, kreatif*)
8. Guru membimbing peserta didik mengerjakan LKPD (*Konsentrasi, berpikir kritis*)

Fase 4: Mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya

9. Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi (*komunikasi, tanggung jawab*)
10. Setiap kelompok menyampaikan hasil diskusi dan membandingkan dengan hasil diskusi kelompok lain
11. Peserta didik bersama guru membangun diskusi terkait LKPD yang dikerjakan (*komunikasi, tanggung jawab, berpikir kritis*)

Fase 5: Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah

12. Peserta didik bersama guru membangun diskusi terkait sistem, lingkungan, reaksi eksoterm, dan reaksi endoterm (*komunikasi*)
13. Peserta didik diberi kesempatan untuk bertanya bagi yang merasa kurang paham terkait materi yang dipelajari (*komunikasi*)

Penutup	10 menit
1. Kelompok yang berani memaparkan hasil diskusinya diberikan apresiasi (<i>komunikasi</i>) 2. Peserta didik bersama guru menyimpulkan pembelajaran tentang materi yang dipelajari (<i>komunikasi</i>) 3. Peserta didik mendengarkan informasi dari guru mengenai materi yang akan dipelajari di pertemuan selanjutnya (<i>komunikasi</i>) 4. Peserta didik dan guru menutup kegiatan pembelajaran dengan membaca do'a (<i>spiritual</i>) 5. Peserta didik menjawab salam penutup dari guru (<i>spiritual</i>)	

Pertemuan ke-3 (2x45 menit)

Langkah-Langkah Pembelajaran	Alokasi Waktu
Pembukaan	10 menit
1. Guru melakukan pembukaan dengan salam dan mengajak berdo'a bersama sebelum pelajaran dimulai (<i>Spiritual</i>) 2. Guru menanyakan kabar dan kondisi kesehatan kemudian mengkondisikan siswa dengan mengecek kehadiran peserta didik (<i>Disiplin</i>) 3. Guru mengarahkan peserta didik untuk mempersiapkan alat pembelajaran (<i>Disiplin</i>) 4. Guru menyampaikan kompetensi, tujuan pembelajaran yang harus dicapai, menyampaikan penilaian hasil pembelajaran serta lingkup materi yang dipelajari (<i>Fokus dan Konsentrasi</i>) 5. Peserta didik mendengarkan motivasi yang disampaikan oleh guru: "Pernahkah kalian mengamati perubahan suhu air pada termos? Bukankah pada waktu tertentu air panas yang kita masukkan lama kelamaan akhirnya akan dingin? Kemanakah panas dari air? untuk	

mengetahui hal itu maka kita akan memperelajari tentang kalor dan bagaimana cara menghitung kalor dari suatu reaksi. <i>(Fokus, komunikasi, dan Konsentrasi)</i>	
Kegiatan inti	70 menit
Fase 1: Orientasi peserta didik pada masalah 1. Peserta didik diarahkan untuk mengamati gambar berikut ini:  2. Peserta didik berdiskusi dengan guru terkait orientasi masalah yang disajikan dalam bentuk gambar tersebut <i>(fokus, komunikasi)</i> Fase 2: Mengorganisasikan Peserta didik untuk belajar 1. Guru membagi peserta didik ke dalam kelompok yang setiap kelompok terdiri dari 6 siswa <i>(kerja sama)</i> 2. Peserta didik mencari literatur atau sumber belajar terkait materi termokimia khususnya kalorimeter <i>(literasi)</i> 3. Setiap kelompok diberi LKPD untuk dikerjakan <i>(tanggung jawab)</i> 4. Peserta didik diminta untuk membaca LKPD dan menanyakan hal-hal yang masih belum dipahami terkait LKPD <i>(literasi, komunikasi)</i> Fase 3: Membantu investigasi mandiri dan kelompok 5. Peserta didik mengerjakan LKPD yang diberikan <i>(berpikir kritis, kerja sama)</i>	

6. Guru membimbing peserta didik mengerjakan LKPD (<i>fokus, komunikasi</i>) Fase 4: Mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya 7. Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi (<i>tanggung jawab, kerja sama, komunikasi</i>) 8. Setiap kelompok menyampaikan hasil diskusi dan membandingkan dengan hasil diskusi kelompok lain (<i>konsentrasi, kerja sama, komunikasi</i>) 9. Peserta didik bersama guru membangun diskusi terkait LKPD yang dikerjakan (<i>berpikir kritis, komunikasi</i>) Fase 5: Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah 10. Peserta didik bersama guru membangun diskusi terkait kalorimeter (<i>berpikir kritis, komunikasi</i>) 11. Peserta didik diberi kesempatan untuk bertanya bagi yang merasa kurang paham terkait materi yang dipelajari (<i>komunikasi</i>)	
Penutup 1. Peserta didik bersama guru menyimpulkan pembelajaran tentang materi yang dipelajari (<i>komunikasi</i>) 2. Peserta didik mendengarkan informasi dari guru mengenai materi yang akan dipelajari di pertemuan selanjutnya (<i>komunikasi</i>) 3. Peserta didik dan guru menutup kegiatan pembelajaran dengan membaca do'a (<i>spiritual</i>) 4. Peserta didik menjawab salam penutup dari guru (<i>spiritual</i>)	10 menit

Pertemuan ke-4 (3x45 menit)

Langkah-Langkah Pembelajaran	Alokasi Waktu
Pembukaan 1. Guru melakukan pembukaan dengan salam dan mengajak berdoa'a bersama sebelum pelajaran dimulai (<i>spiritual</i>) 2. Guru menanyakan kabar dan kondisi kesehatan kemudian mengkondisikan siswa dengan mengecek kehadiran peserta didik (<i>disiplin</i>) 3. Guru mengarahkan peserta didik untuk mempersiapkan alat pembelajaran (<i>disiplin</i>) 4. Guru menyampaikan kompetensi, tujuan pembelajaran yang harus dicapai, menyampaikan penilaian hasil pembelajaran serta lingkup materi yang dipelajari (<i>Konsentrasi</i>) 5. Peserta didik mendengarkan motivasi yang disampaikan oleh guru: "seseorang ingin pergi ke Medan dari kota Semarang. Si A berangkat dari Semarang langsung menuju Medan. Sedangkan si B berangkat dari Kota Semarang menuju Medan melewati Yogyakarta. Bagaimana hal tersebut jika digambarkan dalam bentuk diagram agar lebih mudah dipahami? (<i>fokus, konsentrasi</i>)	10 menit
Kegiatan inti Fase 1: Orientasi peserta didik pada masalah 1. Peserta didik diarahkan untuk menyimak berita yang disajikan dalam bentuk kode QR berikut ini: 	115 menit

2. Peserta didik berdiskusi dengan guru terkait orientasi masalah yang disajikan (<i>Konsentrasi, berpikir kritis</i>) Fase 2: Mengorganisasikan Peserta didik untuk belajar 3. Guru membagi peserta didik ke dalam kelompok yang setiap kelompok terdiri dari 4-5 siswa (<i>kerja sama</i>) 4. Setiap kelompok diberi LKPD untuk dikerjakan 5. Peserta didik diminta untuk membaca LKPD dan menanyakan hal-hal yang masih belum dipahami terkait LKPD (<i>literasi</i>) Fase 3: Membantu investigasi mandiri dan kelompok 6. Peserta didik mengerjakan LKPD yang diberikan (<i>Konsentrasi, berpikir kritis, kerja sama</i>) 7. Guru membimbing peserta didik mengerjakan LKPD (<i>Konsentrasi, berpikir kritis</i>) Fase 4: Mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya 8. Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi (<i>komunikasi, tanggung jawab</i>) 9. Setiap kelompok menyampaikan hasil diskusi dan membandingkan dengan hasil diskusi kelompok lain 10. Peserta didik bersama guru membangun diskusi terkait LKPD yang dikerjakan (<i>komunikasi, tanggung jawab, berpikir kritis</i>) Fase 5: Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah 11. Peserta didik bersama guru membangun diskusi terkait perhitungan entalpi (<i>komunikasi</i>) 12. Peserta didik diberi kesempatan untuk bertanya bagi yang merasa kurang paham terkait materi yang dipelajari (<i>komunikasi</i>)	
Penutup	10 menit
1. Kelompok yang berani memaparkan hasil diskusinya diberikan apresiasi (<i>komunikasi</i>)	

2. Peserta didik bersama guru menyimpulkan pembelajaran tentang persamaan termokimia, perubahan entalpi dalam keadaan standar, hukum Hess dan energi ikatan (<i>komunikasi</i>) 3. Peserta didik mendengarkan informasi dari guru mengenai pertemuan selanjutnya (<i>komunikasi</i>) 4. Peserta didik dan guru menutup kegiatan pembelajaran dengan membaca do'a (<i>spiritual</i>) 5. Peserta didik menjawab salam penutup dari guru (<i>spiritual</i>)	
---	--

Pertemuan ke-5 (2x45 menit)

Langkah-Langkah Pembelajaran	Alokasi Waktu
Pembukaan	10 menit
1. Guru melakukan pembukaan dengan salam dan mengajak berdo'a bersama sebelum pelajaran dimulai (<i>Spiritual</i>) 2. Guru menanyakan kabar dan kondisi kesehatan kemudian mengkondisikan siswa dengan mengecek kehadiran peserta didik (<i>Disiplin</i>) 3. Guru mengarahkan peserta didik untuk mempersiapkan alat pembelajaran (<i>Disiplin</i>) 4. Guru menyampaikan <i>post test</i> yang akan dikerjakan (<i>Fokus dan Konsentrasi</i>)	
Kegiatan inti	70 menit
1. Peserta didik mendengarkan penjelasan guru mengenai petunjuk pengerjaan soal <i>post-test</i> yang akan dikerjakan oleh peserta didik (<i>komunikasi</i>) 2. Guru memberikan <i>post-test</i> kepada peserta didik 3. Peserta didik mengerjakan <i>post-test</i> yang diberikan (<i>Konsentrasi, berpikir kritis</i>)	

4. Peserta didik mengumpulkan jawaban <i>post-test</i> (<i>tanggung jawab</i>)	
Penutup	10 menit
1. Peserta didik mendengarkan informasi dari guru mengenai materi yang akan dipelajari di pertemuan selanjutnya (<i>Konsentrasi</i>)	
2. Peserta didik dan guru menutup kegiatan pembelajaran dengan membaca do'a (<i>spiritual</i>)	
3. Peserta didik menjawab salam penutup dari guru (<i>spiritual</i>)	

E. ASESMEN

1) Asesmen formatif

a) Penilaian pengetahuan

- Teknik penilaian: tes tertulis
- Bentuk penilaian: pengisian LKPD
- Instrumen penelitian: LKPD

b) Penilaian sikap

- Teknik penilaian: observasi
- Bentuk penilaian: observasi perkembangan profil pelajar pancasila
- Instrumen penilaian: lembar observasi

c) Penilaian keterampilan

- Teknik penilaian: observasi
- Bentuk penilaian: observasi keterampilan kinerja
- Instrumen penelitian: lembar observasi

2) Asesmen sumatif

- Teknik penilaian: tes tertulis
- Bentuk penilaian: soal *Pre-Test* dan *Post-Test*
- Instrumen penelitian: soal uraian

F. DAFTAR PUSTAKA

Sudarmo, Unggul, & Mitayani, Nanik. 2016. Buku Siswa Kimia untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta: Erlangga

Sriyanto, Wahyu. 2020. Modul Pembelajaran SMA KIMIA Kelas XI "Konsep Dasar Perubahan Entalpi Kimia Kelas XI". Jakarta: Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN

G. GLOSARIUM

Eksoterm : perpindahan kalor dari sistem ke lingkungan

Endoterm : perpindahan kalor dari lingkungan ke sistem

Entalpi : istilah dalam termodinamika yang menyatakan jumlah energi internal, volume, dan tekanan panas dari suatu zat

Kalorimeter	: alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor yang terlibat dalam suatu perubahan atau reaksi kimia
Lingkungan	: segala sesuatu di luar sistem
Reaksi kimia	: suatu proses dimana satu atau lebih zat diubah menjadi suatu zat yang berbeda dan menghasilkan produk yang baru
Sistem	: tempat berlangsungnya reaksi kimia
Termokimia	: cabang ilmu kimia yang mempelajari energi yang terjadi selama reaksi

H. LAMPIRAN

- 1) Lampiran 1. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)
(pengisian LKPD sebagai penilaian pengetahuan pertemuan ke-2)
- 2) Lampiran 2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)
Kalorimeter
(pengisian LKPD sebagai penilaian pengetahuan pertemuan ke-3)
- 3) Lampiran 3. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)
penentuan perubahan entalpi reaksi
(pengisian LKPD sebagai penilaian pengetahuan pertemuan ke-4)
- 4) Lampiran 4. Penilaian Sikap
- 5) Lampiran 5. Penilaian Keterampilan
- 6) Lampiran 6. Soal *Pre-Test* dan *Post-Test*

Lampiran 8. LKPD Pertemuan Kedua

IDENTITAS LEMBAR KERJA

Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas/Semester	: XI/Genap
Materi	: Termokimia
Sub bab	: Sistem, lingkungan, endoterm, eksoterm

Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase I, peserta didik mampu menerapkan operasi matematika dalam perhitungan kimia; mempelajari sifat, struktur dan interaksi partikel dalam membentuk berbagai senyawa; memahami dan menjelaskan aspek energi, laju dan kesetimbangan reaksi kimia; menggunakan konsep asam-basa dalam keseharian; menggunakan transformasi energi kimia dalam keseharian; memahami kimia organik; memahami konsep kimia pada makhluk hidup.

Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti pembelajaran model *Problem Based Learning* (PBL), diharapkan peserta didik mampu mengamati, menyelidiki, dan menjelaskan proses terjadinya reaksi eksoterm dan endoterm serta hubungannya dengan sistem dan lingkungan pada reaksi kimia dengan bergotong royong, bernalar kritis, dan kreatif.

Petunjuk Penggunaan

1. Biasakan untuk membaca do'a sebelum memulai belajar
2. Baca dan cermati tujuan pembelajaran yang ingin dicapai dalam kegiatan pembelajaran pada LKPD
3. Pahami setiap perintah pada tahapan kegiatan pembelajaran di dalam LKPD
4. Lakukan kegiatan pembelajaran dengan kelompokmu

Kegiatan pembelajaran yang disediakan dalam LKPD Termokimia meliputi tahapan kegiatan model *Problem Based Learning* (PBL) sebagai berikut:

Fase 1: Orientasi peserta didik pada masalah

Kegiatan memahami masalah dari sebuah video yang diberikan dengan cara mencermati isi dari video.

Fase 2: Mengorganisasikan Peserta didik untuk belajar

Kegiatan pembagian peserta didik ke dalam kelompok-kelompok dan mencari literatur atau sumber belajar terkait materi termokimia khususnya sistem, lingkungan, endoterm, dan eksoterm.

Fase 3: Membantu investigasi mandiri dan kelompok

Kegiatan mendiskusikan masalah dari video yang diberikan kemudian mengaitkannya dengan konsep termokimia dan melakukan percobaan mengenai konsep sistem, lingkungan, endoterm, dan eksoterm sesuai dengan perintah di LKPD.

Fase 4: Mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya

Kegiatan menyimpulkan serta menyajikan hasil LKPD yang telah dikerjakan

Fase 5: Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah

Kegiatan menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah

Orientasi peserta didik pada masalah

**AYO TONTON VIDEO DENGAN
SCAN QR CODE BERIKUT INI!**



Alternatif lain untuk menonton video dapat menggunakan link berikut:

<https://youtu.be/tzQqZm9eZuw?si=FWKdWESZdgvGhOZN>

Dari video tersebut, informasi apa yang kamu peroleh?

.....

.....

.....

Mengorganisasikan Peserta didik untuk belajar

YUK BERKOLABORASI!

Untuk membantu dalam mengerjakan LKPD, berkelompoklah dengan temanmu beranggotakan 4-5 orang.

Tulis nama anggota kelompokmu disini yaa...

Kemudian, berkumpullah sesuai dengan anggota kelompokmu!

Bersama kelompokmu, carilah sumber belajar terkait materi termokimia khususnya sistem, lingkungan, endoterm, dan eksoterm

Membantu investigasi mandiri dan kelompok**AYO PRAKTIKUM!**

Siapkan alat dan bahan dibawah ini yaa..

Alat dan bahan:

1. Cup/ gelas
2. Sendok
3. Detergen bubuk
4. air

Lalu lakukan percobaan sesuai dengan prosedur kerja di bawah ini.

Cara kerja:

1. Masukkan air ke dalam gelas secukupnya
2. Cek suhu air dengan jari
3. Tambahkan 3 - 4 sendok detergen bubuk ke dalam gelas
4. Aduk hingga merata dan tunggu selama beberapa menit
5. Cek kembali suhu larutan tersebut

Tuliskan hasil praktikummu disini yaa..

HASIL PENGAMATAN

Jawablah pertanyaan di bawah ini sesuai dengan percobaan yang telah kalian lakukan!

Saat suhu air dicek dengan menggunakan jari, berasa Setelah detergen bubuk dimasukkan ke dalam gelas, terbentuk yang menandakan bahwa terjadi reaksi antara air dengan detergen. Ketika larutan sudah homogen, suhu larutan dicek menggunakan jari dan terasa

Apa yang kalian amati dari percobaan yang telah dilakukan?

.....

.....

Apa itu sistem? Berdasarkan percobaan, manakah yang termasuk sistem?

.....

.....

Apa itu lingkungan? Berdasarkan percobaan, manakah yang termasuk lingkungan?

.....

.....

Apa itu reaksi eksoterm dan reaksi endoterm?

.....

.....

Berdasarkan percobaan yang kalian lakukan termasuk ke dalam reaksi apa? Jelaskan alasannya!

.....

.....

Sebutkan contoh penerapan reaksi endoterm dan eksoterm masing-masing 3!

.....

.....

Mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya

YUK KEMBANGKAN DAN SAJIKAN HASILMU!

Paparkan hasil LKPD kelompokmu. Saat kelompok lain memaparkan hasilnya, tuliskan catatan dari hasil pemaparan kelompok lain yang belum kamu ketahui.

CATATAN

Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah**YUK ANALISIS DAN EVALUASI PROSES PEMECAHAN MASALAH!**

Analisislah hasil LKPD kelompokmu dengan membandingkannya dengan berbagai literatur dan sumber.

HASIL ANALISIS

Berdasarkan analisis, dapat disimpulkan bahwa termokimia merupakan

.....

.....

TUGAS MANDIRI

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan menggunakan selembar kertas dan kumpulkan!

1. Tumbuhan membutuhkan cahaya matahari pada peristiwa fotosintesis, fenomena ini menunjukkan terjadinya reaksi...
 - a. Peleburan
 - b. Eksoterm
 - c. Endoterm
 - d. Penguraian
 - e. Pembentukan
2. Pada proses pembakaran, reaksi yang terjadi adalah reaksi...
 - a. Peleburan
 - b. Eksoterm
 - c. Endoterm
 - d. Penguraian
 - e. Penetralan
3. Di dalam gelas kimia direaksikan suatu larutan kalium iodide (KI) dengan larutan timbal nitrat ($Pb(NO_3)_2$) sehingga dihasilkan suatu endapan kuning berupa timbal iodide (PbI_2) dan larutan kalium nitrat (KNO_3). Yang termasuk ke dalam sistem adalah...
 - a. KI, $Pb(NO_3)_2$, PbI_2 , KNO_3
 - b. Gelas kimia
 - c. Udara
 - d. Kalium iodide (KI)
 - e. Timbal iodide (PbI_2)
4. Kuantitas panas untuk suatu proses dilambangkan dengan q. Tanda q untuk proses endotermik adalah...
 - a. Negatif
 - b. Netral
 - c. Positif
 - d. >
 - e. <
5. Berikut ini yang terjadi pada reaksi endoterm, kecuali...
 - a. Entalpinya positif
 - b. Sistem menyerap kalor
 - c. Kalor berpindah dari lingkungan ke sistem
 - d. Suhu lingkungan meningkat
 - e. Lingkungan menyerap kalor

Lampiran 9. LKPD Pertemuan Ketiga

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Materi : Termokimia

Sub Materi : Kalorimeter

Kelas :

Anggota kelompok :

Fase 1: Orientasi peserta didik pada masalah

Perhatikan gambar di bawah ini!

**Fase 2: Mengorganisasikan Peserta didik untuk belajar**

Berkelompoklah dengan temanmu yang terdiri dari 4 – 5 siswa dan carilah sumber belajar mengenai kalorimeter. Kerjakan LKPD ini beserta kelompokmu!

Fase 3: Membantu investigasi mandiri dan kelompok**Mengukur Perubahan Entalpi Menggunakan Kalorimeter****Alat dan bahan:**

1. Satu set alat kalorimeter sederhana
2. Air
3. NaCl

Langkah kerja:

1. Masukkan air sebanyak 125 ml ke dalam kalorimeter sederhana.
1. Ukur suhu awal air dalam kalorimeter dan catat.
2. Timbang NaCl sebanyak 5 gram, masukkan ke dalam kalorimeter.
3. Tutup kalorimeter dan aduk.
4. Ukur suhu akhir larutan dan catat.

5. Tentukan kalor pelarutan NaCl tersebut berdasarkan data hasil percobaan.

Jawablah pertanyaan di bawah ini sesuai dengan percobaan yang telah kalian lakukan!

1. Hitunglah perubahan entalpi pada pelarutan NaCl, jika kalor jenis larutan = kalor jenis air = $4,2 \text{ J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$, kapasitas kalorimeter = $0 \text{ J}.\text{C}^{-1}$, massa jenis air = massa jenis larutan = 1 g.ml^{-1} , dan Mr NaCl = 58,5.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Buat kesimpulan dari percobaan yang sudah kalian lakukan. Apakah proses tersebut berlangsung secara eksotermik atau endotermik? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Fase 4: Mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya

Presentasikan hasil percobaanmu dan saat kelompok lain memaparkan hasilnya, tuliskan catatan dari hasil pemaparan kelompok lain yang belum kamu ketahui.

Catatan:

.....

.....

.....

.....

.....

Fase 5: Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah

Analisislah hasil diskusi kelompokmu dengan membandingkannya dengan berbagai literatur dan sumber.

Analisis:

.....

.....

.....

.....

.....

TUGAS MANDIRI

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan menggunakan selembar kertas dan kumpulkan!

- Asam benzoat merupakan zat yang sering digunakan untuk mengawetkan minuman ringan atau sirup. Seorang ahli kimia pangan meneliti jumlah kalori yang terdapat dalam asam benzoat. Dia memasukkan 500 mg asam benzoat ke dalam kalorimeter bom dan terjadi perubahan suhu dari 20°C menjadi 22,87°C. Jika kapasitas kalor kalorimeter bom adalah 420 J.°C⁻¹, hitung jumlah kalori yang terdapat dalam asam benzoat tersebut!
- Pada proses pelarutan 1,7 gram NaNO₃ dalam 100 gram air terjadi penurunan suhu sebesar 1,56°C. Hitung kalor yang menyertai reaksi pelarutan tersebut jika kalor jenis larutan = 4,2 J.g⁻¹.°C⁻¹, kapasitas kalor kalorimeter = 11,7 J.°C⁻¹, dan Mr NaNO₃ = 85!

Lampiran 10. LKPD Pertemuan Keempat

LEMBAR KERJA SISWA

Materi : Termokimia
 Sub Materi : Penentuan perubahan entalpi reaksi
 Kelas :
 Anggota kelompok :

Fase 1: Orientasi peserta didik pada masalah

Scan QR code berikut ini



Alternatif lain untuk mengakses berita dapat menggunakan link berikut ini:

[Tragedi Tanker Exxon Valdez: 40 Juta Liter Minyak Tumpah Mencemari Laut | kumparan.com](#)

Apa saja yang kamu temukan?

Fase 2: Mengorganisasikan Peserta didik untuk belajar

Berkelompoklah dengan temanmu yang terdiri dari 4 – 5 siswa dan carilah sumber belajar mengenai penentuan perubahan entalpi reaksi. Kerjakan LKS ini beserta kelompokmu!

Fase 3: Membantu investigasi mandiri dan kelompok

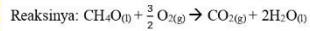
A. BERDASARKAN DATA ENTALPI PEMBENTUKAN

$$\Delta H^{\circ} = \sum \Delta H_f^{\circ} \text{ produk} - \sum \Delta H_f^{\circ} \text{ reaktan}$$

1. Diketahui entalpi pembentukan metanol, $\text{CH}_3\text{OH(l)} = -238,6 \text{ kJ/mol}$; $\text{CO}_{2(\text{g})} = -393,5 \text{ kJ/mol}$; dan $\text{H}_2\text{O(l)} = -286 \text{ kJ/mol}$.

Hitunglah ΔH reaksi pembakaran etanol!

Jawab:

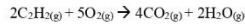


$$\begin{aligned}\Delta H^\circ &= \sum \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \sum \Delta H_f^\circ \text{ reaktan} \\ &= [\Delta H_f^\circ \text{CO}_2 + 2(\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O})] - [\Delta H_f^\circ \text{CH}_3\text{O} + \frac{3}{2}(\Delta H_f^\circ \text{O}_2)] \\ &= [\dots\dots\dots \text{kJ/mol} + 2(\dots\dots\dots \text{kJ/mol})] - [\dots\dots\dots \text{kJ/mol} + \frac{3}{2}(\dots\dots\dots \text{kJ/mol})] \\ &= \dots\dots\dots \text{kJ/mol}\end{aligned}$$

Jadi, entalpi pembakaran etanol adalah kJ/mol

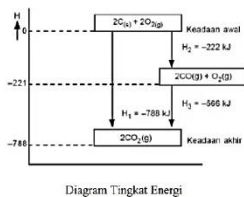
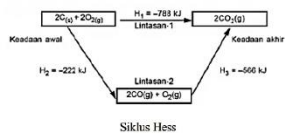
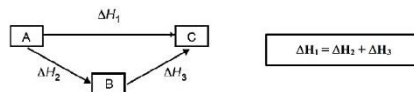
2. Diketahui, entalpi pembentukan $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) = 227 \text{ kJ/mol}$; $\text{CO}_2(\text{g}) = -393 \text{ kJ/mol}$; dan $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = -242 \text{ kJ/mol}$.

Hitunglah ΔH reaksi berikut!



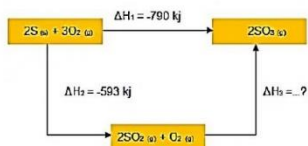
Jawab:

B. BERDASARKAN HUKUM HESS



1. Perhatikan siklus Hess dibawah ini.

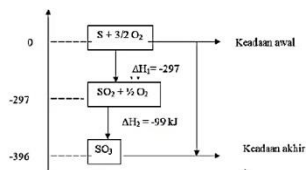
Tentukan nilai ΔH_3 !



Jawab:

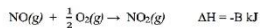
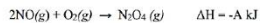
2. Perhatikan diagram energi di bawah ini.

Tentukan ΔH untuk reaksi $S + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow SO_3$!



Jawab:

3. Diketahui persamaan termokimia sebagai berikut.

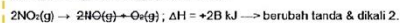
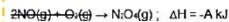


Tentukan ΔH untuk reaksi $2\text{NO}_2(g) \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4(g)$

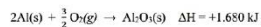
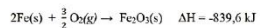
Jawab:

Susunlah persamaan termokimia diatas supaya terdapat NO_2 di bagian pereaksi dan N_2O_4 di bagian produk. Ketika pereaksi dan produk diubah, maka tanda ΔH juga berubah. Ketika koefisien digandakan, ΔH juga harus digandakan.

Sehingga,



4. Bila diketahui persamaan termokimia seperti di bawah ini.



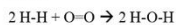
Tentukan ΔH untuk reaksi $2\text{Al}(s) + \text{Fe}_2\text{O}_3(s) \rightarrow 2\text{Fe}(s) + \text{Al}_2\text{O}_3(s)$

C. BERDASARKAN ENERGI IKATAN

Tabel 1. Data Energi Ikatan Rata-rata

Ikatan	Energi Ikatan (kJ/mol)	Ikatan	Energi Ikatan (kJ/mol)
H-H	436	H-Cl	431
C-C	347	H-Br	364
O-O	149	H-I	297
F-F	153	C-H	414
Cl-Cl	242	C=C	611
Br-Br	193	C≡C	837
I-I	151	C=N	615
N-N	163	N=N	418
H-F	565	N≡N	946
O-F	190	O=O	495

1. Hitunglah energi yang dihasilkan pada pembakaran hidrogen berdasarkan data energi ikatan.



Ikatan yang putus:

$$2 \text{ ikatan H-H} = \dots\dots\dots \times \dots\dots\dots \text{ kJ} = \dots\dots\dots \text{ kJ}$$

$$1 \text{ ikatan O=O} = \dots\dots\dots \times \dots\dots\dots \text{ kJ} = \dots\dots\dots \text{ kJ}$$

Ikatan yang terbentuk:

$$2 \times 2 \text{ ikatan O-H} = \dots\dots\dots \times \dots\dots\dots \text{ kJ} = \dots\dots\dots \text{ kJ}$$

Dengan menggunakan rumus:

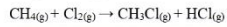
$$\Delta H_{\text{reaksi}} = \Sigma \text{ energi pemutusan ikatan} - \Sigma \text{ energi pembentukan ikatan}$$

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = \Sigma \text{ energi ikatan pereaksi} - \Sigma \text{ energi ikatan produk}$$

Hitunglah ΔH reaksi!

Jawab:

2. Dengan menggunakan tabel ikatan, tentukan ΔH reaksi berikut:



Jawab:

Fase 4: Mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya

Presentasikan hasil diskusi kelompokmu dan saat kelompok lain memaparkan hasilnya, tuliskan catatan dari hasil pemaparan kelompok lain yang belum kamu ketahui.

Catatan:

.....

.....

.....

Fase 5: Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah

Analisislah hasil diskusi kelompokmu dengan membandingkannya dengan berbagai literatur dan sumber.

Analisis:

.....

.....

.....

Lampiran 11. Penilaian Sikap dan Keterampilan

PENILAIAN SIKAP**1) Instrumen Penilaian**

No.	Nama Peserta Didik	Aspek Sikap yang dinilai			Jumlah Skor	Skor Sikap	Kode Nilai
		Kreatif	Kerja sama	Bernalar Kritis			
1							
2							
3							

2) Rubrik Penilaian Sikap

ASPEK	INDIKATOR	NILAI
Kreatif	Peserta didik memiliki rasa ingin tahu	25
	Peserta didik tertarik dalam mengerjakan tugas	25
	Peserta didik menunjukkan hasil karya sendiri (orisinil)	25
	Peserta didik tidak menjiplak karya orang lain	25
TOTAL		100
Kerja sama	Peserta didik terlibat aktif dalam bekerja kelompok	25
	Peserta didik bersedia melaksanakan tugas sesuai kesepakatan	25
	Peserta didik bersedia membantu temannya dalam satu kelompok yang mengalami kesulitan	25
	Peserta didik menghargai hasil kerja anggota kelompok	25
TOTAL		100
	Peserta didik mampu merumuskan pokok-pokok permasalahan	25

Bernalar Kritis	Peserta didik mampu mengungkap fakta yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu masalah	25
	Peserta didik mampu memilih argumen logis, relevan, dan Akurat	25
	Peserta didik dapat mempertimbangkan kredibilitas (kepercayaan) sumber informasi yang diperoleh.	25
TOTAL		100
SKOR TOTAL		300

PENILAIAN KETERAMPILAN

1. Instrumen Penilaian

No	Nama Peserta Didik	Aspek Kerja yang dinilai				Jumlah Skor	Skor keterampilan	Kode Nilai
		Merespon pertanyaan	Aktivitas diskusi	Kemampuan presentasi	Kerjasama dalam kelompok			
1								
2								
3								

2. Rubrik Penilaian Keterampilan

ASPEK	INDIKATOR	NILAI
Kesesuaian respon dengan pertanyaan	Penggunaan tata bahasa baik dan benar	25
	Jawaban yang relevan dengan pertanyaan	25
	Menjawab sesuai dengan materi	25
	Mengaitkan jawaban dengan kehidupan sehari-hari	25
Aktivitas diskusi	Keterlibatan anggota kelompok	25
	Aktif bertanya dan menanggapi	25
	Mencatat hasil diskusi dengan sistematis	25
	Memperhatikan dengan seksama saat berdiskusi	25
Kemampuan Presentasi	Dipresentasikan dengan percaya diri	25
	Dapat mengemukakan ide dan berargumen dengan baik	25
	Manajemen waktu presentasi dengan baik	25
	Seluruh anggota kelompok berpartisipasi presentasi	25

Kerjasama dalam kelompok	Bersedia membantu orang lain dalam satu kelompok	25
	Kesediaan melakukan tugas sesuai dengan kesepakatan	25
	Terlibat aktif dalam bekerja kelompok	25
Skor total		400

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor Total}} \times 100$$

CATATAN :**Kode nilai / predikat :**

75,01 – 100,00 = Sangat Baik (SB)

50,01 – 75,00 = Baik (B)

25,01 – 50,00 = Cukup (C)

00,00 – 25,00 = Kurang (K)

Lampiran 12. Uji Normalitas Populasi

Tests of Normality							
	Kelas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil	XI-6	.108	36	.200*	.953	36	.127
	XI-7	.114	36	.200*	.953	36	.128
	XI-8	.105	36	.200*	.954	36	.142

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

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 13. Uji Homogenitas Populasi

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil	Based on Mean	2.250	2	105	.110
	Based on Median	2.148	2	105	.122
	Based on Median and with adjusted df	2.148	2	93.066	.122
	Based on trimmed mean	2.309	2	105	.104

Lampiran 14. Soal Pretest dan Posttest

Soal Pretest dan Posttest**Petunjuk soal:**

1. Tulis identitas pada lembar jawaban
 2. Bacalah setiap soal dengan teliti dan kerjakan dengan serius
 3. Kerjakan terlebih dahulu soal yang mudah
 4. Uraikan setiap jawaban dengan lengkap dan jelas
 5. Sifat: *close book*
1. Terdapat dua jenis reaksi yang berkaitan dengan perpindahan kalor yakni endoterm dan eksoterm. Kedua reaksi tersebut melibatkan proses penyerapan dan pelepasan kalor ketika senyawa bereaksi. Berdasarkan hasil percobaan, garam amonium nitrat (NH_4NO_3) yang dilarutkan dalam air akan terjadi penyerapan panas. Hasil percobaan tersebut dapat dituliskan persamaan reaksi sebagai berikut:
- $$\text{NH}_4\text{NO}_{3(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{NO}_3^-_{(aq)}$$
- Sedangkan garam kalsium Klorida (CaCl_2) dengan perlakuan yang sama akan terjadi pelepasan kalor. Hasil percobaan tersebut dapat dituliskan persamaan reaksi sebagai berikut
- $$\text{CaCl}_{2(s)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(aq)} \rightarrow \text{Ca(OH)}_{2(aq)} + 2\text{HCl}_{(g)} + \text{panas}$$
- Analisislah definisi reaksi eksoterm dan endoterm dan tentukan reaksi yang mana yang termasuk eksoterm dan endoterm berdasarkan bacaan di atas!
2. Amonia merupakan senyawa kimia yang biasanya ditemukan dalam bentuk gas. proses pembentukan senyawa amonia akan melepas kalor sebanyak 92 kJ/mol. Amonia banyak digunakan dalam industri untuk

pembuatan pupuk, seperti amonium nitrat. Buatlah persamaan termokimia dan diagram energinya serta jelaskan nilai ΔH berdasarkan diagram energi yang kamu buat!

3. Perhatikan gambar di bawah ini!
Gambar di bawah merupakan alat yang digunakan untuk mengukur perubahan kalor.



Jelaskan perbedaan dan fungsi masing-masing alat!

4. Termos merupakan contoh sederhana sistem terisolasi, yaitu sistem yang tidak memungkinkan adanya pertukaran materi maupun energi. Termos melindungi air tetap pada suhunya sehingga tidak memungkinkan terjadinya pertukaran energi dan panas ke lingkungan. Termos yang berisi 200 gram kopi dengan suhu 75°C , dicampur dengan 50 gram susu bersuhu 25°C . Jika kalor jenis kopi dan kalor jenis susu dianggap $1 \text{ kal/g } ^{\circ}\text{C}$, berapakah temperatur kesetimbangan campuran tersebut? Analisislah apa maksud dari temperatur kesetimbangan yang diperoleh berdasarkan perhitunganmu!
5. Perubahan wujud dapat terjadi pada dua jenis yaitu perubahan fisika dan perubahan kimia. Perubahan fisika terjadi apabila zat tersebut berubah namun tidak disertai

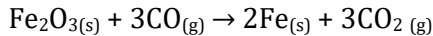
dengan pembentukan jenis baru, sedangkan perubahan kimia merupakan perubahan zat yang menghasilkan zat jenis baru. Salah satu contoh perubahan fisika yakni mencairnya es. Jika 250 g es bersuhu 0°C yang diletakan dalam gelas, kalor lebur es 80 kal/g. Kemudian diberikan kalor sebanyak 10 kkal. Berdasarkan analisis perhitunganmu, berapa banyak persentase es yang mencair? Uraikanlah mengapa es tersebut dapat mencair!

6. Perhatikan perubahan entalpi senyawa berikut ini!

Senyawa	Perubahan entalpi pembentukan standar (kJ/mol)
Fe_2O_3	-198,5
CO_2	-94,1
CO	-26,4

Besi (Fe) merupakan salah satu logam yang mempunyai peranan yang sangat besar dalam kehidupan manusia, terlebih di zaman modern seperti sekarang. Besi berada dalam bentuk senyawanya, terutama sebagai bijih besi, yang mengandung Fe_2O_3 (hematite), $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (limonit), Fe_3O_4 (magnetic), FeCO_3 (siderite), dan FeS_2 (pirit). Di udara besi mudah mengalami korosi, yaitu proses perusakan (keropos) pada permukaan besi yang disebabkan reaksi dengan oksigen membentuk oksida besi, yang dalam kehidupan sehari-hari dikenal sebagai karat besi. Korosi besi berlangsung sangat lambat pada kondisi lembab dan adanya garam. Dalam industri, besi dibuat melalui proses reduksi dari oksidanya, Fe_2O_3 . Zat pereduksi yang digunakan adalah gas karbon monoksida (CO) pada suhu tinggi.

Reaksinya :



Berdasarkan perhitungan entalpi, prediksikanlah reaksi tersebut termasuk endoterm atau eksoterm dan jelaskan alasannya!!

7. Perhatikan data di bawah ini!

$$\Delta H_f^\circ \text{CaCO}_{3(s)} = -1207 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{CaO}_{(s)} = -635,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{CO}_{2(g)} = -394 \text{ kJ/mol}$$

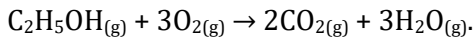
Kalsium karbonat merupakan senyawa anorganik berupa garam kalsium yang terbentuk dari unsur kalium dan ion karbonat. Senyawa ini terdapat dalam batuan kapur dan merupakan mineral paling sederhana yang tidak mengandung silikon. Penguraian kalsium karbonat akan menghasilkan kalsium oksida serta gas karbon dioksida. Berdasarkan perhitungan entalpi, prediksikanlah reaksi tersebut termasuk endoterm atau eksoterm dan tuliskanlah persamaan termokimianya!

8. Disajikan data kalor pembakaran beberapa bahan bakar berikut:

Bahan Bakar	Mr (g/mol)	Kalor pembakaran standar (kJ/mol)
Methanol	32	729
Propana	44	2217
Etanol	46	1364
Bensin	114	5464
Minyak tanah	170	8070

Bandingkan kalor pembakaran yang manakah yang merupakan bahan bakar yang paling efektif untuk digunakan jika massa bahan bakar dianggap sama?

9. Etanol merupakan salah satu turunan dari alkana yang mana mengandung gugus alkohol -OH. Dengan rumus kimianya C_2H_5OH . Etanol banyak digunakan sebagai pelarut organik dan bahan baku untuk senyawa industri seperti pewarna, obat sintesis, bahan kosmetik, bahan peledak, bahan bakar, dan minuman beralkohol (anggur dan bir). Pembakaran 1 mol etanol menghasilkan CO_2 dan H_2O menurut reaksi



Jika diketahui:

$$\Delta H^0_f CO_2 : -393,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^0_f H_2O : -285,8 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^0_f C_2H_5OH : -278 \text{ kJ/mol}$$

$$C-C : 348 \text{ kJ/mol}$$

$$C-H : 414 \text{ kJ/mol}$$

$$C-O : 360 \text{ kJ/mol}$$

$$O=O : 498 \text{ kJ/mol}$$

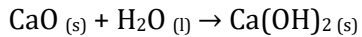
$$C=O : 743 \text{ kJ/mol}$$

$$O-H : 463 \text{ kJ/mol}$$

Hitunglah perubahan entalpi pembakaran etanol dengan menggunakan data entalpi standar dan energi ikatan rata-rata! Bandingkanlah dan berilah alasan mengapa terdapat perbedaan pada setiap perhitungan!

10. Kemasan *self-heating* atau kemasan pemanas otomatis menggunakan prinsip reaksi termokimia untuk menghasilkan panas secara mandiri tanpa memerlukan sumber panas eksternal. Salah satu formulasi yang digunakan dalam kemasan pemanas otomatis di Amerika Serikat melibatkan kalsium oksida (CaO) dan air (H_2O).

Reaksi termokimia yang terlibat adalah reaksi antara kalsium oksida dan air, yang menghasilkan panas:



Prediksikan apakah reaksi menyerap kalor atau melepas kalor berdasarkan nilai perubahan entalpi dengan menggunakan data berikut:

Reaksi	ΔH (kJ/mol)
$\text{Ca}_{(s)} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CaO}_{(s)}$	-635
$\text{Ca}_{(s)} + \text{O}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{Ca(OH)}_{2(s)}$	-986
$\text{H}_{2(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(l)}$	-286

Lampiran 15. Jawaban Pretest

- 2.
1. Endoterm : sistem menyerap kalor
Eksoterm : sistem melepas kalor "
 2. $N + H \rightarrow NH$
 3. Gambar termasuk alat untuk mengukur kalor.
 4. $200 + 50 = 250$
 $75 + 25 = 100$
 $250 : 100 = 2,5^{\circ}C$

- 2.
5. Diketahui : 250 g es, suhu $0^{\circ}C$
kalor lebur es = 80 kkal/g .
ditambah 10 kkal .
Ditanya : Persentase es yang mencair?
alasannya?
Dijawab :

- 2.
6. Entalpi = $Fe_2O_3 + CO_2 + CO$
 $= -198,5 + (-39,1) + (-26,9)$
 $= -319 \text{ (eksoterm)}$

0
7.

$$^3 \text{ 8. Metanol} = \frac{729}{32} = 22,7$$

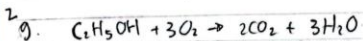
$$\text{Bensin} = \frac{5909}{119} = 49,7$$

$$\text{Propana} = \frac{2217}{44} = 50,3$$

$$\text{Minyak tanah} = \frac{8070}{170} = 47,9$$

→ paling efektif

$$\text{Etanol} = \frac{1369}{46} = 29,6$$



$$\text{Entalpi} = -393,5 + -285,8 + -278 + 348 + 419 + 360 + 498 + 743 + 98$$

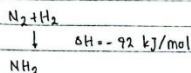
$$=$$

Perbeda karena cara menghitung berbeda.

^2
10. Reaksi menghasilkan kalor.

Lampiran 16. Jawaban Posttest

1. Eksoterm (CaCl_2) termasuk dalam reaksi eksoterm karena panas keluar dari sistem. Dengan kata lain, reaksi eksoterm melepas ~~menyerap~~ panas.
- Endoterm (NH_4CO_3) termasuk dalam reaksi endoterm karena panas masuk ke sistem. Dengan kata lain, reaksi endoterm menyerap panas.
2. $\text{N}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{g}) \Delta H = -92 \text{ kJ/mol}$



ΔH yang bernilai negatif membuktikan bahwa reaksi tsb. bersifat ~~endoterm~~ eksoterm.

3. Kalorimeter bom $\rightarrow$ Terdapat bom di dalamnya, yaitu ruang untuk reaksi. Digunakan untuk mengukur kalor secara presisi.
- Kalorimeter sederhana $\rightarrow$ Terdiri hanya dari styrofoam. Digunakan untuk mengukur kalor.

$$\begin{aligned} 4. Q_{\text{diterima}} &= Q_{\text{dilepas}} \\ \Rightarrow Q_{\text{m}} \Delta T &= m_{\text{p}} \Delta T \\ 50^{\circ} (T - 25) &= 200 (75 - T) \\ T - 25 &= 300 - T \\ 2T &= 325 \\ T &= 65^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

5. Berdasarkan asas Black, suhu yang lebih tinggi akan melepas kalor dan diterima oleh larutan yang suhunya lebih rendah dan mencapai temperatur kesetimbangan.

$$\begin{aligned} 6. Q &= m \cdot L \\ 10.000 &= 80 m \\ m &= 125 \text{ gr} \end{aligned} \quad \left| \begin{array}{l} 125 \times 100\% = 50\% \\ 250 \end{array} \right.$$

Es tersebut dapat mencair karena diberikan kalor sebanyak 10 kkal dan menghasilkan reaksi endoterm.

$$\begin{aligned}
 6. \Delta H &= \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan} \\
 &= 3(-94,1) - (-190,5 + 3(-26,4)) \\
 &= -282,3 - (-190,5 - 79,2) \\
 &= -202,3 + 277,7 \\
 &= -75,4 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

Eksoterm karena ΔH kurang dari nol (negatif)

$$\begin{aligned}
 7. \Delta H &= \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan} \\
 &= (-635,5 + -394) - 1207 \\
 &= -1029,5 - 1207 \\
 &= -2236,5 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

$$\text{CaCO}_3(s) \rightarrow \text{CaO}(s) + \text{CO}_2(g) \quad \Delta H = -2236,5 \text{ kJ/mol} \quad (\text{Eksoterm})$$

$$8. \text{Metanol} = \frac{1}{32} \times 227 = 7,1$$

$$\text{Propena} = \frac{1}{44} \times 2217 = 50,4 \quad \text{Rilling efektif}$$

$$\text{Etanol} = \frac{1}{46} \times 1364 = 29,7$$

$$\text{Bensen} = \frac{1}{114} \times 5464 = 47,9$$

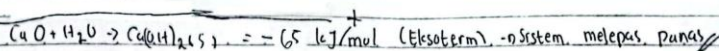
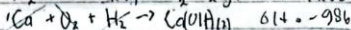
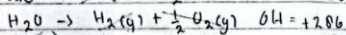
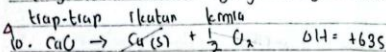
$$\text{Minyak Tanah} = \frac{1}{170} \times 8070 = 47,5$$

$$\begin{aligned}
 9. \text{Entalpi: } \Delta H &= \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan} \\
 &= 2(-393,5) + 3(285,8) - (-270) \\
 &= (-787 - 857,4 + 270) \\
 &= -1366,4 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Energi ikatan} &= \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} + (O=O)_3 - 2(O=C=O) + 3(H-O-H) \\
 &= (5 \cdot 414 + 3 \cdot 498 + 3 \cdot 470) - (4 \cdot 743) + 3 \cdot 463 \\
 &= -1006 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

Terdapat perbedaan karena menggunakan metode yang berbeda.

Yang lebih akurat yang energi ikatan karena dihitung



Lampiran 17. Daftar Nilai Kelas Kontrol

Nama	Pretest	Posttest
AKD	48,98	86,00
ATA	38,78	61,00
AAA	34,69	63,00
BLR	51,02	71,00
DNP	51,02	71,00
EZF	51,02	76,00
EEI	65,31	76,00
FLH	48,98	73,00
FAA	20,41	57,00
FAR	46,94	59,00
GPM	46,94	73,00
GAP	46,94	76,00
GED	44,90	73,00
IDM	51,02	82,00
KAA	36,73	71,00
MCS	48,98	71,00
MRP	51,02	69,00
NNH	53,06	73,00
NDM	53,06	73,00
NRE	48,98	82,00
NRA	46,94	73,00
NWW	51,02	80,00
NZR	44,90	76,00
RRN	36,73	78,00
RNM	46,94	67,00
RIA	46,94	71,00
RHN	48,98	67,00
RNN	40,82	69,00
SNR	44,90	65,00
SMR	46,94	69,00
SRI	51,02	76,00
SNK	32,65	59,00
SMM	48,98	71,00
TDR	46,94	80,00
UJJ	42,86	78,00
VDS	44,90	61,00

Lampiran 18. Daftar Nilai Kelas Eksperimen

Nama	Pretest	Posttest
AW	40,82	77,55
AA	44,90	79,59
AR	42,86	85,71
AARIN	55,10	93,88
AIMAP	53,06	81,63
ANA	48,98	77,55
BNGT	36,73	87,76
DI	46,94	81,63
DC	38,78	85,71
FD	51,02	91,84
GYAN	40,82	85,71
IHIA	46,94	85,71
IH	51,02	83,67
KL	36,73	81,63
KAS	40,82	75,51
KS	55,10	93,88
MMR	42,86	89,80
MAS	44,90	83,67
MMADA	53,06	87,76
MA	42,86	85,71
NL	46,94	73,47
NU	42,86	75,51
PJ	46,94	81,63
RM	42,86	85,71
RDI	46,94	83,67
RY	46,94	79,59
RS	42,86	87,76
RNH	44,90	85,71
RCA	44,90	77,55
RAT	38,78	57,14
RP	51,02	91,84
SRNAV	46,94	81,63
VIANE	53,06	79,59
VARIA	46,94	77,55
ZLA	32,65	77,55
ZN	48,98	71,43

Lampiran 19. Uji Normalitas Pretest Posttest

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Kelas	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil	Pre Test (Kontrol)	.214	36	.000	.862	36	.000
	Post Test (Kontrol)	.135	36	.096	.970	36	.434
	Pre Test (Eksperimen)	.118	36	.200*	.974	36	.556
	Post Test (Eksperimen)	.120	36	.200*	.916	36	.010

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

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 20. Uji Homogenitas Posttest

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil Post Test	Based on Mean	.017	1	70	.898
	Based on Median	.016	1	70	.898
	Based on Median and with adjusted df	.016	1	69.526	.898
	Based on trimmed mean	.017	1	70	.898

Lampiran 21. Uji Hipotesis Mann-Whitney

Test Statistics^a

	Hasil Post Test
Mann-Whitney U	149.000
Wilcoxon W	815.000
Z	-5.638
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable: Kelas

Lampiran 22. Surat Penunjukan Pembimbing



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

Jl. Prof. Dr. Hamka (Kampus III) Ngaliyan Semarang 50185
Telp/Fax : (024) 76433366, Email: fst@walisongo.ac.id, Web: fst.walisongo.ac.id

Nomor : B-7536/Un.10.8/J.7/DA.04.01/05/2024

08 Mei 2024

Lamp :

Perihal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth:

1. Dr.Sri Mulyani, M.Pd.
 2. Teguh Wibowo, M. Pd.
- Di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dengan hormat kami sampaikan, Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di Program Studi Pendidikan Kimia, Kami mohon berkenan Bapak/Ibu untuk membimbing Skripsi atas nama:

Nama : Nur Halimah

NIM : 2008076091

Judul : Pengaruh model problem based learning (PBL) berbasis pendidikan berkelanjutan terhadap ketrampilan berpikir kritis peserta didik pada materi termokimia.

Demikian Penunjukan pembimbing Skripsi ini kami sampaikan terima kasih dan untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

a.n. Dekan,
Ketua Prodi Pendidikan Kimia

Wirda Udaibah, S.Si, M.Si
NIP. 198501042009122003

Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip



Lampiran 23. Surat Keterangan Cabang Dinas Pendidikan



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
CABANG DINAS PENDIDIKAN WILAYAH I**

Jalan Giatot Subroto, Komplek Tanubudaya, Ungaran Telpun (024) 76910066
Faksimile (024) 76910066 Laman cabdn1.pdkjateng.go.id
Surel Elektronik cabdsedkwi1@gmail.com

NOTA DINAS

Kepada Yth. : Kepala SMA Negeri 1 Semarang
Dari : Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I
Tanggal : 30 Januari 2024
Nomor : 071/213
Hal : Izin Riset a.n. Nur Halimah

Menindaklanjuti surat permohonan dari Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, Nomor: B.760/Un.10.8/K/SP.01.08/01/2024 tanggal 29 Januari 2024, perihal Permohonan Izin Riset sebagaimana tersebut pada pokok surat diatas, kami sampaikan hal-hal sebagai berikut:

1. Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I Dinas Pendidikan Dan Kebudayaan Provinsi Jawa Tengah, memberikan ijin kepada:

Nama : Nur Halimah
NIM : 2008076091
Program Studi : Pendidikan Kimia
Judul Penelitian : Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Berbasis Pendidikan Berkelanjutan terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Termokimia

2. Kegiatan dilaksanakan pada:

Tanggal : 19 Februari 2024 s.d 19 Maret 2024
Pukul : 08.00 WIB – Selesai
Lokasi : SMA Negeri 1 Semarang

3. Hal – hal yang perlu diperhatikan:

- a. Harus sesuai dengan peraturan yang berlaku;
- b. Kepala Sekolah bertanggung jawab penuh terhadap pelaksanaan ijin penelitian yang dimulai pukul 08.00 WIB sampai dengan selesai;
- c. Saat pelaksanaan ijin Penelitian tidak mengganggu proses jam belajar mengajar;
- d. Pemberian ijin ini hanya untuk kegiatan tersebut diatas, apabila dalam pelaksanaan terjadi penyimpangan dari ketentuan yang telah ditetapkan maka pemberian ijin ini dicabut;
- e. Apabila Kegiatan tersebut telah selesai agar segera memberikan laporan hasil kegiatan ke Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I.

Demikian untuk menjadikan maklum dan atas perhatiannya diucapkan terima kasih

a.n. KEPALA CABANG DINAS PENDIDIKAN WILAYAH I
PROVINSI JAWA TENGAH
Kepala Sub Bagian Tata Usaha



ANGKY MAYANG SASWATI, S.Psi, M.Si
Penata Tingkat I
NIP 19791005 200801 2 001



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik dengan menggunakan Sertifikat Elektronik yang diterbitkan oleh Balai Sertifikasi Elektronik (BSrE) BSSN.

Lampiran 24. Surat Keterangan Penelitian



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
**SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 1
SEMARANG**

Jalan Taman Menteri Supeno No. 1 Kota Semarang Kode Pos 50243
Telepon. (024) 8310447 – 8318539 Faksimili. (024) 8414851 Surat Elektronik : sma1semarang@yahoo.co.id

SURAT KETERANGAN

Nomor : 070/156/III/2024

Tentang

TELAH MELAKSANAKAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini Kepala SMA Negeri 1 Semarang , menerangkan :

Nama	: Nur Halimah
Tempat / tanggal lahir	: Magelang, 8 Desember 2000
NIM	: 2008076091
Universitas	: Universitas Negeri Walisongo Semarang
Jurusan	: Pendidikan Kimia

Telah melaksanakan Observasi di SMA Negeri 1 Semarang dari tanggal 19 Februari s.d 19 Maret 2024 dengan judul "Pengaruh Model Problem Based (PBL) Berbasis Pendidikan Bekelanjutan terhadap keterampilan berfikir kritis peserta didik pada materi Termokimia" guna memenuhi tugas mahasiswa.

Demikian, surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan seperlunya.

Semarang, 25 Maret 2024
Kepala Sekolah

Dr. Kusno, S.Pd, M.Si
Pembina Tk I
NIP. 19710718 199702 1004

Lampiran 25. Dokumentasi



Lampiran 26. Daftar Riwayat Hidup

RIWAYAT HIDUP**A. Identitas Diri**

1. Nama Lengkap : Nur Halimah
2. Tempat & Tgl. Lahir : Magelang, 8 Desember 2000
3. Alamat Rumah : Citrosono 01/02, Grabag,
Magelang
4. HP : 085641158027
5. E-mail : lim8122000@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. TK BA Al-Ittihaad Citrosono
2. SDIT At-Taqwa Grabag
3. SMP Islam Sarbini Grabag
4. SMAN 1 Grabag
5. UIN Walisongo Semarang

Semarang, 7 Mei 2024

Pembuat pernyataan,

Nur Halimah

NIM: 2008076091