

**MODEL *PROJECT BASED LEARNING*  
(PjBL) BERDIFERENSIASI TERHADAP  
KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF  
SISWA PADA MATERI TERMOKIMIA**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna  
Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S-1) dalam Ilmu  
Pendidikan Kimia



Oleh: **Masyitoh Putri Itsnaini**  
NIM: 2108076042

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

## **PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Masyitoh Putri Itsnaini

NIM : 2108076042

Jurusan : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

### **MODEL PROJECT BASED LEARNING (PjBL) BERDIFERENSIASI TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF SISWA PADA MATERI TERMOKIMIA**

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

Semarang, 14 April 2025

Pembuat Pernyataan



Masyitoh Putri Itsnaini

NIM. 2108076042

## LEMBAR PENGESAHAN



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

### PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Model Project Based Learning (PjBL)  
Berdiferensiasi terhadap Keterampilan  
Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Termokimia  
Penulis : Masyitoh Putri Itsnaini  
NIM : 2108076042  
Jurusan : Pendidikan Kimia

Telah diujikan dalam sidang *tugas akhir* oleh Dewan Pengaji  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat  
diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana  
dalam Ilmu Pendidikan Kimia.

Semarang, 24 April 2024  
DEWAN PENGUJI

Pengaji I,

Dr. Suwahono, M.Pd.  
NIP. 19720520199931004

Pengaji II,

Teguh Wibowo, M.Pd.  
NIP. 198611102019031011

Pembimbing I,

Apriliana Drastisianti, M.Pd.  
NIP. 198504292019032013

Pembimbing II,

Nur Alawiyah, M.Pd.  
NIP. 199103052019032026

## **NOTA DINAS**

Surat ini ditulis di Semarang, 20 Maret 2025

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 : Model *Project Based Learning* (PjBL) Berdiferensiasi Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Termokimia

Nama : **Masyitoh Putri Itsnaini**

NIM : 2108076042

Jurusan: Pendidikan Kimia

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

*Wassalamu'alaikum. wr. wb.*

Pembimbing I.



**Apriliana Drastisianti, M. Pd.**  
NIP. 198504292019032013

## **NOTA DINAS**

Semarang, 10 April 2025

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 : Model *Project Based Learning* (PjBL) Berdiferensiasi Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Termokimia

Nama : **Masyitoh Putri Itsnaini**

NIM : 2108076042

Jurusan: Pendidikan Kimia

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

*Wassalamu'alaikum. wr. wb.*

Pembimbing II.



**Nur Alawiyah, M. Pd.**  
NIP. 199103052019032026

# **Model Project Based Learning (PjBL) Berdiferensiasi terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif pada Materi Termokimia**

Masyitoh Putri Itsnaini  
2108076042

## **ABSTRAK**

Kesulitan siswa dalam proses menerapkan atau menuangkan ide-ide kreatif seringkali menjadi hambatan dalam memicu pemikiran kreatif siswa. Model pembelajaran yang dapat memicu pemikiran kreatif banyak dihubungkan dengan pembelajaran berbasis proyek atau yang dikenal dengan model PjBL. Namun, fakta dilapangan menunjukkan bahwa penerapan model PjBL sebelumnya hanya efektif bagi siswa yang memiliki daya tangkap yang cepat, sehingga penyampaian pembelajaran bermakna kurang tersampaikan secara menyeluruh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model PjBL berdiferensiasi terhadap keterampilan berpikir kreatif pada materi termokimia. Jenis penelitian ini adalah kuantitatif menggunakan metode *quasi experiment* dan desain *non-equivalent control group design*. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *cluster random sampling*. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah XI-3 sebagai kelas kontrol menggunakan model PjBL dan XI-4 sebagai kelas eksperimen yang menggunakan model PjBL berdiferensiasi. Hasil uji *independent sample t-test* menunjukkan nilai (Sig)  $0,00 < 0,05$  dan hasil uji *effect size* mendapatkan hasil sebesar 1,26 atau memasuki kategori kuat. Nilai rata-rata keterampilan berpikir kreatif dilihat dari nilai *post-test* kelas kontrol sebesar 77,11 dan kelas eksperimen sebesar 85,78 atau memperoleh selisih sebesar 8,67. Hal ini dapat disimpulkan bahwa implementasi model PjBL berdiferensiasi berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa.

**Kata Kunci: PjBL Berdiferensiasi, Keterampilan Berpikir Kreatif, Termokimia**

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum. wr. wb.*

*Alhamdulillahirobbil'alamin*, puji syukur tercurahkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, taufiq, serta inayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik dan lancar. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu tugas dan persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Proses penyusunan skripsi tidak lepas dari bantuan, dukungan, motivasi, dan do'a dari berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Musahadi, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo yang telah memberikan fasilitas dan dukungan di fakultas dengan baik.
2. Wirda Udaibah, M.Si., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Kimia UIN Walisongo yang memberikan arahan dan dukungan akademik kepada seluruh mahasiswa pendidikan kimia, termasuk penulis.
3. Lenni Khotimah Harahap, M.Pd., selaku Dosen Wali yang selalu memberikan dukungan, arahan, serta motivasi selama perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir.

4. Apriliana Drastisianti, M.Pd. dan Nur Alawiyah, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pemikirannya dalam membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan ketelitian hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. H. Tasimin, S.Ag., MSI., selaku Kepala MAN 1 Kota Semarang yang telah memberikan izin, bantuan, serta dukungan penuh selama pelaksanaan penelitian, sehingga sangat membantu proses pengumpulan data dan penyusunan tugas akhir ini.
6. Nuryanto, M.Pd., selaku Guru Kimia MAN 1 Kota Semarang sekaligus menjadi Guru Pamong yang telah membimbing, mendampingi, dan memberikan arahan selama penulis melakukan penelitian.
7. Miftahul Barir dan Ani Saidah selaku Ayah dan Ibu tercinta, yang selalu menjadi sumber kekuatan, doa, dan semangat dalam setiap langkah kehidupan penulis. Terima kasih atas kasih sayang yang tak pernah putus, pengorbanan yang tak terhitung, serta doa yang tak pernah henti mengiringi setiap langkah penulis. Tugas akhir ini menjadi bagian kecil dari persembahan terbaik yang penulis bisa berikan untuk membalas semua kebaikan mereka berdua.
8. Arief Firmansyah, Lintang Ramadhani, dan Mutiara Ayu Ramadhani selaku saudara kandung penulis yang telah

memberikan dukungan, semangat, dan kebersamaan yang menjadi sumber kekuatan selama proses penyusunan karya ini.

9. Seluruh Anggota Kelas Pendidikan Kimia B angkatan 2021 yang membersamai penulis selama proses perjalanan penulis, memberikan dukungan, serta semangat.
10. Seluruh Anggota PLP MAN 2 Kota Semarang dan Anggota KKN Posko 5 yang mewarnai masa perkuliahan penulis dengan penuh kekompakan, kebersamaan dan pengalaman berharga selama magang dan pengabdian.
11. Seluruh Anggota UKM Risalah dan HAMASAH yang sudah menjadi bagian keluarga di tanah rantauan dalam lingkup organisasi penulis.
12. Tim Aksara Gumlilang, Hafidhoh dan Anggun yang bekerja sama dalam mendongkrak usaha sekaligus memberikan motivasi terhadap penyelesaian tugas akhir.
13. Sahabat penulis sejak PBAK sampai saat ini, Fathin, Febri, Fadilah, Eliza, Khotimah, Aim, Putri, Sadly, Ardi yang telah mewarnai perjalanan penulis sejak awal mahasiswa baru.
14. Najwa Shofy Aulia selaku sahabat penulis yang selalu menampung cerita suka maupun duka, sama-sama memperjuangkan dan berproses selama masa perkuliahan sampai penyelesaian tugas akhir.

15. Ning Sasi Anggraeni, Naili Ni'mal Muna, dan Dita Fitroh Atus Sholihah selaku sahabat di tanah perantauan yang sama-sama memberi semangat dan dukungan hingga penulis menyelesaikan tugas akhir dengan baik. Penulis berterimakasih karena sudah menjadi rumah pertama yang dijadikan penulis untuk menampung segala keluh kesah.
16. Aulya Nuraini selaku sahabat penulis sejak di pondok pesantren yang tak lelah mendengar keluh kesah sampai saat ini walaupun berada di tanah rantauan yang berbeda.
17. Seluruh dukungan dari berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan menjadi sumbangsih ilmiah bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Pendidikan Kimia.

*Wassalamu'alaikum. wr. wb.*

Semarang, 14 April 2025



Penulis

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
NOTA DINAS .....	iv
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah .....	8
C. Pembatasan Masalah.....	9
D. Rumusan Masalah .....	10
E. Tujuan Penelitian.....	10
F. Manfaat Penelitian .....	10
<b>BAB II LANDASAN PUSTAKA .....</b>	<b>13</b>
A. Kajian Teori.....	13
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	43
C. Kerangka Berpikir .....	46
D. Hipotesis Penelitian dan atau Pertanyaan Penelitian	48
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>49</b>
A. Jenis Penelitian .....	49
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	50
C. Populasi dan Sampel Penelitian .....	50
D. Definisi Operasional Variabel.....	51
E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....	52
F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen .....	55
G. Teknik Analisis Data.....	60
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>68</b>
A. Deskripsi Hasil Penelitian .....	68
B. Hasil Uji Hipotesis/Jawaban Pertanyaan Penelitian... <td>82</td>	82
C. Pembahasan.....	83
D. Keterbatasan Penelitian.....	111

<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>113</b>
A.    Simpulan .....	113
B.    Implikasi.....	114
C.    Saran .....	114
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>115</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	<b>124</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 3. 1	Desain Penelitian <i>Non-Equivalent Control Group</i>	49
Tabel 3. 2	Validitas Isi Gregory	56
Tabel 3. 3	Indeks Kesukaran Soal	58
Tabel 3. 4	Daya Pembeda	60
Tabel 3. 5	Nilai Koefisien Korelasi <i>Effect Size</i>	67
Tabel 4. 1	Hasil Uji Validitas Instrumen	72
Tabel 4. 2	Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal	73
Tabel 4. 3	Hasil Uji Daya Pembeda	73
Tabel 4. 4	Data Hasil <i>Pre-Test</i> Kelas Kontrol dan Eksperimen	79
Tabel 4. 5	Data Hasil <i>Post-Test</i> Kelas Kontrol dan Eksperimen	80
Tabel 4. 6	Hasil Uji <i>Effect Size Cohens'd</i>	83
Tabel 4. 7	Penentuan Proyek Kelompok Kelas Kontrol	87
Tabel 4. 8	Penentuan Proyek Kelompok Kelas Eksperimen	91

## **DAFTAR GAMBAR**

<b>Gambar</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2. 1	Elemen Pembelajaran Berdiferensiasi	20
Gambar 2. 2	Pemanasan Balon Udara	29
Gambar 2. 3	Kalorimeter Bom dan Sederhana	33
Gambar 2. 4	Grafik Perubahan Entalpi Reaksi Eksotermik	36
Gambar 2. 5	Grafik Perubahan Entalpi Reaksi Endotermik	36
Gambar 2. 6	Diagram Siklus Pembentukan CO <sub>2</sub>	41
Gambar 2. 7	Diagram Tingkat Energi Pembentukan CO <sub>2</sub>	41
Gambar 2. 8	Bagan Kerangka Berpikir	47
Gambar 4. 1	Hasil Uji Normalitas Populasi	75
Gambar 4. 2	Hasil Uji Homogenitas Populasi	75
Gambar 4. 3	Hasil Uji Normalitas Nilai <i>Pre-Test</i>	79
Gambar 4. 4	Hasil Uji Homogenitas Nilai <i>Pre-Test</i>	80
Gambar 4. 5	Hasil Uji Normalitas Nilai <i>Post-Test</i>	81
Gambar 4. 6	Hasil Uji Homogenitas Nilai <i>Post-Test</i>	81
Gambar 4. 7	Hasil Uji Hipotesis	82
Gambar 4. 8	Rekapitulasi Nilai <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i> Kelas Kontrol	89
Gambar 4. 9	Cuplikan Jawaban LKPD Latihan Soal Perubahan Energi Dalam	93

Gambar 4. 10	Cuplikan Jawaban LKPD Percobaan Sederhana Reaksi Eksoterm dan Endoterm	94
Gambar 4. 11	Cuplikan Jawaban LKPD Percobaan Sederhana Kalorimetri	96
Gambar 4. 12	Rekapitulasi Nilai <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i> Kelas Eksperimen	98
Gambar 4. 13	Rata-Rata Nilai <i>Post-Test</i> Kelas Kontrol dan Eksperimen	99
Gambar 4. 14	Cuplikan Jawaban Definisi Perubahan Entalpi Sebelum Perlakuan	100
Gambar 4. 15	Cuplikan Jawaban Definisi Perubahan Entalpi Setelah Perlakuan	101
Gambar 4. 16	Cuplikan Jawaban Perubahan Entalpi Pembentukan Standar	102
Gambar 4. 17	Cuplikan Jawaban Analisis Grafik Perubahan Entalpi Sebelum Perlakuan	102
Gambar 4. 18	Cuplikan Jawaban Analisis Grafik Perubahan Entalpi Setelah Perlakuan	103
Gambar 4. 19	Cuplikan Jawaban Penerapan, Dampak, dan Solusi Konsep Perubahan Entalpi Reaksi Eksoterm	104
Gambar 4. 20	Cuplikan Jawaban Rancangan Solusi Percobaan Reaksi Eksoterm dan Endoterm Sebelum Perlakuan	104
Gambar 4. 21	Cuplikan Jawaban Rancangan Solusi Percobaan Reaksi Eksoterm dan Endoterm Setelah Perlakuan	105

Gambar 4. 22	Cuplikan Jawaban Rancangan Solusi Pembuatan Kalorimeter Sederhana	106
Gambar 4. 23	Cuplikan Jawaban Analisis Perhitungan Perubahan Entalpi	107
Gambar 4. 24	Perbedaan Nilai Rata-Rata Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif Kelas Kontrol	108
Gambar 4. 25	Perbedaan Nilai Rata-Rata Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif Kelas Eksperimen	109

## **DAFTAR LAMPIRAN**

<b>Lampiran</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1	Surat Penunjukan Pembimbing	124
Lampiran 2	Surat Pra-Riset	125
Lampiran 3	Surat Permohonan Riset	126
Lampiran 4	Surat Keterangan Riset	127
Lampiran 5	Modul Ajar	128
Lampiran 6	LKPD	156
Lampiran 7	Kisi-Kisi Instrumen Tes	193
Lampiran 8	Lembar Validasi Ahli	203
Lampiran 9	Perhitungan Validitas Isi Gregory	207
Lampiran 10	Lembar Soal Uji Coba	209
Lampiran 11	Lembar Soal <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i>	215
Lampiran 12	Daftar Nama Responden Uji Coba Instrumen	227
Lampiran 13	Uji Validitas Instrumen	228
Lampiran 14	Uji Reliabilitas Instrumen	229
Lampiran 15	Tingkat Kesukaran Soal	230
Lampiran 16	Daya Pembeda	231
Lampiran 17	Daftar Nama Responden Kelas Kontrol	232
Lampiran 18	Daftar Nama Responden Kelas Eksperimen	233
Lampiran 19	Hasil Nilai Siswa	234
Lampiran 20	Perhitungan <i>Effect Size Cohens'd</i>	235
Lampiran 21	Hasil Penilaian Proyek	236
Lampiran 22	Hasil Respon Siswa	240
Lampiran 22	Dokumentasi	242
Lampiran 23	Daftar Riwayat Hidup	244

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang Masalah**

Tuntutan perkembangan abad 21 salah satunya ialah meningkatkan pendidikan untuk menghasilkan lulusan yang lebih berkualitas (Ilmi *et al.*, 2023). Tantangan abad 21 yang semakin ketat menyebabkan guru berperan lebih kompleks diantaranya mengembangkan berbagai inovasi untuk mendukung potensi yang beragam (Seran, 2023). Guru memiliki peran penting dalam membentuk generasi yang siap menghadapi tantangan, baik di tingkat nasional maupun tantangan global abad 21 (Dewi, 2022). Tantangan abad 21 ini sangatlah kompleks, siswa dituntut untuk menguasai keterampilan abad 21 yang direlevansikan pada pendidikan abad 21 (Ye dan Xu, 2023).

Keterampilan yang penting dikuasai untuk menghadapi tantangan abad 21 salah satunya ialah berpikir kreatif (Nugrasha *et al.*, 2023). Berdasarkan perspektif pendidikan, berpikir kreatif memegang peranan yang krusial dalam proses pembelajaran, dimana melalui pemikiran kreatif siswa dapat menggabungkan elemen, mengkonstruksi pemahaman dan menghasilkan ide-ide baru (Segundo-Marcos *et al.*, 2023). Salah satu

faktor yang dapat memicu pemikiran kreatif siswa adalah lingkungan belajar yang menyoroti suasana kreatif (Fan dan Cai, 2022).

Suasana pembelajaran kreatif dapat membantu siswa beradaptasi dengan perubahan, mengelola situasi strategis, dan berinovasi dengan mengombinasikan berbagai ide pemikiran siswa (Allan dan Meckling, 2023). Suasana pembelajaran kreatif dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa, sehingga peran guru sangat penting dalam mengelola pembelajaran (Denervaud *et al.*, 2021). Keterampilan berpikir kreatif siswa akan terus mengalami perkembangan, apabila guru dengan sengaja memberdayakan potensi berpikir siswa (Sumarni dan Kadarwati, 2020).

Faktor lain yang dapat memicu keterampilan berpikir kreatif diantaranya proses pengelolaan, pemanfaatan keilmuan, modifikasi dan kombinasi ide-ide pemikiran (Kim dan Lee, 2023). Indikasi adanya keterampilan berpikir kreatif salah satunya dapat menghasilkan paradigma yang berbeda, dimana paradigma tersebut merupakan celah suatu peristiwa dari berbagai kemungkinan yang terjadi yang disebut dengan fleksibilitas (Supena *et al.*, 2021). Indikator keterampilan berpikir kreatif lainnya dikelompokkan dalam

pembelajaran guna mencapai tujuan pembelajaran (Sari dan Trisnawati, 2019).

Kesulitan siswa dalam proses menerapkan atau menuangkan ide-ide kreatif seringkali menjadi hambatan dalam memicu keterampilan berpikir kreatif siswa, sehingga diperlukan suatu model pembelajaran yang cocok diimplementasikan (Huang *et al.*, 2020). Model pembelajaran yang dapat memicu keterampilan berpikir kreatif banyak dihubungkan dengan pembelajaran berbasis proyek (Chen *et al.*, 2022).

*Project Based Learning* (PjBL) atau dikenal dengan pembelajaran berbasis proyek ialah suatu rancangan model yang bertujuan untuk mencapai keterampilan khusus dalam proses berpikir siswa melalui aktivitas kolaboratif (Loyens *et al.*, 2023). Siswa diberi keleluasaan untuk mengembangkan dan merancang produk melalui pembelajaran berbasis proyek sehingga memicu keterampilan berpikir kreatif (Wijayati *et al.*, 2019). PjBL merupakan pembelajaran bermakna memanfaatkan pengetahuan baru yang diperoleh siswa, dimana siswa diharapkan mampu mengeksekusi dan menafsirkan dengan baik, bukan sekedar membaca dan menyimpannya dalam ingatan (Andini dan Rusmini, 2022).

Kelebihan PjBL diantaranya dapat meningkatkan motivasi belajar, kemampuan belajar siswa secara kooperatif maupun kolaboratif, keterampilan berpikir kreatif siswa, kemampuan akademik, komunikasi, pemecahan masalah, manajemen dan mengkoordinir sumber belajar oleh siswa. Namun, model PjBL juga memiliki kekurangan diantaranya kepasifan siswa dalam kegiatan secara kolaboratif. Peran guru sebagai fasilitator dalam penerapan PjBL sangat penting guna memberikan dorongan kepada siswa agar melakukan proses pembelajaran mandiri, menemukan pemahaman sendiri, dan mengembangkan keterampilan berpikir kreatif secara kolaboratif (Dewi, 2022). Sejalan dengan *review* literatur yang sebelumnya dilakukan dalam jangka waktu 10 tahun terakhir, kelemahan PjBL yakni terkait waktu yang lama, membutuhkan fasilitas yang lengkap, kepasifan siswa dalam kelompok, dan pengeluaran biaya yang tidak sedikit (Ferwati *et al.*, 2023).

Adapun guna meminimalisir kekurangan PjBL tersebut, guru memerlukan adanya rancangan pembelajaran yang dapat memicu keterampilan dan capaian hasil belajar siswa (Mukti *et al.*, 2020). Rancangan pembelajaran tersebut disesuaikan dengan berbagai perbedaan karakteristik sejalan dengan perkembangan

kurikulum merdeka (Aulia *et al.*, 2023). Penerapan pembelajaran yang sesuai dengan kurikulum merdeka adalah pembelajaran berdiferensiasi yang memfokuskan pada keberagaman karakteristik siswa (Suwastini, 2021). Rancangan pembelajaran yang disesuaikan dengan berbagai perbedaan karakteristik ialah *icon* utama pembelajaran berdiferensiasi (Wormeli, 2018).

Pembelajaran berdiferensiasi menekankan pada berbagai perbedaan unik yang dimiliki siswa, salah satunya pada kecerdasan dalam penangkapan suatu pembelajaran menjadi karakteristik siswa atau gaya belajar (Lee *et al.*, 2019). Pembelajaran lebih bermakna apabila cara penyampaian guru selaras dengan daya penangkapan siswa. Keberagaman daya tangkap siswa tersebut menimbulkan berbagai metode dalam proses pembelajaran. Melalui pembelajaran yang bermakna, daya tangkap dan daya berpikir kreatif siswa dapat ditingkatkan dengan penyesuaian minat dan bakat masing-masing (Netti, 2022).

Perencanaan pembelajaran berdiferensiasi terdapat beberapa aspek yang dimodifikasi yaitu konten, proses, produk, dan lingkungan belajar (Marlina, 2020). Rancangan yang dimodifikasi tersebut bertujuan guna merangsang stimulus siswa lebih aktif dalam

pembelajaran, selain itu berpotensi menciptakan serta meningkatkan keterampilan siswa khususnya keterampilan berpikir kreatif (Faiz *et al.*, 2022).

Salah satu cabang ilmu sains yang banyak menjadi tantangan guru dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa adalah kimia, dimana untuk menguasainya membutuhkan banyak usaha dan ketekunan (Moreno *et al.*, 2021). Seringkali kepercayaan diri siswa terhadap kemampuannya menurun ketika *mindset* siswa beranggapan bahwa kimia itu sulit (Siddique *et al.*, 2023). Hal ini yang menyebabkan pembelajaran kimia jarang diminati, salah satunya pada pokok bahasan termokimia (Nababan dan Krisen, 2023). Termokimia berisi ilustrasi konsep-konsep terkait fisika secara simbolis matematis (Zakiyah *et al.*, 2018). Inovasi pembelajaran kimia memerlukan adanya model yang mampu menunjang keterampilan siswa, terutama aspek berpikir kreatif (Ernawati *et al.*, 2022).

Berdasarkan hasil pra-riset yang dilakukan pada MAN 1 Kota Semarang berupa wawancara dan angket, siswa lebih senang belajar kimia ketika guru melakukan variasi dalam pembelajaran. Salah satu topik sulit menurut siswa adalah materi termokimia. Kesulitan siswa terdapat pada konsep yang menghubungkan perhitungan

pada materi termokimia seperti perubahan entalpi, hukum Hess, dan energi ikatan. Guru MAN 1 Kota Semarang sebelumnya telah menerapkan model PjBL. Model PjBL yang diterapkan di MAN 1 Kota Semarang efektif untuk siswa dengan daya tangkap yang cepat, namun kurang efektif bagi siswa yang daya tangkapnya lambat. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan Kurniawan (2020) yang menyatakan bahwa PjBL kurang efektif bagi siswa yang daya tangkapnya lambat sehingga diperlukan pengembangan model PjBL guna efektivitas penggunaan model secara menyeluruh. Kurang efektifnya model PjBL tersebut menyebabkan pembelajaran bermakna kurang tersampaikan dan berpengaruh pada keterampilan berpikir kreatif yang cukup rendah (Islamiani *et al.*, 2022).

Solusi yang digunakan dalam penelitian ini adalah penggunaan model pembelajaran PjBL berdiferensiasi. Model pembelajaran belum dikategorikan bagus, apabila kurang sinkron dengan karakteristik siswa dalam penerapannya. Hal tersebut menyebabkan kurangnya penyampaian tujuan pembelajaran secara maksimal (Adiniyah dan Utomo, 2023). Model PjBL berdiferensiasi ini digunakan dengan memperhatikan kekurangan model PjBL yang diterapkan sebelumnya. Adanya spesifikasi

atau pemetaan gaya belajar secara berdiferensiasi harapannya dapat memicu motivasi belajar siswa dan meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa (Avivi *et al.*, 2023).

Model PjBL yang telah diimplementasikan sebelumnya efektif meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa, namun seiring perkembangan kurikulum penting untuk memahami karakteristik masing-masing siswa (Akbar *et al.*, 2023). Guru dapat menggunakan acuan dalam merancang pembelajaran dengan mengkolaborasikan proyek akhir sesuai dengan karakteristik siswa. Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan daya pemikiran kreatif siswa (Adiniyah dan Utomo, 2023).

Berdasarkan sajian latar belakang masalah di atas, diperlukan suatu penelitian yang berjudul “**Model Project Based Learning (PjBL) Berdiferensiasi Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Termokimia**”.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan sajian latar belakang masalah, berikut perolehan identifikasi masalah:

1. Kesulitan siswa dalam proses penerapan ide kreatif seringkali menjadi hambatan dalam memicu pemikiran kreatif siswa.
2. Perlunya suatu inovasi dalam pembelajaran berbasis proyek untuk meminimalisir siswa dengan daya tangkap lambat.
3. Seringkali kepercayaan diri siswa terhadap kemampuannya menurun ketika *mindset* siswa beranggapan bahwa kimia itu sulit.
4. Kurang sesuainya model pembelajaran dengan karakteristik siswa menyebabkan pencapaian tujuan pembelajaran kurang maksimal.
5. Salah satu topik pembelajaran kimia yang kurang diminati oleh siswa adalah termokimia.

### C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan perolehan identifikasi masalah, perlu adanya pembatasan masalah guna meminimalisir melebarinya pembahasan. Berikut pembatasan masalah dalam penelitian ini:

1. Kesulitan siswa dalam proses penerapan ide kreatif seringkali menjadi hambatan dalam memicu pemikiran kreatif siswa.

2. Perlunya suatu inovasi dalam pembelajaran berbasis proyek untuk meminimalisir siswa dengan daya tangkap lambat.
3. Salah satu topik pembelajaran kimia yang kurang diminati oleh siswa adalah termokimia.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berdiferensiasi terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa pada materi termokimia?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berdiferensiasi terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa pada materi termokimia.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Temuan penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat, diantaranya:

1. Manfaat Teoritis

Temuan penelitian ini diharapkan mampu menyumbangkan ide terkait inovasi model PjBL

berdiferensiasi yang disesuaikan dengan karakteristik siswa dalam bidang sains khususnya pada mata pelajaran kimia.

## 2. Manfaat Praktis

- a. Bagi sekolah, penelitian ini harapannya mampu sebagai bahan evaluasi untuk peningkatan pendidikan yang berkualitas salah satunya dengan memperhatikan karakteristik unik siswa.
- b. Bagi guru, penelitian ini harapannya mampu sebagai referensi dalam penerapan model pembelajaran. Referensi tersebut dapat dijadikan inovasi model yang berfokus pada perbedaan karakteristik siswa untuk mengupayakan kualitas lulusan.
- c. Bagi siswa, penelitian ini harapannya mampu mendorong minat dan motivasi siswa khususnya di bidang kimia, meningkatkan keterampilan siswa dalam terutama aspek berpikir kreatif dan meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar siswa, terutama pada topik termokimia.
- d. Bagi peneliti, penelitian ini harapannya mampu sebagai inovasi lebih lanjut untuk peningkatan kualitas pendidikan. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan menjadi wawasan dan evaluasi

peneliti dalam menerapkan model pembelajaran PjBL berdiferensiasi pada mata pelajaran kimia.

## **BAB II**

### **LANDASAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

Penjelasan rinci terkait pokok kajian penelitian dibahas dalam kajian teori. Terdapat empat kajian teori yang dibahas dalam penelitian ini, diantaranya:

##### **1. Model *Project Based Learning* (PjBL)**

PjBL dimulai pada era progresif Dewey (1902) yang menganjurkan “belajar dengan melakukan” dimana pendekatan pembelajaran berpusat pada siswa atau melibatkan siswa sebagai peserta aktif dalam pembelajaran. Dampak dari hal tersebut ialah siswa dapat mengkonstruksi pemahamannya secara mandiri. Pernyataan tersebut memperjelas perlunya diskusi yang terinformasi tentang pendekatan berbasis masalah dan proyek (Barron *et al.*, 1998). PjBL adalah suatu rancangan model yang bertujuan untuk mencapai keterampilan khusus dalam proses berpikir siswa melalui aktivitas kolaboratif (Loyens *et al.*, 2023).

Penerapan model PjBL dalam pembelajaran sains dianggap sangat pragmatis karena membantu siswa menghasilkan produk akhir secara praktis dan sejalan dengan realita kehidupan mendatang (Zhao

dan Wang, 2022). Adapun prinsip dasar penerapan model PjBL diantaranya kontruksi aktif siswa, teknik pembelajaran yang berkelanjutan, serta alat kognitif yang dikombinasikan dengan kerangka kerja guna menghasilkan proyek (Penuel *et al.*, 2022). Model PjBL memiliki beberapa fitur yang sama diantaranya memulai pertanyaan yang mendorong, siswa mengeksplorasi pertanyaan dengan partisipasi praktik inkuiri kegiatan kolaboratif, pembelajaran diawasi guru, siswa menyelesaikan produk yang menjawab pertanyaan (Miller *et al.*, 2021).

Siswa bertanggungjawab dalam mengendalikan penggerjaan produk akhir secara signifikan sehingga menghasilkan produk yang spesifik meskipun melalui tahap penggerjaan yang beragam (Hussein, 2021). Produk akhir yang dihasilkan digunakan sebagai bahan dasar diskusi, tindak lanjut, dan pengayaan (Loyens *et al.*, 2023). Model PjBL berisi ringkasan konsep pokok pembelajaran berdasarkan teori umum, siswa berpartisipasi dalam sejumlah kegiatan kolaboratif berkelanjutan guna mengeksplorasi perkembangan pembelajaran (Gomez-del Rio dan Rodriguez, 2022).

Aspek yang menjadi acuan adalah keterampilan berpikir kreatif dan pola pikir ilmiah berdasarkan pengalaman nyata dan mengkonstruksi pengetahuannya sendiri (Chen *et al.*, 2022). Menurut paradigma model PjBL, tugas guru adalah memfasilitasi pembelajaran atau merancang persiapan awal diantaranya media, perangkat pembelajaran, dan kebutuhan lain untuk efektivitas pembelajaran dan terfokus (Avivi *et al.*, 2023).

Beberapa ahli menyatakan sintak model PjBL yang berfokus untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif, diantaranya:

- a. Merancang pertanyaan dasar dan penetapan proyek.
- b. Merumuskan tahapan pelaksanaan proyek.
- c. Pembuatan jadwal.
- d. Memonitoring penuntasan proyek siswa oleh guru.
- e. Pembuatan laporan dan demonstrasi hasil proyek.
- f. Evaluasi hasil proyek.

(Rengganis, 2023)

Kelebihan model PjBL diantaranya adalah menstimulus pemikiran kreatif dalam kelas yang

dapat meningkatkan motivasi belajar. Tantangan yang dihadapi ketika mengimplementasi setiap mata pelajaran, memilih proyek yang sesuai, membuat tugas, dan mencari referensi yang relevan adalah kelemahan dari model PjBL ini (Nugraha *et al.*, 2023).

Berdasarkan hal tersebut urgensi guru dalam implementasi model PjBL sangat dibutuhkan, diantaranya menstimulus siswa dalam melakukan pembelajaran secara mandiri untuk mengembangkan keterampilan berpikir kreatif (Dewi, 2022). Model PjBL juga berpeluang meningkatkan eksplorasi siswa dalam pemahaman materi melalui pemahaman bermakna dalam kegiatan kolaboratif (Drastisianti *et al.*, 2022). Namun, penting dilakukan pembelajaran yang menekankan karakteristik siswa, dalam hal ini memperhatikan minat dan kebutuhan siswa. Model pembelajaran belum tergolong baik, apabila belum terdapat penyesuaian dengan karakteristik materi dan siswa karena capaian tujuan pembelajaran yang disampaikan nantinya kurang maksimal (Adiniyah dan Utomo, 2023).

Penelitian ini menggunakan model PjBL berdiferensiasi atau penerapan model PjBL dengan

menekankan karakteristik siswa dengan memperhatikan kekurangan model PjBL yang diterapkan sebelumnya. Adanya spesifikasi atau pemetaan gaya belajar secara berdiferensiasi harapannya dapat memicu motivasi belajar siswa dan meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa.

## **2. Pembelajaran Berdiferensiasi**

Kurikulum merupakan salah satu elemen terpenting dalam pendidikan. Perkembangan kurikulum seiring berjalannya waktu disebabkan oleh berbagai tantangan yang beragam. Kurikulum Merdeka adalah kurikulum yang digunakan saat ini. Kurikulum ini sangat mengutamakan pada kemandirian belajar, sehingga siswa dapat mencapai potensi penuh berdasarkan minat dan karakteristik mereka (Jayanti *et al.*, 2023).

Keberadaan kurikulum merdeka ini mendorong guru lebih memfokuskan pembelajaran terhadap perbedaan karakteristik berbagai siswa, termasuk penerapan pembelajaran berdiferensiasi. Penerapan pembelajaran berdiferensiasi menyoroti pada kebutuhan siswa, sehingga guru memainkan peran penting dalam mengupayakan pembelajaran

yang dapat mengakomodir berbagai perbedaan siswa (Netti, 2022). Relevansi pembelajaran berdiferensiasi sangat berkaitan dengan tujuan peningkatan motivasi belajar siswa (Siringoringo *et al.*, 2023).

Implementasi pembelajaran berdiferensiasi efektif untuk membantu siswa mengembangkan keterampilan abad 21 (Naibaho, 2023). Pembelajaran berdiferensiasi memperhatikan keberagaman siswa dengan mempertimbangkan beberapa perspektif pembelajaran. Pembelajaran berdiferensiasi dalam hal ini tidak sama dengan pembelajaran individual, namun berfokus memaksimalkan potensi belajar siswa dengan mengakomodir kebutuhan siswa yang beragam (Marlina, 2020).

Tanggung jawab guru dalam pembelajaran berdiferensiasi diantaranya membimbing, memfasilitasi, menyesuaikan konten, proses, produk, dan lingkungan belajar (Herdianto, 2023). Guru merupakan tokoh utama dalam mengarahkan sistem pendidikan nasional, sehingga perlu untuk menyadari berbagai keunikan siswa, berbagai

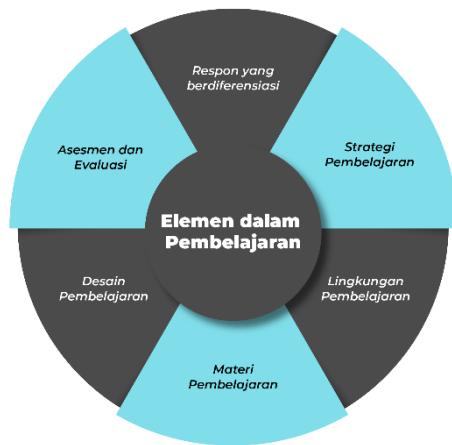
aspirasi, kecerdasan, keterampilan, dan kapasitasnya masing-masing (Faiz *et al.*, 2022).

Menurut Marlina (2020), definisi pembelajaran berdiferensiasi secara garis besar diantaranya bersifat fleksibel. Fleksibel dalam hal ini seperti kebebasan belajar dengan teman sebaya berdasarkan minat dan kelebihan yang dimiliki siswa, guru menugaskan siswa sesuai minat dan kesiapan dengan tetap mengacu pada tujuan pembelajaran, siswa memilih strategi belajar secara mandiri, kegiatan belajar dilakukan secara logis dan sistematis, belajar dilandaskan pada asesmen dan kebutuhan, dan belajar menggunakan kriteria keberhasilan berbeda namun tujuan tetap sama.

Pemetaan kebutuhan siswa menjadi acuan dalam proses pembelajaran berdiferensiasi, dengan mempertimbangkan beberapa indikator seperti kesiapan, minat dan profil belajar siswa (Rohimat *et al.*, 2023). Aspek yang perlu diketahui guru untuk memahami potensi adaptasi siswa dalam pembelajaran dan meminimalisir masalah yang dapat menghambat kebutuhan siswa ialah kesiapan belajar siswa. Aspek kesiapan tersebut menjadi pemahaman kemampuan awal dan tantangan

potensial yang dihadapi siswa dalam mempersiapkan bahan pembelajaran yang digunakan (Netti, 2022).

Aspek berikutnya yang perlu diketahui guru adalah minat belajar siswa. Aspek minat tersebut dapat menyiasati penyusunan rancangan pembelajaran yang dapat menunjang motivasi belajar siswa. Kenyamanan dalam lingkungan belajar juga menjadi aspek yang menjadi pertimbangan dalam menyusun rancangan pembelajaran. Aspek terakhir adalah profil belajar diantaranya latar belakang keluarga, budaya, tradisi agama secara turun-temurun dan berpengaruh terhadap gaya belajarnya. Kebutuhan siswa dipetakan sesuai dengan profil belajar mereka untuk memfasilitasi pembelajaran yang alami dalam lingkungan yang tenang dan bebas tekanan (Netti, 2022).



Gambar 2. 1 Elemen dalam pembelajaran

Tahap modifikasi dalam desain pembelajaran berdiferensiasi meliputi komponen konten, proses, produk, dan lingkungan belajar. Komponen konten berisi materi ajar disesuaikan dengan pemetaan kesiapan, minat, dan profil belajar. Komponen proses difokuskan dalam kegiatan pembelajaran yang bervariasi sehingga membutuhkan beragam model pembelajaran yang cocok. Komponen produk berkaitan dengan tugas akhir siswa pada proses pembelajaran, dan komponen lingkungan yang dimodifikasi guru sesuai dengan kenyamanan dan kebutuhan siswa selama proses pembelajaran berlangsung (Herdianto, 2023).

Rincian modifikasi empat komponen tersebut dipaparkan oleh Marlina (2020) :

- a. Diferensiasi isi atau konten meliputi penyediaan berbagai sumber belajar yang disesuaikan dengan kategori gaya belajar siswa, penyediaan bahan ajar yang dapat meningkatkan keterampilan siswa, modifikasi kegiatan belajar yang mengakomodir perbedaan siswa, penyediaan asesmen pembelajaran awal guna mengetahui kesiapan siswa, dan penyediaan evaluasi sesuai tingkat pemahaman siswa.
- b. Diferensiasi proses meliputi penyediaan tingkatan aktivitas belajar siswa disesuaikan dengan kompleksitas dalam pembelajaran, menunjang minat belajar, mengeksplor peningkatan pada setiap tahapan pembelajaran, menerapkan model yang cocok selama proses pembelajaran, dan memberikan dukungan dengan memvariasi jangka waktu penggerjaan tugas.
- c. Diferensiasi produk meliputi penyediaan alternatif tugas akhir yang disesuaikan dengan minat, membebaskan siswa menyelesaikan secara individual atau kelompok kecil,

memotivasi siswa untuk merancang tugas menggunakan kreativitasnya.

- d. Lingkungan belajar seperti pemilihan tempat belajar yang efektif dan nyaman, ruangan koordinasi, dan membiasakan dalam menunjang siswa yang mempunyai kebutuhan khusus.

Penelitian ini berfokus pada pembelajaran berdiferensiasi produk atau lebih memprioritaskan penyediaan produk akhir siswa yang menyoroti minat dan kebutuhan siswa. Penyorotan tersebut bertujuan untuk menyampaikan pembelajaran bermakna dalam model yang diterapkan secara tepat sasaran. Pemenuhan kebutuhan belajar siswa berdasarkan pemetaan yang dilakukan secara berdiferensiasi. Penelitian ini menerapkan model PjBL berdiferensiasi melalui pemetaan profil atau gaya belajar siswa.

### **3. Keterampilan Berpikir Kreatif**

Abad 21 dikenal sebagai abad globalisasi, dimana keberadaan manusia menghadapi situasi peralihan secara signifikan dari tata kehidupan abad sebelumnya. Tuntutan abad ke-21 salah satunya menghasilkan kualitas sumber daya manusia yang lebih unggul dari berbagai lembaga yang dikelola

secara profesional. Berbagai tuntutan lain yang diperbarui dalam abad ini membutuhkan sejumlah inovasi pemikiran, susunan konsep, dan aksi nyata (Jayadi *et al.*, 2020).

Sekolah menjadi faktor penting dalam hal mempersiapkan generasi bangsa untuk bersaing di abad 21, sehingga pembelajaran yang terdapat di sekolah tidak bergantung pada pengetahuan saja namun terdapat keterampilan (Sari dan Trisnawati, 2019). ATCS (*Assesment and Teaching for 21<sup>st</sup> Century Skills*) menyatakan empat poin penting keterampilan abad ke-21 diantaranya pemikiran kritis, kreatif dan inovatif, komunikatif, dan kolaboratif. Jenis-jenis pemikiran dalam pembelajaran abad 21 meliputi kritis, mengatasi masalah, berpikir kreatif, mengambil keputusan (Hamzah *et al.*, 2023).

Tantangan yang dihadapi oleh guru menjadi semakin kompleks, seperti menyesuaikan pembelajaran dengan kebutuhan zaman, dalam hal ini keterampilan guru juga harus ditingkatkan untuk mencapai pembelajaran yang optimal. Selain itu, guru juga diharuskan mampu merencanakan dan membangun pengalaman belajar, mengelola penilaian menggunakan berbagai alat dan sumber

daya yang relevan baik secara manual atau melalui program penilaian untuk membantu siswa memperoleh keterampilan berpikir tingkat tinggi dan kreatif (Angga *et al.*, 2022).

Salah satu ayat yang berisi perintah untuk berpikir secara kreatif dinyatakan dalam QS. Al-Baqarah (2): 219-220, seperti berikut:

٢١٩... كَذَلِكَ يُبَيِّنُ اللَّهُ لَكُمُ الْآيَتِ لَعَلَّكُمْ تَتَفَكَّرُونَ

٢٢٠... فِي الدُّنْيَا وَالْآخِرَةِ...

“...Demikianlah Allah menerangkan ayat-ayat-Nya kepadamu agar kamu memikirkan, Tentang dunia dan akhirat...” (LPMQ, 2021).

Perintah yang terdapat dalam ayat ini Allah mendorong manusia untuk berpikir dalam rangka memanfaatkan dengan baik sesuatu yang telah diciptakan Allah karena manusia diberikan akal untuk dapat mengasah cara berpikirnya. Perintah tersebut sudah ditetapkan Allah untuk manusia memanfaatkan akal pikirannya agar mengalami perkembangan (Wahidar, 2018).

Keterampilan berpikir kreatif dapat didefinisikan juga sebagai kapasitas untuk mengidentifikasi ketimpangan, mengusulkan cara dalam menghadapi masalah, menghasilkan ide-ide

baru, mengatur ulang ide-ide yang sudah ada, dan mengintuisi hubungan antara konsep dan ide-ide tersebut. Indikator keterampilan berpikir kreatif meliputi kelancaran (menciptakan ide), fleksibilitas (menciptakan kategori ide yang beragam), orisinalitas (menciptakan ide yang tidak biasa), dan elaborasi (ketekunan dalam menambahkan detail pada hasil) (Torrance, 1969).

Keterampilan berpikir kreatif merupakan istilah yang tidak asing ditemui di lingkungan akademis dan non-akademis. Secara umum, definisi kreatif berkaitan dengan inovasi hal baru dengan pemanfaatan sesuatu yang sudah ada sebelumnya. Keterampilan berpikir kreatif dalam proses pembelajaran erat kaitannya dengan konsep diri, dimana konsep diri baik yang dimiliki siswa dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif mereka (Seran, 2023).

Faktor yang mempengaruhi keterampilan berpikir kreatif siswa diantaranya strategi, teknik, dan metode pembelajaran yang digunakan guru (Nita dan Nada, 2024). Beberapa langkah dapat diterapkan guru untuk mengembangkan keterampilan berpikir kreatif siswa. Langkah tersebut termasuk dengan

merancang proses pembelajaran yang lebih mudah merangsang kemampuan berpikir dan menghasilkan ide-ide baru pada siswa (Zulyusri *et al.*, 2023). Keterampilan berpikir kreatif juga dapat dikembangkan dengan suasana lingkungan pembelajaran yang kreatif (Fan dan Cai, 2022).

Keterampilan berpikir kreatif harus distimulus atau diasah menggunakan masalah yang berkaitan dengan lima kategori perilaku kreatif diantaranya:

- a. *Fluency* (kelancaran), yaitu kemampuan menciptakan ide atau solusi yang sebanding dalam pemecahan suatu masalah.
- b. *Flexibility* (keluwesan), yaitu kemampuan untuk menciptakan ide atau solusi yang berasal dari berbagai sudut pandang dalam pemecahan suatu masalah.
- c. *Originality* (keaslian), yaitu kemampuan menciptakan ide baru yang jarang diberikan.
- d. *Elaboration* (keterperincian), yaitu kemampuan mengarahkan ide secara terperinci untuk pengaplikasian ide tersebut.

(Munandar, 2009)

Keterampilan berpikir kreatif ini dintegrasikan dengan keterampilan berpikir inovatif karena

memiliki kesinambungan untuk menghasilkan siswa berpikir secara divergen. Siswa harus didorong untuk berpikir kreatif meliputi berpikir dengan cara-cara baru, mengungkapkan pertanyaan yang tidak lazim, mencoba mengemukakan jawaban yang spekulatif, dan mempunyai kesempatan untuk mengemukakan ide serta solusi baru. Keberhasilan belajar siswa ditandai dengan pribadi yang mempunyai keterampilan kreatif (Supena *et al.*, 2021).

Penelitian ini menerapkan model PjBL berdiferensiasi dengan tujuan mengukur komponen yang terdapat dalam keterampilan berpikir kreatif. Pengukuran tersebut digunakan untuk melihat apakah implementasi model berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa.

#### **4. Materi Termokimia**

Menurut Akmal dan Aini (2023), terdapat empat aspek pengetahuan yang dimiliki oleh materi termokimia. Aspek tersebut meliputi konsep, kondisi faktual, dasar, dan prosedur. Termokimia adalah sebuah ilmu tentang perubahan kalor yang terjadi pada reaksi kimia.

Termokimia ialah ilmu yang mengulik pembelajaran terkait perubahan energi yang menyertai suatu reaksi kimia (Chang, 2004). Perubahan energi ini berhubungan dengan hukum kekekalan energi atau dikenal hukum termodinamika I. Hukum tersebut menyatakan bahwa “energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, energi dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lain.” Pada Gambar 2.2 menyatakan bentuk perubahan energi, yaitu dari energi panas berubah menjadi energi gerak.



Gambar 2. 2 Pemanasan Balon Udara  
Sumber : Nicolae Baltatescu/[pixabay.com](https://pixabay.com) (2021)

Studi tentang kalor yang dihasilkan dari perubahan materi dipelajari di termokimia. Kalor dapat didefinisikan sebagai suatu energi yang diterima atau dilepaskan oleh suatu materi. Rumus berikut ini menunjukkan hubungan antara kalor, energi, dan kerja.

$$\Delta E = q + w$$

Keterangan :

$\Delta E$  = perubahan energi dalam (J)

$q$  = banyaknya kalor suatu sistem (J)

$w$  = kerja suatu sistem (J)

Penentuan nilai  $q$  dan  $w$  menggunakan aturan sebagai berikut.

$q$  (+) menyerap kalor,  $q$  (-) melepas kalor.

$w$  (+) menerima kerja,  $w$  (-) melakukan kerja.

Beberapa istilah lain yang dipelajari dalam materi Termokimia diantaranya:

### a. Sistem dan lingkungan

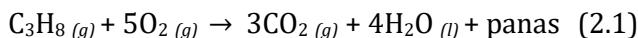
Seorang pelajar melarutkan sesendok urea dalam segelas air, ia mengamati perubahan suhu yang terjadi. Ternyata, suhu gelas menurun ketika ia menggunakan sendok untuk mencampur urea. Pengamatan yang dilakukan tersebut berada di atas meja. Sistem dari hasil penelitian ialah urea dan air sedangkan lingkungan berada diluar sistem diantaranya gelas, sendok, dan meja. Kesimpulan dari percobaan tersebut bahwa sistem adalah fokus perhatian atau proses kimiawi yang sedang diamati. Segala sesuatu yang terletak diluar sistem disebut sebagai lingkungan.

Pertukaran materi dan energi adalah salah satu cara sistem dan lingkungan dapat berinteraksi. Secara khusus, ada tiga kategori sistem yang dapat dibedakan berdasarkan interaksi ini:

- 1) Sistem terbuka ialah kemampuan sistem mengalami interaksi antara materi dan energi dengan lingkungannya.
- 2) Sistem tertutup ialah kemampuan sistem mengalami interaksi antara energi dengan lingkungannya, tetapi tidak dapat mengalami interaksi antara materi dengan lingkungannya.
- 3) Sistem terisolasi ialah ketidakmampuan sistem mengalami interaksi dengan lingkungannya, baik antara materi atau energi.

### **b. Reaksi Eksoterm dan Endoterm**

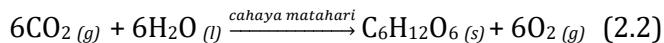
Reaksi kimia yang melepaskan kalor ke lingkungannya dikenal sebagai reaksi eksoterm. Contohnya reaksi pembakaran.



Ketika reaksi eksoterm terjadi, sistem akan melepaskan kalor yang menyebabkan energi sistem turun dan suhu di lingkungannya mengalami peningkatan. Perubahan energi ( $\Delta E$ ) menjadi negatif, dengan  $E_2 - E_1 < 0$  (bernilai negatif) karena energi

setelah reaksi ( $E_2$ ) lebih kecil dari energi sebelum reaksi ( $E_1$ ).

Reaksi kimia yang menyerap kalor dari lingkungannya dikenal sebagai reaksi endoterm. Contohnya reaksi fotosintesis.

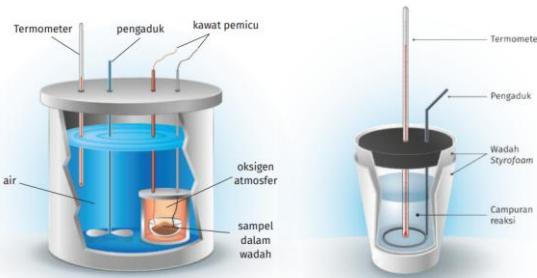


Ketika reaksi endoterm terjadi, sistem akan menyerap kalor yang menyebabkan energi sistem naik dan suhu di lingkungannya mengalami penurunan. Perubahan energi ( $\Delta E$ ) menjadi positif, dengan  $E_2 - E_1 > 0$  (bernilai positif) karena energi setelah reaksi ( $E_2$ ) lebih besar dari energi sebelum reaksi ( $E_1$ ).

### c. Kalorimetri

Suatu alat sebagai pengukur pertukaran kalor dalam proses fisika atau kimia di laboratorium dikenal dengan sebutan kalorimeter. Sementara kalorimetri adalah sebutan untuk kegiatan yang dilakukan untuk mengukur perubahan kalor menggunakan kalorimeter. Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa kalor yang dilepaskan oleh suatu benda akan diserap oleh benda lain. Hal tersebut menyebabkan kalor tidak dapat diukur menggunakan alat secara langsung, namun alat

tersebut dalam digunakan untuk mengukur perubahan kalor yang terjadi.



Gambar 2. 3 Kalorimeter Bom dan Sederhana  
Sumber : Buku siswa kimia kelas xi (2022)

Spesifikasi rancangan kalorimeter bom didesain tidak terdapat kalor yang keluar atau masuk. Kompleksitas metabolisme tubuh manusia mirip dengan kondisi dalam kalorimeter bom. Oleh karena itu, ahli kimia pangan menggunakan alat kalorimeter bom untuk menghitung jumlah kalori dalam makanan.

$$q_{reaksi} = -q_{kalorimeter}$$

Jumlah energi yang dibutuhkan untuk meningkatkan suhu benda sebesar  $1^{\circ}\text{C}$  dikenal sebagai kapasitas kalor. Persamaan berikut menjelaskan hubungan antara suhu dan kalor:

$$q = C \cdot \Delta T$$

Keterangan :

$q$  = banyaknya kalor suatu sistem (J)

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

$\Delta T$  = selisih antara suhu akhir dan suhu awal ( $^\circ\text{C}$ )

Banyaknya kalor yang dibutuhkan oleh satu gram zat untuk menaikkan suhu sebesar  $1^\circ\text{C}$  dikenal sebagai kalor jenis. Rumus berikut digunakan untuk menentukan kalor jenis suatu zat berdasarkan massanya.

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

Keterangan :

$q$  = banyaknya kalor suatu sistem (J)

$m$  = massa (g)

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

$\Delta T$  = selisih antara suhu akhir dan suhu awal ( $^\circ\text{C}$ )

#### d. Entalpi dan Perubahan Entalpi

Sebagian besar reaksi kimia terjadi pada tekanan konstan, sehingga fungsi termodinamika lain ditambahkan yaitu entalpi (H). Rumus berikut ini dapat digunakan untuk menentukan  $\Delta E$  ketika reaksi terjadi pada tekanan konstan, karena sistem dapat mengalami pertukaran kalor ( $q_p$ ) dan melakukan kerja ( $w$ ).

$$\Delta E = q_p + w$$

$$\Delta E = q_p - P \cdot \Delta V$$

$$q_p = \Delta E + P \cdot \Delta V$$

Persamaannya menjadi sebagai berikut karena tekanan ( $P$ ) tetap:

$$q_p = \Delta(E + PV)$$

Formulasi yang terdapat pada ruas kanan dapat dikatakan sebagai entalpi ( $H$ ).

$$H = E + PV$$

Persamaan akhir yang didapatkan sebagai berikut:

$$q_p = \Delta(E + PV) = \Delta H$$

Pertukaran kalor sama dengan perubahan entalpi karena reaksi kimia sebagian besar terjadi pada tekanan konstan. Perubahan entalpi dapat didefinisikan dengan persamaan:

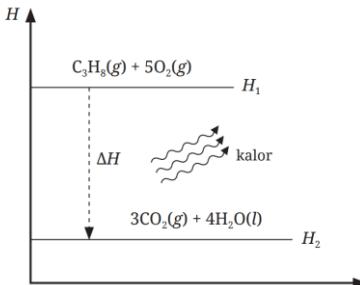
$$\Delta H = H_{akhir} - H_{awal}$$

atau dapat juga dirumuskan:

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

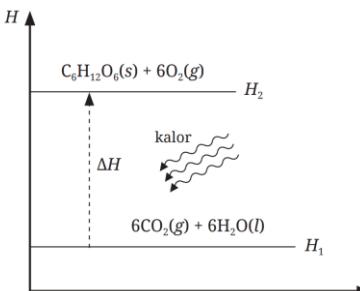
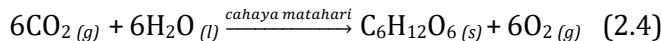
Perubahan entalpi positif dan negatif dapat terjadi. Harga  $\Delta H < 0$  dalam proses eksoterm, ketika sistem melepas kalor, energi akhir (entalpi,  $H_2$ ) lebih kecil daripada energi awal ( $H_1$ ).





Gambar 2. 4 Grafik Perubahan Entalpi Reaksi Eksoterm  
Sumber : Buku siswa kimia kelas xi (2022)

Harga  $\Delta H > 0$  pada proses endoterm, ketika sistem menyerap kalor energi akhir (entalpi,  $H_2$ ) lebih besar daripada energi awal ( $H_1$ ).



Gambar 2. 5 Grafik Perubahan Entalpi Reaksi Endoterm  
Sumber : Buku siswa kimia kelas xi (2022)

Kalor reaksi dalam kalorimeter bom dapat dinyatakan sebagai berikut, karena kalorimeter bom termasuk sistem yang terisolasi tanpa pertukaran kalor dan energi dari sistem ke lingkungan:

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

Kalor yang diserap kalorimeter sering diabaikan karena sangat kecil ( $420 \text{ J} \cdot \text{C}^{-1}$ ), sehingga persamaannya menjadi:

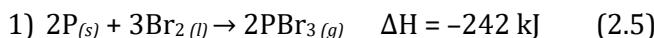
$$q_{reaksi} = -q_{sistem}$$

Pada tekanan tetap:

$$q_{reaksi} = \Delta H$$

### e. Persamaan Termokimia

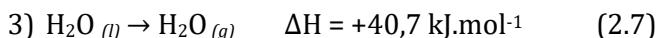
Persamaan termokimia adalah persamaan reaksi kimia yang mencantumkan jumlah kalor reaksi yang terlibat.  $\Delta H$  merupakan simbol untuk jumlah kalor reaksi yang terlibat.  $\Delta H$  akan bernilai negatif jika reaksi bersifat eksotermik atau melepaskan kalor ke lingkungannya. Di sisi lain,  $\Delta H$  akan bernilai positif jika reaksi bersifat endotermik atau menyerap kalor dari lingkungannya. Jumlah mol dapat dilihat dari koefesien reaksi dalam persamaan termokimia, seperti pada beberapa contoh berikut.



Artinya, "reaksi antara 2 mol fosforus merah dengan 3 mol bromin **melepaskan** kalor reaksi sebesar 242 kJ" sehingga  $\Delta H$  bernilai negatif.

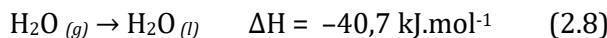


Harga entalpi setengah dari persamaan termokimia yang pertama, karena persamaan termokimia ini juga merupakan setengahnya.



Artinya, "untuk menguapkan 1 mol air **diserap** kalor sebesar 40,7 kJ" ( $\Delta H$  positif).

Jika reaksi berlangsung sebaliknya:



nilai  $\Delta H$  negatif karena terjadi pelepasan kalor.

#### f. Perubahan Entalpi dalam Keadaan Standar

Sebagaimana energi mutlak, entalpi reaksi tidak dapat diukur. Pengukuran atau perhitungan hanya dapat dilakukan dengan mengetahui perubahan entalpi reaksi. Satu keadaan dapat menjadi acuan penentuan perubahan entalpi reaksi. Perubahan entalpi standar biasanya menggunakan suhu 25°C. Perubahan entalpi standar disimbolkan dengan  $\Delta H^\circ$ .

1) Perubahan entalpi yang berlangsung ketika 1 mol senyawa dari unsur pembentuk paling stabil dalam keadaan standar (298 K, 1 atm, 1 molar) dikenal sebagai perubahan entalpi pembentukan standar ( $\Delta H_f^\circ$ ). Contoh:



Artinya, "perubahan entalpi yang terjadi untuk **membentuk** 1 mol gas H<sub>2</sub>O dari unsur-unsurnya pada keadaan standar adalah 214,8 kJ".

Harga perubahan entalpi reaksi lain bisa didapatkan melalui perhitungan menggunakan rumus berikut:

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

- 2) Perubahan entalpi yang berlangsung ketika 1 mol senyawa dari unsur paling stabil mengalami penguraian pada keadaan standar dikenal sebagai perubahan entalpi penguraian standar ( $\Delta H_d^o$ ).
- 3) Perubahan entalpi yang berlangsung ketika 1 mol senyawa pada keadaan standar mengalami pelarutan dikenal sebagai perubahan entalpi pelarutan standar ( $\Delta H_s^o$ ).

#### **g. Hukum Hess**

Entalpi ialah suatu fungsi keadaan, dimana ia hanya tergantung pada keadaan awal dan akhir reaksi bukan tergantung pada fase reaksi. Semua reaksi kimia belum tentu dapat ditentukan perubahannya kalornya. Namun, sebagaimana yang dipaparkan sebelumnya perubahan entalpi ( $\Delta H$ ) dapat diukur dengan mengetahui perubahan kalor pada keadaan tetap.

Kimiawan bernama Germain Henri Hess mengembangkan apa yang kini dikenal sebagai hukum Hess pada tahun 1840. Hukum Hess tersebut menggunakan persamaan termokimia untuk menghitung perubahan entalpi ( $\Delta H$ ). Bunyi hukum Hess sebagai berikut, “Apabila sebuah reaksi berlangsung dalam dua tahap reaksi atau lebih maka perubahan entalpi terhadap reaksi tersebut akan bernilai sama dengan jumlah perubahan entalpi dari seluruh tahapan yang terjadi.”

Reaksi pembakaran karbon berikut merupakan salah satu contoh reaksi kimia yang dapat terjadi dalam beberapa tahapan.



Tahap 1:



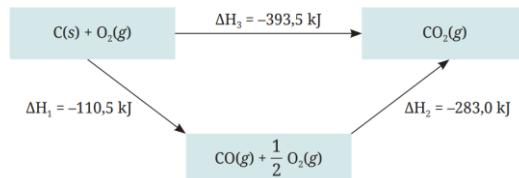
Tahap 2:



Apabila dua tahap tersebut digabungkan, terbentuk reaksi sebagai berikut.

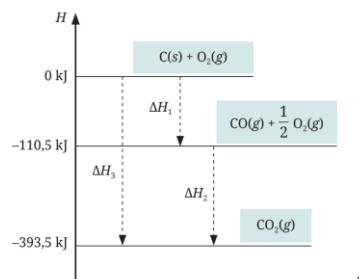


Hukum Hess dapat digambarkan dalam bentuk diagram siklus atau diagram tingkat energi seperti pada Gambar 2. 6.



Gambar 2. 6 Diagram Siklus Pembentukan  $\text{CO}_2$   
Sumber : Buku siswa kimia kelas xi (2022)

Gambar 2.6 ialah diagram siklus dari reaksi pembakaran karbon. Harga  $\Delta H_3$  ialah reaksi yang berlangsung dalam satu tahap sehingga jumlahnya merupakan hasil penjumlahan dari  $\Delta H_1$  dan  $\Delta H_2$  atau reaksi yang berlangsung dalam dua tahap. Sedangkan diagram tingkat energi reaksi diatas seperti Gambar 2. 7.



Gambar 2. 7 Diagram Tingkat Energi Pembentukan  $\text{CO}_2$   
Sumber : Buku siswa kimia kelas xi (2022)

Berdasarkan diagram tingkat energi pada Gambar 2.7, sama halnya dengan diagram siklus dalam Gambar 2.6 dimana  $\Delta H_3$  adalah hasil

penjumlahan dari  $\Delta H_1$  dan  $\Delta H_2$ . Hal tersebut dikarenakan  $\Delta H_3$  merupakan reaksi yang berlangsung dalam satu tahap, sehingga dapat dituliskan persamaan matematikanya sebagai berikut:

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

#### **h. Energi Ikatan**

Energi yang dibutuhkan untuk memutus ikatan meningkat seiring dengan kekuatannya. Energi ikatan rata-rata merupakan jumlah energi yang dibutuhkan untuk memutus 1 mol ikatan dari molekul yang berfase gas.

Proses penyusunan ulang suatu reaktan menjadi produk dikenal sebagai reaksi kimia. Ikatan diputus dalam bentuk reaktan dan dibentuk dalam bentuk produk selama proses penataan ulang. Proses tersebut membutuhkan energi, sehingga harga perubahan entalpi reaksi ( $\Delta H$ ) juga berubah. Selisih antara jumlah energi terputusnya ikatan dan jumlah energi terbentuknya ikatan, dapat dinyatakan dalam rumus berikut:

$$\Delta H_{reaksi} = \sum EI \text{ terputus} - \sum EI \text{ terbentuk}$$

## B. Kajian Penelitian yang Relevan

Implementasi model PjBL sudah banyak dikembangkan sebelumnya, sama halnya dengan pembelajaran berdiferensiasi, PjBL berdiferensiasi, dan inovasi lainnya dalam pembelajaran kimia, terutama materi termokimia. Penelitian ini mencari celah dari penelitian yang dikembangkan sebelumnya, yaitu mengimplementasikan model PjBL berdiferensiasi terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa pada materi termokimia.

Penelitian Ilmiah (2024) sebelumnya mengimplementasikan model PjBL dengan pendekatan STEM. Penelitian ini memiliki kesamaan diantaranya penggunaan model yang diterapkan atau PjBL. Perbedaannya terkait pendekatan yang diterapkan, penelitian ini menggunakan model PjBL berdiferensiasi yang mengutamakan perbedaan karakteristik siswa. Selanjutnya penentuan materi yang diteliti pada penelitian ini ialah materi termokimia sedangkan penelitian yang dilakukan Ilmiah (2024) menggunakan materi sel volta. Perbedaan terakhir terletak pada penggunaan variabel terikat, penelitian Ilmiah (2024) ialah aktivitas dan hasil belajar siswa sedangkan penelitian ini keterampilan berpikir kreatif.

Penelitian Depari dan Suyanti (2022) sebelumnya juga mengimplementasikan model PjBL yang diorientasikan dengan *collaborative learning*. Penelitian ini memiliki kesamaan diantaranya penerapan model atau PjBL dan materi yang diteliti atau termokimia. Perbedaannya pada penelitian yang dilakukan oleh Depari dan Suyanti (2022) adalah penerapan PjBL yang diorientasikan dengan *collaborative learning* menggunakan media animasi, sedangkan pada penelitian ini menggunakan model PjBL berdiferensiasi menggunakan media lebih kompleks yang dapat mengakomodir berbagai karakteristik siswa. Perbedaan selanjutnya terkait variabel yang diukur Depari dan Suyanti (2022) yakni kemampuan pemecahan masalah, sedangkan penelitian ini ialah keterampilan berpikir kreatif.

Penelitian Fitriyah dan Ramadani (2021) yang menganalisis keterampilan berpikir kreatif menggunakan model PjBL berbasis STEAM pada materi kimia. Kesamaan dengan penelitian ini terkait penggunaan variabel terikat ialah keterampilan berpikir kreatif. Perbedaannya terletak pada penggunaan model yang digunakan, penelitian ini menggunakan model PjBL berdiferensiasi

yang menekankan perbedaan karakteristik siswa, dan menggunakan materi spesifik kimia yaitu termokimia.

Pembelajaran diferensiasi sebelumnya sudah diimplementasikan oleh Rohimat *et al.*, (2023) yang menganalisis efektivitas menggunakan pendekatan diferensiasi konten dan produk. Penelitian ini memiliki kesamaan diantaranya pembelajaran diferensiasi yang diterapkan, perbedaan penelitian ini lebih mengarah pada diferensiasi produk menggunakan model PjBL. Modifikasi pembelajaran berdiferensiasi yang diterapkan Rohimat *et al.*, (2023) meneliti efektivitas diferensiasi konten dan produk, sedangkan pada penelitian ini berfokus pada modifikasi produk dengan menerapkan model PjBL berdiferensiasi. Kesamaan lain terdapat pada mata pelajaran yang diteliti yaitu kimia, perbedaannya penelitian ini lebih spesifik menggunakan materi termokimia.

Model PjBL berdiferensiasi diterapkan sebelumnya oleh Avivi *et al.*, (2023) pada siswa kelas x materi bioteknologi. Kesamaannya terkait penggunaan model PjBL berdiferensiasi. Perbedaan penelitian yang dilakukan Avivi *et al.*, (2023) terkait pemetaan kebutuhan dan karakteristik siswa yang dibedakan menjadi tiga kategori sesuai dengan kesiapan dan kemampuan belajar

siswa, sedangkan pada penelitian ini pemetaannya dibedakan menjadi tiga kategori sesuai dengan profil atau gaya belajar siswa. Perbedaan selanjutnya terkait subjek penelitian yang diterapkan, penelitian ini diterapkan pada siswa kelas xi materi termokimia.

Model PjBL berdiferensiasi yang diterapkan sebelumnya masih jarang ditemukan pada jenjang menengah atas, terkhusus pada pembelajaran kimia. Suatu celah yang ditemukan berdasarkan kajian penelitian sebelumnya ialah menerapkan model pembelajaran PjBL berdiferensiasi terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi termokimia.

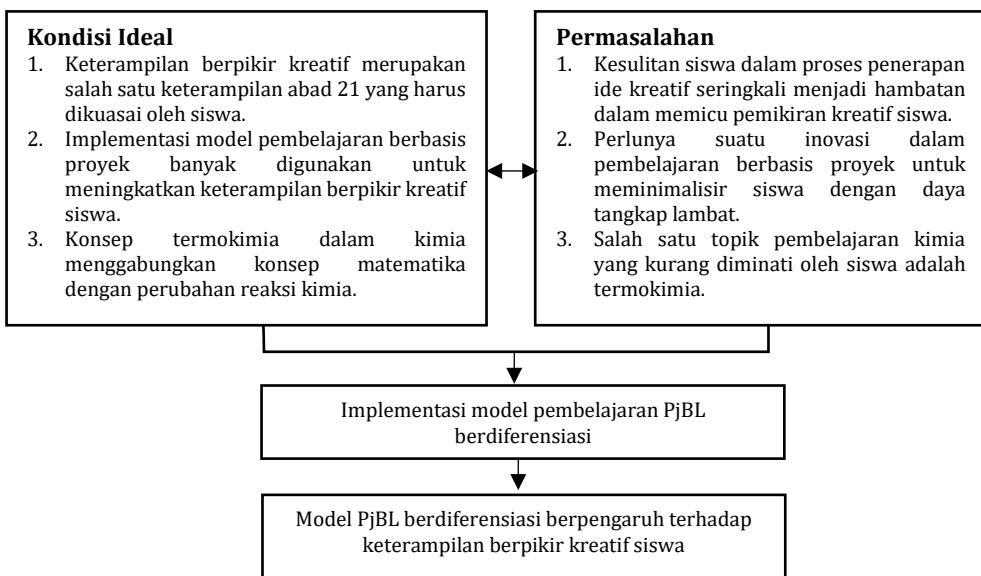
### C. Kerangka Berpikir

Model PjBL sebelumnya banyak diterapkan dalam pembelajaran dan terbukti dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa. Kekurangan model PjBL ketika tidak disesuaikan dengan karakteristik siswa berdampak pada siswa yang memiliki daya tangkap lambat, akibatnya tujuan pembelajaran kurang tercapai dengan maksimal. Solusi yang ditawarkan adalah penggunaan model PjBL berdiferensiasi yang menekankan perbedaan karakteristik siswa dengan cara memetakan gaya belajar siswa sebelum merencanakan pembelajaran. Hal tersebut bertujuan untuk memenuhi

kebutuhan siswa secara tepat sasaran dan meningkatkan pemikiran kreatif.

Berdasarkan latar belakang masalah dengan dukungan studi literatur yang relevan, diperoleh formulasi yang digambarkan dalam suatu bagan kerangka berpikir. Gambaran kerangka berpikir tersebut menunjukkan hubungan antara satu variabel dengan variabel lain sehingga diperoleh hipotesis penelitian.

Kerangka berpikir dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2. 8.



Gambar 2. 8 Bagan Kerangka Berpikir

#### **D. Hipotesis Penelitian dan atau Pertanyaan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang ditentukan sebelumnya, hipotesis yang terdapat dalam penelitian ini adalah implementasi model pembelajaran PjBL berdiferensiasi pada materi termokimia berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif bertujuan untuk meneliti populasi atau sampel tertentu, dimana data dikumpulkan menggunakan suatu alat penelitian, data statistik dianalisis guna menggambarkan sekaligus memproses uji hipotesis yang ditetapkan sebelum melakukan penelitian (Sugiyono, 2022). Metode penelitian yang digunakan adalah metode *quasi experiment*, dimana peneliti dapat menentukan sampel tanpa adanya penugasan acak secara parsial atau total pada kelompok (Creswell J, 2018). Desain eksperimen yang diterapkan ialah *non-equivalent control group design*. Sampel penelitian berjumlah dua. Satu sampel digunakan sebagai kelas eksperimen mengimplementasikan model PjBL berdiferensiasi dan satu sampel digunakan sebagai kelas kontrol mengimplementasikan model PjBL. Desain penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3. 1 Desain Penelitian *Non-Equivalent Control Group*

Kelas	Pretest	Perlakuan	Pottest
Eksperimen	O <sub>1</sub>	X	O <sub>3</sub>
Kontrol	O <sub>2</sub>		O <sub>4</sub>

Keterangan :

X = Perlakuan menerapkan model PjBL berdiferensiasi

O<sub>1</sub> = Nilai *pre-test* yang diperoleh kelas eksperimen

O<sub>2</sub> = Nilai *pre-test* yang diperoleh kelas kontrol

O<sub>3</sub> = Nilai *post-test* yang diperoleh kelas eksperimen

O<sub>4</sub> = Nilai *post-test* yang diperoleh kelas kontrol

(Creswell J, 2018).

## B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini bertempat di MAN 1 Kota Semarang menggunakan subjek penelitian siswa kelas XI Semester Genap tahun ajaran 2024/2025. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2025.

## C. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi ialah daerah atau suatu wilayah dalam penelitian. Populasi yang terdapat dalam penelitian ini ialah seluruh siswa kelas XI MAN 1 Kota Semarang Semester Genap tahun ajaran 2024/2025. Sampel adalah bagian kecil dari populasi yang berfungsi sebagai sumber data. Sampel dinyatakan akurat jika dapat mencerminkan atau mewakili kondisi populasi (*representatif*). Sampel ialah sebagian kecil populasi penelitian yang memenuhi karakteristik khusus dalam penelitian (Sugiyono, 2022). Penggunaan teknik pengambilan sampel pada penelitian ini ialah *cluster random sampling* dimana sampel atau sumber data yang diteliti cukup luas sehingga pengambilan sampel

berdasarkan wilayah populasi yang teridentifikasi (Sugiyono, 2022).

#### **D. Definisi Operasional Variabel**

Variabel bebas atau variabel yang menyebabkan timbulnya variabel terikat merupakan salah satu dari dua variabel dalam penelitian ini (Sugiyono, 2022). Variabel bebas yang terdapat dalam penelitian ini ialah model pembelajaran PjBL berdiferensiasi. PjBL adalah suatu rancangan model yang bertujuan untuk mencapai keterampilan khusus dalam proses berpikir siswa melalui aktivitas kolaboratif (Loyens *et al.*, 2023). Hasil akhir model PjBL ialah proyek, sehingga guru berperan penting dalam mengefisiensi dan menghasilkan pembelajaran tepat sasaran (Avivi *et al.*, 2023).

Pembelajaran berdiferensiasi adalah pembelajaran yang mampu mengakomodir perbedaan karakteristik siswa. Hal utama yang disoroti untuk mencapai keberhasilan belajar adalah menyesuaikan rancangan pembelajaran dengan berbagai karakteristik siswa (Aulia *et al.*, 2023). Modifikasi pembelajaran berdiferensiasi yang digunakan ialah diferensiasi produk, dimana memprioritaskan pilihan tugas akhir berdasarkan minat dan kebutuhan siswa (Marlina, 2020). Pemetaan berdiferensiasi digunakan untuk memenuhi kebutuhan

belajar siswa. Pemenuhan kebutuhan siswa tersebut dilakukan dengan menerapkan model PjBL berdiferensiasi. Variabel bebas ini dihubungkan dengan pemetaan kebutuhan siswa sebelumnya dilakukan untuk menghasilkan rancangan pembelajaran yang dapat mengakomodir keberagaman siswa.

Variabel yang dipengaruhi atau hasil dari variabel bebas dikenal sebagai variabel terikat (Sugiyono, 2022). Variabel terikat yang terdapat dalam penelitian ini ialah keterampilan berpikir kreatif siswa. Keterampilan berpikir kreatif dapat didefinisikan sebagai kapasitas untuk mengidentifikasi ketimpangan, mengusulkan cara dalam menghadapi masalah, menghasilkan ide-ide baru, mengatur ulang ide-ide yang sudah ada, dan mengintuisi hubungan antara konsep dan ide-ide tersebut (Torrance, 1969). Adapun indikator berpikir kreatif menurut Munandar (2009) ada empat, diantaranya adalah *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration*.

## E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Penggunaan teknik dan instrumen dalam mengumpulkan data hasil penelitian antara lain:

## **1. Teknik Pengumpulan Data**

### **a. Wawancara**

Wawancara metode semi terstruktur dilakukan sebelum penelitian. Wawancara tersebut bertujuan untuk memperoleh permasalahan yang perlu diteliti (Sugiyono, 2022). Tahap wawancara pada penelitian ini diantaranya untuk mengetahui penggunaan model pembelajaran kimia sebelumnya, keterampilan berpikir kreatif siswa dalam menghadapi masalah terkait termokimia, dan kegiatan pembelajaran sebelum dilakukan penelitian. Dengan demikian, diperoleh masalah yang perlu diteliti berdasarkan hasil wawancara tersebut.

### **b. Tes**

Tes merupakan metode evaluasi yang digunakan di bidang pendidikan untuk mengukur atau menilai hasil belajar melalui penugasan. Penugasan tersebut berisi berbagai pertanyaan atau perintah yang mengharuskan siswa untuk menjawab (Sudijono, 2015). Tes dalam penelitian ini menjadi alat pengumpulan data yang menggambarkan prestasi atau hasil belajar siswa.

### c. Angket

Alat pengumpul data dalam evaluasi non-tes berupa seperangkat pertanyaan untuk responden dikenal dengan angket (Sugiyono, 2022). Angket pada penelitian ini diserahkan sebelum dan sesudah penerapan model PjBL berdiferensiasi. Pernyataan yang terdapat dalam angket sebelum pembelajaran dimaksudkan untuk mengetahui profil atau gaya belajar siswa. Informasi hasil angket tersebut kemudian diperlukan dalam merancang pembelajaran. Angket sesudah pembelajaran bertujuan untuk mengetahui respons siswa terhadap model PjBL berdiferensiasi yang sudah diterapkan.

### d. Dokumentasi

Dokumentasi penelitian ini diantaranya aktivitas saat penelitian berlangsung, dokumen terkait daftar nama atau absensi siswa kelas XI MAN 1 Kota Semarang yang diteliti.

## 2. Instrumen Pengumpulan Data

### a. Tes

Tes digunakan untuk mengumpulkan data yang bertujuan sebagai instrumen pengukur kemampuan atau keterampilan siswa. Tes dapat berupa pertanyaan, lembar kerja, dan lain sebagainya. Tes

dalam penelitian ini diberikan sebelum (*pre-test*) dan setelah (*post-test*) perlakuan menggunakan model PjBL berdiferensiasi. Penggunaan tes dalam penelitian ini ialah instrumen soal uraian (*essay*) yang disesuaikan dengan indikator kemampuan berpikir kreatif yaitu, *fluency* atau kemampuan berpikir lancar, *flexibility* atau kemampuan berpikir luwes, *originality* atau kemampuan berpikir orisinil dan *elaboration* atau kemampuan merinci terkait termokimia.

## F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen

### 1. Uji validitas

Validitas adalah akurasi alat pengukur dalam penelitian. Validitas melihat seberapa jauh objektivitas data yang diinterpretasikan dalam sajian informasi (Sugiyono, 2022). Pengujian validitas pada penelitian ini antara lain:

#### a. Validitas Isi

Validitas isi yang diujikan dalam penelitian ini ialah untuk instrumen bentuk tes (Sugiyono, 2022). Tata cara pengujian validasi isi diantaranya dengan menyerahkan kisi-kisi, butir soal, dan lembar validasi kepada ahli untuk peninjauan baik secara kuantitatif maupun kualitatif (Retnawati, 2016). Formula Gregory digunakan untuk menentukan validitas isi

berdasarkan evaluasi ahli (Gregory, 2000). Rumus berikut digunakan untuk menentukan validitas isi yang digunakan dalam penilaian ahli:

$$CV = \frac{D}{A+B+C+D}$$

Keterangan :

- CV = validitas isi
- A = banyaknya butir soal yang kurang relevan menurut kedua ahli
- B = banyaknya butir soal yang sangat relevan oleh ahli I dan kurang relevan oleh ahli II
- C = banyaknya butir soal yang kurang relevan oleh ahli I dan sangat relevan oleh ahli II
- D = banyaknya butir soal yang sangat relevan oleh kedua ahli

Tabel 3. 2 Validitas Isi Gregory

No.	Indeks Kesepakatan	Validitas
1.	< 0,4	Rendah
2.	0,4 – 0,8	Sedang
3.	> 0,8	Tinggi

(Retnawati, 2016)

### b. Validitas Konstruk dan Empirik

Validitas konstruk adalah validitas yang dapat dilihat dari segi susunan atau kerangkanya yang telah memenuhi konstruksi dalam aspek yang dikehendaki (Sudijono, 2015). Pengujian validitas konstruk dapat dihasilkan dari pendapat ahli, kemudian diujikan berdasarkan pengalaman empiris (validitas empiris)

di lapangan, dan diteruskan dengan uji coba instrumen (Sugiyono, 2022). Validitas pada soal uraian dihitung dengan rumus korelasi produk *momen pearson* (Sugiyono, 2022).

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

Keterangan:

N= banyaknya siswa

X= nilai tes pertama yang diperoleh siswa

Y= nilai tes kedua yang diperoleh siswa

Selanjutnya membandingkan nilai  $r_{hitung}$  (nilai *pearson correlation*) dengan nilai  $r_{tabel}$  dengan  $\alpha$  sebesar 0,05 dan taraf signifikansi 5%. Jika nilai  $r_{hitung} \geq r_{tabel}$ , maka instrumen dinyatakan valid.

## 2. Uji Reliabilitas

Reliabilitas dapat dikatakan sebagai persyaratan, ketetapan, kestabilan dan kemantapan (Sugiyono, 2022). Formulasi *Alpha Cronbach* sebagai rumus perhitungan uji reliabilitas soal uraian sebagai berikut:

$$r_{11} = \left( \frac{n}{n-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right)$$

Keterangan:

$\sum \sigma_i^2$  = jumlah varians tiap butir soal

$\sigma_t^2$  = varians total

Selanjutnya membandingkan hasil  $r_{hitung}$  dengan  $r_{tabel}$  pada  $\alpha$  sebesar 0,05 dan taraf signifikansi 5%. Jika  $r_{hitung} > r_{tabel}$ , maka instrumen dinyatakan reliabel.

### 3. Tingkat Kesukaran

Tingkat kesukaran soal yang baik adalah sedang, artinya tidak terlalu sulit dan tidak terlalu mudah (Yusuf, 2015). Berikut rumus perhitungan tingkat kesukaran soal :

$$P = \frac{n_T + n_R}{N}$$

Keterangan:

- P = tingkat kesukaran soal
- $n_T$  = banyaknya siswa kelompok tinggi dengan jawaban benar
- $n_R$  = banyaknya siswa kelompok rendah dengan jawaban benar
- N = banyaknya siswa

Tabel 3. 3 Indeks Kesukaran Soal

No.	Nilai P	Kategori Soal
1.	0,00 – 0,30	Sukar
2.	0,31 – 0,70	Sedang
3.	0,71 – 1,00	Mudah

(Sutiyono, 2015)

### 4. Daya Pembeda

Daya pembeda soal ditentukan oleh kesesuaian butir soal dengan keseluruhan soal sehingga dapat mengkategorikan siswa berkemampuan tinggi dan

rendah dari hasil tes tersebut. Daya pembeda soal dihitung menggunakan perbandingan skor pada pertanyaan tertentu dengan skor total. (Yusuf, 2015). Formulasi perhitungan daya beda menggunakan rumus berikut:

$$D = \frac{n_T}{N_T} - \frac{n_R}{N_R}$$

Keterangan:

- D = daya pembeda
- $n_T$  = banyaknya siswa kelompok tinggi dengan jawaban benar
- $n_R$  = banyaknya siswa kelompok rendah dengan jawaban benar
- $N_T$  = banyaknya siswa kelompok tinggi
- $N_R$  = banyaknya siswa tes kelompok rendah

Penentuan daya beda umumnya oleh para pakar evaluasi pendidikan menggunakan persentase 27% dari responden kelompok atas dan kelompok bawah. Berdasarkan bukti-bukti empirik sebelumnya, pengambilan subyek sebanyak 27% cukup dapat diandalkan (Sudijono, 2015). Daya pembeda diklasifikasikan menggunakan indeks yang dinyatakan pada Tabel 3. 4.

Tabel 3. 4 Daya Pembeda

No.	Nilai D	Kategori Soal
1.	0,00 – 0,19	dibuang
2.	0,20 – 0,39	diterima, perlu diperbaiki
3.	0,40 – 1,00	diterima baik

(Sutiyono, 2015)

## G. Teknik Analisis Data

Suatu teknik diterapkan dalam mengambil sampel penelitian ini yaitu *cluster random sampling*, dimana kelompok (*cluster*) dapat dipilih secara langsung menggunakan seluruh elemen dalam kelompok tersebut (Sudaryono, 2016). Syarat teknik pengambilan sampel *cluster random sampling* dilakukan ketika jumlah sampel luas kemudian anggota populasi berdistribusi normal dan homogen (Danuri dan Maisaroh, 2019). Adapun langkah-langkah teknik pengambilan sampel sebagai berikut:

### 1. Uji Prasyarat Pengambilan Sampel

#### a. Uji Normalitas

Langkah awal uji normalitas ialah menganalisis populasi penelitian berdistribusi normal atau tidak. Populasi yang terdapat dalam penelitian ini adalah semua siswa kelas XI MAN 1 Kota Semarang sejumlah 180 siswa. Sebelum memilih suatu sampel dalam *cluster*, populasi tersebut harus dibagi dalam kelompok yang bersifat *mutually exclusive* atau saling

lepas (Sugiyono, 2022). Kelompok siswa kelas XI MAN 1 Kota Semarang tersebut terbagi dalam lima kelas, selanjutnya normalitas seluruh *cluster* dalam populasi diuji berdasarkan nilai ujian kenaikan kelas semester ganjil tahun ajaran 2024/2025.

Uji *Shapiro Wilk* ialah pengujian normalitas yang digunakan dalam penelitian ini berbantuan dengan IBM SPSS *Statistics* 25. Uji tersebut digunakan untuk pengujian apakah data berdistribusi normal atau tidak, dari sampel yang berjumlah kurang dari 50 (Widarjono, 2015). Penggunaan taraf signifikansi sebesar 5% atau  $\alpha = 0,05$ , sehingga data dinyatakan normal jika nilai signifikansi  $> 0,05$  (Sugiyono, 2022).

### **b. Uji Homogenitas**

Tujuan uji homogenitas awal ialah untuk menganalisis populasi berasal dari varians data yang sama atau tidak. Hal ini bertujuan untuk menyelidiki seluruh populasi bersifat homogen atau tidak. Homogenitas seluruh *cluster* dalam populasi diuji berdasarkan nilai ujian kenaikan kelas semester ganjil tahun ajaran 2024/2025.

Penggunaan uji homogenitas dalam penelitian ini ialah uji Levene dengan bantuan IBM SPSS *Statistics* 25. Penggunaan taraf signifikansi sebesar 5% atau  $\alpha =$

0,05, sehingga data homogen apabila nilai signifikansi  $\geq 0,05$  (Sugiyono, 2022).

Setelah melakukan uji prasyarat, populasi sampel yang terdapat dalam kelompok siswa kelas XI MAN 1 Kota Semarang tersebut terbagi dalam lima kelompok atau kelas, kemudian dari kelas tersebut peneliti dapat memilih sampel secara *random*. Sampel yang digunakan pada penelitian ini kemudian dibagi menjadi dua kelompok penelitian. Satu sampel digunakan sebagai kelas eksperimen dengan model PjBL berdiferensiasi dan satu sampel digunakan sebagai kelas kontrol dengan model PjBL. Uji hipotesis yang digunakan pada penelitian ini adalah *independent sample t-test*, dimana diperlukan uji prasyarat sebagai berikut.

## 2. Uji Prasyarat Pengujian Hipotesis

### a. Uji Normalitas

Uji normalitas tahap awal menggunakan nilai *pre-test* kedua kelas, yakni kontrol dan eksperimen pada kelas XI MAN 1 Kota Semarang. Hal ini bertujuan untuk menyelidiki kedua kelas berdistribusi normal atau tidak sebelum diberikan perlakuan. Setelah diberikan perlakuan, nilai *post-test* kedua kelas juga diuji normalitas. Hal ini bertujuan untuk membuktikan

hasil perlakuan berdistribusi normal sehingga uji hipotesis yang dilakukan valid.

Uji *Shapiro Wilk* ialah pengujian normalitas yang digunakan dalam penelitian ini berbantuan dengan IBM SPSS *Statistics* 25. Uji tersebut digunakan untuk pengujian apakah data berdistribusi normal atau tidak, dari sampel yang berjumlah kurang dari 50 (Widarjono, 2015). Penggunaan taraf signifikansi sebesar 5% atau  $\alpha = 0,05$ , sehingga data dinyatakan normal jika nilai signifikansi  $> 0,05$  (Sugiyono, 2022).

### **b. Uji Homogenitas**

Uji homogenitas tahap awal menggunakan nilai *pretest* kedua kelas, yakni kontrol dan eksperimen pada kelas XI MAN 1 Kota Semarang. Hal ini bertujuan untuk menyelidiki kedua kelas bersifat homogen atau tidak sebelum diberikan perlakuan. Setelah diberikan perlakuan, nilai *posttest* kedua kelas juga diuji homogenitas. Hal ini bertujuan untuk membuktikan hasil perlakuan bersifat homogen sehingga uji akhir hipotesis yang dilakukan valid.

Uji Levene digunakan dengan bantuan IBM SPSS *Statistics* 25 untuk melakukan uji homogenitas dalam penelitian ini. Penggunaan taraf signifikansi sebesar 5% atau  $\alpha = 0,05$ , sehingga data homogen apabila nilai

signifikansi  $\geq 0,05$  (Sugiyono, 2022). Perhitungan parametrik dapat dilanjutkan, jika perolehan data homogen atau memiliki varians yang sama dan berdistribusi normal. Sebaliknya, jika perolehan data tidak homogen dan tidak normal maka menggunakan perhitungan non-parametrik.

### 3. Uji Hipotesis

Tahap yang dilakukan setelah uji prasyarat ialah menguji hipotesis menggunakan *independent sample t-test*. Analisis data hasil penelitian menggunakan bantuan IBM SPSS Statistics 25 dengan menampilkan nilai signifikan pada kolom sig. (*two-tailed*) dan taraf signifikansi yang digunakan sebesar 5% ( $\alpha = 0,05$ ). Berikut penetapan kriteria penilaian:

- Jika nilai signifikan (*two-tailed*)  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima.
- Jika nilai signifikan (*two-tailed*)  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak.

Langkah-langkah analisis uji-t juga dapat dicari berdasarkan rumus berikut:

- Mencari varians (apakah sama atau berbeda)

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

$$df_1 = n_1 - 1$$

$$df_2 = n_2 - 1$$

Keterangan:

$s_1^2$  = ragam yang nilainya paling besar  
 $s_2^2$  = ragam yang nilainya paling kecil  
 $df$  = *degree of freedom*

- b. Jika variansnya berbeda

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

- c. Jika variannya sama

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

Keterangan:

$\bar{x}_1$  = rata-rata kelompok 1

$\bar{x}_2$  = rata-rata kelompok 2

$s_1$  = standar deviasi kelompok 1

$s_2$  = standar deviasi kelompok 2

$n_1$  = banyaknya sampel kelompok 1

$n_2$  = banyaknya sampel kelompok 2

- d. Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak, artinya varian tidak sama atau heterogen
- e. Jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$ , maka  $H_0$  diterima, artinya varian sama atau homogen

(Khudriyah, 2021).

Penggunaan uji-t bertujuan untuk memberikan jawaban terkait hipotesis berikut.

$H_0$ : Implementasi model pembelajaran PjBL berdiferensiasi pada materi termokimia tidak berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa.

$H_a$ : Implementasi model pembelajaran PjBL berdiferensiasi pada materi termokimia berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa.

#### 4. Uji Effect Size

Uji *effect size* digunakan untuk mengukur seberapa besar efek atau perbedaan antara dua kelompok atau lebih, dimana tidak dapat dijelaskan oleh signifikansi statistik (Cohen *et al.*, 2018). Perhitungan *effect size* menggunakan estimasi “*pooled*” dari deviasi standar karena lebih akurat daripada yang disediakan oleh kelompok kontrol saja. Berikut formulasi perhitungan *effect size*:

$$ES \text{ Cohen's } d = \frac{M_E - M_C}{sd_{pooled}}$$

Keterangan:

$ES$  = Nilai *Effect Size*

$M_E$  = Nilai rata-rata kelompok eksperimen

$M_C$  = Nilai rata-rata kelompok kontrol

Dimana:

$$SD \text{ pooled} = \sqrt{\frac{(N_E - 1) SD_E^2 + (N_C - 1) SD_C^2}{N_E + N_C - 2}}$$

Keterangan:

$N_E$  = banyaknya sampel kelompok eksperimen

$N_C$  = banyaknya sampel kelompok kontrol

$SD_E$  = standar deviasi kelompok eksperimen

$SD_C$  = standar deviasi kelompok kontrol

Koefisien korelasi *effect size* diinterpretasikan menurut Cohen *et al.*, (2018) dinyatakan pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Nilai Koefisien Korelasi *Effect Size*

No.	Nilai <i>Effect Size</i>	Kategori
1.	0,00 – 0,20	Lemah
2.	0,21 – 0,50	Cukup
3.	0,51 – 1,00	Sedang
4.	>1,00	Kuat

(Cohen *et al.*, 2018)

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Deskripsi Hasil Penelitian**

Penelitian dan pengumpulan data dilakukan di MAN 1 Kota Semarang dengan subjek penelitian siswa kelas XI Semester Genap tahun ajaran 2024/2025. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model PjBL berdiferensiasi terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa pada materi termokimia. Kelas XI 4 sebagai sampel kelas eksperimen dengan implementasi model PjBL berdiferensiasi dan XI 3 sebagai sampel kelas kontrol dengan implementasi model PjBL. Penelitian ini berlangsung menjadi beberapa tahap, sebagai berikut:

##### **1. Tahap Awal**

Tahap awal yang dilakukan adalah menyusun instrumen penelitian dan mempersiapkan perangkat pembelajaran. Berikut langkah-langkah yang dilakukan selama tahap awal penelitian:

###### **a. Penyusunan Modul Ajar**

Penyusunan modul ajar disesuaikan dengan perlakuan kedua kelas, yaitu kelas kontrol dan kelas eksperimen. Kelas kontrol menggunakan model PjBL sedangkan kelas eksperimen menggunakan PjBL berdiferensiasi. Modul ajar termokimia disusun

berdasarkan sintak PjBL. Perbedaan dari kedua modul yang digunakan terletak pada pemetaan karakteristik siswa yang disesuaikan dengan kebutuhan proyek dalam kelas eksperimen. Susunan modul ajar kelas kontrol dan eksperimen disajikan pada lampiran 5.

**b. Penyusunan LKPD**

Penyusunan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) disesuaikan dengan kegiatan yang telah dirancang sebelumnya di modul ajar. Rancangan LKPD menyesuaikan indikator keterampilan berpikir kreatif dengan tujuan pembelajaran yang dilakukan tepat sasaran. LKPD disajikan pada lampiran 6.

**c. Penyusunan Instrumen dan Lembar Penilaian**

Instrumen uji coba yang digunakan pada penelitian ini ialah instrumen tes berbentuk soal uraian berjumlah 10 untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif siswa. Melalui analisis data hasil uji coba, diperoleh instrumen penelitian keterampilan berpikir kreatif siswa. Lembar penilaian juga disusun untuk proyek akhir siswa, meliputi penilaian guru dan penilaian teman sejawat. Berikut langkah-langkah penyusunan instrumen:

- 1) Menentukan tujuan penyusunan instrumen yaitu mengukur keterampilan berpikir kreatif siswa.

Indikator keterampilan berpikir kreatif dibutuhkan untuk penyusunan instrumen yang meliputi, *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration*.

- 2) Menentukan materi yang diteliti, yaitu termokimia.
- 3) Menetapkan ranah kognitif setiap butir soal, terdiri dari kemampuan analisis (C4), evaluasi (C5), dan menciptakan (C6).
- 4) Menyusun kisi-kisi instrumen tes disesuaikan dengan indikator kemampuan berpikir kreatif yang memuat indikator soal dengan cakupan materi termokimia. Kisi-kisi instrumen yang disusun memperhatikan ranah kognitif yang ditentukan sebelumnya. Kisi-kisi instrumen dilengkapi dengan bunyi soal, kunci jawaban, dan pedoman penskoran seperti yang disajikan pada lampiran 7.
- 5) Memvalidasikan instrumen tes oleh validator ahli.

#### **d. Validasi Ahli**

Pengujian validitas pada penelitian ini diantaranya uji validasi isi, konstruk dan empirik. Validasi isi dilakukan dengan memberikan kisi-kisi, butir instrumen, yang telah disusun sebelumnya kepada validator ahli (Retnawati, 2016). Validator ahli berjumlah dua orang, yaitu satu dosen ahli dan satu guru kimia MAN 1 Kota Semarang. Perhitungan

validasi isi dilakukan menggunakan rumus Gregory memperoleh hasil sebesar 1 atau memasuki kategori tinggi. Lembar validasi disajikan pada lampiran 8 dan perhitungan validitas isi Gregory disajikan pada lampiran 9.

#### e. Uji Coba Soal

Tahap setelah melalui validasi ahli adalah menguji validasi konstrukt dan empirik dengan uji coba soal. Instrumen tes *essay* berjumlah 10 diujicobakan kepada siswa kelas XII 1 MAN 1 Kota Semarang sebanyak 32 siswa yang telah mempelajari materi termokimia sebelumnya. Data siswa uji coba disajikan pada lampiran 12.

#### f. Analisis Data Uji Coba

Analisis data uji coba dilakukan dengan perhitungan nilai validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran dan daya pembedanya.

##### 1) Uji Validitas

Perhitungan validitas pada penelitian ini menggunakan rumus korelasi produk *momen pearson*. Hasil tes uji coba 32 responden uji coba kelas XII 1 MAN 1 Kota Semarang mengacu pada taraf signifikansi 5% diperoleh  $r_{tabel}$  sebesar 0,349. Selanjutnya hasil  $r_{hitung}$  dibandingkan dengan nilai  $r_{tabel}$ , jika nilai  $r_{hitung} \geq$

$r_{tabel}$ , maka instrumen dikatakan valid. Berdasarkan perhitungan validitas pada lampiran 13, disimpulkan pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Hasil Uji Validitas Instrumen

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

Berdasarkan Tabel 4.1 menyatakan terdapat delapan butir soal valid dan dapat digunakan sebagai instrumen untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif siswa.

## 2) Uji Reliabilitas

Perhitungan reliabilitas pada penelitian ini menggunakan rumus *Alpha Cronbach*. Hasil perhitungan terlampir pada lampiran 14 dengan nilai *Alpha Cronbach* sebesar 0,77691 sehingga dikatakan reliabel.

## 3) Tingkat Kesukaran Soal

Uji tingkat kesukaran soal digunakan untuk mengkategorikan soal tergolong mudah, sedang, maupun sukar. Instrumen dinyatakan baik jika termasuk dalam kategori sedang (Yusuf, 2015). Berdasarkan perhitungan yang disajikan pada lampiran 15, disimpulkan pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 2 Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal

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

Berdasarkan tabel di atas dapat disimpulkan bahwa lima butir soal dengan kategori sedang, dimana instrumen tersebut masuk dalam kategori baik digunakan sebagai instrumen yang mengukur keterampilan berpikir kreatif siswa.

#### 4) Daya Pembeda

Daya pembeda soal ditentukan oleh kesesuaian butir soal dengan keseluruhan soal sehingga dapat mengkategorikan siswa berkemampuan tinggi dan rendah dari hasil tes tersebut (Yusuf, 2015). Hasil perhitungan terlampir pada lampiran 16, disimpulkan pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4. 3 Hasil Uji Daya Pembeda

Kriteria	Butir Soal	Jumlah
Dibuang	1, 2, 8	3
Diperbaiki	4, 10	2
Diterima	3, 5, 6, 7, 9	5
Jumlah		10

Berdasarkan tabel di atas dapat disimpulkan bahwa dua butir soal dapat diterima namun perlu diperbaiki, dan lima butir soal dapat diterima dengan

baik. Instrumen yang sudah memenuhi kriteria tersebut tidak digunakan seluruhnya dengan pertimbangan lima butir soal yang digunakan sudah mewakili indikator keterampilan berpikir kreatif dan waktu peng�aan yang terbatas untuk jawaban soal yang cukup kompleks. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini yaitu butir soal nomor 3, 5, 6, 7, dan 9.

## **2. Tahap Pelaksanaan Penelitian**

Langkah awal yang dilakukan dalam tahap pelaksanaan adalah menentukan sampel penelitian menggunakan teknik *cluster random sampling*. Terdapat prasyarat dalam teknik pengambilan sampel ini yaitu menguji populasi apakah berdistribusi normal dan homogen. Berikut langkah-langkah yang dilakukan selama tahap pelaksanaan penelitian:

### **a. Analisis Data Populasi**

Populasi yang terdapat dalam penelitian ini adalah semua siswa kelas XI MAN 1 Kota Semarang sejumlah 180 siswa. Sebelum memilih suatu sampel dalam *cluster*, populasi tersebut harus dibagi dalam kelompok yang bersifat *mutually exclusive* atau saling lepas (Sugiyono, 2022).

Kelompok siswa kelas XI MAN 1 Kota Semarang tersebut terbagi dalam lima kelas, selanjutnya

normalitas dan homogenitas seluruh *cluster* dalam populasi diuji berdasarkan nilai ujian kenaikan kelas semester ganjil tahun ajaran 2024/2025. Pengujian normalitas dan homogenitas menggunakan bantuan IBM SPSS Statistics 25.

Tests of Normality							
Kelas_11	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
Nilai	2	,108	34	,200*	,946	34	,094
	3	,123	34	,200*	,945	34	,089
	4	,132	36	,113	,944	36	,066
	5	,124	34	,200*	,940	34	,061
	7	,134	36	,104	,970	36	,438

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

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 4. 1 Hasil Uji Normalitas Populasi

Berdasarkan hasil uji normalitas *Shapiro Wilk* dalam Gambar 4.1, diperoleh data populasi berdistribusi normal dengan nilai signifikansi lebih dari 0,05. Data populasi yang sudah normal kemudian diuji homogenitas menggunakan uji Levene.

Test of Homogeneity of Variances					
	Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
Nilai	Based on Mean	,412	4	169	,800
	Based on Median	,346	4	169	,847
	Based on Median and with adjusted df	,346	4	167,151	,847
	Based on trimmed mean	,423	4	169	,792

Gambar 4. 2 Hasil Uji Homogenitas Populasi

Berdasarkan hasil uji homogenitas dalam Gambar 4. 2, diperoleh nilai signifikansi lebih dari 0,05,

sehingga populasi memiliki data yang homogen dan memiliki varians yang sama.

### b. Perlakuan Kelas Eksperimen dan Kontrol

Populasi yang berdistribusi normal dan homogen kemudian dapat ditentukan secara *random* sebagai sampel kelas eksperimen dan kontrol. Kelas XI 3 dalam penelitian ini sebagai sampel kelas kontrol yang menggunakan model pembelajaran PjBL sedangkan kelas XI 4 sebagai sampel kelas eksperimen menggunakan PjBL berdiferensiasi. Tahapan PjBL berdiferensiasi ini diantaranya:

#### 1) Pemetaan Gaya Belajar Siswa

Siswa diarahkan untuk mengisi tes gaya belajar yang dapat ditemui di laman [maukuliah.id](http://maukuliah.id). Hasil pemetaan tersebut digunakan untuk pembagian kelompok yang disesuaikan dengan gaya belajar siswa. Tujuan lainnya adalah memudahkan dalam merancang pembelajaran yang disesuaikan dengan kebutuhan siswa agar pembelajaran tepat sasaran.

#### 2) Pemberian Stimulus

Pemberian stimulus siswa salah satunya menggunakan pertanyaan mendasar. Pertanyaan mendasar tersebut diberikan setelah menayangkan video kepada siswa, seperti video pemanasan balon

udara yang didalamnya terjadi perubahan energi dari energi panas menjadi energi gerak, siswa diberikan pertanyaan pemantik salah satunya terkait bagaimana hubungan fenomena tersebut dengan hukum kekekalan energi. Siswa juga diberikan analogi salah satunya pada pokok bahasan sistem dan lingkungan, dimana dalam sajian diagram venn sistem berada didalam lingkaran dan lingkungan berada diluarinya. Pertanyaan pemantik berupa analisis terkait analogi yang telah diberikan. Siswa juga melakukan percobaan sederhana, yaitu pada materi reaksi eksoterm dan endoterm dan materi kalorimetri, yang kemudian diberikan beberapa pertanyaan pemantik dalam setiap tahapan dan hasil praktikum untuk menstimulus siswa.

### 3) Desain Proyek

Siswa yang terbagi dalam masing-masing kelompok diberikan tanggung jawab penuh untuk mendesain sebuah proyek dari awal hingga akhir. Proyek tersebut disesuaikan dengan masing-masing gaya belajar siswa. Tahap mendesain proyek dimulai dari menentukan proyek, merancang langkah-langkah dalam membuat proyek, menyusun jadwal, sampai dengan tahap menyusun laporan dan

mempresentasikan hasil proyek. Siswa diawasi mulai dari awal berjalannya pembelajaran proyek hingga akhir.

#### 4) Evaluasi Hasil Proyek

Tahap akhir pembelajaran terdapat presentasi hasil proyek masing-masing kelompok. Siswa diberikan pertanyaan, pendapat, dan evaluasi keseluruhan secara bebas dan kelompok siswa lain juga bebas memberikan pertanyaan, pendapat, dan evaluasi. Tahap ini juga sebagai bentuk penilaian guru dan antar teman sejawat guna memilih kelompok terbaik. Hasil penilaian proyek terdapat pada lampiran 23.

Perbedaan perlakuan pada kelas kontrol dan kelas eksperimen terletak pada penyesuaian proyek dengan gaya belajar siswa. Tujuan perlakuan tersebut untuk memaksimalkan daya pemikiran kreatif yang sesuai dengan karakteristik siswa (Adinayah dan Utomo, 2023).

#### c. Analisis Data *Pre-Test*

Data hasil *pre-test* siswa kelas kontrol dan eksperimen terdapat dalam sajian Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4. 4 Data Hasil *Pre-Test* Kelas Kontrol dan Eksperimen

	<b>Kontrol</b>	<b>Eksperimen</b>
N	36	36
Min	20	16
Max	48	48
Mean	35,61	30,11
Median	36	32

Data hasil *pre-test* kemudian diuji normalitas dan homogenitas. Hal ini bertujuan untuk menyelidiki kedua kelas berdistribusi normal atau tidak sebelum diberikan perlakuan. Penelitian ini dalam uji normalitas menggunakan *Shapiro Wilk* dikarenakan jumlah sampel kurang dari 50 (Widarjono, 2015). Hasil uji normalitas disajikan dalam Gambar 4. 3 berikut.

kelas	Tests of Normality			
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk
	Statistic	df	Sig.	Statistic
pretest	3	,144	36	,058
	4	,123	36	,186
				,943
				,36
				,064
				,942
				,36
				,060

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 4. 3 Hasil Uji Normalitas Nilai *Pre-Test*

Berdasarkan hasil pengujian normalitas dalam Gambar 4. 3, diperoleh nilai signifikansi kedua kelas berdistribusi normal karena lebih besar dari 0,05. Selanjutnya data nilai *pre-test* juga diuji homogenitas. Uji homogenitas yang digunakan adalah uji Levene. Berikut sajian hasil uji homogenitas dalam Gambar 4.4.

<b>Test of Homogeneity of Variances</b>					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
pretest	Based on Mean	,441	1	70	,509
	Based on Median	,298	1	70	,587
	Based on Median and with adjusted df	,298	1	69,839	,587
	Based on trimmed mean	,451	1	70	,504

Gambar 4. 4 Hasil Uji Homogenitas Nilai *Pre-Test*

Berdasarkan hasil pengujian homogenitas dalam Gambar 4. 4, diperoleh nilai signifikansi kedua kelas lebih besar dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua kelas memiliki data yang homogen dan memiliki varians yang sama.

#### d. Analisis Data *Post-Test*

Data hasil *post-test* siswa kelas kontrol dan eksperimen terdapat dalam sajian Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4. 5 Data Hasil *Post-Test* Kelas Kontrol dan Eksperimen

	<b>Kontrol</b>	<b>Eksperimen</b>
N	36	36
Min	64	72
Max	88	96
Mean	77,11	85,78
Median	78	86

Data hasil *post-test* kemudian diuji normalitas dan homogenitas. Uji normalitas dan homogenitas tersebut digunakan sebagai uji prasyarat sebelum masuk dalam uji hipotesis parametrik. Tujuannya agar hasil perlakuan berdistribusi normal dan homogen sehingga uji akhir hipotesis yang dilakukan valid.

Penelitian ini dalam uji normalitas menggunakan *Shapiro Wilk* dikarenakan jumlah sampel kurang dari 50 (Widarjono, 2015). Hasil uji normalitas disajikan dalam Gambar 4.5 berikut.

kelas	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
posttest	.3		,161	.36	,018	,943
	4		,129	36	,133	,945
						,36 ,065
						,36 ,074

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 4. 5 Hasil Uji Normalitas Nilai *Post-Test*

Berdasarkan hasil pengujian normalitas dalam Gambar 4. 5, diperoleh nilai signifikansi kedua kelas berdistribusi normal karena lebih besar dari 0,05. Selanjutnya data nilai *post-test* diuji homogenitas. Uji homogenitas yang digunakan adalah uji Levene. Berikut sajian hasil uji homogenitas dalam Gambar 4.6.

	Test of Homogeneity of Variances				
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
posttest	Based on Mean	,065	1	70	,799
	Based on Median	,063	1	70	,802
	Based on Median and with adjusted df	,063	1	69,899	,802
	Based on trimmed mean	,065	1	70	,799

Gambar 4. 6 Hasil Uji Homogenitas Nilai *Post-Test*

Berdasarkan hasil pengujian homogenitas dalam Gambar 4. 6, diperoleh nilai signifikansi kedua kelas lebih besar dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua kelas memiliki data yang homogen dan memiliki varians yang sama. Kesimpulannya bahwa

data nilai kedua kelas berdistribusi normal dan homogen, sehingga dapat dilakukan pengujian selanjutnya menggunakan uji parametrik.

## B. Hasil Uji Hipotesis/Jawaban Pertanyaan Penelitian

Uji hipotesis pada penelitian ini menggunakan uji *independent sample t-test*. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui rata-rata nilai *post-test* dari data kelas eksperimen maupun kelas kontrol, sehingga hipotesis penelitian dapat terjawab. Pengujian hipotesis menggunakan bantuan IBM SPSS *Statistics* 25. Hasil uji-t disajikan dalam Gambar 4. 7 berikut.

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances			t-test for Equality of Means			95% Confidence Interval of the Difference		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
posttest	Equal variances assumed	.065	.799	-5,383	70	,000	-8,667	1,610	-11,878	-5,41
	Equal variances not assumed			-5,383	69,933	,000	-8,667	1,610	-11,878	-5,41

Gambar 4. 7 Hasil Uji Hipotesis

Berdasarkan Gambar 4. 7 diketahui nilai *Sig. 2-Tailed* dari kedua kelas lebih kecil dari 0,05. Hal tersebut menandakan bahwa  $H_0$  ditolak, sehingga implementasi model pembelajaran PjBL berdiferensiasi pada materi termokimia berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa.

Selanjutnya dilakukan uji *effect size* yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar efek atau perbedaan

antara dua kelompok atau lebih, dimana tidak dapat dijelaskan oleh signifikansi statistik. Hasil uji *effect size* menggunakan formula *Cohens'd* disajikan pada Tabel 4. 6.

Tabel 4. 6 Hasil Uji *Effect Size Cohens'd*

Nilai <i>Effect Size</i>	Kategori
1,26	Kuat
Berdasarkan hasil uji <i>effect size</i> diperoleh pengaruh model PjBL berdiferensiasi terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa sebesar 1,26 atau masuk dalam kategori kuat. Adapun perhitungan <i>effect size</i> disajikan dalam lampiran 20.	

### C. Pembahasan

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di MAN 1 Kota Semarang semester genap tahun ajaran 2024/2025. Sampel penelitian ini yaitu kelas XI 3 sebagai kelas kontrol dan kelas XI 4 sebagai kelas eksperimen. Perlakuan masing-masing sampel memiliki perbedaan, kelas kontrol menggunakan model PjBL dan kelas eksperimen menggunakan model PjBL berdiferensiasi.

PjBL adalah suatu rancangan model yang bertujuan untuk mencapai keterampilan khusus dalam proses berpikir siswa melalui aktivitas kolaboratif (Loyens *et al.*, 2023). Pembelajaran berdiferensiasi berfokus dalam memaksimalkan potensi belajar siswa dengan mengakomodir kebutuhan siswa yang beragam (Marlina,

2020). Model PjBL berdiferensiasi yang diterapkan pada penelitian ini merupakan model PjBL dengan menekankan karakteristik siswa. Model tersebut menerapkan aspek modifikasi diferensiasi produk. Aspek modifikasi tersebut menyediakan pilihan tugas akhir yang disesuaikan dengan karakteristik siswa, tujuannya agar pembelajaran tepat sasaran dan meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa.

Model PjBL diterapkan pada kelas XI 3 yang menjadi sampel kelas kontrol penelitian ini. Model tersebut diterapkan selama sembilan kali pertemuan. Setiap pertemuan berdurasi  $2 \times 45$  menit dan  $1 \times 45$  menit dengan total 15 Jam Pelajaran (JP). Tahap paling awal sebelum dilaksanakan pembelajaran sesuai sintak PjBL adalah pengerjaan soal *pre-test* keterampilan berpikir kreatif materi termokimia oleh siswa kelas kontrol. Soal *pre-test* berjumlah lima soal yang memuat indikator keterampilan berpikir kreatif dan sudah melalui tahap pengujian.

Pertemuan pertama adalah menentukan pertanyaan mendasar serta penentuan proyek. Siswa kelas kontrol sejumlah 36 dibagi menjadi enam kelompok setelah dilakukan pemetaan gaya belajar. Pemetaan gaya belajar siswa dalam kelas kontrol hanya digunakan sebagai data profil siswa namun tidak ditujukan untuk kebutuhan

proyek akhir. Siswa ditayangkan gambar sampah kemudian diberikan pertanyaan mendasar sebagai pemantik, "Sampah merupakan masalah besar yang melanda di negara kita, namun beberapa negara maju telah mengatasi sampah dengan pengolahan maksimal salah satunya dengan mengubah energi sampah menjadi energi listrik. Bagaimana tanggapan kalian mengenai peristiwa tersebut?".

Diskusi tahap pertama terkait pertanyaan pemantik yang diberikan. Hasil diskusi tersebut siswa mampu menjelaskan kemajuan teknologi yang mampu merubah energi sampah menjadi energi listrik. Selain itu, siswa mampu menjelaskan contoh lain yang berkaitan dengan pemanfaatan teknologi seperti panel surya yang mengonversi energi panas dari matahari menjadi energi listrik. Masing-masing kelompok pada tahap ini ditugaskan untuk menentukan proyek materi termokimia sebagai proyek akhir pembelajaran.

Pertemuan kedua dilakukan konstruksi pemahaman terkait materi hukum kekekalan energi dan perhitungan energi dalam. Pertemuan ketiga yaitu merancang langkah-langkah pembuatan proyek yang sudah ditentukan sebelumnya. Siswa diarahkan untuk mendiskusikan rencana pembuatan proyek meliputi pembagian tugas,

penentuan materi (memilih materi awal hingga akhir), persiapan alat, bahan, media dan sumber yang dibutuhkan. Konstruksi pemahaman lainnya juga dilakukan pada konsep sistem dan lingkungan, reaksi eksoterm dan endoterm melalui demonstrasi percobaan sederhana.

Demonstrasi percobaan sederhana tersebut dapat menstimulus siswa dalam menghasilkan gagasan atau ide yang jarang diberikan kebanyakan orang atau memunculkan pendapat baru dengan caranya sendiri. Salah satunya digunakan sebagai proyek akhir siswa, dimana mereka melakukan percobaan sederhana reaksi eksoterm dan endoterm. Pada reaksi endoterm, siswa melakukan pengamatan terhadap suhu air sebelum dan sesudah ditambahkan satu sachet serbuk adem sari. Pada reaksi eksoterm, siswa melakukan pengamatan terhadap suhu air sebelum dan sesudah ditambahkan bubuk deterjen. Berikut penentuan proyek kelompok kelas kontrol dalam Tabel 4. 7.

**Tabel 4. 7 Penentuan Proyek Kelompok Kelas Kontrol**

<b>Kelompok</b>	<b>Materi</b>	<b>Proyek</b>
Visual 1	Kalorimetri	Poster
Visual 2	Reaksi Eksoterm dan Endoterm	Praktikum Sederhana
Visual 3	Reaksi Eksoterm dan Endoterm	Permainan
Visual 4	Perubahan Entalpi	Poster
Auditory 1	Hukum Kekekalan Energi	Infografis
Kinestetik 1	Reaksi Eksoterm dan Endoterm	Video Edukasi

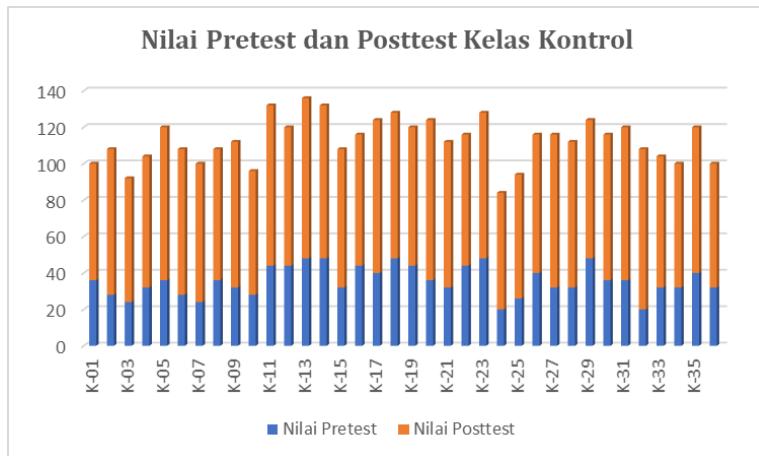
Pertemuan keempat yaitu menyusun jadwal proyek yang disepakati oleh seluruh elemen siswa. Setelah disepakati, siswa menyelesaikan proyek dengan mematuhi tenggat waktu yang sudah ditetapkan bersama. Pertemuan ini dilakukan konstruksi pemahaman siswa terkait konsep kalorimetri, entalpi, dan perubahan entalpi. Pertemuan kelima dilakukan konstruksi pemahaman konsep kalorimetri melalui demonstrasi.

Pertemuan keenam masing-masing kelompok dikoordinir terkait perkembangan proyek yang dirancang. Siswa menuliskan catatan di setiap tahapnya, mendiskusikan dan mengatasi permasalahan yang timbul selama proses penggerjaan proyek. Konstruksi pemahaman dilakukan pada konsep persamaan termokimia dan perubahan entalpi dalam keadaan standar. Pertemuan ketujuh konstruksi pemahaman dilakukan pada konsep

energi ikatan dan hukum Hess. Keaktifan siswa selama melaksanakan proyek dan realisasi perkembangan dipantau penuh dan dibimbing jika mengalami kesulitan dalam tahap penyelesaian proyek.

Pertemuan kedelapan adalah tahap penyusunan laporan, presentasi, dan evaluasi hasil proyek. Masing-masing kelompok menyusun laporan dan mempresentasikan hasil proyek. Hasil proyek siswa dipantau dan ketercapaian standart proyek diukur berdasarkan rubrik penilaian yang telah dibuat. Siswa juga diarahkan untuk menilai kinerja antar teman sejawat, memberikan evaluasi hasil proyek, dan pertanyaan. Siswa diberikan evaluasi tambahan dalam tahap ini. Pertemuan kesembilan adalah tahap penggeraan soal *post-test* keterampilan berpikir kreatif materi termokimia.

Hasil pengujian nilai *pre-test* kelas XI 3 mendapatkan nilai rata-rata sebesar 35,61 dan nilai *post-test* sebesar 77,11. Berikut rekapitulasi nilai *pretest* dan *post-test* disajikan dalam Gambar 4. 8.



Gambar 4. 8 Rekapitulasi Nilai *Pre-test* dan *Post-test* Kelas Kontrol

Berdasarkan Gambar 4. 8 diperoleh data rekapitulasi nilai *pre-test* tertinggi kelas kontrol sebesar 48 dan nilai terendah sebesar 20, sedangkan nilai *post-test* terendah sebesar 64 dan nilai tertinggi sebesar 88. Berdasarkan rekapitulasi data nilai *pre-test* dan *post-test* dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan setelah diberikan perlakuan berupa implemenatai model PjBL pada kelas kontrol.

Model PjBL berdiferensiasi diterapkan pada kelas XI 4 yang menjadi sampel kelas eksperimen penelitian ini. Model tersebut diterapkan selama sembilan kali pertemuan. Setiap pertemuan berdurasi  $2 \times 45$  menit dan  $1 \times 45$  menit dengan total 15 Jam Pelajaran (JP). Tahap paling

awal sebelum dilaksanakan pembelajaran sesuai sintak PjBL adalah penggerjaan soal *pre-test* keterampilan berpikir kreatif materi termokimia oleh siswa kelas eksperimen. Soal *pre-test* berjumlah lima soal yang memuat indikator keterampilan berpikir kreatif dan sudah melalui tahap pengujian.

Pertemuan yang pertama adalah menentukan pertanyaan mendasar serta penentuan proyek. Siswa kelas eksperimen sejumlah 36 dibagi menjadi enam kelompok setelah dilakukan pemetaan gaya belajar. Pemetaan gaya belajar siswa kelas eksperimen digunakan untuk kebutuhan dalam proses pembelajaran yang mengakomodir siswa sampai dengan rancangan proyek akhir. Pemetaan gaya belajar tersebut juga bertujuan agar pembelajaran tepat sasaran dan meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) diberikan kepada masing-masing kelompok dari pertemuan pertama hingga pertemuan ketujuh dilengkapi dengan sasaran indikator keterampilan berpikir kreatif untuk siswa.

Pertemuan pertama dalam LKPD berisi mengenai permasalahan sampah, pertanyaan mendasar yang ditujukan sebagai pemantik adalah “Sampah merupakan masalah besar yang melanda di negara kita, namun

beberapa negara maju telah mengatasi sampah dengan pengolahan maksimal salah satunya dengan mengubah energi sampah menjadi energi listrik. Bagaimana tanggapan kalian mengenai peristiwa tersebut?". Diskusi tahap pertama dilakukan dan indikator yang ditujukan adalah *flexibility* (keluwesan), dimana siswa diharapkan mampu menghasilkan ide atau gagasan dari berbagai sudut pandang. Hasil diskusi tahap pertama, siswa mampu menjelaskan terkait potensi energi dalam yang terkandung dalam sampah dan pemanfaatan teknologi buatan manusia yang mampu merubah energi sampah menjadi energi listrik.

Masing-masing kelompok juga ditugaskan untuk menentukan proyek materi termokimia sebagai proyek akhir pembelajaran yang disesuaikan dengan gaya belajar siswa sebagaimana Tabel 4. 9.

Tabel 4. 9 Penentuan Proyek Kelompok Kelas Eksperimen

<b>Kelompok</b>	<b>Materi</b>	<b>Proyek</b>
Auditory 1	Persamaan Termokimia	Cover Lagu
Auditory 2	Kalorimetri	Video Animasi
Visual 1	Kalorimetri	Infografis
Visual 2	Hukum Hess	Mind Mapping
Kinestetik 1	Persamaan Termokimia	Game Ular Tangga
Kinestetik 2	Entalpi dan Perubahan Entalpi	Teka-Teki Silang

Pertemuan kedua dilakukan konstruksi pemahaman terkait materi hukum kekekalan energi melalui video dan

perhitungan energi dalam melalui lagu. Video yang ditayangkan berupa video pemanasan balon udara, dimana terjadi perubahan energi dari energi panas menjadi energi gerak. Video tersebut juga menayangkan mekanisme pemanasan sampai balon udara dapat terangkat. Selanjutnya terdapat lagu yang berisi terkait perhitungan energi dalam. Lagu tersebut bertujuan untuk memudahkan siswa dalam melakukan perhitungan energi dalam. Permasalahan dan latihan soal didiskusikan oleh masing-masing kelompok dalam LKPD dengan memanfaatkan bahan berupa video ataupun lagu yang telah diberikan.

Masing-masing kelompok diberikan kesempatan untuk mempresentasikan jawaban yang telah didiskusikan dan melakukan penalaran bersama. Indikator keterampilan berpikir kreatif yang terdapat dalam pertemuan ini adalah kelancaran (*fluency*), dimana siswa mampu menghasilkan banyak ide atau gagasan yang relevan dan memiliki banyak cara atau saran. Hasil diskusi terkait video yang telah ditayangkan, siswa masing-masing kelompok mampu menjelaskan terkait mekanisme pemanasan balon udara. Mekanismenya yaitu ketika balon udara dipanaskan, suhu dalam balon naik menyebabkan molekul udara bergerak lebih cepat, massa jenis udara panas yang lebih ringan membuat balon terangkat naik hingga mencapai

keseimbangan udara sekitar. Selain itu, siswa juga mampu menjelaskan keterkaitan peristiwa tersebut dengan hukum kekekalan energi dan menyebutkan peristiwa lain yang berhubungan dengan hukum kekekalan energi.

Siswa mampu mengerjakan soal terkait perubahan energi dalam dengan memanfaatkan lagu yang sebelumnya diberikan. Perubahan energi dalam ( $\Delta E$ ) sama dengan  $q$  (positif jika menyerap, negatif jika melepas kalor) ditambah  $w$  (positif jika menerima, negatif jika melakukan kerja). Cuplikan jawaban siswa seperti pada Gambar 4. 9.

**Energi Dalam**  
Kerjakan soal di bawah ini!

- 1) Suatu sistem menyerap kalor sebesar 300 kJ setelah melakukan kerja sebesar 125 kJ. Tentukan perubahan energi yang terjadi!  
(Jawaban disertai penjelasan di setiap tahapannya)
- 2) Suatu sistem melepas kalor sebesar 400 joule setelah menerima kerja sebesar 250 joule. Tentukan perubahan energi yang terjadi!  
(Jawaban disertai penjelasan di setiap tahapannya)

(K1)

1.  $\Delta E = q + w$

~~2~~  $-300 + 125 = 300 - 125$  karena melakukan  
~~2~~  $= -175 = 175 \text{ kJ}$  jadi  $\Theta$

2.  $\Delta E = q + w$

~~2~~  $-400 + 250 = 250 - 400$   $\rightarrow$  karena melepas jadi  $\Theta$   
~~2~~  $= -150 \text{ kJ}$

Gambar 4. 9 Cuplikan Jawaban LKPD Latihan Soal Perubahan Energi Dalam

Pertemuan ketiga yaitu merancang langkah-langkah pembuatan proyek yang sudah ditentukan sebelumnya.

Siswa diarahkan untuk mendiskusikan rencana pembuatan proyek meliputi pembagian tugas, penentuan materi (memilih materi awal hingga akhir), persiapan alat, bahan, media dan sumber yang dibutuhkan. Pertemuan ini dilakukan konstruksi pemahaman konsep sistem dan lingkungan, reaksi eksoterm dan endoterm melalui percobaan sederhana yang dilakukan oleh masing-masing kelompok. Sasaran indikator yang ditujukan pada tahap ini adalah *originality* (keaslian), dimana siswa diharapkan mampu menghasilkan gagasan atau ide yang jarang diberikan kebanyakan orang atau memunculkan pendapat baru dengan caranya sendiri.

**Hasil Pengamatan**

Percobaan	Hasil Pengamatan	
1		
2	Suhu awal	35 °C
	Suhu akhir	35,6 °C

**Pertanyaan**

- 1) Pada percobaan pertama, reaksi tersebut termasuk dalam reaksi endoterm/eksoterm? Mengapa demikian?
- 2) Pada percobaan kedua, reaksi tersebut termasuk dalam reaksi endoterm/eksoterm? Mengapa demikian?

Jawab :

- 1) reaksi endoterm, reaksi terjadi perpindahan kalor dr lingkungan ke sistem dan lilin yg awalnya menyala menjadi padam (oksigen/reaksi pembakaran lilin diserap sistem sehingga minuman diluar gelas berpinbah didalam gelas).
- 2) eksoterm, terjadi kenaikan suhu, terjadi pelepasan kalor dari sistem ke lingkungan .

Gambar 4. 10 Cuplikan Jawaban LKPD Percobaan Sederhana Reaksi Eksoterm dan Endoterm

Hasil dari percobaan sederhana yang dilakukan, siswa mampu memunculkan pendapat baru dengan caranya sendiri sesuai dengan hasil percobaan yang telah dilakukan seperti pada Gambar 4. 10. Namun, hanya beberapa siswa yang mampu menghasilkan gagasan atau ide yang jarang diberikan kebanyakan orang. Hal ini dikarenakan siswa hanya terbatas menjawab dari percobaan yang telah dilakukan saja.

Pertemuan keempat yaitu tahap penyusunan jadwal proyek yang disepakati seluruh elemen siswa. Setelah disepakati, siswa menyelesaikan proyek dengan mematuhi tenggat waktu yang sudah ditetapkan bersama. Pertemuan ini dilakukan konstruksi pemahaman siswa terkait konsep kalorimetri, entalpi, dan perubahan entalpi.

Pertemuan kelima konstruksi pemahaman dilakukan pada konsep kalorimetri melalui percobaan sederhana yang dilakukan oleh masing-masing kelompok. Sasaran indikator yang ditujukan pada tahap ini adalah *originality* (keaslian). Hasil dari percobaan sederhana yang dilakukan, siswa mampu memunculkan pendapat baru dengan caranya sendiri sesuai dengan hasil percobaan yang dilakukan seperti pada Gambar 4. 11.

**Pertanyaan**

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

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

1) Diket :  $C = 4,2 \text{ J/g.}^{\circ}\text{C}$  Ditanya :  $\Delta H = ?$   
 $C = 0 \text{ J/g.C}$   $\Delta H = -q_r \cdot \frac{4,2}{n} \cdot 0,085 \text{ J/mol}$   
 $P_{\text{air}} = 1 \text{ g/ml}$   
 $Mr \text{ NaCl} = 58,5 \text{ g/mol}$   $q_r = -(q_{\text{larutan}} + q_{\text{kalorimeter}})$   
 $\Delta T = T_2 - T_1$   $= -(n \cdot C \cdot \Delta T + C \cdot \Delta T)$   
 $= 33^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C} = -2^{\circ}\text{C}$   $= -((5,4,2 \cdot (-2)) + 0 \cdot (-2))$   
 $= -(-9,2) + 0$   
 $= 42 \text{ J}$   
 $n = \frac{\text{massa}}{Mr} = \frac{5}{58,5} = 0,085 \text{ mol}$

2) Berdasarkan percobaan yg sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa proses pelarutan NaCl berlangsung secara endotermik dilihat dr perubahan suhu yg semakin turun (Kalor berpindah dr lingkungan ke sistem) dan nilai  $\Delta H$  positif

Gambar 4. 11 Cuplikan Jawaban LKPD Percobaan Sederhana Kalorimetri

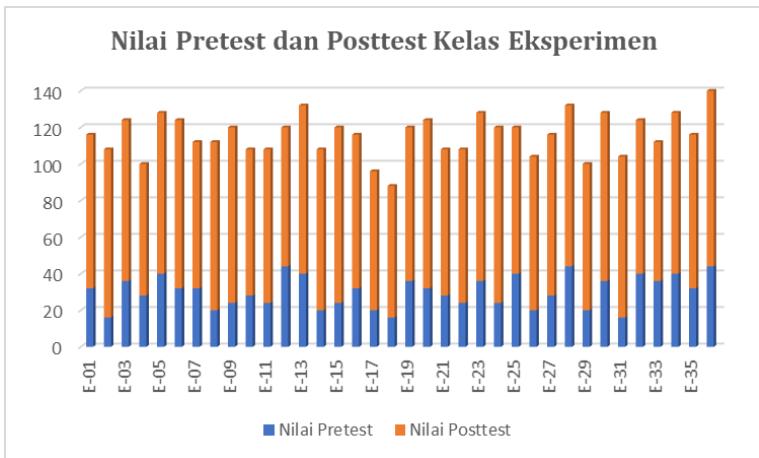
Pertemuan keenam dilakukan tanya jawab masing-masing kelompok terkait perkembangan proyek yang dirancang. Siswa menuliskan catatan di setiap tahapnya, mendiskusikan dan mengatasi permasalahan yang timbul selama proses pengerjaan proyek. Konstruksi pemahaman dilakukan pada konsep persamaan termokimia dan perubahan entalpi dalam keadaan standar.

Pertemuan ketujuh konstruksi pemahaman dilakukan pada konsep energi ikatan dan hukum Hess. Keaktifan siswa selama melaksanakan proyek dan realisasi perkembangan dipantau secara penuh dan dibimbing jika mengalami kesulitan dalam tahap penyelesaian proyek.

Sasaran indikator keterampilan berpikir kreatif pada pertemuan keenam dan ketujuh adalah *elaboration* (terperinci). Siswa diharapkan mampu mengembangkan ide atau gagasan, merinci secara detail, dan memperkaya ide sehingga dapat diaplikasikan. Hasil dari diskusi berbagai soal dan sajian pertanyaan, siswa mampu mengembangkan ide atau gagasan, merinci secara detail, dan memperkaya ide sampai pengaplikasian.

Pertemuan kedelapan adalah tahap penyusunan laporan, presentasi, dan evaluasi hasil proyek. Masing-masing kelompok menyusun laporan dan mempresentasikan hasil proyek. Hasil proyek dipantau dan ketercapaian standart proyek diukur berdasarkan rubrik penilaian yang telah dibuat. Siswa juga diarahkan untuk menilai kinerja antar teman sejawat, memberikan evaluasi hasil proyek, dan pertanyaan. Siswa diberikan evaluasi tambahan dalam tahap ini. Pertemuan kesembilan adalah tahap penggerjaan soal *post-test* keterampilan berpikir kreatif materi termokimia.

Hasil pengujian nilai *pre-test* kelas XI 4 mendapatkan nilai rata-rata sebesar 30,11 dan nilai rata-rata *post-test* sebesar 85,78. Berikut rekapitulasi nilai *pretest* dan *post-test* disajikan dalam Gambar 4. 12.

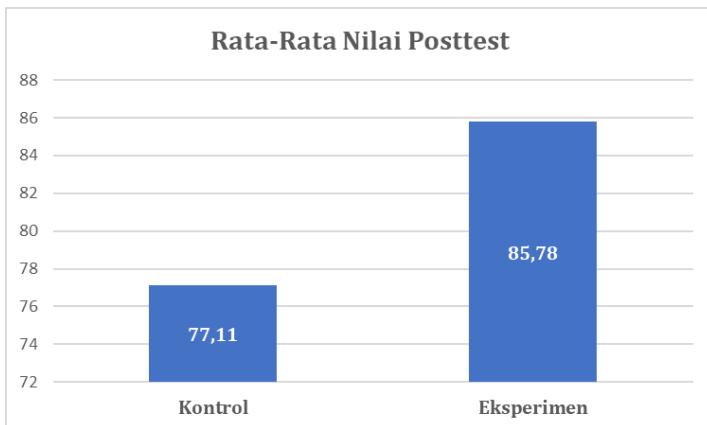


Gambar 4. 12 Rekapitulasi Nilai *Pre-test* dan *Post-test* Kelas Eksperimen

Berdasarkan Gambar 4.12 diperoleh data rekapitulasi nilai *pre-test* tertinggi kelas eksperimen sebesar 48 dan nilai terendah sebesar 16, sedangkan nilai *post-test* terendah sebesar 72 dan nilai tertinggi sebesar 96. Berdasarkan rekapitulasi data nilai *pre-test* dan *post-test* dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan setelah diberikan perlakuan berupa implementasi model PjBL berdiferensiasi pada kelas eksperimen.

Model PjBL merupakan suatu rancangan model yang bertujuan untuk mencapai keterampilan khusus dalam proses berpikir siswa melalui aktivitas kolaboratif (Loyens *et al.*, 2023). PjBL berdiferensiasi merupakan penerapan model PjBL dengan menekankan karakteristik siswa yang

memodifikasi aspek diferensiasi produk dalam pembelajaran. Perlakuan kelas kontrol yang menggunakan model PjBL dan kelas eksperimen menggunakan model PjBL berdiferensiasi menghasilkan perbedaan berdasarkan hasil *post-test*. Hasil rata-rata nilai *post-test* kelas kontrol dan eksperimen disajikan dalam Gambar 4. 13.



Gambar 4. 13 Rata-Rata Nilai *Post-test* Kelas Kontrol dan Eksperimen

Berdasarkan Gambar 4.13 diperoleh rata-rata nilai *post-test* kelas kontrol sebesar 77,11 sedangkan rata-rata nilai *post-test* kelas eksperimen sebesar 85,78 atau memperoleh selisih sebesar 8,67. Rata-rata nilai *post-test* kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol. Data nilai rata-rata nilai *post-test* dan hasil pengujian hipotesis yang sebelumnya dilakukan, dapat disimpulkan bahwa implementasi model PjBL berdiferensiasi memiliki kategori

lebih berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa.

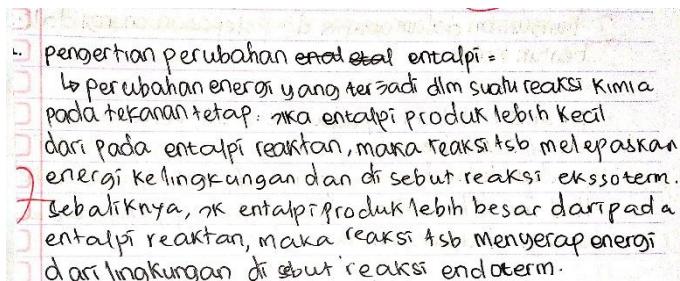
Indikator keterampilan berpikir kreatif siswa meliputi *fluency* (kelancaran), *flexibility* (keluwesan), *originality* (keaslian), dan *elaboration* (terperinci) dicantumkan dalam instrumen penelitian. Indikator yang pertama atau *fluency* (kelancaran) terdapat dalam butir soal nomor satu. Butir soal tersebut menyajikan reaksi yang terjadi dalam metabolisme tubuh, siswa mampu menganalisis perubahan entalpi reaksi pembakaran glukosa dan menuliskan persamaan reaksi yang terjadi. Berikut jawaban siswa terkait analisis definisi perubahan entalpi berdasarkan fenomena reaksi pembakaran glukosa.

- 1 Perubahan entalpi adalah proses metabolisme yang sangat penting untuk menghasilkan energi yang dibutuhkan oleh tubuh dalam menjalankan aktivitas sehari-hari .
- 2 o Perubahan entalpi adalah proses pembakaran glukosa yang mengelurki proses kimia ini berupa pemutusan dan pembentukan ikatan kimia .

Gambar 4. 14 Cuplikan Jawaban Definisi Perubahan Entalpi Sebelum Perlakuan

Gambar 4.14 berisi cuplikan jawaban sebelum perlakuan terkait definisi perubahan entalpi. Jawaban tersebut kurang tepat, perubahan entalpi bukan termasuk proses pembakaran glukosa ketika memutus atau

membentuk ikatan kimia. Perubahan entalpi adalah perubahan energi total yang mengacu pada perbedaan antara energi yang terkandung dalam molekul-molekul reaktan dan molekul-molekul produk.

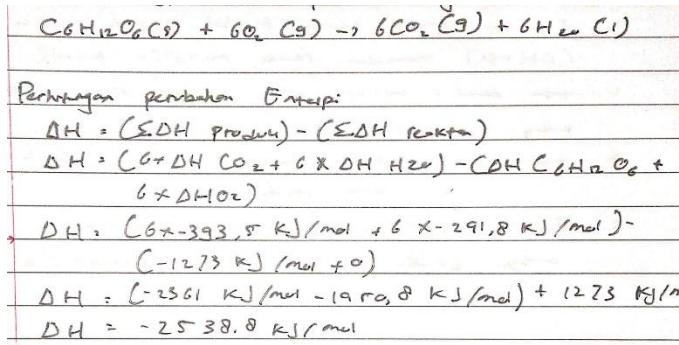


Gambar 4.15 Cuplikan Jawaban Definisi Perubahan Entalpi Setelah Perlakuan

Gambar 4.15 berisi cuplikan jawaban siswa setelah perlakuan terkait definisi perubahan entalpi. Jawaban tersebut tepat, dimana perubahan entalpi ialah perubahan energi yang terjadi dalam suatu reaksi kimia pada tekanan tetap. Jawaban tersebut juga menjelaskan ketika entalpi produk lebih kecil daripada entalpi reaktan, maka reaksi tersebut melepaskan energi ke lingkungan atau disebut dengan reaksi eksoterm dan sebaliknya.

Butir soal nomor satu ini juga menginstruksikan perhitungan perubahan entalpi pembentukan standar reaksi pembakaran glukosa. Jawaban tepat siswa terkait perhitungan perubahan entalpi pembentukan standar terdapat dalam Gambar 4.16. Perhitungan perubahan

entalpi pembentukan standar sesuai rumus  $\Delta H_f^{\circ\text{reaksi}} = \sum \Delta H_f^{\circ\text{produk}} - \sum \Delta H_f^{\circ\text{reaktan}}$ . Data  $\Delta H_f^{\circ}$  diketahui dalam soal sehingga diperoleh hasil perhitungan  $\Delta H$  sebesar -2538,8 kJ/mol.



Gambar 4.16 Cuplikan Jawaban Perhitungan Perubahan Entalpi Pembentukan Standar

Indikator yang kedua atau *flexibility* (keluwesan) terdapat dalam butir soal nomor dua. Butir soal nomor dua menyajikan grafik perubahan entalpi, siswa mampu menganalisis grafik perubahan entalpi reaksi eksoterm atau endoterm dan memberikan gagasan mengenai penerapan dan manfaat konsep perubahan entalpi reaksi. Berikut jawaban siswa terkait analisis grafik perubahan entalpi.

a) eksoterm, karena panah mengarah ke atas, melepaskan kalor

Gambar 4.17 Cuplikan Jawaban Analisis Grafik Perubahan Entalpi Sebelum Perlakuan

Cuplikan jawaban siswa pada Gambar 4.17 sebelum perlakuan ini tepat, namun kurang menunjukkan tanda secara spesifik pada grafik perubahan entalpi yang disajikan. Cuplikan jawaban tepat terkait sajian grafik perubahan entalpi terdapat dalam Gambar 4.18. Pada reaksi eksoterm, jumlah energi produk lebih rendah dari energi reaktan sehingga energi dilepaskan ke lingkungan selama reaksi. Selain itu, reaksi eksoterm juga dapat dilihat dari nilai  $\Delta H < 0$  atau menunjukkan nilai negatif.

2.a Jenis perubahan entalpi pada grafik adalah eksoterm karena energi Produk ( $H_p$ ) lebih rendah dari energi Pereaksi ( $H_r$ ) sehingga energi dilepaskan ke lingkungan ( $\Delta H < 0$ ).

Gambar 4. 18 Cuplikan Jawaban Analisis Grafik Perubahan Entalpi Setelah Perlakuan

Butir soal nomor dua ini juga menginstruksikan agar siswa memberikan gagasan mengenai contoh penerapan, dampak dan solusi konsep perubahan entalpi reaksi eksoterm atau sesuai grafik. Jawaban tepat siswa pada poin tersebut terdapat pada Gambar 4.19. Jawaban pada Gambar 4.19 secara lengkap dijelaskan mulai dari penerapan, dampak, dan solusi terkait konsep perubahan entalpi reaksi eksoterm dalam kehidupan sehari-hari. Gagasan atau ide siswa tersebut mampu menghasilkan jawaban dari berbagai sudut pandang.

b. Penerapan dalam kehidupan sehari-hari
> Contoh Penerapan :
o Penggunaan gas LPG (propana) untuk memasak
o Pembakaran propana dalam pemanasan ruangan
o Penggunaan propana sebagai bahan bakar industri
> Dampak :
Negatif → o Menghasilkan $\text{CO}_2$ yang berkontribusi pada efek rumah kaca
o Resiko kebakaran jika tidak ditangani dengan benar
Dosifit → o Menghasilkan energi panas yang dapat diolah
o Lebih bersih dibanding bahan bakar fosil lain.
> Solusi :
o Memastikan Penggunaan yang aman dengan pengecekan rutin peralatan
o Meningkatkan efisiensi pembakaran untuk mengurangi pemborosan
o Menggunakan peralatan yang hemat energi
o Mempertimbangkan alternatif energi yang lebih ramah lingkungan untuk jangka panjang

Gambar 4. 19 Cuplikan Jawaban Penerapan, Dampak, dan Solusi Konsep Perubahan Entalpi Reaksi Eksoterm

Indikator yang ketiga atau *originality* (keaslian) terdapat dalam butir soal nomor tiga dan empat. Butir soal nomor tiga menyajikan fenomena atau masalah dalam suatu laboratorium kimia, siswa mampu menciptakan rancangan solusi berkaitan dengan percobaan reaksi eksoterm dan endoterm.

Solusi :
1) Penggunaan alat sederhana
2) Melakukan reaksi sederhana
3) Pengolahan data :
• catat perubahan suhu selama percobaan (suhu meningkat atau menurun)
→ dengan bahan yang mudah ditemukan

Gambar 4. 20 Cuplikan Jawaban Rancangan Solusi Percobaan Reaksi Eksoterm dan Endoterm Sebelum Perlakuan

Gambar 4.20 terkait cuplikan siswa sebelum perlakuan tersebut kurang tepat. Jawaban tersebut hanya berisi langkah-langkah yang kurang spesifik menjelaskan solusi dalam merancang percobaan reaksi eksoterm dan endoterm menggunakan bahan dan dalam kehidupan sehari-hari.

* Eksoterm	
alat dan bahan :	Cara kerjanya :
- air	- Masukkan air kedalam gelas secukupnya
- Gelas	- ukur suhu awal air , lalu dicatat
- termometer	- Masukkan kapur tohor secukupnya , lalu aduk hingga rata
- kapur tohor	
Kalo suhunya naik berarti	- ukur suhu setelah di masukkan kapur , lalu dicatat
Eksoterm	- Amati perubahan suhu tersebut.
* Endoterm :	
Alat dan bahan :	Cara kerjanya :
- Piring	- Siapkan piring dan lilin lalu tempelkan lilin ke piring
- Gelas	- Masukkan air berwarna itu ke dalam piring
- Lilin	- lalu nyalaan lilin menggunakan korek api
- air berwarna	- lalu tutup lilin menggunakan gelas
- Korek api	- Amati percobaan tersebut
Kesimpulan : Percobaan tersebut adalah endoterm , karena air yang berada diluar gelas menjadi didalam gelas pada saat lilinya mati .	

Gambar 4. 21 Cuplikan Jawaban Rancangan Solusi Percobaan Reaksi Eksoterm dan Endoterm Setelah Perlakuan

Jawaban tepat siswa terkait rancangan solusi percobaan reaksi eksoterm dan endoterm terdapat dalam Gambar 4.21. Jawaban tersebut menjelaskan langkah-langkah spesifik yang menjelaskan solusi menjelaskan solusi dalam merancang percobaan reaksi eksoterm dan

endoterm menggunakan bahan dan dalam kehidupan sehari-hari. Gagasan siswa yang terdapat dalam jawaban jarang diberikan kebanyakan orang dan mampu memunculkan pendapat yang baru dengan caranya sendiri.

Butir soal nomor empat menyajikan suatu masalah, dimana siswa mampu menciptakan solusi berkaitan dengan pembuatan dan penentuan kalor menggunakan kalorimeter sederhana. Jawaban tepat siswa setelah perlakuan terdapat dalam Gambar 4. 22. Rancangan solusi yang terdapat dalam jawaban mampu menghasilkan rancangan pembuatan kalorimeter sederhana sampai penjelasan terkait langkah-langkah penentuan kalor pelarutan NaCl yang terdapat dalam soal.

4 Alat dan bahan :

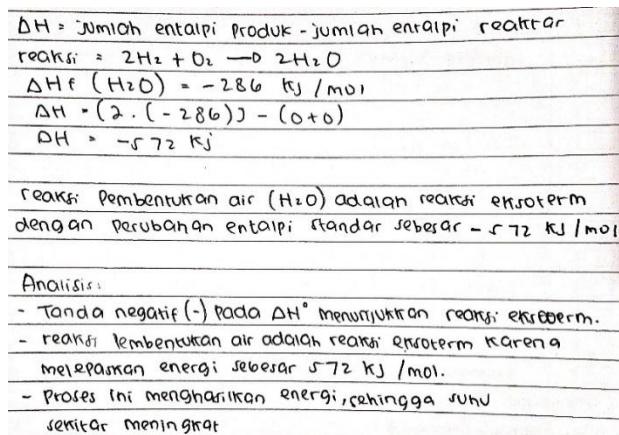
- garam
- Tempat cup mie instan
- air
- Termometer
- sumpit

5 Langkah-langkah :

- masukkan air secukupnya ke dalam cup.
- 1 garam sebanyak secukupnya atau setara 3-4 sendok.
- Siapkan listrik, listrik berfungsi mengatur sesuai dengan ukuran cup.
- tutup cup lalu listrik menggunakan listrik yang sudah dibentuk lingkaran
- Buat 2 lubang di tutup tersebut
- Lubangi 3 urtuk termometer
- 2 urtuk sumpit
- aduk air tersebut menggunakan sumpit
- tunggu sebentar
- dan lihat di termometer tersebut mengalami penurunan suhu.

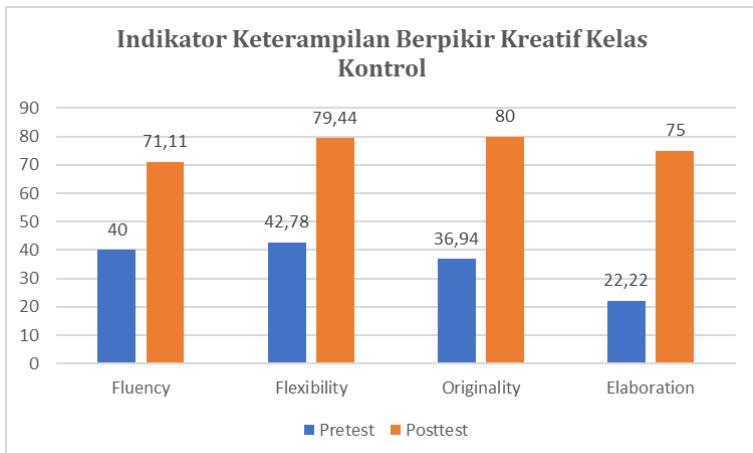
Gambar 4.22 Cuplikan Jawaban Rancangan Solusi Pembuatan Kalorimeter Sederhana

Indikator yang terakhir atau *elaboration* (terperinci) terdapat dalam butir soal nomor lima atau butir soal terakhir. Butir soal ini menyajikan masalah, dimana siswa menganalisis dalam soal dan memasukkan kedalam perhitungan terkait perubahan entalpi. Jawaban tepat siswa setelah perlakuan terkait perhitungan perubahan entalpi terdapat dalam Gambar 4.23. Siswa mampu menganalisis hasil perhitungan dalam suatu sajian masalah dalam soal dengan tepat.



Gambar 4. 23 Cuplikan Jawaban Analisis Perhitungan Perubahan Entalpi

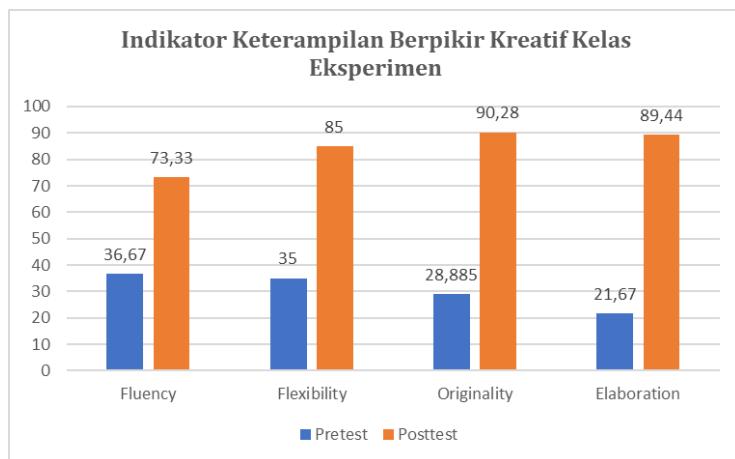
Perbedaan nilai rata-rata tingkat berpikir kreatif dari selisih nilai indikator ditunjukkan oleh nilai *pre-test* dan *post-test*. Perbedaan nilai rata-rata indikator keterampilan berpikir kreatif pada kelas kontrol disajikan dalam Gambar 4. 24.



Gambar 4. 24 Perbedaan Nilai Rata-Rata Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif Kelas Kontrol

Berdasarkan Gambar 4. 24 diperoleh nilai rata-rata indikator *fluency* sebelum perlakuan sebesar 40 dan setelah perlakuan sebesar 71,11 atau mengalami peningkatan sebesar 31,11. Indikator *flexibility* sebelum perlakuan memperoleh nilai rata-rata sebesar 42,78 dan setelah perlakuan sebesar 79,44 atau mengalami peningkatan sebesar 36,66. Indikator *originality* sebelum perlakuan memperoleh nilai rata-rata sebesar 36,94 dan setelah perlakuan sebesar 80 atau mengalami peningkatan sebesar 43,06. Indikator terakhir yaitu *elaboration* sebelum perlakuan memperoleh nilai rata-rata sebesar 22,22 dan setelah perlakuan sebesar 75 atau mengalami peningkatan sebesar 52,78.

Nilai rata-rata indikator keterampilan berpikir kreatif pada kelas kontrol dengan peningkatan tertinggi berturut-turut adalah *elaboration*, *originality*, *flexibility*, dan *fluency*. Berdasarkan hasil nilai rata-rata dapat diketahui bahwa kelas kontrol menggunakan model PjBL memiliki peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa. Perbedaan nilai rata-rata indikator keterampilan berpikir kreatif pada kelas eksperimen disajikan dalam Gambar 4.25.



Gambar 4. 25 Perbedaan Nilai Rata-Rata Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif Kelas Eksperimen

Berdasarkan Gambar 4. 25 diperoleh nilai rata-rata indikator *fluency* sebelum perlakuan sebesar 36,67 dan setelah perlakuan sebesar 73,33 atau mengalami peningkatan sebesar 36,66. Indikator *flexibility* sebelum

perlakuan memperoleh nilai rata-rata sebesar 35 dan setelah perlakuan sebesar 85 atau mengalami peningkatan sebesar 50. Indikator *originality* sebelum perlakuan memperoleh nilai rata-rata sebesar 28,885 dan setelah perlakuan sebesar 90,28 atau mengalami peningkatan sebesar 61,4. Indikator terakhir yaitu *elaboration* sebelum perlakuan memperoleh nilai rata-rata sebesar 21,67 dan setelah perlakuan sebesar 89,44 atau mengalami peningkatan sebesar 67,77.

Nilai rata-rata indikator keterampilan berpikir kreatif pada kelas kontrol dengan peningkatan tertinggi berturut-turut adalah *elaboration*, *originality*, *flexibility*, dan *fluency*. Selisih perbedaan nilai rata-rata indikator keterampilan berpikir kreatif kelas kontrol dan eksperimen diperoleh *fluency* sebesar 5,55, *flexibility* sebesar 13,34, *originality* sebesar 18,34, dan *elaboration* sebesar 14,99.

Peningkatan indikator keterampilan berpikir kreatif dalam kelas kontrol dan eksperimen menghasilkan urutan yang sama. Urutan peningkatan tertinggi dihasilkan pada indikator *elaboration* atau terperinci. Hal ini dikarenakan pada proses pembelajaran, siswa diperkaya dalam mengembangkan ide atau gagasan, merinci secara detail terkait perhitungan pada materi termokimia. Proses tersebut memudahkan siswa dalam memahami

pengaplikasian suatu permasalahan dengan menyesuaikan tahapannya.

Urutan peningkatan indikator yang terendah ialah *fluency* atau kelancaran. Hal ini karena siswa dituntut untuk menghasilkan banyak ide atau gagasan yang relevan dan memiliki banyak cara atau saran. Namun, kebanyakan siswa tidak secara menyeluruh menyertakan idenya atau terdapat beberapa kesalahan dalam menuangkan idenya. Akibatnya, poin dalam indikator ini tidak terpenuhi. Kelas kontrol dan eksperimen hanya terdapat selisih 5,55 sehingga dalam mencapai indikator *fluency* dan permasalahannya juga hampir sama.

Berdasarkan selisih hasil nilai rata-rata tersebut dapat diketahui bahwa kelas eksperimen menggunakan model PjBL berdiferensiasi memiliki peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa lebih tinggi atau lebih baik dari kelas kontrol. Hal ini dikarenakan proyek yang digunakan dalam model PjBL berdiferensiasi disesuaikan dengan gaya belajar atau profil siswa sehingga pembelajaran lebih tepat sasaran.

#### **D. Keterbatasan Penelitian**

Penelitian ini telah dilaksanakan dengan sebaik mungkin, namun masih terdapat kekurangan dan

keterbatasan dalam pelaksanaannya. Berikut uraian mengenai keterbatasan penelitian ini:

1. Keterbatasan Tempat Penelitian

Penelitian ini hanya dilaksanakan di MAN 1 Kota Semarang. Temuan penelitian ini kemungkinan dapat berubah jika dilakukan di tempat lain.

2. Keterbatasan Materi

Penelitian ini terbatas pada materi termokimia, masih besar peluang dalam mengaitkan materi lainnya dengan keterampilan berpikir kreatif.

3. Keterbatasan Kemampuan

Penelitian ini memiliki keterbatasan, salah satunya kemampuan peneliti dalam menyusun skripsi ini. Meskipun demikian, peneliti telah melakukan penelitian dengan sebaik-baiknya sesuai arahan dan bimbingan dosen pembimbing maupun guru pamong.

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Simpulan**

Berdasarkan data dan hasil penelitian melalui uji *independent sample t-test* menunjukkan nilai (Sig)  $0,00 < 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak. Model pembelajaran PjBL berdiferensiasi berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa materi termokimia. Pengaruh model PjBL berdiferensiasi terhadap keterampilan berpikir kreatif diuji lebih lanjut menggunakan uji *effect size* sebesar 1,26 atau memasuki kategori kuat. Nilai rata-rata keterampilan berpikir kreatif dilihat dari nilai *post-test* kelas kontrol sebesar 77,11 dan kelas eksperimen sebesar 85,78 atau memperoleh selisih sebesar 8,67. Perbedaan nilai rata-rata tingkat berpikir kreatif dari selisih nilai indikator berdasarkan nilai *pre-test* dan *post-test* diperoleh bahwa kelas eksperimen memiliki peningkatan kemampuan berpikir kreatif siswa lebih tinggi atau lebih baik dari kelas kontrol. Hal ini dapat disimpulkan bahwa implementasi model PjBL berdiferensiasi berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa.

## B. Implikasi

Implikasi pada penelitian yang telah dilakukan yaitu model PjBL berdiferensiasi berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kreatif materi termokimia.

## C. Saran

Berdasarkan temuan penelitian, berikut saran penelitian yang dapat disampaikan:

1. Bagi peneliti, disarankan untuk mengembangkan penelitian mengenai implementasi model PjBL berdiferensiasi menggunakan materi lain, menambah aspek kebutuhan siswa tidak hanya dilihat dari segi gaya belajar atau profil siswa, menyempurnakan pedoman penilaian dan validitas pada instrumen penelitian, serta menambahkan variabel lain guna mengukur selain keterampilan berpikir kreatif.
2. Bagi guru, disarankan untuk mampu memanajemen waktu agar proses kegiatan belajar lebih efektif dan efisien sehingga dapat mengoptimalkan hasil belajar siswa.
3. Bagi sekolah, disarankan dapat memberikan informasi dalam mengimplementasikan model pembelajaran PjBL berdiferensiasi kepada guru mata pelajaran lain. Selain itu, dapat juga sebagai motivasi guru dalam hal peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adinayah, N., dan Utomo, A. P. (2023). Implementasi Model Project Based Learning Berdiferensiasi berdasarkan Kesiapan belajar Peserta Didik pada Materi Sistem Imun Kelas XI SMA. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 1(1), 1–9. <https://doi.org/10.47134/jtp.v1i1.36>
- Akbar, M., Putri, N. K., Febriani, S., dan Abunoya, J. I. (2023). Kajian Literatur: Analisis Kelemahan dan Faktor Penghambat pada Implementasi Kurikulum Merdeka. *Seminar Nasional Kimia*, 106–111.
- Akmal, R. B., dan Aini, S. (2023). Pengembangan LKPD Terintegrasi STEAM-PjBL pada Materi Termokimia Kelas XI SMA. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13, 390–397.
- Allan, B. B., dan Meckling, J. O. (2023). Creative Learning and Policy Ideas: The Global Rise of Green Growth. *Perspectives on Politics*, 21(2), 443–461. <https://doi.org/10.1017/S1537592721000037>
- Andini, S., dan Rusmini, R. (2022). Project-Based Learning Model to Promote Students Critical and Creative Thinking Skills. *Jurnal Pijar Mipa*, 17(4), 525–532. <https://doi.org/10.29303/jpm.v17i4.3717>
- Angga, A., Abidin, Y., dan Iskandar, S. (2022). Penerapan Pendidikan Karakter dengan Model Pembelajaran Berbasis Keterampilan Abad 21. *Jurnal Basicedu*, 6(1), 1046–1054. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i1.2084>
- Aulia, S., Rachmadhani, D., dan Kamalia, P. U. (2023). Analisis Strategi Pembelajaran Berdiferensiasi terhadap Hasil Belajar Peserta Didik: Systematic Literature Review. *Asatiza : Jurnal Pendidikan*, 4(3), 178–192.
- Avivi, A. A., Pramadhitta, A. D., Rahayu, F. F., Saptariana, M., dan Salamah, A. U. (2023). Implementasi Pembelajaran Berdiferensiasi dengan Model Project Based Learning pada Peserta Didik Sekolah Menengah Atas Kelas X pada Materi Bioteknologi. *Jurnal Pendidikan Sejarah Dan Riset Sosial Humaniora*, 3(3), 251–258.

- Barron, B. J. S., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., dan Bransford, J. D. (1998). Doing with Understanding: Lessons from Research on Problem- and Project-Based Learning. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3–4), 271–311.  
<https://doi.org/10.1080/10508406.1998.9672056>
- Chang, R. (2004). *Kimia Dasar: Konsep-konsep Inti*. Ed. ke-3. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Chen, S. Y., Lai, C. F., Lai, Y. H., dan Su, Y. S. (2022). Effect of project-based learning on development of students' creative thinking. *International Journal of Electrical Engineering and Education*, 59(3), 232–250.  
<https://doi.org/10.1177/0020720919846808>
- Cohen, L., Manion, L., dan Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education*. In Routledge Taylor dan Francis Group (Eighth Edi). <https://doi.org/10.4324/9781315158501-17>
- Creswell, J. W., (2018). *Research Design Pendekatan Metode Kualitatif, Kuantitatif, dan Campuran*. 4nd ed. Yogyakarta: Pustaka pelajar.
- Danuri dan Maisaroh, S. (2019). *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Yogyakarta: Samudra Biru.
- Denervaud, S., Christensen, A. P., Kenett, Y. N., dan Beaty, R. E. (2021). Education shapes the structure of semantic memory and impacts creative thinking. *Npj Science of Learning*, 6(1), 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41539-021-00113-8>
- Depari, R. S. B., dan Suyanti, R. D. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Berorientasi Collaborative Learning Dengan Media Video Animasi Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Pada Materi Termokimia. *JS (Jurnal Sekolah)*, 6(3), 99–107.
- Dewey, J. (1902). The School as Social Center. *The Elementary School Teacher*, 3(2), 73–86.
- Dewi, M. R. (2022). Kelebihan dan Kekurangan Project-Based Learning untuk Penguatan Profil Pelajar Pancasila

- Kurikulum Merdeka. *Inovasi Kurikulum*, 19(2), 213–226. <https://doi.org/10.17509/jik.v19i2.44226>
- Drastisianti, A., Ningrum, L. S., dan Alighiri, D. (2022). Komparasi Hasil Belajar Kimia Menggunakan Pembelajaran Berbasis Penilaian Performens dan Project Based Learning (PjBL). *Jurnal Pendidikan Mipa*, 12(3), 875–881. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i3.696>
- Ernawati, M. D. W., Sudarmin, Asrial, Damris, M., Haryanto, Nevriansyah, E., Fitriani, R., dan Putri, W. A. (2022). How Scaffolding Integrated With Problem Based Learning Can Improve Creative Thinking in Chemistry? *European Journal of Educational Research*, 11(3), 1349–1361. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.3.1349>
- Faiz, A., Pratama, A., dan Kurniawaty, I. (2022). Pembelajaran Berdiferensiasi dalam Program Guru Penggerak pada Modul 2.1. *Jurnal Basicedu*, 6(2), 2846–2853. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i2.2504>
- Fan, M., dan Cai, W. (2022). How Does a Creative Learning Environment Foster Student Creativity? An Examination on Multiple Explanatory Mechanisms. *Current Psychology*, 41(7), 4667–4676. <https://doi.org/10.1007/s12144-020-00974-z>
- Ferwati, W., Junaidi, A., Napitupulu, E., dan Hamid, A. (2023). Systematic Review of Literature: Advantages and Challenges in Implementing the Project-Based Learning (PjBL). *Cendikia: Media Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 14(20), 160–166. <http://iocscience.org/ejournal/index.php/Cendikia/article/view/4453>
- Fitriyah, A., dan Ramadani, S. D. (2021). Pengaruh Pembelajaran STEAM Berbasis PjBL (Project-Based Learning) Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Berpikir Kritis. *Jurnal Inspiratif Pendidikan*, 10(1), 209–226. <https://doi.org/10.26737/jpmi.v1i1.76>
- Gomez-del Rio, T., dan Rodriguez, J. (2022). Design and Assessment of a Project-Based Learning in a Laboratory for

- Integrating Knowledge and Improving Engineering Design Skills. *Education for Chemical Engineers*, 40, 17–28. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2022.04.002>
- Hamzah, A. R., Mesra, R., Br Karo, K., Alifah, N., Hartini, A., Gita Prima Agusta, H., Maryati Yusuf, F., Endrawati Subroto, D., Lisarani, V., Ihsan Ramadhani, M., Hajar Larekeng, S., Tunnoor, S., Bayu, R. A., dan Pinasti, T. (2023). *Strategi Pembelajaran Abad 21*. Sumatera Utara: PT. Mifandi Mandiri Digital.
- Herdianto, Y. (2023). Pengembangan Pembelajaran Diferensiasi untuk Students Well-Being pada Siswa Kelas IV SDN Beji 02 Kecamatan Junrejo Kota Batu. *Jurnal Pendidikan Taman Widya Humaniora*, 2(1), 1–23. <https://jurnal.widyahumaniora.org/index.php/jptwh/article/view/111/130>
- Huang, N. tang, Chang, Y. shan, dan Chou, C. hui. (2020). Effects of Creative Thinking, Psychomotor Skills, and Creative Self-Efficacy on Engineering Design Creativity. *Thinking Skills and Creativity*, 37(100695), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100695>
- Hussein, B. (2021). Addressing Collaboration Challenges in Project-Based Learning: The Student's Perspective. *Education Sciences*, 11(8), 1–20. <https://doi.org/10.3390/educsci11080434>
- Ilmi, S. N., Mawarnis, E. R., Herman, M., Studi, P., Kimia, T., Islam, U., Mahmud, N., dan Batusangkar, Y. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran E-Comic Kimia Berbasis Stem (Science, Technology, Engineering, Dan Mathematic) Pada Materi Termokimia Untuk Kelas XI MIPA SMA YDB Lubuk Alung. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(1), 2966–2975.
- Ilmiah, I. I. (2024). Pengaruh Model PjBL dengan Pendekatan Lingkungan terhadap Keterampilan Kolaborasi dan Hasil Belajar Kognitif Peserta Didik. *Indonesian Journal of Teaching and Learning*, 3(2), 55–63. <http://digilib.unila.ac.id/id/eprint/77838>

- Islamiani, N., Loka, I. N., dan Muntari, M. (2022). Studi tentang Regulasi Diri dan Hubungannya dengan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa dalam Kimia. *Chemistry Education Practice*, 5(2), 233–238. <https://doi.org/10.29303/cep.v5i2.3135>
- Jayadi, A., Putri, D. H., dan Johan, H. (2020). Identifikasi Pembekalan Keterampilan Abad 21 Pada Aspek Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Sma Kota Bengkulu Dalam Mata Pelajaran Fisika. *Jurnal Kumparan Fisika*, 3(1), 25–32. <https://doi.org/10.33369/jkf.3.1.25-32>
- Jayanti, D. A. N. U., Kinanti, A. A., Anggraini, S. A., Marwi, A. A., Arwira, A. A. P., dan Pulungan, D. R. (2023). Implementasi Kurikulum Merdeka: Kendala dan Penanganannya dalam Pembelajaran di Sekolah. *Jurnal Riset Rumpun Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam (JURRIMIPA)*, 2(2), 170–180.
- Khudriyah. (2021). *Metodologi Penelitian dan Statistik Pendidikan*. Malang: Madani.
- Kim, H., dan Lee, J. (2023). A Study on the development of Creative Problem Solving Classes for University Students. *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, 9(6), 531–538.
- Kurniawan, R. (2020). Pengembangan Model Pembelajaran Guided Project Based Learning Untuk Mahasiswa Slowlearner. *Refleksi Edukatika : Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 10(2), 144–153. <https://doi.org/10.24176/re.v10i2.4128>
- Lee, K., Maji, S., Ravichandran, A., dan Soatto, S. (2019). Meta-Learning with Differentiable Convex Optimization. *CVPR*, 10657–10665.
- Loyens, S. M. M., van Meerten, J. E., Schaap, L., dan Wijnia, L. (2023). Situating Higher-Order, Critical, and Critical-Analytic Thinking in Problem- and Project-Based Learning Environments: A Systematic Review. *Educational Psychology Review*, 35(2), 1–44. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09757-x>

- Marlina. (2020). *Strategi Pembelajaran Berdiferensiasi di Sekolah Inklusif*. Padang: Afifa Utama.
- Miller, E. C., Severance, S., dan Krajcik, J. (2021). Motivating Teaching, Sustaining Change in Practice: Design Principles for Teacher Learning in Project-Based Learning Contexts. *Journal of Science Teacher Education*, 32(7), 757–779. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2020.1864099>
- Moreno, C., Pham, D., dan Ye, L. (2021). Chemistry Self-Efficacy in Lower-Division Chemistry Courses: Changes After a Semester of Instruction and Gaps Still Remain Between Student Groups. *Chemistry Education Research and Practice*, 22(3), 772–785. <https://doi.org/10.1039/d0rp00345j>
- Mukti, Y. P., Masykuri, M., Sunarno, W., Rosyida, U. N., Jamain, Z., dan Dananjoyo, M. D. (2020). Exploring the Impact of Project-Based Learning and Discovery Learning to The Students' Learning Outcomes: Reviewed from The Analytical Skills. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 9(1), 121–131. <https://doi.org/10.24042/jipfalfbiruni.v9i1.4561>
- Munandar, U. (2009). *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Nababan, K., dan Krisen, S. (2023). Participatory Action Research dalam Pembelajaran Kimia Abad 21: Pengembangan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Bercirikan PCK. *Journal of Chemistry Education*, 5(1), 1–6. <https://doi.org/10.37033/ojce.v4i2.519>
- Netti, H. dan. (2022). Peningkatan Kreativitas Siswa Melalui Strategi Pembelajaran Berdiferensiasi pada Pembelajaran PAI di SMAN 4 Wajo. *Educandum*, 8(2), 229–241.
- Nita, P. N. T., dan Nada, E. I. (2024). Efektivitas Model Problem Based Learning Berbasis Socio Scientific Issue Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Materi Kimia Hijau. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 14(2), 136–143.
- Nugraha, I. R. R., Supriadi, U., dan Firmansyah, M. I. (2023). Efektivitas Strategi Pembelajaran Project Based Learning

- dalam meningkatkan Kreativitas Siswa. *Jurnal Penelitian Dan Pendidikan IPS*, 17(1), 39–47.  
<http://ejournal.unikama.ac.id/index.php/JPPI>
- Penuel, W. R., Reiser, B. J., McGill, T. A. W., Novak, M., Van Horne, K., dan Orwig, A. (2022). Connecting Student Interests and Questions With Science Learning Goals Through Project-Based Storylines. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 4(1), 1–27.  
<https://doi.org/10.1186/s43031-021-00040-z>
- Putriana Naibaho, D. (2023). Strategi Pembelajaran Berdiferensiasi Mampu Meningkatkan Pemahaman Belajar Peserta Didik. *Journal of Creative Student Research (JCSR)*, 1(2), 81–91.
- Rengganis, M. (2023). Penerapan Model Project Based Learning Dalam Meningkatkan Keaktifan Belajar Peserta Didik Pada Pembelajaran Ipa. *Didaktik : Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 9(2), 3287–3296.  
<https://doi.org/10.36989/didaktik.v9i2.1018>
- Retnawati, H. (2016). *Analisis Kuantitatif Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Parama Publishing.
- Rohimat, S., Ratna Wulandari, D., dan Tri Wardani, I. (2023). Efektivitas Pembelajaran Kimia dengan Pendekatan Diferensiasi Konten dan Produk. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(3), 57–64.  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.7880967>
- Sari, A. K., dan Trisnawati, W. (2019). Integrasi Keterampilan Abad 21 dalam Modul Sociolinguistics: Keterampilan 4C (*Collaboration, Communication, Critical Thinking* dan *Creativity*). *Jurnal Muara Pendidikan*, 2(2), 456–457.
- Segundo-Marcos, R., Carrillo, A. M., Fernández, V. L., dan Daza González, M. T. (2023). Age-Related Changes in Creative Thinking During Late Childhood: The Contribution Of Cooperative Learning. *Thinking Skills and Creativity*, 49(101331), 1–11.  
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101331>
- Seran, E. D. (2023). Pengaruh Konsep Diri dan Kreativitas Siswa

- Terhadap Prestasi Belajar Siswa dengan Menerapkan Pendekatan Kontekstual Pada Materi Termokimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 17(1), 13–16.  
<https://doi.org/10.15294/jipk.v17i1.33925>
- Siddique, M., Hisham Ul Hassan, D. K., dan Akmal, F. (2023). The Role of Resilience for Developing the Self-Efficacy Among Chemistry Students in Pakistan. *VFAST Transactions on Education and Social Sciences*, 11(1), 38–48.  
<https://doi.org/10.21015/vtess.v11i1.1401>
- Siringoringo, R., Asbari, M., dan Margaretta, C. (2023). Strategi Pembelajaran Berdiferensi: Akselerasi Meningkatkan Potensi Peserta Didik. *Journal of Information Systems and Management (JISMA)*, 2(5), 13–16.  
<https://jisma.org/index.php/jisma/article/view/436>
- Sudaryono (2016). *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Jakarta: Prenadamedia Group.
- Sudijono, A. (2015). *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Sugiyono (2022). *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan RandD)*. Bandung: Alfabeta.
- Sutiyono, A. (2015). *Pengembangan Instrumen Evaluasi Hasil Belajar*. Semarang: CV. Karya Abadi Jaya.
- Sumarni, W., dan Kadarwati, S. (2020). Ethno-Stem Project-Based Learning: Its Impact to Critical and Creative Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(1), 11–21. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i1.21754>
- Supena, I., Darmuki, A., dan Hariyadi, A. (2021). The Influence of 4C (Constructive, Critical, Creativity, Collaborative) Learning Model on Students' Learning Outcomes. *International Journal of Instruction*, 14(3), 873–892.  
<https://doi.org/10.29333/iji.2021.14351a>
- Suwastini, K.A., Rinawati, N.K.A., Jayantini, I.G.A., Dantes, G. R. (2021). Differentiated Instruction for Efl Classroom. *TELL-US Journal*, 7(1), 14–41.  
<https://doi.org/10.22202/tus.2021.v7i1.4719>
- Torrance, E. P. (1969). *Creativity. What Research Says to the*

- Teacher.* In DC: National Education Association (Vol. 28).
- Wijayati, N., Sumarni, W., dan Supanti, S. (2019). Improving Student Creative Thinking Skills Through Project Based Learning. *KNE Social Sciences*, 2019, 408–421. <https://doi.org/10.18502/kss.v3i18.4732>
- Wormeli, R. (2018). *Fair Isn't Always Equal: Assessment and Grading in The Differentiated Classroom.* In Routledge Taylor dan Francis Group (Second Edi). Stenhouse Publishers.
- Ye, P., dan Xu, X. (2023). A Case Study of Interdisciplinary Thematic Learning Curriculum to Cultivate "4C skills." *Frontiers in Psychology*, 14, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1080811>
- Zakiyah, Ibnu, S., dan Subandi. (2018). Analisis Dampak Kesulitan Siswa pada Materi Stoikiometri Terhadap Hasil Belajar Termokimia. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 3(1), 119–134.
- Zhao, Y., dan Wang, L. (2022). A Case Study of Student Development Across Project-Based Learning Units in Middle School Chemistry. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00045-8>
- Zulyusri, Z., Elfira, I., Lufri, L., dan Santosa, T. A. (2023). Literature Study: Utilization of the PjBL Model in Science Education to Improve Creativity and Critical Thinking Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(1), 133–143. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i1.2555>

## LAMPIRAN-LAMPIRAN

### Lampiran 1. Surat Penunjukan Pembimbing



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl.Prof.Dr.Hamka (Kampus III) Ngaliyan Semarang 50185  
Email: fst@walisongo.ac.id, Web: fst.walisongo.ac.id**

Nomor : B.4541/Un.10.8/J.7/DA.04.1/07/2024

12 Juli 2024

Lamp :

Perihal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth:

1. Apriliana Drastislanti, M. Pd
2. Nur Alawiyah, 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 : Masyitoh Putri Itsnaini

NIM : 2108076042

Prodi : Pendidikan Kimia

Judul : **Model Project Based Learning (PjBL) Berdiferensiasi Terhadap Keterampilan**

**Berpikir Kreatif Siswa 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 2. Surat Pra-Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km.1 Semarang  
E-mail: [fst@walisongo.ac.id](mailto:fst@walisongo.ac.id). Web:[Http://fst.walisongo.ac.id](http://fst.walisongo.ac.id)

Nomor : B.8926/Un.10.8/K/SP.01.08/12/2024

### Lamp :

## Hal : Permohonan Izin Observasi Pra Riset dan Wawancara

Kepada Yth.

Kepala Madrasah Aliyah Negeri 1 Kota Semarang  
Jl. Brigjen Sudiarto, Pedurungan Kota Semarang  
di tempat

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka memenuhi tugas akhir Fakultas Sains dan Teknologi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Masyitoh Putri Itsnaini  
NIM : 2108076042  
Jurusan : PENDIDIKAN KIMIA  
Semester : VII (Tujuh)

Untuk melaksanakan observasi di Sekolah yang Bapak/Ibu pimpin , Maka kami mohon berkenan diijinkan mahasiswa dimaksud , yang akan dilaksanakan pada 5 Desember 2024.

Data Observasi tersebut diharapkan dapat menjadi bahan kajian (analisis) bagi mahasiswa kami.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Semarang, 3 Desember 2024

-an-Dekan-

DEKARI,  
Bantuan Tata Usaha,

Wednesday, June 22nd, 1938

卷之三

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

2. Arsip

cp : 082245594861

### Lampiran 3. Surat Permohonan Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km.1 Semarang  
E-mail: [fst@walisongo.ac.id](mailto:fst@walisongo.ac.id), Web:<http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.9204/Un.10.8/K/SP.01.08/12/2024  
Lamp : Proposal Skripsi  
Hal : Permohonan Izin Riset

Semarang, 10 Desember 2024

Kepada Yth.  
Kepala Madrasah Aliyah Negeri 1 Kota Semarang  
Jl. Brigjen Sudiarto, Pedurungan, Kota Semarang  
di tempat

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

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

Nama : Masyitoh Putri Itsnaini  
NIM : 2108076042  
Jurusan : PENDIDIKAN KIMIA  
Judul : Model Project Based Learning (PjBL) Berdiferensiasi terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Termokimia  
Semester : VII (Tujuh)

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut, Meminta ijin melaksanakan Riset di tempat Bapak / ibu pimpin, yang akan dilaksanakan 2 Januari s/d 25 Januari 2025.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*



Tembusan Yth

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

Cp Masvitoh Putri Itsplaini : 082245594861

## Lampiran 4. Surat Keterangan Riset


**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KOTA SEMARANG  
MADRASAH ALIYAH NEGERI 1 KOTA SEMARANG**  
 Jalan Brigjen S. Sudjarno Pedurungan Kidul Kec. Pedurungan Semarang; Telepon/Faxsimile (024) 6715208  
 Laman man1kotasemarang.sch.id Posel semarang.man1@gmail.com

---

**SURAT KETERANGAN**

Nomor: 197/Ma.11.33.01/TL.00/01/2025

Yang bertanda tangan di bawah ini

nama	:	H. Tasimin, S.Ag, M.S.I.
NIP	:	196811182000031001
pangkat/gol. ruang	:	Pembina Tk.III/Vb
jabatan	:	Kepala MAN 1 Kota Semarang.

Menerangkan dengan sesungguhnya bahwa

nama	:	Masyitoh Putri Itsnaini
NIM	:	210807604
program studi	:	S-1 Pendidikan Kimia
Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang		

Yang bersangkutan benar-benar telah melaksanakan penelitian untuk keperluan Skripsi di MAN 1 Kota Semarang pada tanggal 02 s.d. 25 Januari 2025 dengan judul "Model Project Based Learning (PjBL) Berdiferensiasi Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Termokimia".

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



30 Januari 2025  
 Kepala  
 MADRASAH ALIYAH NEGERI 1 KOTA SEMARANG  
 REPUBLIK INDONESIA

## Lampiran 5. Modul Ajar

### A. Modul Ajar Kelas Eksperimen

#### **MODUL AJAR TERMOKIMIA KELAS XI**

#### A. Identitas Modul

Nama Sekolah	: MAN 1 Kota Semarang
Mata Pelajaran	: Kimia
Jenjang	: SMA/MA
Kelas/Fase	: XI/F
Semester	: Genap
Jumlah JP	: 15 JP (9 kali pertemuan)
Alokasi waktu	: 45 Menit
Moda Pembelajaran	: Tatap Muka

#### B. Kompetensi Awal

##### Pertemuan Kedua:

Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi sebelum mempelajari materi ini,

- a. Siswa perlu diingatkan bahwa termokimia mempelajari perubahan kalor yang menyertai perubahan zat, baik perubahan fisika maupun perubahan kimia.
- b. Siswa perlu memahami bahwa perubahan energi sering mereka temui dalam kehidupan sehari-hari, seperti penggunaan baterai dalam mainan dan proses pembakaran gas yang dapat menggerakkan balon udara, dsb.

##### Pertemuan Ketiga:

Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi sebelum mempelajari materi ini,

- a. Siswa telah memahami Hukum Kekekalan Energi.
- b. Siswa perlu memahami bahwa perubahan energi menyebabkan adanya energi yang ditangkap dan dilepaskan.

##### Pertemuan Keempat:

Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi sebelum mempelajari materi ini,

- a. Siswa mampu menjelaskan konsep reaksi eksotermik dan endotermik.
- b. Siswa mampu menjelaskan jenis-jenis sistem.

**Pertemuan Kelima :**

Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi sebelum mempelajari materi ini,

- a. Siswa mampu menghitung harga kalor melalui data percobaan.
- b. Siswa telah mengetahui cara menentukan kalor melalui data percobaan kalorimeter.
- c. Siswa telah memahami perubahan entalpi reaksi.

**Pertemuan Keenam :**

Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi sebelum mempelajari materi ini,

- a. Siswa telah memahami persamaan termokimia.
- b. Siswa telah memahami penentuan perubahan entalpi berdasarkan data percobaan.

**Pertemuan Ketujuh :**

Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi sebelum mempelajari materi ini,

- a. Siswa telah memahami penentuan perubahan entalpi dalam keadaan standar.

**C. Profil Pelajar Pancasila**

- a. Religius,
- b. Berpikir Kreatif,
- c. Gotong royong.

**D. Media, Sarana, dan Prasarana**

Alat : Alat tulis, handphone atau laptop, LCD, alat-alat praktikum sederhana.

Media : Power point, Gambar ilustrasi, video pembelajaran, media permainan ular tangga, artikel jurnal.

**E. Target Peserta didik**

Peserta didik dengan gaya belajar yang berbeda: auditory, visual, kinestetik.

**F. Model Pembelajaran**

*Project Based Learning* berdiferensiasi

**G. Target Kelompok Project**

Target pengelompokan sesuai dengan hasil pemetaan dominan gaya belajar peserta didik

- a. Peserta didik dengan gaya belajar Visual
- b. Peserta didik dengan gaya belajar Auditory
- c. Peserta didik dengan gaya belajar Kinestetik

**H. Target Penentuan Project**

- a. Gaya belajar Visual : Mind Mapping, Ilustrasi atau Poster, Komik, dll.
- b. Gaya belajar Auditory : Animasi/Video yang berisi Lagu, Power Point menarik, dll.
- c. Gaya belajar Kinestetik : Praktikum sederhana, Membuat permainan sederhana, Lagu dengan tarian atau gerakan, dll.

**KOMPETENSI INTI****A. Tujuan Pembelajaran**

Peserta didik diharapkan mampu:

- a. Mendeskripsikan hukum kekekalan energi dan menghubungkannya dengan termokimia.
- b. Menganalisis hubungan antara sistem dan lingkungan serta mampu menentukan jenis-jenis sistem disertai dengan contohnya.
- c. Mendeskripsikan peristiwa eksotermik dan endotermik serta mampu memberikan contohnya.
- d. Melakukan percobaan penentuan peristiwa eksotermik dan endotermik.
- e. Melakukan percobaan penentuan kalor reaksi dengan menggunakan kalorimeter.
- f. Menentukan jenis-jenis perubahan entalpi reaksi.
- g. Menentukan nilai perubahan entalpi dengan menggunakan data perubahan entalpi pembentukan standar ( $\Delta H_f^o$ ), hukum Hess, dan data energi ikatan.

**B. Pertanyaan Pemantik**

**Pertemuan Pertama:**

- a. Kali ini kita akan belajar terkait materi termokimia, berdasarkan namanya berasal dari 2 kata yaitu termo dan kimia, taukah kalian arti dari kata termo? (Apersepsi)

- b. Sampah merupakan masalah besar yang melanda di negara kita, namun beberapa negara maju telah mengatasi sampah dengan pengolahan maksimal salah satunya dengan mengubah energi sampah menjadi energi listrik. Bagaimana tanggapan kalian mengenai peristiwa tersebut?

**Pertemuan Kedua :**

- Jika ada si A yang memakai baju hitam di siang hari dan si B yang memakai baju putih di siang hari, siapakah menurut kalian yang lebih cepat kepanasan pada saat itu? Apa penyebabnya? (Apersepsi)
- Berdasarkan video tersebut, perubahan energi apa saja yang terjadi? (Hk. Kekekalan Energi)

**Pertemuan Ketiga :**

- Perhatikan satu pensil ini yang terdapat dalam kotak pensil. Kita ibaratkan satu pensil ini adalah sesuatu yang menjadi pusat perhatian kita, berarti apa saja yang diluar pusat perhatian kita? (Sistem dan Lingkungan)
- Mengapa ketika kita molarutkan tablet *effervescent* (vitamin C) dalam air akan membentuk gelembung dan suhunya berubah menjadi dingin? Dan mengapa ketika kita molarutkan sabun deterjen dalam air akan terasa hangat? (Reaksi Eksoterm dan Endoterm)
- Coba kalian sebutkan contoh reaksi eksoterm dan endoterm yang sering kalian temui dalam kehidupan sehari-hari? (Reaksi Eksoterm dan Endoterm)
- Berdasarkan video tersebut, coba menurut kalian cara kerja kalorimetri itu seperti apa? (Kalorimetri)

**Pertemuan Kelima:**

- Berdasarkan jurnal hasil penelitian yang kalian baca, menurut kalian bagaimana peneliti melakukan penentuan kalori dalam makanan menggunakan kalorimeter? (Entalpi dan Perubahan Entalpi)
- Coba ingat kembali dan coba sebutkan bagaimana cara menentukan harga perubahan entalpi? (Persamaan Termokimia)

**Pertemuan Keenam:**

- Coba perhatikan diagram siklus ini, terdapat reaksi satu arah dan dua arah, bagaimana maksud dari hubungan reaksi tersebut dalam diagram ini? (Hukum Hess)

### C. Tahapan Kegiatan Pembelajaran

Pert.	Kegiatan	Waktu	Jumlah JP
1	<p style="text-align: center;"><b>Pendahuluan</b></p> <p><b>Pendahuluan</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa bersama dipimpin oleh salah satu siswa (<b>Religius</b>).</li> <li>b. Guru memeriksa kesiapan dan kehadiran siswa sebagai perwujudan sikap disiplin.</li> </ul> <p><b>Kegiatan Inti (Sintak 1: Penentuan Pertanyaan Mendasar serta Penentuan Proyek)</b></p> <p><b>Apersepsi dan Pretest</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru memberikan pertanyaan pemanik sebagai apersepsi dalam pembelajaran.</li> <li>b. Guru mengarahkan siswa untuk mengerjakan soal pretest untuk mengukur pengetahuan awal siswa.</li> <li>c. Bentuk soal uraian berjumlah 5.</li> </ul> <p><b>Pemetaan Gaya Belajar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru mengarahkan siswa untuk membuka laman <a href="http://maukuliah.id">maukuliah.id</a></li> <li>b. Setelah login, guru mengarahkan siswa untuk mengisi tes gaya belajar sesuai dengan apa yang mereka alami.</li> <li>c. Guru membentuk kelompok sesuai dengan hasil pemetaan dominan gaya belajar menjadi enam kelompok.</li> <li>d. Guru menjelaskan bahwa kelompok tersebut nantinya digunakan selama proses pembelajaran, terutama pada penggerjaan proyek.</li> <li>e. Guru menugaskan tiap kelompok yang telah dibagi untuk menentukan proyek sesuai dengan opsi dominan gaya belajar dan diselaraskan pada pertemuan selanjutnya.</li> </ul> <p><b>Penutup</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru mengajak siswa menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini.</li> </ul>	10'	2 JP (90')
		45'	
		25'	
		10'	

	<p>b. Siswa ditugaskan untuk mempelajari materi hukum kekekalan energi dan energi dalam sebelum pertemuan selanjutnya.</p> <p>c. Siswa diingatkan kembali terkait penentuan proyek tiap kelompok pada pertemuan selanjutnya.</p> <p>d. Doa dan Salam: Guru memimpin doa penutup kemudian mengucapkan salam sebagai akhir pembelajaran hari ini.</p>		
2	<p style="text-align: center;"><b>Pendahuluan</b></p> <p>a. Guru membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa bersama dipimpin oleh salah satu siswa (<b>Religius</b>).</p> <p>b. Guru memeriksa kesiapan dan kehadiran siswa sebagai perwujudan sikap disiplin.</p> <p>c. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran.</p> <p>d. Guru menanyakan terkait penentuan proyek masing-masing kelompok.</p>	5'	<b>1 JP (45')</b>
	<p><b>Konstruksi Pemahaman Konsep Hukum Kekekalan Energi dan Perhitungan Energi Dalam</b></p> <p>a. Guru menayangkan video terkait perubahan energi yakni pada proses pemanasan balon udara atau perubahan energi panas menjadi energi gerak dan penggunaan baterai dalam mainan atau perubahan energi kimia menjadi energi mekanik (<b>Berpikir Kreatif</b>).</p> <p>b. Guru mengarahkan siswa untuk memahami perubahan energi yang terjadi dengan memberikan pertanyaan pemantik, kemudian guru menuntun siswa untuk menghubungkan dengan hukum kekekalan energi (<b>Berpikir Kreatif</b>).</p> <p>c. Siswa diarahkan bahwa termokimia merupakan materi yang dekat dalam kehidupan sehari-hari.</p> <p>d. Siswa diingatkan kembali bahwa ketika mereka mempelajari jenis-jenis perubahan zat (perubahan kimia dan fisika) di kelas X, ada energi yang diserap atau dilepaskan pada proses perubahan zat tersebut. Contoh, ketika kita menyimpan es batu di udara terbuka</p>	35'	

	<p>maka es akan mencair karena adanya penyerapan energi dari udara ke es batu (<b>Berpikir Kreatif</b>).</p> <p>e. Guru mengarahkan siswa untuk memahami perhitungan dan konsep energi dalam melalui lagu (<b>Berpikir Kreatif</b>).</p> <p>f. Guru menuntun siswa untuk menjawab latihan soal (<b>Berpikir Kreatif</b>).</p>		
	<b>Penutup</b>		
	<p>a. Guru mengajak siswa menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini.</p> <p>b. Refleksi Pembelajaran:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Siswa diajak untuk berdiskusi hal-hal yang telah dipelajari dan apa saja yang belum dipahami tentang subbab Hukum Kekekalan Energi, Sistem dan Lingkungan.</li> <li>2) Siswa diminta untuk menyampaikan pembelajaran apa yang mereka peroleh pada subbab ini.</li> <li>3) Siswa ditekankan manfaat mempelajari subbab ini.</li> </ol> <p>c. Tindak Lanjut Pembelajaran: Siswa ditekankan kembali bahwa pemahaman terhadap materi tersebut harus mereka pahami sebelum masuk ke subbab selanjutnya.</p> <p>d. Doa dan Salam: Guru memimpin doa penutup kemudian mengucapkan salam sebagai akhir pembelajaran hari ini.</p>	5'	
3	<b>Pendahuluan</b>	5'	2 JP (90')
	<p>a. Guru membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa bersama dipimpin oleh salah satu siswa (<b>Religius</b>).</p> <p>b. Guru memeriksa kesiapan dan kehadiran siswa sebagai perwujudan sikap disiplin.</p> <p>c. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran.</p>	25'	
	<b>Kegiatan Inti (Sintak 2: Merancang Langkah-Langkah Pembuatan Proyek)</b>		
	<b>Konstruksi Pemahaman Konsep Sistem dan Lingkungan</b>		
	<p>a. Guru memberikan beberapa analogi contohnya pensil dalam kotak pensil, siswa dan guru dalam ruangan kelas, dan hal yang berada di sekitar siswa dengan mengajukan pertanyaan pemantik.</p>		

	<p>b. Guru menyediakan analogi berupa diagram venn untuk menstimulus siswa menyimpulkan definisi sistem dan lingkungan.</p> <p>c. Guru menunjuk 2-3 siswa untuk mengkomunikasikan pendapat terkait definisi sistem dan lingkungan yang mereka dapatkan (<b>Berpikir Kreatif</b>).</p> <p>d. Guru menguatkan bahwa sistem merupakan objek yang diamati atau yang menjadi pusat perhatian sedangkan lingkungan adalah segala sesuatu diluar sistem.</p> <p>e. Guru menuntun siswa untuk mendefinisikan berbagai jenis sistem (terbuka, tertutup, dan terisolasi).</p>		
	<p><b>Konstruksi Pemahaman Konsep Reaksi Eksoterm dan Endoterm</b></p> <p>a. Melalui tanya jawab, siswa diberikan pertanyaan pemantik (<b>Berpikir Kreatif</b>).</p> <p>b. Siswa diarahkan untuk mengaitkan peristiwa tersebut dengan reaksi eksotermik dan endotermik.</p> <p>c. Siswa diarahkan untuk berkumpul secara berkelompok untuk melakukan praktikum sederhana reaksi eksotermik dan endotermik.</p> <p>d. Masing-masing kelompok diarahkan untuk menganalisis hasil praktikum dan membuat laporan hasil praktikum.</p> <p>e. Masing-masing kelompok mempresentasikan laporan hasil praktikum.</p> <p>f. Tahap terakhir dilakukan evaluasi dan tambahan dari guru.</p>	<b>40'</b>	
	<p><b>Merancang Langkah-Langkah Pembuatan Proyek</b></p> <p>a. Siswa berkumpul dengan kelompok masing-masing.</p> <p>b. Siswa diarahkan untuk mendiskusikan rencana pembuatan proyek meliputi pembagian tugas, penentuan materi (memilih materi awal hingga akhir), persiapan alat, bahan, media dan sumber yang dibutuhkan dengan guru sebagai fasilitator (<b>Gotong Royong, Berpikir Kreatif</b>).</p>	<b>15'</b>	
	<p><b>Penutup</b></p> <p>a. Guru mengajak siswa menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini.</p>	<b>10'</b>	

	b. Doa dan Salam: Guru memimpin doa penutup kemudian mengucapkan salam sebagai akhir pembelajaran hari ini.		
4	<p style="text-align: center;"><b>Pendahuluan</b></p> <p>a. Guru membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa bersama dipimpin oleh salah satu siswa (<b>Religius</b>).  b. Guru memeriksa kesiapan dan kehadiran siswa sebagai perwujudan sikap disiplin.  c. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran.</p> <p style="text-align: center;"><b>Kegiatan Inti (Sintak 3: Penyusunan Jadwal)</b></p> <p><b>Konstruksi Pemahaman Konsep Kalorimetri</b></p> <p>a. Siswa diarahkan untuk memahami perbedaan kalorimeter bom dan kalorimeter sederhana.  b. Siswa diarahkan untuk memahami hubungan antara suhu dan kalor melalui persamaan rumus.  c. Siswa diajak untuk menganalisis penentuan harga kalor reaksi dengan menggunakan perhitungan data hasil percobaan (<b>Berpikir Kreatif</b>).  d. Siswa diarahkan untuk membaca jurnal hasil penelitian mengenai penggunaan kalorimeter dalam penentuan jumlah kalori pada suatu makanan dari jurnal yang diberikan oleh guru.  e. Siswa ditanya mengenai hasil penelaahan mereka tentang jurnal penelitian penggunaan kalorimeter untuk menentukan jumlah kalori pada suatu bahan makanan dengan pertanyaan pemantik (<b>Berpikir Kreatif</b>).</p> <p><b>Konstruksi Pengetahuan Konsep Entalpi dan Perubahan Entalpi</b></p> <p>a. Siswa diarahkan untuk memahami bahwa kalorimeter digunakan untuk mengukur kalor pada tekanan tetap.  b. Siswa diarahkan untuk memahami bahwa kalor yang diukur pada tekanan tetap disebut dengan perubahan entalpi (<math>\Delta H</math>).</p>	5'	2 JP (90')
		30'	
		45'	

	c. Siswa diarahkan untuk memahami grafik perubahan entalpi reaksi eksoterm dan endoterm. d. Siswa diajak untuk mengerjakan latihan soal dengan menghitung perubahan entalpi.		
	<b>Penyusunan Jadwal Proyek</b> a. Siswa dan guru membuat kesepakatan tentang jadwal pembuatan proyek (tahapan-tahapan pengumpulannya). b. Siswa menyusun jadwal penyelesaian proyek dengan memperhatikan batas waktu yang telah ditentukan bersama.	5'	
	<b>Penutup</b> a. Guru mengajak siswa menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini. b. Doa dan Salam: Guru memimpin doa penutup kemudian mengucapkan salam sebagai akhir pembelajaran hari ini.	5'	
5	<b>Pendahuluan</b> a. Guru membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa bersama dipimpin oleh salah satu siswa ( <b>Religius</b> ). b. Guru memeriksa kesiapan dan kehadiran siswa sebagai perwujudan sikap disiplin.	3'	<b>1 JP (45')</b>
	<b>Konstruksi Pengetahuan Konsep Entalpi dan Perubahan Entalpi</b> a. Siswa dituntun untuk melakukan praktikum mengukur nilai $\Delta H$ menggunakan kalorimeter sederhana secara berkelompok ( <b>Gotong Royong, Berpikir Kreatif</b> ). b. Siswa diarahkan untuk menghitung perubahan entalpi berdasarkan hasil percobaan.	40'	
	<b>Penutup</b> a. Guru mengajak siswa menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini. b. Doa dan Salam: Guru memimpin doa penutup kemudian mengucapkan salam sebagai akhir pembelajaran hari ini.	2'	
6	<b>Pendahuluan</b>		

	<p>a. Guru membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa bersama dipimpin oleh salah satu siswa (<b>Religius</b>).  b. Guru memeriksa kesiapan dan kehadiran siswa sebagai perwujudan sikap disiplin.</p> <p><b>Kegiatan Inti (Sintak 4: Penyelesaian Proyek dengan Pendampingan Guru)</b></p> <p><b>Konstruksi Pengetahuan Persamaan Termokimia</b></p> <p>a. Siswa diarahkan untuk mengingat kembali tentang penentuan harga perubahan entalpi berdasarkan percobaan calorimeter dengan pertanyaan pemantik (<b>Berpikir Kreatif</b>).  b. Siswa diarahkan untuk menjawab pertanyaan mengenai pengertian dan contoh reaksi eksotermik dan reaksi endotermik (<b>Berpikir Kreatif</b>).  Siswa diajak untuk mengerjakan latihan soal.</p> <p><b>Perubahan Entalpi dalam Keadaan Standar</b></p> <p>a. Siswa diarahkan untuk lebih memahami perubahan entalpi pembentukan standar (<math>\Delta Hf^o</math>) dengan mempelajari contoh soal.  b. Siswa diberikan contoh reaksi berupa data <math>\Delta Hf^o</math> dan menghitung <math>\Delta H</math> reaksi tersebut. Siswa diarahkan untuk memahami bahwa perubahan entalpi pembentukan standar dapat digunakan untuk menentukan perubahan entalpi reaksi.  c. Siswa diajak untuk memahami perubahan entalpi penguraian standar (<math>\Delta Hd^o</math>) dengan memahami contoh soal.  d. Siswa diajak untuk memahami perubahan entalpi pembakaran standar (<math>\Delta Hc^o</math>) dengan memahami contoh soal.  e. Siswa diajak untuk memahami perubahan entalpi pelarutan standar (<math>\Delta Hs^o</math>) dengan memahami contoh soal.  f. Siswa diarahkan untuk mengerjakan latihan soal secara mandiri.</p> <p><b>Penyelesaian Proyek dengan Pendampingan Guru</b></p>	5'	2 JP (90')
		25'	
		45'	
		10'	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru mengadakan tanya jawab masing-masing kelompok terkait perkembangan proyek yang telah dibuat.</li> <li>b. Siswa melakukan pengerjaan proyek sesuai jadwal, mencatat setiap tahapan, mendiskusikan setiap masalah yang muncul selama penyelesaian proyek dengan guru (<b>Gotong Royong, Berpikir Kreatif</b>).</li> </ul>		
	<b>Penutup</b>	5'	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru mengajak siswa menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini.</li> <li>b. Doa dan Salam: Guru memimpin doa penutup kemudian mengucapkan salam sebagai akhir pembelajaran hari ini.</li> </ul>		
7	<b>Pendahuluan</b>	5'	2 JP (90')
	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa bersama dipimpin oleh salah satu siswa (<b>Religius</b>).</li> <li>b. Guru memeriksa kesiapan dan kehadiran siswa sebagai perwujudan sikap disiplin.</li> </ul>		
	<b>Kegiatan Inti (Sintak 4: Penyelesaian Proyek dengan Pendampingan Guru)</b>	30'	
	<b>Konstruksi Pemahaman Konsep Hukum Hess</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru memberikan hubungan beberapa persamaan kimia dengan hukum Hess, peserta didik menyimpulkan mengenai deskripsi hukum Hess.</li> <li>b. Siswa diarahkan untuk lebih memahami hukum Hess dengan mempelajari contoh soal.</li> <li>c. Siswa diajak untuk memahami bahwa hukum Hess dapat digunakan pada diagram siklus dengan pertanyaan pemantik.</li> <li>d. Siswa diarahkan untuk lebih memahami bahwa hukum Hess dapat digunakan pada diagram siklus persamaan termokimia dengan mempelajari contoh soal.</li> <li>e. Siswa diajak untuk mengerjakan latihan soal.</li> </ul>		
	<b>Konstruksi Pemahaman Konsep Energi Ikatan</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Siswa diajak untuk mendeskripsikan energi ikatan rata-rata.</li> </ul>	40'	

	<p>b. Siswa diarahkan untuk memahami bahwa reaksi kimia merupakan proses penyusunan ulang dari suatu zat (reaktan) menjadi zat lain (produk). Pada proses penyusunan ulang tersebut terjadi peristiwa pemutusan ikatan (pada reaktan) dan pembentukan ikatan (pada produk).</p> <p>c. Siswa diajak untuk memahami bahwa perubahan entalpi reaksi dapat ditentukan melalui harga energi ikatan rata-rata.</p> <p>d. Siswa diarahkan untuk mempelajari contoh soal.</p> <p>e. Siswa diajak untuk mengerjakan latihan soal.</p>		
	<p><b>Penyelesaian Proyek dengan Pendampingan Guru</b></p> <p>a. Guru memantau keaktifan siswa selama melaksanakan proyek, memantau realisasi perkembangan dan membimbing jika mengalami kesulitan.</p> <p>b. Guru mengadakan tanya jawab masing-masing kelompok terkait perkembangan proyek yang telah dibuat.</p> <p>c. Siswa melakukan pengerjaan proyek sesuai jadwal, mencatat setiap tahapan, mendiskusikan setiap masalah yang muncul selama penyelesaian proyek dengan guru (<b>Gotong Royong, Berpikir Kreatif</b>).</p>	<b>10'</b>	
	<p><b>Penutup</b></p> <p>a. Guru mengajak siswa menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini.</p> <p>b. Doa dan Salam: Guru memimpin doa penutup kemudian mengucapkan salam sebagai akhir pembelajaran hari ini.</p>	<b>5'</b>	
<b>8</b>	<p><b>Pendahuluan</b></p> <p>a. Guru membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa bersama dipimpin oleh salah satu siswa (<b>Religius</b>).</p> <p>b. Guru memeriksa kesiapan dan kehadiran siswa sebagai perwujudan sikap disiplin.</p>	<b>1'</b>	<b>1 JP (45')</b>
	<b>Sintak 5: Penyusunan Laporan dan Presentasi Hasil Proyek</b>	<b>30'</b>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Siswa menyusun laporan proyek untuk dipresentasikan (<b>Gotong Royong, Berpikir Kreatif</b>).</li> <li>b. Siswa mempresentasikan laporan dan hasil proyek yang telah dibuat (<b>Gotong Royong, Berpikir Kreatif</b>).</li> <li>c. Guru memantau hasil proyek dan mengukur ketercapaian standart proyek berdasarkan rubrik penilaian yang telah dibuat.</li> </ul>		
	<p><b>Sintak 6: Evaluasi Progres Hasil Proyek</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru mengarahkan siswa untuk menilai kinerja antar teman sejawat berdasarkan rubrik penilaian yang telah dibuat.</li> <li>b. Siswa memberikan evaluasi hasil proyek kelompok lain dan guru memberikan evaluasi tambahan.</li> <li>c. Kelompok yang karyanya paling bagus dan rapi mendapatkan <i>reward point</i> dari guru.</li> </ul>	12'	
	<p><b>Penutup</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru mengajak siswa menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini.</li> <li>b. Guru mengumumkan bahwasanya pertemuan selanjutnya diadakan ulangan sehingga siswa diarahkan untuk belajar secara mandiri terkait keseluruhan materi termokimia.</li> <li>c. Doa dan Salam: Guru memimpin doa penutup kemudian mengucapkan salam sebagai akhir pembelajaran hari ini.</li> </ul>	2'	
9	<p><b>Pendahuluan</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa bersama dipimpin oleh salah satu siswa (<b>Religius</b>).</li> <li>b. Guru memeriksa kesiapan dan kehadiran siswa sebagai perwujudan sikap disiplin.</li> </ul>	3'	2 JP (90')
	<p><b>Posttest</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru mengarahkan siswa untuk mengerjakan soal posttest untuk mengukur sejauh mana pemahaman siswa terkait materi termokimia</li> <li>b. Bentuk soal uraian berjumlah 5..</li> </ul>	85'	

	<b>Penutup</b> Doa dan Salam: Guru memimpin doa penutup kemudian mengucapkan salam sebagai akhir pembelajaran hari ini.	2'	
--	--	----	--

## B. Modul Ajar Kelas Kontrol

### **MODUL AJAR TERMOKIMIA KELAS XI**

#### A. Identitas Modul

Nama Sekolah : MAN 1 Kota Semarang  
 Mata Pelajaran : Kimia  
 Jenjang : SMA/MA  
 Kelas/Fase : XI/F  
 Semester : Genap  
 Jumlah JP : 15 JP (9 kali pertemuan)  
 Alokasi waktu : 45 Menit  
 Moda Pembelajaran : Tatap Muka

#### B. Kompetensi Awal

##### Pertemuan Kedua:

Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi sebelum mempelajari materi ini,

- Siswa perlu diingatkan bahwa termokimia mempelajari perubahan kalor yang menyertai perubahan zat, baik perubahan fisika maupun perubahan kimia.
- Siswa perlu memahami bahwa perubahan energi sering mereka temui dalam kehidupan sehari-hari, seperti penggunaan baterai dalam mainan dan proses pembakaran gas yang dapat menggerakkan balon udara, dsb.

##### Pertemuan Ketiga:

Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi sebelum mempelajari materi ini,

- a. Siswa telah memahami Hukum Kekekalan Energi.
- b. Siswa perlu memahami bahwa perubahan energi menyebabkan adanya energi yang ditangkap dan dilepaskan.

**Pertemuan Keempat:**

Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi sebelum mempelajari materi ini,

- a. Siswa mampu menjelaskan konsep reaksi eksotermik dan endotermik.
- b. Siswa mampu menjelaskan jenis-jenis sistem.

**Pertemuan Kelima :**

Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi sebelum mempelajari materi ini,

- a. Siswa mampu menghitung harga kalor melalui data percobaan.
- b. Siswa telah mengetahui cara menentukan kalor melalui data percobaan kalorimeter.
- c. Siswa telah memahami perubahan entalpi reaksi.

**Pertemuan Keenam :**

Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi sebelum mempelajari materi ini,

- a. Siswa telah memahami persamaan termokimia.
- b. Siswa telah memahami penentuan perubahan entalpi berdasarkan data percobaan.

**Pertemuan Ketujuh :**

Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi sebelum mempelajari materi ini,

- a. Siswa telah memahami penentuan perubahan entalpi dalam keadaan standar.

**C. Profil Pelajar Pancasila**

- a. Religius,
- b. Berpikir Kreatif,
- c. Gotong royong.

**D. Media, Sarana, dan Prasarana**

Alat : Alat tulis, handphone atau laptop, LCD, alat-alat praktikum sederhana.

Media : Power point, Gambar ilustrasi, video pembelajaran, media permainan ular tangga, artikel jurnal.

**E. Target Peserta didik**

Peserta didik dengan gaya belajar yang berbeda: auditory, visual, kinestetik.

**F. Model Pembelajaran**

*Project Based Learning* berdiferensiasi

**G. Target Kelompok Project**

Target pengelompokan sesuai dengan hasil pemetaan dominan gaya belajar peserta didik

- a. Peserta didik dengan gaya belajar Visual
- b. Peserta didik dengan gaya belajar Auditory
- c. Peserta didik dengan gaya belajar Kinestetik

**KOMPETENSI INTI****A. Tujuan Pembelajaran**

Peserta didik diharapkan mampu:

- a. Mendeskripsikan hukum kekekalan energi dan menghubungkannya dengan termokimia.
- b. Menganalisis hubungan antara sistem dan lingkungan serta mampu menentukan jenis-jenis sistem disertai dengan contohnya.
- c. Mendeskripsikan peristiwa eksotermik dan endotermik serta mampu memberikan contohnya.
- d. Melakukan percobaan penentuan peristiwa eksotermik dan endotermik.
- e. Melakukan percobaan penentuan kalor reaksi dengan menggunakan kalorimeter.
- f. Menentukan jenis-jenis perubahan entalpi reaksi.
- g. Menentukan nilai perubahan entalpi dengan menggunakan data perubahan entalpi pembentukan standar ( $\Delta H_f^o$ ), hukum Hess, dan data energi ikatan.

**B. Pertanyaan Pemantik**

**Pertemuan Pertama:**

- a. Kali ini kita akan belajar terkait materi termokimia, berdasarkan namanya berasal dari 2 kata yaitu termo dan kimia, taukah kalian arti dari kata termo? (Apersepsi)

- b. Sampah merupakan masalah besar yang melanda di negara kita, namun beberapa negara maju telah mengatasi sampah dengan pengolahan maksimal salah satunya dengan mengubah energi sampah menjadi energi listrik. Bagaimana tanggapan kalian mengenai peristiwa tersebut?

**Pertemuan Kedua :**

- Jika ada si A yang memakai baju hitam di siang hari dan si B yang memakai baju putih di siang hari, siapakah menurut kalian yang lebih cepat kepanasan pada saat itu? Apa penyebabnya? (Apersepsi)
- Berdasarkan video tersebut, perubahan energi apa saja yang terjadi? (Hk. Kekekalan Energi)

**Pertemuan Ketiga :**

- Perhatikan satu pensil ini yang terdapat dalam kotak pensil. Kita ibaratkan satu pensil ini adalah sesuatu yang menjadi pusat perhatian kita, berarti apa saja yang diluar pusat perhatian kita? (Sistem dan Lingkungan)
- Mengapa ketika kita molarutkan tablet *effervescent* (vitamin C) dalam air akan membentuk gelembung dan suhunya berubah menjadi dingin? Dan mengapa ketika kita molarutkan sabun deterjen dalam air akan terasa hangat? (Reaksi Eksoterm dan Endoterm)
- Coba kalian sebutkan contoh reaksi eksoterm dan endoterm yang sering kalian temui dalam kehidupan sehari-hari? (Reaksi Eksoterm dan Endoterm)
- Berdasarkan video tersebut, coba menurut kalian cara kerja kalorimetri itu seperti apa? (Kalorimetri)

**Pertemuan Kelima:**

- Berdasarkan jurnal hasil penelitian yang kalian baca, menurut kalian bagaimana peneliti melakukan penentuan kalori dalam makanan menggunakan kalorimeter? (Entalpi dan Perubahan Entalpi)
- Coba ingat kembali dan coba sebutkan bagaimana cara menentukan harga perubahan entalpi? (Persamaan Termokimia)

**Pertemuan Keenam:**

- Coba perhatikan diagram siklus ini, terdapat reaksi satu arah dan dua arah, bagaimana maksud dari hubungan reaksi tersebut dalam diagram ini? (Hukum Hess)

### C. Tahapan Kegiatan Pembelajaran

Pert.	Kegiatan	Waktu	Jumlah JP
1	<p style="text-align: center;"><b>Pendahuluan</b></p> <p><b>Pendahuluan</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa bersama dipimpin oleh salah satu siswa (<b>Religius</b>).</li> <li>b. Guru memeriksa kesiapan dan kehadiran siswa sebagai perwujudan sikap disiplin.</li> </ul> <p><b>Kegiatan Inti (Sintak 1: Penentuan Pertanyaan Mendasar serta Penentuan Proyek)</b></p> <p><b>Apersepsi dan Pretest</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru memberikan pertanyaan pemanik sebagai apersepsi dalam pembelajaran.</li> <li>b. Guru mengarahkan siswa untuk mengerjakan soal pretest untuk mengukur pengetahuan awal siswa.</li> <li>c. Bentuk soal uraian berjumlah 5.</li> </ul> <p><b>Pemetaan Gaya Belajar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru mengarahkan siswa untuk membuka laman <a href="http://maukuliah.id">maukuliah.id</a></li> <li>b. Setelah login, guru mengarahkan siswa untuk mengisi tes gaya belajar sesuai dengan apa yang mereka alami.</li> <li>c. Guru membentuk kelompok sesuai dengan hasil pemetaan dominan gaya belajar menjadi enam kelompok.</li> <li>d. Guru menjelaskan bahwa kelompok tersebut nantinya digunakan selama proses pembelajaran, terutama pada penggerjaan proyek.</li> <li>e. Guru hanya meminta data profil siswa namun tidak ditujukan untuk kebutuhan proyek akhir.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Penutup</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru mengajak siswa menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini.</li> </ul>	10'	2 JP (90')

	<ul style="list-style-type: none"> <li>b. Siswa ditugaskan untuk mempelajari materi hukum kekekalan energi dan energi dalam sebelum pertemuan selanjutnya.</li> <li>c. Siswa diingatkan kembali terkait penentuan proyek tiap kelompok pada pertemuan selanjutnya.</li> <li>d. Doa dan Salam: Guru memimpin doa penutup kemudian mengucapkan salam sebagai akhir pembelajaran hari ini.</li> </ul>		
2	<p style="text-align: center;"><b>Pendahuluan</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa bersama dipimpin oleh salah satu siswa (<b>Religius</b>).</li> <li>b. Guru memeriksa kesiapan dan kehadiran siswa sebagai perwujudan sikap disiplin.</li> <li>c. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran.</li> <li>d. Guru menanyakan terkait penentuan proyek masing-masing kelompok.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Konstruksi Pemahaman Konsep Hukum Kekekalan Energi dan Perhitungan Energi Dalam</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru menayangkan video terkait perubahan energi yakni pada proses pemanasan balon udara atau perubahan energi panas menjadi energi gerak dan penggunaan baterai dalam mainan atau perubahan energi kimia menjadi energi mekanik (<b>Berpikir Kreatif</b>).</li> <li>b. Guru mengarahkan siswa untuk memahami perubahan energi yang terjadi dengan memberikan pertanyaan pemantik, kemudian guru menuntun siswa untuk menghubungkan dengan hukum kekekalan energi (<b>Berpikir Kreatif</b>).</li> <li>c. Siswa diarahkan bahwa termokimia merupakan materi yang dekat dalam kehidupan sehari-hari.</li> <li>d. Siswa diingatkan kembali bahwa ketika mereka mempelajari jenis-jenis perubahan zat (perubahan kimia dan fisika) di kelas X, ada energi yang diserap atau dilepaskan pada proses perubahan zat tersebut. Contoh, ketika kita menyimpan es batu di udara terbuka</li> </ul>	5'	1 JP (45')
		35'	

	<p>maka es akan mencair karena adanya penyerapan energi dari udara ke es batu (<b>Berpikir Kreatif</b>).</p> <p>e. Guru mengarahkan siswa untuk memahami perhitungan dan konsep energi dalam (<b>Berpikir Kreatif</b>).</p> <p>f. Guru menuntun siswa untuk menjawab latihan soal (<b>Berpikir Kreatif</b>).</p>		
	<b>Penutup</b>		
	<p>a. Guru mengajak siswa menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini.</p> <p>b. Refleksi Pembelajaran:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Siswa diajak untuk berdiskusi hal-hal yang telah dipelajari dan apa saja yang belum dipahami tentang subbab Hukum Kekekalan Energi, Sistem dan Lingkungan.</li> <li>2) Siswa diminta untuk menyampaikan pembelajaran apa yang mereka peroleh pada subbab ini.</li> <li>3) Siswa ditekankan manfaat mempelajari subbab ini.</li> </ol> <p>c. Tindak Lanjut Pembelajaran: Siswa ditekankan kembali bahwa pemahaman terhadap materi tersebut harus mereka pahami sebelum masuk ke subbab selanjutnya.</p> <p>d. Doa dan Salam: Guru memimpin doa penutup kemudian mengucapkan salam sebagai akhir pembelajaran hari ini.</p>	5'	
3	<b>Pendahuluan</b>	5'	2 JP (90')
	<p>a. Guru membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa bersama dipimpin oleh salah satu siswa (<b>Religius</b>).</p> <p>b. Guru memeriksa kesiapan dan kehadiran siswa sebagai perwujudan sikap disiplin.</p> <p>c. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran.</p>	25'	
	<b>Kegiatan Inti (Sintak 2: Merancang Langkah-Langkah Pembuatan Proyek)</b>		
	<b>Konstruksi Pemahaman Konsep Sistem dan Lingkungan</b>		
	<p>a. Guru memberikan beberapa analogi contohnya pensil dalam kotak pensil, siswa dan guru dalam ruangan kelas, dan hal yang berada di sekitar siswa dengan mengajukan pertanyaan pemantik.</p>		

	<p>b. Guru menyediakan analogi berupa diagram venn untuk menstimulus siswa menyimpulkan definisi sistem dan lingkungan.</p> <p>c. Guru menunjuk 2-3 siswa untuk mengkomunikasikan pendapat terkait definisi sistem dan lingkungan yang mereka dapatkan (<b>Berpikir Kreatif</b>).</p> <p>d. Guru menguatkan bahwa sistem merupakan objek yang diamati atau yang menjadi pusat perhatian sedangkan lingkungan adalah segala sesuatu diluar sistem.</p> <p>e. Guru menuntun siswa untuk mendefinisikan berbagai jenis sistem (terbuka, tertutup, dan terisolasi).</p>		
	<p><b>Konstruksi Pemahaman Konsep Reaksi Eksoterm dan Endoterm</b></p> <p>a. Melalui tanya jawab, siswa diberikan pertanyaan pemanik (<b>Berpikir Kreatif</b>).</p> <p>b. Siswa diarahkan untuk mengaitkan peristiwa tersebut dengan reaksi eksotermik dan endotermik.</p> <p>c. Guru melakukan demonstrasi praktikum sederhana reaksi eksotermik dan endotermik.</p>	<b>40'</b>	
	<p><b>Merancang Langkah-Langkah Pembuatan Proyek</b></p> <p>a. Siswa berkumpul dengan kelompok masing-masing.</p> <p>b. Siswa diarahkan untuk mendiskusikan rencana pembuatan proyek meliputi pembagian tugas, penentuan materi (memilih materi awal hingga akhir), persiapan alat, bahan, media dan sumber yang dibutuhkan dengan guru sebagai fasilitator (<b>Gotong Royong, Berpikir Kreatif</b>).</p>	<b>15'</b>	
	<p><b>Penutup</b></p> <p>a. Guru mengajak siswa menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini.</p> <p>b. Doa dan Salam: Guru memimpin doa penutup kemudian mengucapkan salam sebagai akhir pembelajaran hari ini.</p>	<b>10'</b>	
<b>4</b>	<p><b>Pendahuluan</b></p> <p>a. Guru membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa bersama dipimpin oleh salah satu siswa (<b>Religius</b>).</p> <p>b. Guru memeriksa kesiapan dan kehadiran siswa sebagai perwujudan sikap disiplin.</p>	<b>5'</b>	<b>2 JP (90')</b>

	<p>c. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran.</p> <p style="text-align: center;"><b>Kegiatan Inti (Sintak 3: Penyusunan Jadwal)</b></p> <p><b>Konstruksi Pemahaman Konsep Kalorimetri</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Siswa diarahkan untuk memahami perbedaan kalorimeter bom dan kalorimeter sederhana.</li> <li>b. Siswa diarahkan untuk memahami hubungan antara suhu dan kalor melalui persamaan rumus.</li> <li>c. Siswa diajak untuk menganalisis penentuan harga kalor reaksi dengan menggunakan perhitungan data hasil percobaan (<b>Berpikir Kreatif</b>).</li> <li>d. Siswa diarahkan untuk membaca jurnal hasil penelitian mengenai penggunaan kalorimeter dalam penentuan jumlah kalori pada suatu makanan dari jurnal yang diberikan oleh guru.</li> <li>e. Siswa ditanya mengenai hasil penelaahan mereka tentang jurnal penelitian penggunaan kalorimeter untuk menentukan jumlah kalori pada suatu bahan makanan dengan pertanyaan pemantik (<b>Berpikir Kreatif</b>).</li> </ul> <p><b>Konstruksi Pengetahuan Konsep Entalpi dan Perubahan Entalpi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Siswa diarahkan untuk memahami bahwa kalorimeter digunakan untuk mengukur kalor pada tekanan tetap.</li> <li>b. Siswa diarahkan untuk memahami bahwa kalor yang diukur pada tekanan tetap disebut dengan perubahan entalpi (<math>\Delta H</math>).</li> <li>c. Siswa diarahkan untuk memahami grafik perubahan entalpi reaksi eksoterm dan endoterm.</li> <li>d. Siswa diajak untuk mengerjakan latihan soal dengan menghitung perubahan entalpi.</li> </ul> <p><b>Penyusunan Jadwal Proyek</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Siswa dan guru membuat kesepakatan tentang jadwal pembuatan proyek (tahapan-tahapan pengumpulannya).</li> </ul>		
		30'	
		45'	
		5'	

	b. Siswa menyusun jadwal penyelesaian proyek dengan memperhatikan batas waktu yang telah ditentukan bersama.		
	<b>Penutup</b>	5'	
	a. Guru mengajak siswa menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini. b. Doa dan Salam: Guru memimpin doa penutup kemudian mengucapkan salam sebagai akhir pembelajaran hari ini.		
5	<b>Pendahuluan</b>	3'	<b>1 JP (45')</b>
	a. Guru membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa bersama dipimpin oleh salah satu siswa ( <b>Religius</b> ). b. Guru memeriksa kesiapan dan kehadiran siswa sebagai perwujudan sikap disiplin.		
	<b>Konstruksi Pengetahuan Konsep Entalpi dan Perubahan Entalpi</b>	40'	
	a. Guru melakukan demonstrasi praktikum mengukur nilai $\Delta H$ menggunakan kalorimeter sederhana. b. Siswa diarahkan untuk menghitung perubahan entalpi berdasarkan hasil percobaan.		
	<b>Penutup</b>	2'	
	a. Guru mengajak siswa menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini. b. Doa dan Salam: Guru memimpin doa penutup kemudian mengucapkan salam sebagai akhir pembelajaran hari ini.		
6	<b>Pendahuluan</b>	5'	<b>2 JP (90')</b>
	a. Guru membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa bersama dipimpin oleh salah satu siswa ( <b>Religius</b> ). b. Guru memeriksa kesiapan dan kehadiran siswa sebagai perwujudan sikap disiplin.		
	<b>Kegiatan Inti (Sintak 4: Penyelesaian Proyek dengan Pendampingan Guru)</b>		
	<b>Konstruksi Pengetahuan Persamaan Termokimia</b>	25'	
	a. Siswa diarahkan untuk mengingat kembali tentang penentuan harga perubahan entalpi berdasarkan percobaan calorimeter dengan pertanyaan pemantik ( <b>Berpikir Kreatif</b> ).		

	<p>b. Siswa diarahkan untuk menjawab pertanyaan mengenai pengertian dan contoh reaksi eksotermik dan reaksi endotermik (<b>Berpikir Kreatif</b>). Siswa diajak untuk mengerjakan latihan soal.</p> <p><b>Perubahan Entalpi dalam Keadaan Standar</b></p> <p>a. Siswa diarahkan untuk lebih memahami perubahan entalpi pembentukan standar (<math>\Delta H_f^o</math>) dengan mempelajari contoh soal.</p> <p>b. Siswa diberikan contoh reaksi berupa data <math>\Delta H_f^o</math> dan menghitung <math>\Delta H</math> reaksi tersebut. Siswa diarahkan untuk memahami bahwa perubahan entalpi pembentukan standar dapat digunakan untuk menentukan perubahan entalpi reaksi.</p> <p>c. Siswa diajak untuk memahami perubahan entalpi penguraian standar (<math>\Delta H_d^o</math>) dengan memahami contoh soal.</p> <p>d. Siswa diajak untuk memahami perubahan entalpi pembakaran standar (<math>\Delta H_c^o</math>) dengan memahami contoh soal.</p> <p>e. Siswa diajak untuk memahami perubahan entalpi pelarutan standar (<math>\Delta H_s^o</math>) dengan memahami contoh soal.</p> <p>f. Siswa diarahkan untuk mengerjakan latihan soal secara mandiri.</p>	
	<p><b>Penyelesaian Proyek dengan Pendampingan Guru</b></p> <p>a. Guru mengadakan tanya jawab masing-masing kelompok terkait perkembangan proyek yang telah dibuat.</p> <p>b. Siswa melakukan penggerjaan proyek sesuai jadwal, mencatat setiap tahapan, mendiskusikan setiap masalah yang muncul selama penyelesaian proyek dengan guru (<b>Gotong Royong, Berpikir Kreatif</b>).</p>	<b>10'</b>
	<p><b>Penutup</b></p> <p>a. Guru mengajak siswa menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini.</p>	<b>5'</b>

	b. Doa dan Salam: Guru memimpin doa penutup kemudian mengucapkan salam sebagai akhir pembelajaran hari ini.		
7	<p style="text-align: center;"><b>Pendahuluan</b></p> <p>a. Guru membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa bersama dipimpin oleh salah satu siswa (<b>Religius</b>).  b. Guru memeriksa kesiapan dan kehadiran siswa sebagai perwujudan sikap disiplin.</p> <p style="text-align: center;"><b>Kegiatan Inti (Sintak 4: Penyelesaian Proyek dengan Pendampingan Guru</b></p> <p><b>Konstruksi Pemahaman Konsep Hukum Hess</b></p> <p>a. Guru memberikan hubungan beberapa persamaan kimia dengan hukum Hess, peserta didik menyimpulkan mengenai deskripsi hukum Hess.  b. Siswa diarahkan untuk lebih memahami hukum Hess dengan mempelajari contoh soal.  c. Siswa diajak untuk memahami bahwa hukum Hess dapat digunakan pada diagram siklus dengan pertanyaan pemanitik.  d. Siswa diarahkan untuk lebih memahami bahwa hukum Hess dapat digunakan pada diagram siklus persamaan termokimia dengan mempelajari contoh soal.  e. Siswa diajak untuk mengerjakan latihan soal.</p> <p><b>Konstruksi Pemahaman Konsep Energi Ikatan</b></p> <p>a. Siswa diajak untuk mendeskripsikan energi ikatan rata-rata.  b. Siswa diarahkan untuk memahami bahwa reaksi kimia merupakan proses penyusunan ulang dari suatu zat (reaktan) menjadi zat lain (produk). Pada proses penyusunan ulang tersebut terjadi peristiwa pemutusan ikatan (pada reaktan) dan pembentukan ikatan (pada produk).  c. Siswa diajak untuk memahami bahwa perubahan entalpi reaksi dapat ditentukan melalui harga energi ikatan rata-rata.  d. Siswa diarahkan untuk mempelajari contoh soal.  e. Siswa diajak untuk mengerjakan latihan soal.</p>	5'	2 JP (90')
		30'	
		40'	

	<p><b>Penyelesaian Proyek dengan Pendampingan Guru</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru memantau keaktifan siswa selama melaksanakan proyek, memantau realisasi perkembangan dan membimbing jika mengalami kesulitan.</li> <li>b. Guru mengadakan tanya jawab masing-masing kelompok terkait perkembangan proyek yang telah dibuat.</li> <li>c. Siswa melakukan pengerjaan proyek sesuai jadwal, mencatat setiap tahapan, mendiskusikan setiap masalah yang muncul selama penyelesaian proyek dengan guru (<b>Gotong Royong, Berpikir Kreatif</b>).</li> </ul>	10'	
	<p><b>Penutup</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru mengajak siswa menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini.</li> <li>b. Doa dan Salam: Guru memimpin doa penutup kemudian mengucapkan salam sebagai akhir pembelajaran hari ini.</li> </ul>	5'	
8	<p><b>Pendahuluan</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa bersama dipimpin oleh salah satu siswa (<b>Religius</b>).</li> <li>b. Guru memeriksa kesiapan dan kehadiran siswa sebagai perwujudan sikap disiplin.</li> </ul>	1'	<b>1 JP (45')</b>
	<p><b>Sintak 5: Penyusunan Laporan dan Presentasi Hasil Proyek</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Siswa menyusun laporan proyek untuk dipresentasikan (<b>Gotong Royong, Berpikir Kreatif</b>).</li> <li>b. Siswa mempresentasikan laporan dan hasil proyek yang telah dibuat (<b>Gotong Royong, Berpikir Kreatif</b>).</li> <li>c. Guru memantau hasil proyek dan mengukur ketercapaian standart proyek berdasarkan rubrik penilaian yang telah dibuat.</li> </ul>	30'	
	<p><b>Sintak 6: Evaluasi Progres Hasil Proyek</b></p>	12'	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru mengarahkan siswa untuk menilai kinerja antar teman sejawat berdasarkan rubrik penilaian yang telah dibuat.</li> <li>b. Siswa memberikan evaluasi hasil proyek kelompok lain dan guru memberikan evaluasi tambahan.</li> <li>c. Kelompok yang karyanya paling bagus dan rapi mendapatkan <i>reward point</i> dari guru.</li> </ul>		
	<b>Penutup</b>	2'	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru mengajak siswa menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini.</li> <li>b. Guru mengumumkan bahwasanya pertemuan selanjutnya diadakan ulangan sehingga siswa diarahkan untuk belajar secara mandiri terkait keseluruhan materi termokimia.</li> <li>c. Doa dan Salam: Guru memimpin doa penutup kemudian mengucapkan salam sebagai akhir pembelajaran hari ini.</li> </ul>		
9	<b>Pendahuluan</b>	3'	2 JP (90')
	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa bersama dipimpin oleh salah satu siswa (<b>Religius</b>).</li> <li>b. Guru memeriksa kesiapan dan kehadiran siswa sebagai perwujudan sikap disiplin.</li> </ul>		
	<b>Posttest</b>	85'	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Guru mengarahkan siswa untuk mengerjakan soal posttest untuk mengukur sejauh mana pemahaman siswa terkait materi termokimia</li> <li>b. Bentuk soal uraian berjumlah 5..</li> </ul>		
	<b>Penutup</b>	2'	
	Doa dan Salam: Guru memimpin doa penutup kemudian mengucapkan salam sebagai akhir pembelajaran hari ini.		

## Lampiran 6. LKPD

**Lembar Kerja Peserta Didik  
Materi Termokimia**

**Kimia Kelas XI SMA/MA**

Oleh : Masyitoh Putri Itsnaini

**Nama Kelompok:**

---

---

---

---

---



# Termokimia

## Kelas 11

Kelompok: \_\_\_\_\_

Tanggal: \_\_\_\_\_

Flexibility

### Pendahuluan

Literasi



Sampah merupakan masalah besar saat ini, terutama di kota-kota besar yang padat penduduk. Minimnya kesadaran masyarakat untuk memilah sampah sesuai dengan jenis bahan dasarnya merupakan salah satu penyebab sulitnya pengolahan sampah. Berdasarkan data dari Badan Statistik Nasional tahun 2014, rata-rata 81% masyarakat Indonesia membuang sampah dengan tidak memilah jenis sampah. Selain itu, pengolahan sampah di beberapa daerah di negara kita belum memaksimalkan potensi energi yang terkandung di dalam sampah.

Negara-negara maju seperti Denmark, Swiss, Amerika, dan Prancis, telah mengatasi masalah sampah dengan pengolahan yang maksimal. Tidak hanya mengatasi bau busuk dari sampah, tetapi mampu mengubah sampah-sampah tersebut menjadi energi listrik. KOK BISAAA????

Semua benda di alam semesta memiliki energi. Energi digunakan pada saat benda tersebut berpindah tempat atau berubah bentuk. Ada dua energi yang dimiliki oleh suatu benda, yaitu energi potensial dan energi kinetik. Energi potensial adalah energi yang dimiliki oleh suatu benda ketika benda tersebut diam. Adapun energi kinetik adalah energi yang dimiliki suatu benda ketika benda tersebut bergerak. Jumlah dari energi kinetik dan energi potensial disebut dengan energi dalam (energi internal). Energi dalam ini yang dapat dimanfaatkan dalam pengolahan sampah menjadi energi listrik atau panas.

Informasi lebih lanjut : [bit.ly/mengubahenergisampah](http://bit.ly/mengubahenergisampah)



## Termokimia Kelas 11

Kelompok:

Tanggal:

Fluency

### Hukum Kekekalan Energi

Perhatikan video pada scan barcode di bawah ini!



**Setelah menyimak video, jawablah pertanyaan di bawah ini dengan benar!**

- 1) Bagaimana panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar pada balon udara dapat mempengaruhi perubahan energi pada balon sehingga ia dapat terangkat ke udara? Jelaskan beberapa mekanisme perpindahan energi yang terjadi dalam proses ini?
- 2) Jelaskan hubungan antara fenomena tersebut dengan Hukum Kekekalan energi!
- 3) Temukan peristiwa-peristiwa dalam kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan Hukum Kekekalan Energi! Kemudian jelaskan hubungannya disertai perubahan energi di dalamnya! (minimal 3)

**Hukum Kekekalan Energi menyatakan bahwa "energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, energi dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lain."**



# Termokimia

## Kelas 11

## Kelompok:

Tanggall:

## Fluency

# Energi Dalam

Kerjakan soal di bawah ini!

- 1) Suatu sistem menyerap kalor sebesar 300 kJ setelah melakukan kerja sebesar 125 kJ. Tentukan perubahan energi yang terjadi! (Jawaban disertai penjelasan di setiap tahapannya)
  - 2) Suatu sistem melepas kalor sebesar 400 joule setelah menerima kerja sebesar 250 joule. Tentukan perubahan energi yang terjadi! (Jawaban disertai penjelasan di setiap tahapannya)

Rumus :

$$\Delta E = q + w$$

$\Delta E$  = perubahan energi dalam (J)  
 $q$  = jumlah kalor yang diserap atau dilepas sistem (J)  
 $w$  = kerja yang dilakukan sistem (J)

*Ayo Bernyanyi!  
Nada : Naik Delman*

Perubahan energi dalam atau  $\Delta E$   
Sama dengan  $q$  kalor ditambah w/kerja  
 $q$  positif **serap**, w positif **menerima**  
Ayo kita ingat, jangan lupa 2x



# Termokimia

## Kelas 11

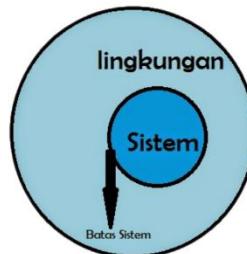
Kelompok: \_\_\_\_\_

Tanggal: \_\_\_\_\_

Fluency

### Sistem dan Lingkungan

Perhatikan analogi sistem dan lingkungan di bawah ini!



Berdasarkan analogi tersebut, berikan kesimpulan terkait definisi Lingkungan dan Sistem menurutmu!

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Sistem terbagi menjadi 3:



Sistem terbuka



Sistem tertutup



Sistem terisolasi



## Termokimia Kelas 11

Kelompok: \_\_\_\_\_

Tanggal: \_\_\_\_\_

Fluency

### Reaksi Endoterm dan Eksoterm

Perhatikan gambar di bawah ini!



Mengapa ketika kita melarutkan tablet effervescent (vitamin C) dalam air akan membentuk gelembung dan suhunya berubah menjadi dingin? dan mengapa ketika melarutkan sabun deterjen dalam air akan terasa hangat?

---

---

---

Sebutkan 3 contoh reaksi eksoterm dan endoterm yang kamu ketahui dalam kehidupan sehari-hari!

---

---

---



# Termokimia Kelas 11

Kelompok: \_\_\_\_\_

Tanggal: \_\_\_\_\_

Originality

## Panduan Praktikum Reaksi Endoterm dan Eksoterm

### Tujuan Praktikum

Untuk mengetahui reaksi endoterm dan eksoterm berdasarkan hasil percobaan

### Alat dan Bahan

- 1) 1 buah piring
- 2) 1 buah gelas
- 3) 1 buah lilin
- 4) 1 buah korek api
- 5) 1 buah sendok makan
- 6) 1 buah termometer
- 7) 1 gelas minuman berwarna
- 8) 1 gelas air
- 9) Serbuk kapur ( $\text{CaO}$ )

### Langkah Kerja

#### Percobaan 1

- Siapkan 1 buah piring.
- Masukkan minuman berwarna ke dalam piring secukupnya.
- Letakkan lilin di atas larutan berwarna dan nyalaikan lilin menggunakan korek api.
- Letakkan gelas secara terbalik menutupi lilin dan tunggu beberapa saat.
- Amati yang terjadi.



# Termokimia

## Kelas 11

Kelompok:

Tanggal:

Originality

### Panduan Praktikum Reaksi Endoterm dan Eksoterm

#### Langkah Kerja

##### Percobaan 2

- Siapkan 1 buah gelas.
- Masukkan air ke dalam gelas dan ukur suhu awal air menggunakan termometer. Lalu, catat suhu awal.
- Masukkan serbuk kapur sebanyak 3-4 sendok makan, lalu aduk.
- Ukur kembali suhu setelah ditambahkan serbuk kapur. Catat suhu akhir.
- Bandingkan suhu awal dan akhir.

#### Hasil Pengamatan

Percobaan	Hasil Pengamatan	
1		
2	Suhu awal	
	Suhu akhir	

#### Pertanyaan

- 1) Pada percobaan pertama, reaksi tersebut termasuk dalam reaksi endoterm/eksoterm? Mengapa demikian?
- 2) Pada percobaan kedua, reaksi tersebut termasuk dalam reaksi endoterm/eksoterm? Mengapa demikian?



## Termokimia Kelas 11

Kelompok:

Tanggal:

Flexibility

### Kalorimetri

Bacalah artikel yang terdapat scan barcode di bawah ini!



**Setelah membaca artikel, jawablah pertanyaan di bawah ini dengan benar!**

- 1) Kalorimeter terbagi menjadi berapa? Sebutkan!
- 2) Apa fungsi kalorimeter berm untuk kehidupan sehari-hari?
- 3) Bagaimana cara kerja kalorimeter berm dalam mengukur kalor reaksi? Jelaskan!
- 4) Apa dampak yang didapatkan jika nilai kalori suatu makanan terlalu tinggi?



## Termokimia Kelas 11

Kelompok:

Tanggal:

Fluency

### Kalorimetri

Kerjakan soal di bawah ini!

Seorang ahli kimia pangan akan menghitung jumlah kalori yang terdapat dalam laktosa. Dia memasukkan laktosa sebanyak 200 mg ke dalam kalorimeter bom dan dibakar sehingga terjadi perubahan suhu dari  $20^{\circ}\text{C}$  menjadi  $20,9^{\circ}\text{C}$ . Jika kapasitas kalor kalorimeter bom adalah  $420 \text{ J} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$ , berapakah kalori dari laktosa tersebut?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Termokimia Kelas 11

Kelompok:

Tanggal:

Elaboration

### Kalorimetri

#### Ayo Berlatih!

- 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  $20^{\circ}\text{C}$  menjadi  $22,87^{\circ}\text{C}$ . Jika kapasitas kalor kalorimeter bom adalah  $420 \text{ J}^{\circ}\text{C}^{-1}$ , hitung jumlah kalori yang terdapat dalam asam benzoat tersebut!
- Seorang pelajar melakukan percobaan di laboratorium sekolahnya. Dia ingin mengetahui jumlah kalor yang menyertai reaksi penetrasi 150 ml larutan HCl 0,01 M dengan 150 ml larutan KOH 0,01 M. Dia mereaksikan kedua larutan tersebut di dalam kalorimeter sederhana. Setelah reaksi berlangsung terjadi kenaikan suhu sebesar  $3,2^{\circ}\text{C}$ . Berapakah perubahan entalpi pada reaksi tersebut jika kalor jenis larutan = kalor jenis air =  $4,2 \text{ J}^{\circ}\text{C}^{-1}$  dan massa jenis larutan = massa jenis air =  $1 \text{ g.ml}^{-1}$ ?
- Pada proses pelarutan 1,7 gram  $\text{NaNO}_3$  dalam 100 gram air terjadi penurunan suhu sebesar  $1,56^{\circ}\text{C}$ . Hitung kalor yang menyertai reaksi pelarutan tersebut jika kalor jenis larutan =  $4,2 \text{ J}^{\circ}\text{C}^{-1}$ , kapasitas kalor kalorimeter =  $11,7 \text{ J}^{\circ}\text{C}^{-1}$ , dan  $M_r \text{ NaNO}_3 = 85$ !



# Termokimia Kelas 11

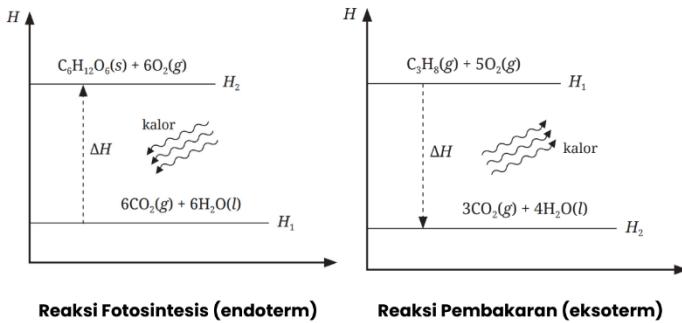
Kelompok:

Tanggal:

Fluency

## Entalpi dan Perubahan Entalpi

Perhatikan kedua grafik ini!



Temukan perbedaan reaksi endoterm dan eksoterm berdasarkan grafik di atas!

No.	Grafik Reaksi Endoterm	Grafik Reaksi Eksoterm



## Termokimia Kelas 11

Kelompok:

Tanggal:

Originality

### Panduan Praktikum Mengukur Perubahan Entalpi Menggunakan Kalorimeter

#### Tujuan Praktikum

Untuk mengetahui perubahan entalpi reaksi menggunakan kalorimeter sederhana.

#### Alat dan Bahan

- 1) Satu set alat kalorimeter sederhana
- 2) Air
- 3) NaCl

#### Langkah Kerja

- Timbang air sebanyak 125 gram, masukkan ke dalam kalorimeter sederhana.
- Ukur suhu awal air dalam kalorimeter dan catat.
- Timbang NaCl sebanyak 5 gram, masukkan ke dalam kalorimeter.
- Tutup kalorimeter dan aduk.
- Ukur suhu akhir larutan dan catat.
- Tentukan kalor pelarutan NaCl tersebut berdasarkan data hasil percobaan.



## Termokimia Kelas 11

Kelompok:

Tanggal:

Originality

### Panduan Praktikum Mengukur Perubahan Entalpi Menggunakan Kalorimeter

#### Pertanyaan

- 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 =  $0 \text{ J.}^{\circ}\text{C}^{-1}$ , massa jenis air = massa jenis larutan =  $1 \text{ g.ml}^{-1}$ , dan Mr NaCl = 58,5.
- 2) Buat kesimpulan dari percobaan yang sudah kalian lakukan. Apakah proses tersebut berlangsung secara eksotermik atau endotermik? Jelaskan!

---

---

---

---

---



# Termokimia

## Kelas 11

Kelompok: \_\_\_\_\_

Tanggal: \_\_\_\_\_

Fluency

### Persamaan Termokimia

**Persamaan termokimia** dapat disimpulkan, apabila :

1.	$\Delta H$ reaksi positif	Menyerap kalor (endoterm)
2.	$\Delta H$ reaksi negatif	_____
3.	Koefesien dikalikan 2	_____
4.	Koefesien dibagi 2	_____
5.	Reaksi dibalik	_____



## Termokimia Kelas 11

Kelompok:

Tanggal:

Elaboration

### Persamaan Termokimia

#### Ayo Berlatih!

- Jelaskan arti dari persamaan termokimia berikut!  
 $C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \quad \Delta H = -393,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Tuliskan persamaan termokimia dari pernyataan berikut!  
Untuk pembakaran sempurna 1 mol metanol ( $CH_3OH$ ) menjadi gas  $CO_2$  dan uap air, dilepaskan kalor sebesar 692,6 kJ.
- Pada reaksi pembakaran 2 mol gas NO menjadi gas  $NO_2$ , dilepaskan kalor sebesar 114,14 kJ, menurut reaksi:  
 $2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g) \quad \Delta H = -114,14 \text{ kJ}$   
Hitunglah kalor yang dilepaskan jika 1,5 gram gas NO dibakar pada tekanan tetap! ( $M_r$  NO = 30)
- Kalor yang dilepaskan ketika terjadi reaksi pembakaran gas CO menjadi  $CO_2$  adalah  $-283,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , menurut reaksi:  
 $CO(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \quad \Delta H = -283,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$   
Hitunglah kalor yang diserap jika 1,1 gram gas  $CO_2$  diuraikan menjadi gas CO dan oksigen! ( $A_r$  C = 12, O = 16)



# Termokimia

## Kelas 11

Kelompok:

Tanggal:

Elaboration

### Perubahan Entalpi dalam Keadaan Standar

#### 1) Perubahan Entalpi Pembentukan Standar ( $\Delta H^\circ_f$ )

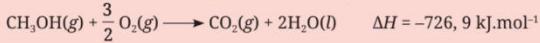
**Latihan Soal!**

1. Reaksi pembakaran gas metana berlangsung sebagai berikut.



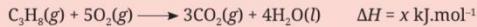
Jika diketahui  $\Delta H^\circ_f \text{ CH}_4 = -74,8 \text{ kJ.mol}^{-1}$ ;  $\Delta H^\circ_f \text{ CO}_2 = -393,5 \text{ kJ.mol}^{-1}$ ; dan  $\Delta H^\circ_f \text{ H}_2\text{O} = -241,8 \text{ kJ.mol}^{-1}$ , hitunglah perubahan entalpi pembakaran 1 mol gas metana tersebut!

2. Jika 1 mol metanol dibakar dalam keadaan standar, akan menghasilkan kalor sebesar 726,9 kJ.mol<sup>-1</sup> menurut persamaan termokimia:



Jika diketahui  $\Delta H^\circ_f \text{ CO}_2 = -393,5 \text{ kJ.mol}^{-1}$  dan  $\Delta H^\circ_f \text{ H}_2\text{O} = -241,8 \text{ kJ.mol}^{-1}$ , hitunglah perubahan entalpi pembentukan standar ( $\Delta H^\circ_f$ ) metanol!

3. Diketahui  $\Delta H^\circ_f \text{ CO}_2 = -393,5 \text{ kJ.mol}^{-1}$ ;  $\Delta H^\circ_f \text{ H}_2\text{O} = -241,8 \text{ kJ.mol}^{-1}$ ; dan  $\Delta H^\circ_f \text{ C}_3\text{H}_8 = -104 \text{ kJ.mol}^{-1}$ . Jika persamaan termokimia dari reaksi pembakaran gas propana adalah:



hitunglah perubahan entalpi pada reaksi pembakaran 1,1 gram gas propana! ( $M_r \text{ C}_3\text{H}_8 = 44$ )



## Termokimia Kelas 11

Kelompok:

Tanggal:

### Hukum Hess

"Apabila sebuah reaksi berlangsung dalam dua tahap reaksi atau lebih maka perubahan entalpi terhadap reaksi tersebut akan bernilai sama dengan jumlah perubahan entalpi dari seluruh tahapan yang terjadi."

(Hukum Hess)

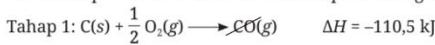


Germain Henri Hess

Sumber: P.A. Smirnov/wikimedia.org



Perkirakan perubahan reaksi tersebut dapat berlangsung dalam dua tahap.



+





# Termokimia Kelas 11

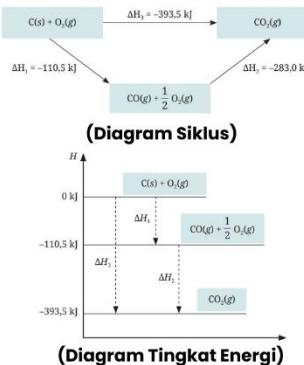
Kelompok:

Tanggal:

Fluency

## Hukum Hess

Perhatikan diagram di bawah ini!



Jelaskan maksud isi dari diagram siklus dan diagram tingkat energi tersebut!



# Termokimia Kelas 11

Kelompok: \_\_\_\_\_

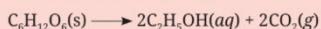
Tanggal: \_\_\_\_\_

**Elaboration**

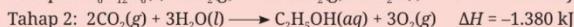
## Hukum Hess

### Ayo Berlatih!

1. Pada pembuatan tapai, terjadi fermentasi glukosa menjadi alkohol menurut reaksi berikut.

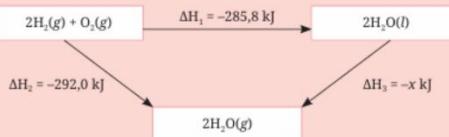


Reaksi fermentasi tersebut berlangsung dua tahap, yaitu:



Berdasarkan data tersebut, tentukan harga perubahan entalpi reaksi fermentasi glukosa menjadi alkohol!

2. Perhatikan diagram siklus dari perubahan wujud air berikut.



Berdasarkan data diagram siklus di atas, hitunglah perubahan entalpi yang menyertai perubahan wujud air dari cair menjadi gas!



## Termokimia Kelas 11

Kelompok:

Tanggal:

**Elaboration**

### Energi Ikatan

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = \sum \text{energi ikatan terputus} - \sum \text{energi ikatan terbentuk}$$

#### **Latihan Soal!**

1. Hitunglah perubahan entalpi dari reaksi-reaksi di bawah ini dengan menggunakan data energi ikatan pada Tabel 5.3!
  - a.  $\text{CH}_4(g) + 2\text{O}_2(g) \longrightarrow \text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$
  - b.  $2\text{NH}_3(g) \longrightarrow \text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g)$
  - c.  $\text{C}_3\text{H}_8(g) + \text{Cl}_2(g) \longrightarrow \text{C}_3\text{H}_5\text{Cl}(g) + \text{HCl}(g)$
2. Pada pembakaran 1 mol metana dihasilkan kalor sebesar 408,6  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , menurut persamaan reaksi:  
 $\text{CH}_4(g) + 2\text{O}_2(g) \longrightarrow \text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l) \quad \Delta H = -408,6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$   
 Jika diketahui energi ikatan  $\text{O}=\text{O} = 498,7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $\text{C}=\text{O} = 745 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ; dan  $\text{H}-\text{O} = 393 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , hitunglah energi ikatan rata-rata pada  $\text{C}-\text{H}$ !

## Jawaban LKPD

**Lembar Kerja Peserta Didik  
Materi Termokimia**

**Kimia Kelas XI SMA/MA**

Oleh: Masyitoh Putri Itsnaini

**88**

**Nama Kelompok:**

Desita Lintang R. (06)

Kayla Digna S. ('15)

Nurmala Izmi H. (26)

Putri Puspitasari (27)

Qeyla Izzatul M. (28)

Rizqi Nur M. (29)

**Fluency**

**Termokimia**  
**Kelas 11**

Kelompok: K.L.

Tanggal: 8 - 1 - 25

Fluency

**Hukum Kekekalan Energi**

Perhatikan video pada scan barcode di bawah ini!



1) pembakaran bahan bakar balon udara , suhu udara dlm balon bertambah sehingga balon (molekul dlm balon) merenggang dan bergerak bebas, massa jenisnya semakin ringan sehingga ia terangkat naik

2) energi tidak bisa diciptakan atau dimusnahkan, hanya bisa berubah bentuk dr satu ke bentuk lain . seperti balon udara termasuk perubahan energi dr panas menjadi energi gerak .

3) Eipas aqin : listrik - gerak .  
panel surya : cahaya - listrik  
lampu : listrik - cahaya .

# Termokimia

## Kelas 11



Kelompok:

Tanggal: Sabtu, 11-1-25.

### Reaksi Endoterm dan Eksoterm

Sifat  
jika larut dalam air  
→ endoterm.

Perhatikan gambar di bawah ini!

→ eksoterm



Mengapa ketika kita melarutkan tablet effervescent (vitamin C) dalam air akan membentuk gelembung dan suhunya berubah menjadi dingin? dan mengapa ketika melarutkan sabun deterjen dalam air akan terasa hangat?

• proses endoterm, membutuhkan energi (kalor) dari lingkungan untuk melarutkan molekul vitamin C dalam air. energi panas ini diambil dari larutan itu sendiri sehingga airnya akan menurun suhu. • proses eksoterm. proses ini membutuhkan pelepasan energi dalam bentuk panas ketika molekul deterjen berinteraksi dengan air. deterjen mengandung senyawa surfaktan (misalnya sodium lauryl sulfate) berdaulat polar, ketika surfaktan larut dalam air terjadi interaksi

**Z** Sebutkan 3 contoh reaksi eksoterm dan endoterm yang kamu ketahui dalam kehidupan sehari-hari!

Eksoterm = Api unggun

- ✓ - Kembang Api
- melepas kalor ke lingkungan
- bisa berkobar
- pembakaran bahan bakar
- Fermentasi tanpa

Endoterm = Fotosintesis

- ✓ - melelehnya es
- menghirup kalor
- memasak
- Peng uapan air

antara molekul yg 1 dengan yg 2 yg berada di dekat permukaan ikatan antara mereka akan berpelepasan kalor, sehingga larutan akan menjadi dingin



# Termokimia

## Kelas 11

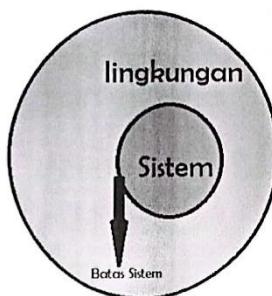
Kelompok: K 1

Tanggal: 11 - 1 - 23

Fluency

### Sistem dan Lingkungan

Perhatikan analogi sistem dan lingkungan di bawah ini!



Berdasarkan analogi tersebut, berikan kesimpulan terkait definisi Lingkungan dan Sistem menurutmu!

1. Sistem menjadi pusat / sorotan / inti / sesuatu yg dapat diamati  
Lingkungan berada di luar sistem / diluar sesuatu yang  
diamati

Sistem terbagi menjadi 3:



Sistem terbuka



Sistem tertutup



Sistem terisolasi



# Termokimia Kelas 11

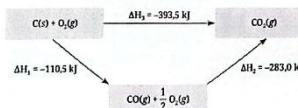
Ketoplak:

Tanggal:

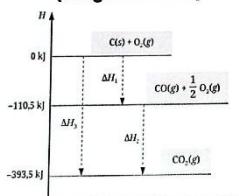
Fluency

## Hukum Hess

Perhatikan diagram di bawah ini!



(Diagram Siklus)



(Diagram Tingkat Energi)

Jelaskan maksud isi dari diagram siklus dan diagram tingkat energi tersebut!

Diagram siklus dan diagram tingkat energi diatas maksudnya ialah

- harga  $\Delta H_3$  merupakan penjumlahan dr  $\Delta H_1$  dan  $\Delta H_2$  dilihat dari panahnya

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

**Flexibility**

 **Termokimia**  
**Kelas 11**

Kelompok: K 1  
Tanggal: 14 - 1 - 25

**Flexibility**  
**Kalorimetri,**  
Bacalah artikel yang terdapat scan barcode di bawah ini!



Setelah membaca artikel, jawablah pertanyaan di bawah ini dengan benar!

3

- 1) Kalorimeter terbagi menjadi berapa? Sebutkan!
- 2) Apa fungsi kalorimeter born untuk kehidupan sehari-hari?
- 3) Bagaimana cara kerja kalorimeter born dalam mengukur kalor reaksi? Jelaskan!
- 4) Apa dampak yang didapatkan jika nilai kalori suatu makanan terlalu tinggi?
  - 1) dibagi 2, ② kalorimeter sederhana :
  - 2) digunakan u/ mengukur jumlah kalor ( nilai kalori ) yg dihasilkan pd pembakaran sempurna ( dalam O<sub>2</sub> berlebih ) suatu senyawa , bahan makanan , bahan bakar atau khusus yg digunakan untuk menentukan kalor dr reaksi pembakaran .
  - 4) makanan tersebut berpotensi menyebabkan obesitas , bahkan sampai terjadi diabetes .

9

**Originality**

# **Termokimia**

## **Kelas 11**

Kelompok: K 1

Tanggal: 11 - 1 - 15

**Originality**

### **Panduan Praktikum Reaksi Endoterm dan Eksoterm**

**Tujuan Praktikum**

Untuk mengetahui reaksi endoterm dan eksoterm berdasarkan hasil percobaan

**Alat dan Bahan**

- 1) 1 buah piring
- 2) 1 buah gelas
- 3) 1 buah lilin
- 4) 1 buah korek api
- 5) 1 buah sendok makan
- 6) 1 buah termometer
- 7) 1 gelas minuman berwarna
- 8) 1 gelas air
- 9) Serbuk kapur ( $\text{CaO}$ )

**Langkah Kerja****Percobaan 1**

- Siapkan 1 buah piring.
- Masukkan minuman berwarna ke dalam piring secukupnya.
- Letakkan lilin di atas larutan berwarna dan nyalaikan lilin menggunakan korek api.
- Letakkan gelas secara terbalik menutupi lilin dan tunggu beberapa saat.
- Amati yang terjadi.



## Termokimia Kelas 11

Kelompok: K1

Tanggal: 11 - 1 - 25

Originality

### Panduan Praktikum Reaksi Endoterm dan Eksoterm

#### Langkah Kerja

##### Percobaan 2

- Siapkan 1 buah gelas.
- Masukkan air ke dalam gelas dan ukur suhu awal air menggunakan termometer. Lalu, catat suhu awal.
- Masukkan serbuk kapur sebanyak 3-4 sendok makan, lalu aduk.
- Ukur kembali suhu setelah ditambahkan serbuk kapur. Catat suhu akhir.
- Bandingkan suhu awal dan akhir.

#### Hasil Pengamatan

Percobaan	Hasil Pengamatan	
1		
2	Suhu awal	35 °C
	Suhu akhir	35,6 °C

#### Pertanyaan

1) Pada percobaan pertama, reaksi tersebut termasuk dalam reaksi endoterm/eksoterm? Mengapa demikian?

2) Pada percobaan kedua, reaksi tersebut termasuk dalam reaksi endoterm/eksoterm? Mengapa demikian?

Jawab :

- 1) reaksi endoterm, reaksi terjadi perpindahan kalor dr lingkungan ke sistem dan lilin yg awalnya menyala menjadi padam (oksigen/reaksi pembakaran lilin diserap sistem sehingga minuman diluar gelas berpindah didalam gelas).
- 2) eksoterm, terjadi kenaikan suhu, terjadi pelepasan kalor dari sistem ke lingkungan .



## Termokimia Kelas 11

Kelompok: K 1

Tanggal: 15 - 1 - 25

Originality

### Panduan Praktikum Mengukur Perubahan Entalpi Menggunakan Kalorimeter

#### Tujuan Praktikum

Untuk mengetahui perubahan entalpi reaksi menggunakan kalorimeter sederhana.

#### Alat dan Bahan

- 1) Satu set alat kalorimeter sederhana
- 2) Air
- 3) NaCl

#### Langkah Kerja

- Timbang air sebanyak 125 gram, masukkan ke dalam kalorimeter sederhana.
- Ukur suhu awal air dalam kalorimeter dan catat.
- Timbang NaCl sebanyak 5 gram, masukkan ke dalam kalorimeter.
- Tutup kalorimeter dan aduk.
- Ukur suhu akhir larutan dan catat.
- Tentukan kalor pelarutan NaCl tersebut berdasarkan data hasil percobaan.



## Termokimia

### Kelas 11

Kelompok: K1

Tanggal: 15 - 1 - 25

originality

### Panduan Praktikum Mengukur Perubahan Entalpi Menggunakan Kalorimeter

#### Pertanyaan

- 1) Hitunglah perubahan entalpi pada larutan NaCl, jika kalor jenis larutan = kalor jenis air =  $4,2 \text{ J/g}^{-1}\text{C}^{-1}$ , kapasitas kalorimeter =  $0 \text{ J.C}^{-1}$ , massa jenis air = massa jenis larutan =  $1 \text{ g.ml}^{-1}$ , dan Mr NaCl = 58,5.
- 2) Buat kesimpulan dari percobaan yang sudah kalian lakukan. Apakah proses tersebut berlangsung secara eksotermik atau endotermik? Jelaskan!

1) Diket :  $C = 4,2 \text{ J/g.C}$  Ditanya :  $\Delta H = ?$

$$C = 0 \text{ J/C}$$

$$\rho_{\text{air}} = 1 \text{ g/ml}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$\text{Mr NaCl} = 58,5 \text{ g/mol}$$

$$n = \frac{\text{massa}}{\text{Mr}} = \frac{5}{58,5} = 0,085 \text{ mol}$$

$$\Delta H = - \frac{q_r}{n} = - \frac{42}{0,085} = -494,47 \text{ J/mol}$$

$$q_r = -(q_{\text{larutan}} + q_{\text{kalorimeter}})$$

$$= -(m \cdot C \cdot \Delta T + C \cdot \Delta T)$$

$$= -(5 \cdot 4,2 \cdot (-2)) + 0 \cdot (-2)$$

$$= -(-42) + 0$$

$$= 42 \text{ J}$$

2

- 2) Berdasarkan percobaan yg sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa proses pelarutan NaCl berlangsung secara endotermik dilihat dr perubahan suhu yg semakin turun (kalor berpindah dr lingkungan ke sistem) dan nilai  $\Delta H$  positif

**Elaboration**

# Termokimia

## Kelas 11

Kelompok:

Tanggal: Ratu 6 Januari 2023

### Energi Dalam

Kerjakan soal di bawah ini!

- 1) Suatu sistem menyerap kalor sebesar 300 kJ setelah melakukan kerja sebesar 125 kJ. Tentukan perubahan energi yang terjadi! (Jawaban disertai penjelasan di setiap tahapannya)
- 2) Suatu sistem melepas kalor sebesar 400 joule setelah menerima kerja sebesar 250 joule. Tentukan perubahan energi yang terjadi! (Jawaban disertai penjelasan di setiap tahapannya)

(K1)

$$1. \Delta E = q + w$$

$$\begin{aligned} -300 + 125 &= 300 - 125 \quad \text{karena melakukan} \\ -475 &= 175 \text{ kJ} \quad \text{jadi } \Theta \end{aligned}$$

$$2. \Delta E = q + w$$

$$\begin{aligned} -400 + 250 &\rightarrow \text{karena melepas jadi } \Theta \\ \cancel{-150} &= -150 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Rumus :

$$\Delta E = q + w$$

$\Delta E$  = perubahan energi dalam (J)  
 $q$  = jumlah kalor yang diserap atau  
 dilepas sistem (J)  
 $w$  = kerja yang dilakukan sistem (J)

Ayo Bernyanyil!  
 Nada : Naik Delman

Perubahan energi dalam atau  $\Delta E$   
 Sama dengan  $q$  kalor ditambah  $w$ /kerja  
 $q$  positif serap,  $w$  positif menerima  
 Ayo kita ingat, jangan lupa 2x



# Termokimia

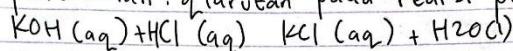
## Kelas 11

Kelompok: \_\_\_\_\_

Tanggal: \_\_\_\_\_

No. \_\_\_\_\_  
Date: \_\_\_\_\_

Kalor yg diterima oleh katom kalorimeter berasal kalor yang dilepaskan pada reaksi penetralan. q larutan pada reaksi penetralan:



$$q = 1/0.0015 \times 4.032 \text{ kJ} = 2.688 \text{ kJ}$$

Karena reaksi terjadi pada tekanan tetap maka:  
 $\Delta H = -q = -2.688 \text{ kJ}$ .

② Diket = Massa  $\text{NaNO}_3 = 1.7 \text{ g}$ .  
 $M_{\text{NaNO}_3} = 85$

Massa air = 100 g.

$$c = 4.2 \text{ J.g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$C = 11,7 \text{ J} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

$\Delta T = -1,56^\circ\text{C}$  (negatif karena penurunan suhu).

Ditanya =  $\Delta H$  ?

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

$$= -(M \cdot c \cdot \Delta T + C \cdot \Delta T)$$

$$= -(101,7 \text{ g} \times 4,2 \text{ J.g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1} \times (-1,56^\circ\text{C}) + 11,7 \text{ J} \cdot ^\circ\text{C}^{-1} \times (-1,56^\circ\text{C}))$$

$$= -(-666,338 \text{ J} - 18,252 \text{ J})$$

$$= 684,5904 \text{ J}$$

$$\Delta H = 684,5904 \text{ J} / 1,7 \text{ g} / 85 \text{ g.mol}^{-1} = 34,22952 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

PEACE TO ACHIEVE GOAL

VISION



# Termokimia

## Kelas 11

Kelompok: \_\_\_\_\_

Tanggal: \_\_\_\_\_

No. \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

H ① Diket = Massa asam benzoat = 500 mg.

$$\Delta T = 22,87^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 2,87^\circ\text{C}$$

$$C = 420 \text{ J} \cdot \text{C}^{-1}$$

Ditanya  $q = ?$

Jawab:  $q = C \cdot \Delta T$

$$= 420 \text{ J} \cdot \text{C}^{-1} \times 2,87^\circ\text{C}$$

$$= 1.205.4 \text{ J} = 1.205 \text{ kJ}$$

② Diket = Massa campuran = 150 g + 150 g = 300 g

$$n \text{ KOH} = n \text{ HCl} = 150 \text{ ml} \times 0,01 \text{ M.}$$

$$= 1,5 \text{ mmol}$$

$$= 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol.}$$

$$\Delta T = 3,2^\circ\text{C}$$

$$c = 4,2 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$$

$$\rho = 1 \text{ g} \cdot \text{ml}^{-1}$$

Ditanya =  $\Delta H$  ?

Jawab =  $q$  larutan =  $M \cdot c \cdot \Delta T$

$$= 300 \text{ g} \times 4,2 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{C}^{-1} \times 3,2^\circ\text{C}$$

$$= 4.032 \text{ J} = 4,032 \text{ kJ}$$

(Kalor utk menetralkan  $1,5 \times 10^{-3}$  mol KOH oleh HCl).

VISION

PEACE TO ACHIEVE GOAL



# Termokimia

## Kelas 11

Kelompok: \_\_\_\_\_

Tanggal: \_\_\_\_\_

### Kalorimetri

Kerjakan soal di bawah ini!

Seorang ahli kimia pangan akan menghitung jumlah kalori yang terdapat dalam laktosa. Dia memasukkan laktosa sebanyak 200 mg ke dalam kalorimeter bom dan dibakar sehingga terjadi perubahan suhu dari  $20^{\circ}\text{C}$  menjadi  $20,9^{\circ}\text{C}$ . Jika kapasitas kalor kalorimeter bom adalah  $420 \text{ J}^{\circ}\text{C}^{-1}$ , berapakah kalori dari laktosa tersebut?

$$\text{Jawab: Diket } = C = 420 \text{ J}^{\circ}\text{C}^{-1} \quad \left. \begin{array}{l} \text{(Kalor yg diserap oleh} \\ \text{kalorimeter bom =} \end{array} \right\}$$

$$1 \quad \Delta T = (20^{\circ}\text{C} \rightarrow 20,9^{\circ}\text{C})$$

Ditanya = berapa kalori dari laktosa ?

$$\text{Jawab: } q = C \cdot \Delta T$$

$$= 420 \text{ J}^{\circ}\text{C}^{-1} \times (20,9 - 20)^{\circ}\text{C}$$

$$= 378 \text{ J}$$

$\Rightarrow$  Sistem laktosa melepaskan kalor sebesar

$$378 \text{ Joule}$$



## Termokimia Kelas 11

Kelompok:

Tanggal: 21-1-25

1. Setiap pembakaran 1 mol karbon akan dilepaskan kalor sebesar 393,5 kJ.  
 - Setiap pembentukan 1 mol gas  $\text{CO}_2$  dari unsurnya, dilepaskan kalor sebesar 393,5 kJ.

Artinya untuk setiap 1 mol C yang dibakar dengan oksigen akan menghasilkan energi  $-393,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  atau setiap pembentukan 1 mol  $\text{CO}_2$  energi yang dilepaskan sebesar  $-393,5 \text{ kJ}$ . Jika C yang dibakar tidak 1 mol maka perubahan entalpi akan berubah. Begitu pula jika  $\text{CO}_2$  yang akan dibentuk tidak satu mol.

- 1 Persamaan .... menunjukkan bahwa reaksi pembakaran sempurna karbon padat (C) dg oksigen ( $\text{O}_2$ ) menghasilkan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dalam fase gas. Perubahan entalpi sebesar  $-393,5 \text{ kJ}$  menunjukkan bahwa reaksi ini bersifat eksoterm, artinya energi dilepaskan ke lingkungan dlm bentuk panas. Nilai negatif pada  $\Delta H$  mendukung bahwa sistem melepaskan energi sebanyak 393,5 kJ untuk setiap mol karbon dioksida. Hal ini mencerminkan bahwa energi total ikatan dalam produk ( $\text{CO}_2$ ) lebih stabil dibandingkan energi ikatan pada reaktan (C dan  $\text{O}_2$ ) sehingga kelebihan energi dilepaskan selama reaksi berlangsung. Persamaan ini menggambarkan salah satu reaksi dasar dlm proses pembakaran.



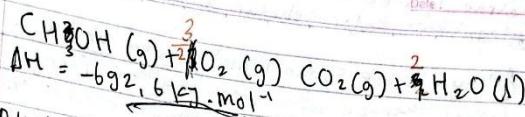
# Termokimia

## Kelas 11

Kelompok:

Tanggal: 21-1-25.

1) F

H<sub>2</sub>  
Ar  
ur  
ar

3. Diket =  $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$

$$\Delta H_1 = -114,14 \text{ kJ}$$

$$N_1 = 2 \text{ mol}$$

$$\text{Massa NO} = 1,5 \text{ gram}$$

$$\text{Mr NO} = 30$$

3

Ditanya : ?

Jawab :  $n_2 = \frac{\text{Massa NO}}{\text{massa molar NO}}$

$$= \frac{1,5 \text{ g}}{30 \text{ mol}} = 0,05 \text{ mol}$$

$$\Delta H_2 = \frac{0,05}{2} \times (-114,14 \text{ kJ}) = -2,8535 \text{ kJ}$$

4. Diket =  $\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$

$$\Delta H = -283,0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{Massa CO}_2 = 1,1 \text{ gram}$$

$$\text{Mr CO}_2 = 44$$

Ditanya : reaksi  $\text{CO}_2$  menghasilkan  $\text{CO}$  dan  $\text{O}_2$

Jawab :  $n_2 = \frac{\text{massa CO}_2}{\text{massa molar CO}_2} = \frac{1,1 \text{ g}}{44 \text{ g/mol}} = 0,025 \text{ mol}$

$$\Delta H_2 = \frac{0,025}{1} \times 283,0 \text{ kJ/mol} = 7,075 \text{ kJ/mol}$$

PEACE TO ACHIEVE GOAL

VISION

## Lampiran 7. Kisi-Kisi Instrumen Tes

### A. Kisi-Kisi Instrumen

Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif	Perilaku yang dinilai	Indikator Soal	Cakupan Materi	Dimensi Proses Kognitif	Nomor Soal
Fluency (Kelancaran)	Siswa mampu menghasilkan banyak ide atau gagasan yang relevan, memiliki banyak cara atau saran.	Disajikan fenomena reaksi yang terjadi dalam metabolisme tubuh. Siswa mampu menganalisis perubahan entalpi reaksi pembakaran glukosa dan menuliskan persamaan reaksi yang terjadi.	Perubahan Entalpi	C4	1
Flexibility (Keluwesan)	Siswa mampu menghasilkan ide atau gagasan yang bervariasi dari berbagai sudut pandang, tidak terpaku pada satu cara berpikir atau kategori tertentu.	Disajikan grafik perubahan entalpi. Siswa mampu menganalisis grafik perubahan entalpi reaksi eksoterm atau endoterm dan memberikan gagasan mengenai penerapan dan manfaat konsep perubahan entalpi reaksi.	Perubahan Entalpi	C4	2
Originality (Keaslian)	Siswa mampu memunculkan ide	Disajikan fenomena atau masalah dalam suatu laboratorium kimia. Siswa mampu menciptakan	Reaksi Eksoterm	C6	3

Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif	Perilaku yang dinilai	Indikator Soal	Cakupan Materi	Dimensi Proses Kognitif	Nomor Soal
	atau gagasan yang unik, jarang diberikan kebanyakan orang, memunculkan pendapat yang baru dengan caranya sendiri.	rancangan solusi berkaitan dengan percobaan reaksi eksoterm dan endoterm.  Disajikan suatu masalah. Siswa mampu menciptakan solusi berkaitan dengan pembuatan dan penentuan kalor menggunakan kalorimeter sederhana.	dan Endoterm  Kalorimeter		
Elaboration (Terperinci)	Siswa mampu dalam mengembangkan ide atau gagasan, merinci secara detail, memperkaya ide agar lebih jelas dan operasional, sehingga ide tersebut dapat diimplementasikan atau diaplikasikan.	Siswa mampu menganalisis masalah dalam soal dan memasukkan kedalam perhitungan terkait perubahan entalpi	Perubahan Entalpi	C4	5

## B. Instrumen Tes dan Pedoman Penilaian

No.	Soal	Kunci Jawaban	Skor	Pedoman Penskoran
1	Dalam tubuh manusia, proses metabolisme sangat penting untuk menghasilkan energi yang dibutuhkan oleh tubuh dalam menjalankan aktivitas sehari-hari. Salah satu contoh dari metabolisme adalah pembakaran glukosa ( $C_6H_{12}O_6$ ). Pada tekanan tetap, pembakaran glukosa ini mengalami proses kimiawi berupa pemutusan dan pembentukan ikatan kimia yang menyebabkan perubahan entalpi. Berdasarkan pernyataan tersebut, analisislah apa yang dimaksud dengan perubahan entalpi? Tuliskan persamaan termokimia reaksi pembakaran glukosa dalam metabolisme tubuh dan hitunglah perubahan entalpi pembentukan standar! (Jika diketahui $\Delta H_f^\circ C_6H_{12}O_6(s) = -1273 \text{ kJ/mol}$ , $\Delta H_f^\circ CO_2(g) = -393,5 \text{ kJ/mol}$ , dan $\Delta H_f^\circ H_2O(l) = -241,8 \text{ kJ/mol}$ )	<p>Berdasarkan fenomena pembakaran glukosa, <b>perubahan entalpi</b> (<math>\Delta H</math>) adalah perubahan energi total suatu sistem selama reaksi kimia yang terjadi pada tekanan tetap. Dalam konteks pembakaran glukosa, perubahan entalpi mengacu pada perbedaan antara energi yang terkandung dalam molekul-molekul reaktan (glukosa dan oksigen) dan energi yang terkandung dalam molekul-molekul produk (karbon dioksida dan air). Adapun sebelum mendapatkan persamaan termokimia reaksi pembakaran glukosa dalam metabolisme tubuh, kita perlu menghitung perubahan entalpi pembentukan standar (<math>\Delta H_f^\circ</math> reaksi) terlebih dahulu.</p> $C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l)$ $\Delta H_f^\circ \text{reaksi} = \sum \Delta H_f^\circ \text{produk} - \sum \Delta H_f^\circ \text{reaktan}$	5	<p>5: Siswa dapat menyelesaikan masalah dalam soal, menuliskan persamaan termokimia dan perhitungan entalpi dengan tepat.</p> <p>4: Siswa dapat menyelesaikan masalah dalam soal dan menuliskan persamaan termokimia dengan tepat, namun perhitungan entalpi kurang tepat.</p> <p>3: Siswa dapat menyelesaikan masalah dalam soal dengan tepat, namun menuliskan persamaan termokimia dan perhitungan entalpi kurang tepat.</p> <p>2: Siswa kurang dapat menyelesaikan masalah dalam soal dengan tepat, serta menuliskan persamaan termokimia dan</p> <p>1:</p>

No.	Soal	Kunci Jawaban	Skor	Pedoman Penskoran
		$\Delta H_f^{\circ}\text{reaksi} = [6(\Delta H_f^{\circ} \text{CO}_2) + 6(\Delta H_f^{\circ} \text{H}_2\text{O})] - [\Delta H_f^{\circ} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6(\Delta H_f^{\circ} \text{O}_2)]$ $\Delta H_f^{\circ}\text{reaksi} = [6(-393,5) + 6(-241,8)] - [-1273 + 6(0)]$ $\Delta H_f^{\circ}\text{reaksi} = [-2361 + (-1450,8)] - [-1273]$ $\Delta H_f^{\circ}\text{reaksi} = -3811,8 + 1273$ $\Delta H_f^{\circ}\text{reaksi} = -2538,8 \text{ kJ/mol}$ <p>Jadi, persamaan termokimia reaksi pembakaran glukosa adalah:</p> $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(s) + 6\text{O}_2(g) \rightarrow 6\text{CO}_2(g) + 6\text{H}_2\text{O}(l)$ $\Delta H = -2538,8 \text{ kJ/mol}$	0:	<p>perhitungan entalpi kurang tepat.</p> <p>Siswa tidak dapat menyelesaikan masalah dalam soal dengan tepat, serta menuliskan persamaan termokimia dan perhitungan entalpi kurang tepat.</p> <p>Siswa tidak dapat menyelesaikan masalah dalam soal, menuliskan persamaan termokimia dan perhitungan entalpi.</p>
2	<p>Perhatikan grafik di bawah ini!</p> <p>a. Analisislah grafik tersebut! Jelaskan bagaimana perubahan entalpi pada reaksi</p>	<p>a. Grafik tersebut merupakan grafik perubahan entalpi reaksi eksoterm. Pada reaksi eksoterm, energi produk lebih rendah daripada energi reaktan yang menujukkan bahwa energi dilepaskan ke lingkungan selama reaksi. Karena sistem melepaskan kalor, sehingga harga <math>\Delta H &lt; 0</math> atau <math>\Delta H</math> (perubahan entalpi) menunjukkan negatif.</p>	5	<p>5: Siswa dapat menganalisis grafik perubahan entalpi (butir a) dengan tepat dan menyertakan gagasan yang bervariasi meliputi penerapan perubahan entalpi, dampak, dan solusi (butir b) dengan tepat.</p> <p>4: Siswa dapat menganalisis butir a dengan tepat dan menyertakan gagasan</p>

No.	Soal	Kunci Jawaban	Skor	Pedoman Penskoran
	<p>eksoterm/endoterm terlihat dari grafik tersebut!</p> <p>b. Sebutkan contoh mengenai penerapan perubahan entalpi reaksi sesuai grafik dalam kehidupan sehari-hari? Sertakan gagasanmu mengenai dampak dan solusi dari penerapan perubahan entalpi reaksi tersebut!</p>	<p>b. Konsep perubahan entalpi sering diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Pada reaksi eksoterm seringkali untuk menghasilkan energi panas, misalnya dalam kompor gas, bahan bakar kendaraan, pemanas ruangan, bahkan untuk menghasilkan pembangkit listrik tenaga uap atau reaktor nuklir. Dampak penerapan tersebut adalah jika reaksi pembakaran yang berlangsung secara berlebihan. Sehingga solusi dari dampak tersebut adalah mencari sumber energi eksoterm yang lebih ramah lingkungan seperti bioenergi atau penggunaan bahan bakar hidrogen yang bersifat <i>sustainable</i> atau berguna untuk kehidupan berkelanjutan.</p>		<p>kurang bervariasi dalam butir b dengan tepat. 3: Siswa kurang tepat dalam menganalisis butir a dan menyertakan gagasan kurang bervariasi dalam butir b dengan tepat. 2: Siswa kurang tepat dalam menganalisis butir a dan kurang tepat dalam menyertakan gagasan butir b/siswa dapat menjawab salah satu butir dengan tepat. 1: Siswa hanya menjawab salah satu butir dengan kurang tepat. Siswa tidak dapat 0: menyelesaikan semua butir dalam soal.</p>
3	Dalam sebuah laboratorium kimia, siswa kelas XI-1 ingin melakukan percobaan mengenai reaksi eksoterm dan endoterm. Namun, alat dan bahan yang terdapat di dalam	Rancangan percobaan reaksi eksoterm dan endoterm dengan alat dan bahan yang mudah ditemui diantaranya:	5	5: Siswa memberikan rancangan percobaan yang lengkap mulai dari alat, bahan, langkah-langkah dengan orisinil

No.	Soal	Kunci Jawaban	Skor	Pedoman Penskoran
	<p>laboratorium tersebut masih terbatas dan belum memadai. Ciptakanlah solusi mengenai rancangan percobaan reaksi eksoterm dan endoterm dengan alat dan bahan yang mudah ditemui dalam kehidupan sehari-hari! Jelaskan langkah-langkah percobaan tersebut!</p>	<p>a. Mereaksikan kapur tohor (<math>\text{CaO}</math>) dengan air untuk menghasilkan reaksi panas. Langkah percobaannya yaitu siapkan gelas/wadah untuk menampung campuran air dan kapur, masukkan air kedalam gelas/wadah, catat suhu awal air, masukkan kapur kedalam wadah secara perlahan, catat suhu akhir, saat air bereaksi dengan kapur akan terjadi reaksi eksoterm yang menghasilkan panas.</p> <p>b. Mereaksikan sabun deterjen bubuk dengan air untuk menghasilkan reaksi panas. Langkah percobaannya yaitu Langkah percobaannya masukkan air kedalam gelas/wadah, catat suhu awal air, masukkan bubuk deterjen beberapa sendok makan, aduk beberapa menit, amati perubahan suhu akhir, suhu akan naik selang beberapa menit,</p>		<p>(memunculkan pendapat dengan caranya sendiri), disertai penjelasan dan jawaban tepat.</p> <p>4: Siswa memberikan rancangan percobaan yang lengkap mulai dari alat, bahan, langkah-langkah dengan orisinil (memunculkan pendapat dengan caranya sendiri), tidak disertai penjelasan dan jawaban tepat.</p> <p>3: Siswa memberikan rancangan percobaan kurang lengkap (hanya menuliskan langkah-langkah/alat dan bahan) dengan orisinil (memunculkan pendapat dengan caranya sendiri), disertai penjelasan dan jawaban tepat.</p> <p>2: Siswa memberikan rancangan percobaan kurang lengkap (hanya</p>

No.	Soal	Kunci Jawaban	Skor	Pedoman Penskoran
		<p>terjadi reaksi eksoterm yang menghasilkan panas.</p> <p>c. Mereaksikan baking soda dan cuka. Langkah percobaannya tuangkan cuka ke dalam gelas, catat suhu awal cuka, tambahkan baking soda ke dalam cuka secara perlahan, aduk campuran dan catat perubahan suhu setelah reaksi berlangsung. Suhu akan turun, menandakan reaksi endoterm.</p>		<p>menuliskan langkah-langkah/alat dan bahan) dengan orisinil (memunculkan pendapat dengan caranya sendiri), tidak disertai penjelasan dan jawaban tepat.</p> <p>Siswa memberikan 1: rancangan percobaan kurang lengkap (hanya menuliskan langkah-langkah/alat dan bahan) dengan orisinil (memunculkan pendapat dengan caranya sendiri), tidak disertai penjelasan dan jawaban kurang tepat.</p> <p>Siswa tidak memberikan 0: rancangan percobaan apapun.</p>
4	Rasel ingin mengukur pertukaran kalor pelarutan NaCl dalam laboratorium, tetapi alat kalorimeter belum tersedia di sana. Ia menemukan beberapa alat dalam rumahnya, seperti gelas <i>styrofoam</i>	<p>Langkah-langkah pembuatan kalorimeter sederhana dengan alat yang ditemukan Rasel:</p> <p>a. Langkah pertama ukur bagian tutup gelas <i>styrofoam</i> bekas yang berbentuk lingkaran.</p>	5	<p>5: Siswa memberikan solusi langkah-langkah percobaan, disertai penjelasan dan jawaban tepat.</p> <p>4: Siswa memberikan solusi langkah-langkah percobaan,</p>

No.	Soal	Kunci Jawaban	Skor	Pedoman Penskoran
	<p>bekas mi instan, sumpit, dan <i>cup</i>. Di laboratorium, Rasel juga mendapatkan termometer. Bantulah Rasel untuk merancang pembuatan kalorimeter sederhana dengan alat-alat yang ditemukannya! Kemudian jelaskan langkah-langkah penentuan kalor pelarutan NaCl tersebut!</p>	<p>b. Siapkan satu lembar <i>styrofoam</i> untuk membuat tutup.</p> <p>c. Buat tutup wadah <i>styrofoam</i> dengan memotong lembaran <i>styrofoam</i> menggunakan <i>cup</i> sesuai dengan ukuran yang telah diukur sebelumnya.</p> <p>d. Hubungkan gelas <i>styrofoam</i> dengan lembaran <i>styrofoam</i> yang sudah dibentuk menjadi tutup, cek apakah ukurannya sudah pas atau belum, usahakan tidak terdapat celah.</p> <p>e. Lubangi tutup tersebut sebanyak 2 buah untuk menempatkan termometer dan sumpit. Usahakan lubangnya pas, tidak terlalu longgar.</p> <p>f. Kalorimeter sederhana siap digunakan untuk mengukur pertukaran kalor zat.</p> <p>g. Temukan dan masukkan air kurang lebih 100 mL dalam kalorimeter yang telah dibuat.</p> <p>h. Ukur suhu awal air dan catat.</p>		<p>tidak disertai penjelasan dan jawaban tepat.</p> <p>Siswa memberikan solusi 3: langkah-langkah percobaan, disertai penjelasan dan jawaban kurang tepat.</p> <p>Siswa memberikan solusi 2: langkah-langkah percobaan, tidak disertai penjelasan dan jawaban kurang tepat.</p> <p>Siswa memberikan solusi 1: langkah-langkah percobaan kurang lengkap, tidak disertai penjelasan dan jawaban kurang tepat.</p> <p>Siswa tidak memberikan 0: solusi langkah-langkah percobaan.</p>

No.	Soal	Kunci Jawaban	Skor	Pedoman Penskoran
		<p>i. Masukkan NaCl dalam air tersebut kurang lebih 5 gram.</p> <p>j. Tutup kalorimeter dan aduk.</p> <p>k. Ukur suhu akhir dan kita dapat menentukan perubahan kalor pelarutan NaCl dari hasil percobaan.</p>		
5	<p>Dalam sebuah percobaan termokimia, 2 mol gas hidrogen (<math>H_2</math>) bereaksi dengan 1 mol gas oksigen (<math>O_2</math>) untuk membentuk 2 mol air (<math>H_2O</math>) dalam kondisi standar. Jika perubahan entalpi standar pembentukan (<math>\Delta H^\circ_f</math>) untuk <math>H_2O</math> adalah -286 kJ/mol. Tentukan perubahan entalpi standar reaksi (<math>\Delta H^\circ</math>) untuk reaksi pembentukan air (<math>H_2O</math>) dari unsur-unsur konstituennya!</p> <p>Berdasarkan hasil perhitungan, <b>analisislah secara rinci</b> termasuk reaksi apakah (endoterm/eksoterm) reaksi tersebut, dan jelaskan mengapa disebut reaksi eksoterm/endoterm berdasarkan hasil perubahan entalpi!</p>	<p><b>Data yang diketahui</b></p> <p><math>mol H_2 = 2 \text{ mol}</math></p> <p><math>mol O_2 = 1 \text{ mol}</math></p> <p><math>mol H_2O = 2 \text{ mol}</math></p> <p><math>\Delta H^\circ_f H_2O = -286 \text{ kJ/mol}</math></p> <p><b>Ditanya:</b></p> <p>perubahan entalpi standar reaksi (<math>\Delta H^\circ</math>) untuk reaksi pembentukan air (<math>H_2O</math>) dari unsur-unsur konstituennya</p> <p><b>Jawab:</b></p> <p>Menentukan perubahan entalpi standar pembentukan air, jumlah mol reaktan dan produk berdasarkan koefisien stoikiometri dalam persamaan reaksi. Reaksi pembentukan air dari unsur-unsurnya adalah:</p> $2H_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$	5	<p>5: Siswa menganalisis dan menjelaskan secara rinci perhitungan perubahan entalpi, menyertakan data yang diketahui dan ditanyakan, jawaban tepat.</p> <p>4: Siswa menganalisis dan menjelaskan secara rinci perhitungan perubahan entalpi, tidak menyertakan data yang diketahui dan ditanyakan, jawaban tepat.</p> <p>3: Siswa menganalisis dan menjelaskan kurang rinci perhitungan perubahan entalpi, menyertakan data yang diketahui dan ditanyakan, jawaban tepat.</p> <p>2:</p>

No.	Soal	Kunci Jawaban	Skor	Pedoman Penskoran
		<p>2 mol 1 mol 2 mol</p> <p>Karena dalam reaksi ini terbentuk <b>2 mol H<sub>2</sub>O</b>, kita bisa menghitung perubahan entalpi standar reaksi (<math>\Delta H^\circ</math>) untuk keseluruhan reaksi sebagai berikut:</p> $\Delta H^\circ = 2 \text{ mol} \times (-286 \text{ kJ/mol})$ $\Delta H^\circ = -572 \text{ kJ/mol}$ <p>Diperoleh perubahan entalpi standar reaksi pembentukan air (H<sub>2</sub>O) dari unsur-unsur konstituennya sebesar -572 kJ/mol.</p> <p>Reaksi tersebut termasuk kedalam reaksi eksoterm karena nilai <math>\Delta H^\circ</math> menunjukkan negatif (nilai <math>\Delta H^\circ</math> negatif dikarenakan <math>\Delta H^\circ_{\text{produk}}</math> lebih kecil daripada <math>\Delta H^\circ_{\text{reaktan}}</math>).</p>		<p>Siswa menganalisis dan menjelaskan kurang rinci perhitungan perubahan entalpi, tidak menyertakan data yang diketahui dan ditanyakan, jawaban tepat.</p> <p>Siswa menganalisis dan menjelaskan kurang rinci perhitungan perubahan entalpi/hanya menyertakan data yang diketahui dan ditanyakan, jawaban kurang tepat.</p> <p>Siswa tidak menganalisis dan menjelaskan perhitungan perubahan entalpi.</p>

## Lampiran 8. Lembar Validasi Ahli

<b>LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN TES KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF</b>															
<p>Judul Penelitian : Model <i>Project Based Learning</i> (PjBL) Berdiferensiasi terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Termokimia</p> <p>Nama Mahasiswa : Masyitoh Putri Itsnaini</p> <p>Pembimbing 1 : Apriliana Drastianti, M. Pd.</p> <p>Pembimbing 2 : Nur Alawiyah, M. Pd.</p> <p>Validator : Resi Pratiwi, M. Pd.</p>															
<b>A. Pengantar</b>															
<p>Lembar validitas ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak/Ibu terhadap instrumen penelitian yang dikembangkan. Saya mengucapkan terima kasih atas kesedian Bapak/Ibu menjadi validator.</p>															
<b>B. Petunjuk</b>															
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bapak/Ibu diharapkan memberikan penilaian terhadap butir soal ini berdasarkan aspek-aspek yang tercantum. Bapak/Ibu memberi penilaian dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom yang sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu. Adapun keterangan tentang penilaian sebagai berikut.            1 = Tidak Baik            2 = Kurang Baik            3 = Baik            4 = Sangat Baik         </li> <li>2. Sebagai petunjuk untuk mengisi tabel, berikut aspek-aspek yang berkaitan dengan instrumen.</li> </ol>															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Aspek yang Dinilai</th> <th style="text-align: center;">Deskripsi</th> <th style="text-align: center;">Kriteria</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="vertical-align: top;"> <b>Validitas Isi</b> </td> <td>Soal sesuai dengan indikator keterampilan berpikir kreatif.</td> <td rowspan="3">           1 = soal tidak menunjukkan deskripsi dari aspek yang dinilai.            2 = soal menunjukkan satu deskripsi dari aspek yang dinilai.            3 = soal menunjukkan dua deskripsi dari aspek yang dinilai.         </td> </tr> <tr> <td>Soal dapat dipecahkan dengan penalaran logis.</td> </tr> <tr> <td>Soal mencakup cakupan materi yang sesuai dengan kebutuhan siswa.</td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="vertical-align: top;"> <b>Konstruksi</b> </td> <td>Instruksi soal disampaikan dengan jelas dan tidak ambigu.</td> </tr> <tr> <td>Petunjuk penggeraan soal sudah cukup mendetail.</td> </tr> <tr> <td>Soal disusun secara runtut dan sistematis.</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <b>Bahasa Dan</b> </td> <td>Bahasa yang digunakan mudah dipahami.</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Aspek yang Dinilai	Deskripsi	Kriteria	<b>Validitas Isi</b>	Soal sesuai dengan indikator keterampilan berpikir kreatif.	1 = soal tidak menunjukkan deskripsi dari aspek yang dinilai. 2 = soal menunjukkan satu deskripsi dari aspek yang dinilai. 3 = soal menunjukkan dua deskripsi dari aspek yang dinilai.	Soal dapat dipecahkan dengan penalaran logis.	Soal mencakup cakupan materi yang sesuai dengan kebutuhan siswa.	<b>Konstruksi</b>	Instruksi soal disampaikan dengan jelas dan tidak ambigu.	Petunjuk penggeraan soal sudah cukup mendetail.	Soal disusun secara runtut dan sistematis.	<b>Bahasa Dan</b>	Bahasa yang digunakan mudah dipahami.	
Aspek yang Dinilai	Deskripsi	Kriteria													
<b>Validitas Isi</b>	Soal sesuai dengan indikator keterampilan berpikir kreatif.	1 = soal tidak menunjukkan deskripsi dari aspek yang dinilai. 2 = soal menunjukkan satu deskripsi dari aspek yang dinilai. 3 = soal menunjukkan dua deskripsi dari aspek yang dinilai.													
	Soal dapat dipecahkan dengan penalaran logis.														
	Soal mencakup cakupan materi yang sesuai dengan kebutuhan siswa.														
<b>Konstruksi</b>	Instruksi soal disampaikan dengan jelas dan tidak ambigu.														
	Petunjuk penggeraan soal sudah cukup mendetail.														
	Soal disusun secara runtut dan sistematis.														
<b>Bahasa Dan</b>	Bahasa yang digunakan mudah dipahami.														

Penulisan Soal	Menggunakan kata yang jelas, sederhana, dan tidak mengandung makna ganda.				4 = soal menunjukkan tiga deskripsi dari aspek yang dinilai.			
	Menggunakan bahasa yang baik dan benar sesuai dengan ejaan Bahasa Indonesia.							

**Penilaian Butir Soal**

Butir Soal	Validitas Isi				Konstruksi				Bahasa dan Penulisan Soal			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.				✓				✓				✓
2.				✓				✓				✓
3.		✓					✓					✓
4.			✓				✓				✓	
5.		✓				✓				✓		
6.			✓				✓				✓	
7.		✓					✓				✓	
8.			✓				✓				✓	
9.			✓				✓				✓	
10.			✓				✓				✓	

**C. Komentar Umum dan Saran**

perbaiki sesuai catatan

.....

.....

.....

**D. Kesimpulan**

Berdasarkan penilaian di atas, instrumen dinyatakan: (berikan tanda centang (✓) pada salah satu pilihan)

( ) Layak digunakan tanpa revisi  
 ( ) Layak digunakan dengan revisi  
 ( ) Tidak layak digunakan

Semarang, 4 Desember 2024

Validator



Resi Pratiwi, M. Pd.

**LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN TES KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF**

Judul Penelitian : Model *Project Based Learning* (PjBL) Berdiferensiasi terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Termokimia  
 Nama Mahasiswa : Masyitoh Putri Itsnaini  
 Pembimbing 1 : Apriliana Drastisanti, M. Pd.  
 Pembimbing 2 : Nur Alawiyah, M. Pd.  
 Validator : Nuryanto, S.Pd., M.Pd

**A. Pengantar**

Lembar validitas ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak/Ibu terhadap instrumen penelitian yang dikembangkan. Saya mengucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator.

**B. Petunjuk**

1. Bapak/Ibu diharapkan memberikan penilaian terhadap butir soal ini berdasarkan aspek-aspek yang tercantum. Bapak/Ibu memberi penilaian dengan memberikan tanda centang (\*) pada kolom yang sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu. Adapun keterangan tentang penilaian sebagai berikut.

1 = Tidak Baik

2 = Kurang Baik

3 = Baik

4 = Sangat Baik

2. Sebagai petunjuk untuk mengisi tabel, berikut aspek-aspek yang berkaitan dengan instrumen.

Aspek yang Dinilai	Deskripsi	Kriteria
Validitas Isi	Soal sesuai dengan indikator keterampilan berpikir kreatif.	1 = soal tidak menunjukkan deskripsi dari aspek yang dinilai.
	Soal dapat dipecahkan dengan penalaran logis.	2 = soal menunjukkan satu deskripsi dari aspek yang dinilai.
	Soal mencakup cakupan materi yang sesuai dengan kebutuhan siswa.	3 = soal menunjukkan dua deskripsi dari aspek yang dinilai.
Konstruksi	Instruksi soal disampaikan dengan jelas dan tidak ambigu.	
	Petunjuk penggeraan soal sudah cukup mendetail.	
	Soal disusun secara runtut dan sistematis.	
	Bahasa yang digunakan mudah dipahami.	

<b>Bahasa Dan Penulisan Soal</b>	Menggunakan kata yang jelas, sederhana, dan tidak mengandung makna ganda.	<b>4 = soal menunjukkan tiga deskripsi dari aspek yang dinilai.</b>
	Menggunakan bahasa yang baik dan benar sesuai dengan ejaan Bahasa Indonesia.	

Penilaian Butir Soal

<b>Butir Soal</b>	<b>Validitas Isi</b>				<b>Konstruksi</b>				<b>Bahasa dan Penulisan Soal</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1.				✓				✓				✓
2.				✓				✓				✓
3.				✓				✓				✓
4.			✓					✓				✓
5.				✓				✓				✓
6.				✓				✓				✓
7.				✓				✓				✓
8.				✓				✓				✓
9.				✓				✓			✓	
10.				✓				✓				✓

**C. Komentar Umum dan Saran**

Instrumen ini bisa digunakan dalam penelitian  
dengan sedikit revisi

**D. Kesimpulan**

Berdasarkan penilaian di atas, instrumen dinyatakan: (berikan tanda centang (✓) pada salah satu pilihan)

- ( ) Layak digunakan tanpa revisi
- (✓) Layak digunakan dengan revisi
- ( ) Tidak layak digunakan

Semarang, 4 Desember 2024

Validator

Niuryanto, S.Pd., M.Pd.

### Lampiran 9. Perhitungan Validasi Isi Gregory

#### A. Skor Relevansi Butir Soal dengan Indikator

No. Butir	Skor Relevansi Butir Soal dengan Indikator			
	1	2	3	4
	Tidak Relevan	Kurang Relevan	Cukup Relevan	Sangat Relevan
1				✓✓
2				✓✓
3			✓	✓
4			✓	✓
5			✓	✓
6				✓✓
7			✓	✓
8				✓✓
9				✓✓
10				✓✓

Keterangan:

Warna biru = Ahli 1

Warna merah = Ahli 2

#### B. Hasil Tabulasi 2 Ahli

Nomor Butir	Ahli 1	Ahli 2
1	4	4
2	4	4
3	3	4
4	4	3
5	3	4
6	4	4
7	3	4
8	4	4
9	4	4
10	4	4

#### C. Hasil Kategori Ulang 2 Ahli

Nomor Butir	Ahli 1	Ahli 2
1	Kuat	Kuat
2	Kuat	Kuat
3	Kuat	Kuat

4	Kuat	Kuat
5	Kuat	Kuat
6	Kuat	Kuat
7	Kuat	Kuat
8	Kuat	Kuat
9	Kuat	Kuat
10	Kuat	Kuat

Keterangan:

Kuat = Skor 3 dan 4

Lemah = Skor 1 dan 2

#### D. Tabel Kontingensi Kategori Ulang 2 Ahli

		Ahli 1	
		Lemah	Kuat
Ahli 2	Lemah	0	0
	Kuat	0	10

#### E. Perhitungan Rumus Gregory

Diketahui:

$$A = 0$$

$$B = 0$$

$$C = 0$$

$$D = 10$$

Sehingga,

$$CV = \frac{D}{A + B + C + D}$$

$$CV = \frac{10}{0 + 0 + 0 + 10}$$

$$CV = \frac{10}{10}$$

$$CV = 1$$

Kesimpulannya validitas isi dalam penelitian termasuk dalam kategori **tinggi**.

## Lampiran 10. Lembar Soal Uji Coba

### UJI COBA SOAL BERPIKIR KREATIF MATERI TERMOKIMIA

Kerjakan soal dibawah ini dengan baik dan benar!

Nama : Hafnia Darcia Muhamala Azemra  
 Kelas : XII MIPA 1  
 Sekolah : MAN 1 Kota Semarang.

88

✓

1. Perhatikan gambar dibawah ini!

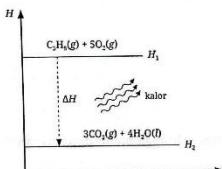


Dalam proses pemanasan, udara dalam balon memanas sehingga balon dapat terangkat ke udara.

- Mengapa hal itu bisa terjadi?
  - Analisislah apakah peristiwa tersebut berhubungan dengan hukum kekekalan energi, sertakan penjelasannya!
  - Analisis juga contoh lain yang relevan dengan penerapan hukum kekekalan energi dalam kehidupan sehari-hari, sertakan penjelasannya! (minimal 3)
- Ketika kita molarutkan tablet *effervescent* (vitamin C) dalam air akan membentuk gelembung dan suhuhan berubah menjadi dingin sedangkan jika kita mereaksikan air dan sabun deterjen lama-lama akan terasa lebih hangat. Analisislah mengapa kedua hal tersebut bisa terjadi? Hubungkanlah peristiwa tersebut dengan reaksi eksoterm dan endoterm! Analisis juga contoh lain yang relevan dengan konsep reaksi eksoterm dan endoterm! (minimal 3)
  - Dalam tubuh manusia, proses metabolisme sangat penting untuk menghasilkan energi yang dibutuhkan oleh tubuh dalam menjalankan aktivitas sehari-hari. Salah satu contoh dari metabolisme adalah pembakaran glukosa ( $C_6H_{12}O_6$ ). Pada tekanan tetap, pembakaran glukosa ini mengalami proses kimiawi berupa pemutusan dan pembentukan ikatan kimia yang menyebabkan perubahan entalpi. Berdasarkan pernyataan tersebut, analisislah apa yang dimaksud dengan perubahan entalpi? Tuliskan persamaan termokimia reaksi pembakaran glukosa dalam metabolisme tubuh dan hitunglah perubahan entalpi pembentukan standar! (Jika diketahui  $\Delta H_f^\circ C_6H_{12}O_6(s) = -1273 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H_f^\circ CO_2(g) = -393,5 \text{ kJ/mol}$ , dan  $\Delta H_f^\circ H_2O(l) = -241,8 \text{ kJ/mol}$ )
  - Sampah merupakan masalah besar saat ini, terutama di kota-kota besar yang padat penduduk. Minimnya kesadaran masyarakat untuk memilah sampah sesuai dengan jenis

bahan dasarnya merupakan salah satu penyebab sulitnya pengolahan sampah. Berdasarkan data dari Badan Statistik Nasional tahun 2014, rata-rata 81% masyarakat Indonesia membuang sampah dengan tidak memilah jenis sampah. Pengolahan sampah beberapa daerah di negara kita juga belum memaksimalkan potensi energi yang terkandung di dalam sampah. Berdasarkan teori perubahan energi ( $\Delta E$ ) dan potensi energi yang terkandung dalam sampah, kritisilah bagaimana gagasanmu dalam menangani masalah di atas ? Sertakan penjelasannya!

5. Perhatikan grafik di bawah ini!



- a. Analisislah grafik tersebut! Jelaskan bagaimana perubahan entalpi pada reaksi eksoterm/endoterm terlihat dari grafik tersebut!
- b. Sebutkan contoh mengenai penerapan perubahan entalpi reaksi sesuai grafik dalam kehidupan sehari-hari? Sertakan gagasanmu mengenai dampak dan solusi dari penerapan perubahan entalpi reaksi tersebut!
6. Dalam sebuah laboratorium kimia, siswa kelas XI-1 ingin melakukan percobaan mengenai reaksi eksoterm dan endoterm. Namun, alat dan bahan yang terdapat di dalam laboratorium tersebut masih terbatas dan belum memadai. Ciptakanlah solusi mengenai rancangan percobaan reaksi eksoterm dan endoterm dengan alat dan bahan yang mudah ditemui dalam kehidupan sehari-hari! Jelaskan langkah-langkah percobaan tersebut!
7. Rasel ingin mengukur pertukaran kalor pelarutan NaCl dalam laboratorium, tetapi alat kalorimeter belum tersedia di sana. Ia menemukan beberapa alat dalam rumahnya, seperti gelas styrofoam bekas mi instan, sumpit, dan cutter. Di laboratorium, Rasel juga mendapatkan termometer. Bantulah rasel untuk merancang pembuatan kalorimeter sederhana dengan alat-alat yang ditemukannya! Kemudian jelaskan langkah-langkah penentuan kalor pelarutan NaCl tersebut!
8. Putri melakukan percobaan menggunakan kalorimeter bom untuk menentukan perubahan kalor dalam reaksi pembakaran butana ( $C_4H_{10}$ ). Sejumlah 2 gram butana dibakar dalam kalorimeter bom yang berisi 500 gram air. Setelah pembakaran, suhu air dalam kalorimeter meningkat dari  $25^\circ\text{C}$  menjadi  $45^\circ\text{C}$ . Berdasarkan hasil perhitungan, analisislah secara rinci langkah-langkah penentuan entalpi reaksi pembakaran butana, jika kapasitas kalor

kalorimeter diabaikan dan kalor jenis air =  $4,2 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$ ! (jelaskan juga terkait alasan penggunaan rumus)

- Dalam sebuah percobaan termokimia, 2 mol gas hidrogen ( $\text{H}_2$ ) bereaksi dengan 1 mol gas oksigen ( $\text{O}_2$ ) untuk membentuk 2 mol air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) dalam kondisi standar. Jika perubahan entalpi standar pembentukan ( $\Delta H^\circ$ ) untuk  $\text{H}_2\text{O}$  adalah -286 kJ/mol. Tentukan perubahan entalpi standar reaksi ( $\Delta H^\circ$ ) untuk reaksi pembentukan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) berdasarkan percobaan! Berdasarkan hasil perhitungan, analisislah secara rinci termasuk reaksi apakah (endoterm/eksoterm) reaksi tersebut, dan jelaskan mengapa disebut reaksi eksoterm/endoterm berdasarkan hasil perubahan entalpi!
- Hitunglah penentuan energi yang dibebaskan atau diserap dalam reaksi pembentukan 1 mol air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) dari unsur-unsurnya berdasarkan data energi ikatan yang diberikan!

Energi ikatan dalam ikatan H-H = 436 kJ/mol

Energi ikatan dalam ikatan O=O = 498 kJ/mol

Energi ikatan dalam ikatan H-O = 459 kJ/mol

Berdasarkan hasil perhitungan, analisislah secara rinci termasuk reaksi apakah (endoterm/eksoterm) reaksi tersebut, dan jelaskan mengapa disebut reaksi eksoterm/endoterm berdasarkan hasil perhitungan energi ikatan!

(49)

#### JAWABAN

- a. Balon udara terangkat karena udara panas di dalamnya lebih ringan daripada udara dingin di luar. Saat udara dipanaskan, partikel partikelnya bergerak lebih cepat dan mengurangi kepadatan, sehingga balon dapat melayang.
- b. Peristiwa ini berkaitan dengan hukum tekanan energi. Energi dari bahan bakar mengubah energi termal udara yang menyebabkan perubahan kepadatan dan menghasilkan gaya angkat.
- c. Kapal laut : Mengapung, karena bentuknya yang berongga memindahkarai air dan lebih banyak daripada beratnya.
- d. Roket : Gas panas yang keluar dari roket menghasilkan gaya dorong ke atas.
- e. Puluhan senapan : Saat rokunya dikompakkan, momentum puluh senapan yang bergerak mundur mengimbangi momenku senapan yg bergerak mundur.
- f. Tablet effervescent dan reaksi air dengan sabun deterjen menunjukkan dua jenis reaksi termal yang berbeda. Tablet effervescent menghasilkan bat CO<sub>2</sub> saat dilarutkan dalam air, yang merupakan reaksi endoterm karena menyerap panas dan dinginan, sehingga suhu tanah meningkat lebih dingin. Sebaliknya, reaksi antara air dan sabun deterjen berfungsi eksoterm, di mana energi di-

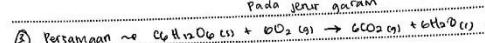
kegiatan, menyebabkan sifat meningkat saat sabun luntur.

contoh lain :

a. Fotolisis  $\rightarrow$  menyapu energi matahari (endoterm)  $\downarrow$  mengubah CO<sub>2</sub> dan air menjadi glukosa.

b. Pembakaran  $\rightarrow$  melepaskan energi dalam bentuk panas & cahaya (ekstoterm)

c. Dissolusi garam  $\downarrow$   $\rightarrow$  dobel berisikan endo-term tergantung pada jenis garam



diketahui :

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

$$\Delta H^\circ(C_6H_{12}O_6(s)) = -1773 \text{ kJ/mol}$$

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

$$\Delta H^\circ(H_2O(l)) = -291,8 \text{ kJ/mol}$$

e. Penyelesaian :

$$\Delta H^\circ = [6(-393,5) + 6(-291,8)] - [-1773] + 6(0)$$

$$= [-2361 - 1750,8] - (-1773)$$

$$= -3811,8 + 1773$$

$$= -2538,8 \text{ kJ/mol.}$$

④ Sampah yang tidak terkotola dengan baik menjadi sumber polusi, terutama di perkebunan. Padahal, sampah organik dapat diolah menjadi biomassa dan plastik didaur ulang menjadi bahan baku. Minimnya resebaratan dan kerusakan pengelolaan terintegrasi menghambat remanfaatan potensi energi sampah.

Solusi penanganan sampah :

a. Edukasi dan regulasi

b. Teknologi pengolahan sampah

c. Ekonomi seteknik

d. Kolaborasi Mukt - pihak

Kesimpulan dan penutupan energi :

Energi kimia dalam sampah dapat diubah menjadi energi panas atau listrik, menjadikannya sumber daya alternatif.

⑤ > Reaksi eksoterm  $\rightarrow$  (pencairan kapur tokor dengan air) menghasilkan panas, meningkatkan suhu lingkungan

> Reaksi endoterm  $\rightarrow$  (pelarutan garam dalam air dingin) menyebabkan panas dari lingkungan, menurunkan suhu. Dengan alat dan bahan sederhana, siswa dapat memahami konsep dasar reaksi eksoterm & endoterm

- ⑥ a. R. eksoterm = graft → penurunan energi dari reaktan ke produk  
 energi produk lebih rendah drpd energi reaktan.
- b. R. endoterm = graft → peningkatan energi dari reaktan ke produk  
 energi produk lebih tinggi drpd energi reaktan.
- c. R. eksoterm apt menghasilkan panas yg dgk dimanfaatkan ulto  
 berbagai resutan panas yg dapat menyebabkan bahan yg tdk tahan-  
 dal.

⑦ Alat dan Bahan

- 1. Gelas styrofoam bekas mi instan
- 2. Sumpit (beberapa pengaduk)
- 3. Cutler (untuk memisahkan)
- 4. Air 100 mL
- Langkah pembuatan kalorimeter

1. Berekatkan gelas styrofoam bekas mi instan.
2. Bungkus cutler untuk melindungi tubuh gelas agar termometer bisa di ma-  
 tutkan.
3. Pasangkan tubuh gelas styrofoam keparang rapih.

Pembuatan kalor pelarut

1. Isi gelas styrofoam dengan 100 mL air bersuhu awal ( $T_1$ ) yang cukup menggunakan termometer.
  2. Masukkan sejumlah NaCl (sebaiknya serupa) ke dalam air.
  3. Aduk larutan dg sumpit hingga saram lalu sempurna.
- a. catat suhu akhir larutan ( $T_2$ )
  - c. hitung perubahan suhu ( $\Delta T = T_2 - T_1$ )

⑧  $q = m \cdot c \cdot \Delta T$

$$\text{diket} : \text{massa air (m)} = 100 \text{ g}$$

$$\text{kalor jenis air (c)} = 1,2 \text{ J/g°C}$$

$$\text{Perubahan suhu (}\Delta T\text{)} = 15 - 25 = 20^\circ\text{C}$$

$$\text{Jawab: } 100 \cdot 1,2 \cdot 20 = 12.000 \text{ J} / 925 \text{ J}$$

$$\text{QH} = \frac{\text{Jreatif}}{\text{Mol Butana}}$$

$$= \frac{-92}{0,02498} = -3747,2 \text{ kJ/mol.}$$

$$\text{Qreakif} = -92 \text{ kJ}$$

$$\text{Mol Butana} = \frac{2}{28} = 0,071498 \text{ mol.}$$



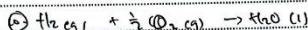
$$\Delta H^\circ = \sum \Delta H_f^\circ(\text{produk}) - \sum \Delta H_f^\circ(\text{reakan})$$

$$\Delta H^\circ = -572 - 0 - 572 \text{ kJ}$$

analisis :

- Reaksi berirrat eksoterm karena AH negatif.

- Energi molekul air lebih besar dibanding energi yg diperlukan untuk memisahkan gars hidro + O<sub>2</sub>.



$$\text{E dituliskan } (1 \text{ mol H-H}) \cdot (436 \text{ kJ/mol}) + (\frac{1}{2} \text{ mol } =\text{O}) \cdot (498) = 610 \text{ kJ}$$

$$\text{diper } (2 \text{ mol H-O}) \cdot (610 \text{ kJ}) = 1220 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = 610 - 685 = -733 \text{ kJ}$$

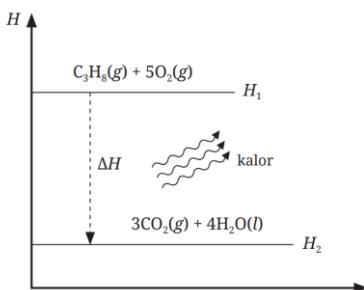
↳ negatif, menunjukkan bahwa reaksi berlangsung eksoterm.

## Lampiran 11. Lembar Soal *Pre-test* dan *Post-test*

### A. Soal *Pre-Test* dan *Post-Test*

Kerjakan soal dibawah ini dengan baik dan benar!

- Dalam tubuh manusia, proses metabolisme sangat penting untuk menghasilkan energi yang dibutuhkan oleh tubuh dalam menjalankan aktivitas sehari-hari. Salah satu contoh dari metabolisme adalah pembakaran glukosa ( $C_6H_{12}O_6$ ). Pada **tekanan tetap**, pembakaran glukosa ini mengalami proses kimiawi berupa pemutusan dan pembentukan ikatan kimia yang menyebabkan perubahan entalpi. Berdasarkan pernyataan tersebut, analisislah apa yang dimaksud dengan perubahan entalpi? Tuliskan persamaan termokimia reaksi pembakaran glukosa dalam metabolisme tubuh dan hitunglah perubahan entalpi pembentukan standar! (Jika diketahui  $\Delta H_f^\circ C_6H_{12}O_6(s) = -1273 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H_f^\circ CO_2(g) = -393,5 \text{ kJ/mol}$ , dan  $\Delta H_f^\circ H_2O(l) = -241,8 \text{ kJ/mol}$ )
- Perhatikan grafik di bawah ini!



- Analisislah termasuk jenis apakah perubahan entalpi yang terlihat dari grafik tersebut! Jelaskan mengapa demikian?
- Sebutkan contoh mengenai penerapan perubahan entalpi reaksi sesuai grafik dalam kehidupan sehari-hari? Sertakan gagasanmu mengenai dampak dan solusi dari penerapan perubahan entalpi reaksi tersebut!

3. Dalam sebuah laboratorium kimia, siswa kelas XI-1 ingin melakukan percobaan mengenai reaksi eksoterm dan endoterm. Namun, alat dan bahan yang terdapat di dalam laboratorium tersebut masih terbatas dan belum memadai. Ciptakanlah solusi mengenai rancangan percobaan reaksi eksoterm dan endoterm dengan alat dan bahan yang mudah ditemui dalam kehidupan sehari-hari! Jelaskan langkah-langkah percobaan tersebut!
4. Rasel ingin mengukur pertukaran kalor pelarutan NaCl dalam laboratorium, tetapi alat kalorimeter belum tersedia di sana. Ia menemukan beberapa alat dalam rumahnya, seperti gelas *styrofoam* bekas mi instan, sumpit, dan *couper*. Di laboratorium, Rasel juga mendapatkan termometer. Bantulah Rasel untuk merancang pembuatan kalorimeter sederhana dengan alat-alat yang ditemukannya! Kemudian jelaskan langkah-langkah penentuan kalor pelarutan NaCl tersebut!
5. Dalam sebuah percobaan termokimia, 2 mol gas hidrogen ( $H_2$ ) bereaksi dengan 1 mol gas oksigen ( $O_2$ ) untuk membentuk 2 mol air ( $H_2O$ ) dalam kondisi standar. Jika perubahan entalpi standar pembentukan ( $\Delta H^\circ$ ) untuk  $H_2O$  adalah -286 kJ/mol. Tentukan perubahan entalpi standar reaksi ( $\Delta H^\circ$ ) untuk reaksi pembentukan air ( $H_2O$ ) berdasarkan percobaan! Berdasarkan hasil perhitungan, **analisislah secara rinci** termasuk reaksi apakah (endoterm/eksoterm) reaksi tersebut, dan jelaskan mengapa disebut reaksi eksoterm/endoterm berdasarkan hasil perubahan entalpi!

## B. Pengerjaan Siswa Soal Pre-Test (Kelas Eksperimen)

Nama : Husna Humaida

Kelas : XI-4

Nomer : 11

(24) No. \_\_\_\_\_  
Date: \_\_\_\_\_

1. yang dimaksud perubahan entalpi adalah perubahan energi dari awal hingga akhir suatu reaksi kimia.
- persamaannya  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6H_2O + 6CO_2$
2.  $\Delta H_{\text{reaksi}} = \sum \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \sum \Delta H_f^\circ \text{ reaktan}$   
 $= ((6 \cdot -393,5 + 6 \cdot -241,8) - (-1273 + 6 \cdot 0))$   
 $= -3811,8 + 1273$   
 $= -3538,8$
3. bahan yang mudah ditemui  
 eksoterm : reaksi larutan kalsium klorida ke dalam air  
 4. endoterm : reaksi larutan amonium nitrat ke dalam air  
 alat dan bahan = gelas, termometer, air.  
 langkah-langkah : ?
5. a. - grafik menunjukkan perubahan entalpi dari reaksi eksoterm (turun) dan endoterm (naik)  
 - Pada reaksi eksoterm,  $H_f$  produk lebih rendah dari  $H_f$  reaktan ( $\Delta H < 0$ )  
 6. - Pada reaksi endoterm,  $H_f$  produk lebih tinggi dari  $H_f$  reaktan ( $\Delta H > 0$ )  
 b. reaksi eksoterm = pembakaran bahan bakar. Dampaknya menghasilkan energi untuk kendaraan. Solusi gunakan bahan bakar ramah lingkungan  
 reaksi endoterm = Fotosintesis. Dampaknya meningkatkan produksi oksigen dan makanan. Solusi perlindungan lingkungan.

## (Kelas Kontrol)

No.:	Date:
<input type="checkbox"/> Nama : Nada Amuna Jedah	(32)
<input type="checkbox"/> AbSEN : 28	
<input type="checkbox"/> Kelas : XI - 3	
<input type="checkbox"/> 1. Perubahan entalpi adalah proses pembakaran glukosa yang mengalami proses kimia berupa pemutusan atau pembentukan ikatan kimia yang menyebabkan perubahan entalpi.	
<input type="checkbox"/> 2. Eksoterm : 1. siapkan alat dan bahan 2. alat : - gelas tatakan - Pengaduk 3. bahan : - air - asam pakat 4. Tuangkan air ke dalam gelas tatakan 5. Tuangkan air ke dalam gelas tatakan yang berisi asam pakat. 6. Aduk campuran air dan asam pakat tersebut	
<input type="checkbox"/> Endoterm : 1. Siapkan tanaman 2. Letakkan tanaman di tempat yang bisa terkena cahaya matahari 3. Tunggu hingga tumbuhan itu berfotosintesis	
<input type="checkbox"/>	
(KIKY) You were born to shine	

No.:	Date:
<input type="checkbox"/> Nama : Nada Amuna J	
<input type="checkbox"/> Absen : 28	
<input type="checkbox"/> Kelas : XI - 3	
<input type="checkbox"/> 3. Reaksi Eksoterm dan Endoterm	
<input type="checkbox"/> Alat : - Tabung reaksi	Bahan : - Kristal Ba
	- Sumbat gabus
	- Kristal NH <sub>4</sub> Cl
<input type="checkbox"/> A	- Sendok
	- Termometer
<input type="checkbox"/> Langkah 3 :	
<input type="checkbox"/> 1. Mempersiapkan semua alat dan bahan yang dibutuhkan	
<input type="checkbox"/> 2. Ambil kristal Ba(OH) <sub>2</sub> · 8H <sub>2</sub> O dan kristal NH <sub>4</sub> Cl dengan menggunakan sendok kemudian masukkan ke dalam tabung reaksi yang berbeda dan ukurlah suhunya	
<input type="checkbox"/> 3. Campurkan kristal Ba(OH) <sub>2</sub> · 8H <sub>2</sub> O dan kristal NH <sub>4</sub> Cl	
<input type="checkbox"/> 4. Aduk campuran tersebut kemudian tutuplah dengan sumbatan gabus.	
<input type="checkbox"/> 5. Pegang tabung reaksi dan ukur suhunya	
<input type="checkbox"/> 6. Biarkan sebentar kemudian buka tabung dan cium bau gas yang dihasilkan.	
<input type="checkbox"/> 7. Perubahan entalpi adalah jumlah panas yang dilepaskan atau diserap dalam suatu reaksi kimia yang berlangsung pada tekanan konstan.	
<input type="checkbox"/> C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> (s) + 6O <sub>2</sub> (g) → 6CO <sub>2</sub> (g) + 6H <sub>2</sub> O(l)	
<input type="checkbox"/> Rumus :	$\Delta H_{\text{reaksi}} = \sum \Delta H_{\text{produk}} - \sum \Delta H_{\text{reaktan}}$

(KIKY) You were born to shine

No.:

Date:

Jawdb.

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = \{6(-393,5) + 6(-291,8)\} - (-1273 + 6(0))$$

$$AH_{\text{regest}} = (-2361 - 1450,8) - (-1273)$$

$$= -3811,8 + 1273$$

$$= [2538.8 \text{ kJ/mol}]$$

- a. Enthalpi produk lebih rendah dari entalpi reaktan  
 $(H_1 > H_2)$

- b. - Pembakaran bahan bakar : gas Elpiji untuk memasak  
dampak & solusi : Memanfaatkan energi secara efisien

### C. Pengerojaan Siswa Soal Post-Test (Kelas Eksperimen)

18	No. 25/2024 Date: 1
Nama : Siva Mulia Setyawan No Absen : 32 Kelas : XI-1	
<span style="font-size: 2em; border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px 10px;">84</span>	
1) <u>Siapkan bahan-bahan:</u> - Gelas styrofoam bekas mie instan - Air - Termometer - Sedotan - cutter - NaCl (garam)	
2) <u>Langkah kerja:</u> • Masukkan air ke dalam gelas styrofoam dan ukur suhu awal • Tambahkan NaCl • Aduk larutan hingga larut • ukur suhu akhir	
2. a) Reaksi eksoterm, karena nilai entalpi produk ( $H_2$ ) lebih rendah dari pada entalpi reaktan ( $H_1$ ). Penurunan entalpi menunjukkan penyerapan kalor ke lingkungan. b) Pembakaran bahan bakar (misalnya bensin / kayu) untuk menghasilkan energi.	
3. Hambatan: 1) alat laboratorium untuk mengukur secara akurat tidak selalu ada 2) Tidak semua bahan kimia mudah ditemukan 3) Perubahan eksoterm dan endoterm terkadang sulit diamati atau dipahami secara langsung karena termometer yang sensitif.	

	No. _____
	Date: _____
<u>Solusi :</u>	
1) Penggunaan alat sederhana	
2) Melakukan reaksi sederhana	
3) Pengolahan data :	
<ul style="list-style-type: none"> <li>catat perubahan suhu selama percobaan (suhu meningkat atau menurun)</li> <li>dengan bahan yang mudah ditemukan</li> </ul>	
1. Persamaan reaksinya :	
$C_6H_{12}O_6(s) + 6 O_2(g) \rightarrow 6 CO_2(g) + 6 H_2O(l)$	
$\Delta H = -2538,8 \text{ kJ/mol}$	
Diketahui :	
$\Delta H_f^\circ C_6H_{12}O_6(s) = -1273 \text{ kJ/mol}$	
$\Delta H_f^\circ CO_2(g) = -393,5 \text{ kJ/mol}$	
$\Delta H_f^\circ H_2O(l) = -241,8 \text{ kJ/mol}$	
Ditanya : perubahan entalpi ?	
Jawab :	
$\begin{aligned}\Delta H &= \sum (\Delta H_f^\circ \text{ produk}) - \sum (\Delta H_f^\circ \text{ reaktan}) \\ &= [6(-393,5) + 6(-241,8)] - [-1273] + 6(0) \\ &= -3811,8 + 1278 \\ &= \underline{\underline{-2538,8 \text{ kJ/mol}}}\end{aligned}$	
- menunjukkan bahwa reaksi bersifat eksoterm.	
- Perubahan entalpi adalah perubahan energi panas yang terjadi dalam suatu sistem selama reaksi kimia berlangsung pada tekanan tetap.	
5. Diketahui :	
reaksi : $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2 H_2O(l)$	
Perubahan entalpi pembentukan : $\Delta H_f^\circ \text{ air (H}_2\text{O)} = -286 \text{ kJ/mol}$	
Jumlah air : 2 mol	
Ditanya : eksoterm / endoterm ?	
Jawab : $\rightarrow$	

No. \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

$$\Delta H = n \cdot \Delta H_f^\circ$$

$$= 2 \cdot (-286)$$

$$= -572 \text{ kJ}$$

$$\Delta H < 0$$

- menunjukkan reaksi eksoterm karena bernilai negatif
- energi yang dilepaskan berasal dari ikatan baru ( $H_2O$ )

**(Kelas Kontrol)**

Nama : Inova Maulida Af  
 Kelas : XI. 3  
 NIM : 18

(80)

25.01.25

- 1). Persamaan Termokimia Reaksi Pembakaran Glutosa  
 $C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l)$

3

 $\Delta H ?$ 

Perhitungan Perubahan Entalpi pembakaran standar

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

$$\Delta H = 6\Delta H_f(CO_2) + 6\Delta H_f(H_2O) - \Delta H_f(C_6H_{12}O_6) - 6\Delta H_f(O_2)$$

$$\Delta H = 6(-393,5 \text{ kJ/mol}) + 6(-241,8 \text{ kJ/mol}) - (-1273 \text{ kJ/mol}) -$$

$$6(0 \text{ kJ/mol})$$

$$\Delta H = -2341 \text{ kJ/mol} - 1450,8 \text{ kJ/mol} + 1273 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H = -2539 \text{ kJ/mol}$$

- 2). Perubahan entalpi yg terlihat pd grafik tersebut adalah reaksi eksoterm.

5

Karena grafik menunjukkan bahwa tingkat energi entalpi sistem ( $H_1$ ) menurun menjadi energi entalpi produk ( $H_2$ ). perubahan ini diterbit dengan perepasan kalor (dituliskan dengan paruh keluar dan tulis "kalor"). hal ini menandakan bahwa energi dilepaskan ke lingkungan selama reaksi berlangsung.

- b. 1. Pembakaran bahan bakar seperti kayu, batu n atau gas LPG dapat menghasilkan panas.

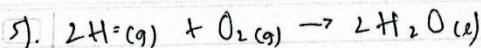
Dampak : jika energi yang dihasilkan tidak dikelola dengan baik, seperti dalam pembakaran bahan bakar dapat menghasilkan polutan (emisi  $CO_2$ ).

- 3). Alat : - gelas                      Bahan :- Air  
                   - Sendok                      - Deterjen  
                   - Termometer                - Adem Sari

Langkah-langkah :

- 4** 1). Tuangkan air kedalam 2 gelas
  - 2). ukur suhu pd air di dalam gelas
  - 3). suhu mula-mula  $20^{\circ}$
  - 4). Beri campuran deterjen dan adem sari
  - 5). Aduk hingga merata
  - 6). ukur suhu pd gelas yg berisi deterjen dan adem sari
  - 7). di kedua gelas tersebut ada perbedaan suhu gelas yg berisikan air + deterjen = suhu naik gelas yg berisikan air + adem sari = suhu turun
- 4). Langkah membuat calorimeter sedekhana
- 1). siapkan dua cangkir Styrofoam
  - 2). Masukkan Satu cangkir ke dalam cangkir lain
  - 3). Buat lubang yg berfungsi isolasi
- 4). Buat lubang pd tutup utk termometer
  - 5). letakkan calorimeter di dalam gelas, lalu ia naik.





$$\Delta H = \Sigma(\Delta H_f^{\circ} \text{ of products}) - \Sigma(\Delta H_f^{\circ} \text{ of reactants})$$

$$= 2(\Delta H_f^{\circ} \text{ of } \text{H}_2\text{O}) - (2\Delta H_f^{\circ} \text{ of } \text{H} + \Delta H_f^{\circ} \text{ of } \text{O}_2)$$

$$= 2(-286 \text{ kJ/mol}) - (2(0 \text{ kJ/mol}) + 0 \text{ kJ/mol})$$

$$= -572 \text{ kJ/mol}$$

5

→ reaksi yg terdapat pd soal yg dratas merupakan reaksi eksoterm, karena menghasilkan perubahan entalpi negatif.

20

Lampiran 12. Daftar Nama Responden Uji Coba Instrumen

No.	Kode	Nama	Kelas
1	UC-01	Hafna Darari Muhalla A.	XII 1
2	UC-02	Arikah Yasmin Atsabitah	XII 1
3	UC-03	Salsabila Rahma	XII 1
4	UC-04	Diandra	XII 1
5	UC-05	Wisnu Shidqul Wafa'	XII 1
6	UC-06	Hafizh Fadillah	XII 1
7	UC-07	Rizky Mahandika Permana	XII 1
8	UC-08	Wildan Ikhfadhl Ilma	XII 1
9	UC-09	Muhammad Raditya Rasya K.	XII 1
10	UC-10	Dani Arrayan Sadida	XII 1
11	UC-11	Muhammad Haidar Husni	XII 1
12	UC-12	Muhammad Alfarezza Latifano	XII 1
13	UC-13	Afrida Azzahra	XII 1
14	UC-14	Aulia Zahwa Ramadhani	XII 1
15	UC-15	Naila Sa'adati Daroini	XII 1
16	UC-16	Aqila Najla A.	XII 1
17	UC-17	Zilma Marthasari	XII 1
18	UC-18	Canes Putri	XII 1
19	UC-19	Fadella Aly Ramadani	XII 1
20	UC-20	Aluna Rira Ariandi	XII 1
21	UC-21	Abel Fidda Naira	XII 1
22	UC-22	Azriela Atifa	XII 1
23	UC-23	Nurul Maknunah	XII 1
24	UC-24	Dina Rahma Auliya	XII 1
25	UC-25	Zahira Fidela Setiawan	XII 1
26	UC-26	Fatimah Zahrotul Millah	XII 1
27	UC-27	Aura F.	XII 1
28	UC-28	Nadiya	XII 1
29	UC-29	Kinanthy Tri Aulia	XII 1
30	UC-30	Shafira Joan	XII 1
31	UC-31	Shafira Rahma Kamila	XII 1
32	UC-32	Ia Kirana Insani	XII 1

## Lampiran 13. Uji Validitas Instrumen

## Lampiran 14. Uji Reliabilitas Instrumen

Kode	No. Item										Jumlah
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
UC-01			4	3	5	4	5	3	5	5	34
UC-02			5	5	3	2	0	0	0	0	15
UC-03			0	5	4	1	0	0	0	0	10
UC-04			3	5	2	5	5	5	5	5	35
UC-05			0	5	5	0	5	0	0	0	15
UC-06			0	0	0	0	0	0	0	0	0
UC-07			0	0	0	0	0	0	0	0	0
UC-08			0	0	4	0	0	0	0	0	4
UC-09			5	0	1	0	0	0	0	0	6
UC-10			4	0	1	0	0	0	0	0	5
UC-11			4	0	0	0	0	0	0	0	4
UC-12			4	0	0	0	0	0	0	0	4
UC-13			5	5	4	5	0	0	0	0	19
UC-14			4	0	4	0	0	0	0	0	8
UC-15			5	5	5	3	0	0	0	0	18
UC-16			4	5	4	5	5	0	5	0	28
UC-17			4	0	0	5	5	0	5	5	24
UC-18			5	0	5	5	5	0	0	0	20
UC-19			4	1	3	5	5	0	0	0	18
UC-20			3	3	4	5	5	0	5	2	27
UC-21			3	3	2	4	2	0	1	1	16
UC-22			2	5	4	5	5	2	5	1	29
UC-23			5	0	5	5	5	0	0	0	20
UC-24			2	5	2	5	5	2	1	1	23
UC-25			5	0	5	5	5	2	1	2	25
UC-26			5	0	5	5	5	2	1	2	25
UC-27			0	0	2	5	0	0	0	0	7
UC-28			4	5	4	1	5	0	0	0	19
UC-29			4	0	2	5	5	0	0	0	16
UC-30			5	0	5	5	5	2	5	2	29
UC-31			4	0	4	5	5	2	5	2	27
UC-32			4	0	4	5	5	0	0	0	18

### Lampiran 15. Tingkat Kesukaran Soal

No. Resp	No. Item										Jumlah	kelompok
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
UC-01	5	5	5	4	3	4	5	3	5	5	44	Atas
UC-02	5	5	3	5	5	2	0	0	0	0	25	Atas
UC-04	5	5	2	3	5	5	5	5	5	5	45	Atas
UC-05	5	5	5	0	5	0	5	0	0	0	25	Atas
UC-13	4	5	4	5	5	5	0	0	0	0	28	Atas
UC-15	5	5	5	5	5	3	0	0	0	0	28	Atas
UC-16	4	4	4	4	5	5	5	0	5	0	36	Atas
UC-17	5	5	0	4	0	5	5	0	5	5	34	Atas
UC-18	5	5	5	5	0	5	5	0	0	0	30	Atas
UC-19	5	5	3	4	1	5	5	0	0	0	28	Atas
UC-20	3	3	4	3	3	5	5	0	5	2	33	Atas
UC-22	5	5	4	2	5	5	5	2	5	1	39	Atas
UC-23	1	5	5	5	0	5	5	0	0	0	26	Atas
UC-24	5	5	2	2	5	5	5	2	1	1	33	Atas
UC-25	5	5	5	5	0	5	5	2	1	2	35	Atas
UC-26	4	5	5	5	0	5	5	2	1	2	34	Atas
UC-28	5	5	4	4	5	1	5	0	0	0	29	Atas
UC-29	5	5	2	4	0	5	5	0	0	0	26	Atas
UC-30	5	4	5	5	0	5	5	2	5	2	38	Atas
UC-31	5	5	4	4	0	5	5	2	5	2	37	Atas
UC-32	4	4	4	4	0	5	5	0	0	0	26	Atas
UC-03	5	5	4	0	5	1	0	0	0	0	20	Bawah
UC-06	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	9	Bawah
UC-07	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	9	Bawah
UC-08	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	8	Bawah
UC-09	5	5	1	5	0	0	0	0	0	0	16	Bawah
UC-10	5	5	1	4	0	0	0	0	0	0	15	Bawah
UC-11	5	5	0	4	0	0	0	0	0	0	14	Bawah
UC-12	5	5	0	4	0	0	0	0	0	0	14	Bawah
UC-14	5	5	4	4	0	0	0	0	0	0	18	Bawah
UC-21	5	2	2	3	3	4	2	0	1	1	23	Bawah
UC-27	5	5	2	0	0	5	0	0	0	0	17	Bawah
skor max	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
rata2	4,59375	4,59375	3,0625	3,3125	1,875	3,125	2,875	0,625	1,375	0,875		
tks	0,91875	0,91875	0,6125	0,6625	0,375	0,625	0,575	0,125	0,275	0,175		
ket	mudah	mudah	sedang	sedang	sedang	sedang	sedang	sukar	sukar	sukar		

## Lampiran 16. Daya Pembeda

No. Resp	No. Item										Jumlah	Kelompok
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
UC-01	5	5	3	4	5	4	5	3	5	5	44	Atas
UC-02	5	5	5	5	3	2	0	0	0	0	25	Atas
UC-04	5	5	5	3	2	5	5	5	5	5	45	Atas
UC-05	5	5	5	0	5	0	5	0	0	0	25	Atas
UC-13	4	5	5	5	4	5	0	0	0	0	28	Atas
UC-15	5	5	5	5	5	3	0	0	0	0	28	Atas
UC-16	4	4	5	4	4	5	5	0	5	0	36	Atas
UC-17	5	5	0	4	0	5	5	0	5	5	34	Atas
UC-18	5	5	0	5	5	5	5	0	0	0	30	Atas
UC-07	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	9	Bawah
UC-08	2	2	0	0	4	0	0	0	0	0	8	Bawah
UC-09	5	5	0	5	1	0	0	0	0	0	16	Bawah
UC-10	5	5	0	4	1	0	0	0	0	0	15	Bawah
UC-11	5	5	0	4	0	0	0	0	0	0	14	Bawah
UC-12	5	5	0	4	0	0	0	0	0	0	14	Bawah
UC-14	5	5	0	4	4	0	0	0	0	0	18	Bawah
UC-21	5	2	3	3	2	4	2	0	1	1	23	Bawah
UC-27	5	5	0	0	2	5	0	0	0	0	17	Bawah
skor max	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Xa	4,77778	4,88889	3,66667	3,88889	3,66667	3,77778	3,33333	0,88889	2,22222	1,66667		
Xb	4,66667	4,22222	0,33333	2,66667	1,55556	1	0,22222	0	0,11111	0,11111		
DP	0,02222	0,13333	0,66667	0,24444	0,42222	0,55556	0,62222	0,17778	0,42222	0,31111		
Ket	dibuang	dibuang	diterima	diperbaik	diterima	diterima	diterima	dibuang	diterima	diperbaik		

Lampiran 17. Daftar Nama Responden Kelas Kontrol

No.	Kode	Nama	Kelas
1	K-01	Ahmad Musaddad Assidiqi	XI 3
2	K-02	Aileen Salsabila Zubairi	XI 3
3	K-03	Alvaris Reyhan Arsyandi	XI 3
4	K-04	Alvindro Setiyo Ardi	XI 3
5	K-05	Andhini Nathifa Rascha	XI 3
6	K-06	Asma Nabila Alifah	XI 3
7	K-07	Aufa Jihan Awalia	XI 3
8	K-08	Aurelia Rahima Paramitha	XI 3
9	K-09	Clara Ardeni Khoir	XI 3
10	K-10	Ega Athaya Rahman	XI 3
11	K-11	Fairuz Mazaya Haya	XI 3
12	K-12	Fakhrian Naufal	XI 3
13	K-13	Farika Shabira	XI 3
14	K-14	Fatika Rahma Diani	XI 3
15	K-15	Feinda Dewi Rachma	XI 3
16	K-16	Haifa Amiratussolechah	XI 3
17	K-17	Hervy Arlaine Susanto	XI 3
18	K-18	Innova Maulida Al Furainy	XI 3
19	K-19	Laura Intan Permata Hati	XI 3
20	K-20	Maharani Wahyu Pratiwi	XI 3
21	K-21	Maulana Dwi Muzaqi	XI 3
22	K-22	Maycennatique Gufnasya Hartono	XI 3
23	K-23	Muhammad Aditya Navaro	XI 3
24	K-24	Muhammad Alfian Rizal Maulana	XI 3
25	K-25	Muhammad Faiz Setiawan	XI 3
26	K-26	Muhammad Irvansyah Dwi Saputra	XI 3
27	K-27	Mutia Cahyani	XI 3
28	K-28	Nada Amuna Jedah	XI 3
29	K-29	Nadya Tri Juliana	XI 3
30	K-30	Najwa Natasya	XI 3
31	K-31	Putri Dwi Pujiati	XI 3
32	K-32	Rayyan Jadda Fillah	XI 3
33	K-33	Sausan Nisrina Afanin	XI 3
34	K-34	Savira Aldila Yaninda	XI 3
35	K-35	Septa Dyan Ramadhani	XI 3
36	K-36	Zacky Fajar Maulana	XI 3

**Lampiran 18. Daftar Nama Responden Kelas Eksperimen**

No.	Kode	Nama	Kelas
1	E-01	Alvia Shan Ramadhani	XI 4
2	E-02	Anita Rahmawati	XI 4
3	E-03	Aromandhon Gerandis Kuswari	XI 4
4	E-04	Aulia Kholifatussadiyah	XI 4
5	E-05	Davin Aditya Putra	XI 4
6	E-06	Desita Lintang Rahmandari	XI 4
7	E-07	Faila Naura Husna	XI 4
8	E-08	Faisal Akbar Adyatma	XI 4
9	E-09	Faris Shafriza Pahlevi	XI 4
10	E-10	Freya Ahlushiva	XI 4
11	E-11	Husna Humaida	XI 4
12	E-12	Ika Reka Buono Putri	XI 4
13	E-13	Iqbal Dwi Ardhana	XI 4
14	E-14	Janu Alif Abdullah Tigo	XI 4
15	E-15	Kayla Digna Swastika	XI 4
16	E-16	Kayla Shahha Adila	XI 4
17	E-17	Muhammad Rizqi Saputra	XI 4
18	E-18	Mutia Zahra Pramesti	XI 4
19	E-19	Nagita Nur Febrina	XI 4
20	E-20	Naila Adya Azzalia	XI 4
21	E-21	Naila Zakiyatur Rohmah	XI 4
22	E-22	Najwa Inayah Farahdina	XI 4
23	E-23	Natasya Nabila	XI 4
24	E-24	Novi Zumasita Prisa	XI 4
25	E-25	Nuri Alfiatur Rohmaniah	XI 4
26	E-26	Nurmala Izmi Haqi	XI 4
27	E-27	Putri Puspitasari	XI 4
28	E-28	Qeyla Izzatul Maulida	XI 4
29	E-29	Rizqi Nur Maulana	XI 4
30	E-30	Salsabila Anindya Putri	XI 4
31	E-31	Shazia Iffah Kamila	XI 4
32	E-32	Siva Mulia Setyawan	XI 4
33	E-33	Tahlilia Oktaviani	XI 4
34	E-34	Talidta Fiaunil Maula	XI 4
35	E-35	Talita Clairina Elysia Zulfa	XI 4
36	E-36	Zahra Aurel Mutiara Rianti	XI 4

Lampiran 19. Hasil Nilai Siswa

No	Kode	Nilai		Kode	Nilai	
		Pretest	Posttest		Pretest	Posttest
1	E-01	32	84	K-01	36	64
2	E-02	16	92	K-02	28	80
3	E-03	36	88	K-03	24	68
4	E-04	28	72	K-04	32	72
5	E-05	40	88	K-05	36	84
6	E-06	32	92	K-06	28	80
7	E-07	32	80	K-07	24	76
8	E-08	20	92	K-08	36	72
9	E-09	24	96	K-09	32	80
10	E-10	28	80	K-10	28	68
11	E-11	24	84	K-11	44	88
12	E-12	44	76	K-12	44	76
13	E-13	40	92	K-13	48	88
14	E-14	20	88	K-14	48	84
15	E-15	24	96	K-15	32	76
16	E-16	32	84	K-16	44	72
17	E-17	20	76	K-17	40	84
18	E-18	16	72	K-18	48	80
19	E-19	36	84	K-19	44	76
20	E-20	32	92	K-20	36	88
21	E-21	28	80	K-21	32	80
22	E-22	24	84	K-22	44	72
23	E-23	36	92	K-23	48	80
24	E-24	24	96	K-24	20	64
25	E-25	40	80	K-25	26	68
26	E-26	20	84	K-26	40	76
27	E-27	28	88	K-27	32	84
28	E-28	44	88	K-28	32	80
29	E-29	20	80	K-29	48	76
30	E-30	36	92	K-30	36	80
31	E-31	16	88	K-31	36	84
32	E-32	40	84	K-32	20	88
33	E-33	36	76	K-33	32	72
34	E-34	40	88	K-34	32	68
35	E-35	32	84	K-35	40	80
36	E-36	44	96	K-36	32	68

Lampiran 20. Perhitungan *Effect Size Cohens'd*

Diketahui:

$$M_E = 85,78$$

$$M_C = 77,11$$

$$N_E = 36$$

$$N_C = 36$$

$$\begin{aligned} SD_E^2 &= (6,724)^2 \\ &= 45,212 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SD_C^2 &= (6,936)^2 \\ &= 48,108 \end{aligned}$$

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{(N_E - 1) SD_E^2 + (N_C - 1) SD_C^2}{N_E + N_C - 2}}$$

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{(36 - 1) 45,212 + (36 - 1) 48,108}{36 + 36 - 2}}$$

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{1582,42 + 1683,78}{70}}$$

$$SD_{pooled} = \sqrt{46,66}$$

$$SD_{pooled} = 6,83$$

$$ES\ Cohen's\ d = \frac{M_E - M_C}{sd_{pooled}}$$

$$ES\ Cohen's\ d = \frac{85,78 - 77,11}{6,83}$$

$$ES\ Cohen's\ d = 1,26$$

## Lampiran 21. Hasil Penilaian Proyek

### A. Penilaian Guru

#### RUBRIK PENILAIAN PROYEK (GURU)

Hari/Tanggal : 7 Januari - 29 Januari 2025

Kelas : XI-4  
Kotomok : Visual 1

No	Aspek	Kriteria	Hasil Penilaian		
			3	2	1
1.	Perencanaan				
	Merumuskan tema proyek	Skor 3: rancangan tema proyek sesuai dengan materi pembelajaran.			✓
	Rancangan langkah-langkah pembuatan proyek	Skor 1: rancangan tema proyek kurang sesuai dengan materi pembelajaran. Skor 3: memuat secara detail kegiatan awal sampai akhir dan aduan kegiatan			✓
2.	Pelaksanaan				
	Penyiapan alat dan bahan	Skor 3: alat dan bahan lengkap Skor 2: Iku alat dan bahan cukup lengkap Skor 1: Iku alat dan bahan tidak lengkap	✓		
	Proses pembuatan proyek	Skor 3: sesuai dengan rancangan langkah-langkah pembuatan proyek yang dibuat sebelumnya. Skor 2: beberapa sesuai dengan rancangan langkah-langkah pembuatan proyek yang dibuat sebelumnya. Skor 1: tidak sesuai dengan rancangan langkah-langkah pembuatan proyek yang diselakati.	✓		
	Tengah pengajaran proyek	Skor 3: tepat waktu sesuai tengah pengajaran proyek yang disepakati. Skor 2: cukup tepat waktu sesuai tengah pengajaran proyek yang disepakati. Skor 1: tidak tepat waktu sesuai tengah pengajaran proyek yang disepakati.	✓		
3.	Hasil Proyek				
	Ide / gagasan	Skor 3: ide / gagasan mampu menggunakan rancangan proyek yang dibuat. Skor 2: ide / gagasan cukup mampu menggunakan rancangan proyek yang dibuat.	✓		
	Kreativitas	Skor 1: ide / gagasan tidak mampu menggunakan rancangan proyek yang dibuat. Skor 3: taraf kerumitan proyek tinggi, kemampuan pemahaman alat dan bahan, dan tema proyek menarik, menarik. Skor 2: taraf kerumitan proyek cukup, kemampuan pemahaman alat dan bahan, dan tema proyek kurang menarik. Skor 1: taraf kerumitan proyek kurang, kemampuan pemahaman alat dan bahan dan tema proyek kurang menarik.	✓		
	Tampilan	Skor 3: sangat rapi, menarik, nilai estetika tinggi, kesesuaian pemilihan warna. Skor 2: cukup rapi, cukup menarik, nilai estetika cukup, cukup sesuai dalam pemilihan warna. Skor 1: kurang rapi, kurang menarik, nilai estetika kurang, kurang sesuai dalam pemilihan warna.	✓		
4.	Laporan Proyek	Skor 1: kurang rapi, kurang menarik, nilai estetika kurang, kurang sesuai dalam pemilihan warna.			

86,6%

Kesulitan sistematisa kepada pergunaan bahasa Ketenggungan data dan pembahasan proyek	Skor 3: sistematisa penulisan tepat dan menggunakan bahasa yang komunikatif. Skor 2: sistematisa penulisan tepat, namun penggunaan bahasa kurang komunikatif. Skor 1: sistematisa penulisan kurang tepat dan penggunaan bahasa kurang komunikatif. Skor 3: data dan pembahasan lengkap dan tepat. Skor 2: data dan pembahasan cukup lengkap dan tepat. Skor 1: data dan pembahasan kurang lengkap dan tepat.	✓	✓
Perolehan Skor	$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor Perolehan}}{30} \times 100\%$		

(25)

## B. Penilaian Teman Sejawat

**RUBRIK PENILAIAN HASIL PROYEK (PENILAIAN TEMAN SEJAWAT)**

Har/Tanggal : 8 abu - 22 Januari , 2025  
Ketimpak yang diulai : ✓  
Ketimpak penilaian : ✓

Ketimpak penilaial

✓

No.	Aspek	Kriteria	Hasil Penilaian		
			3	2	1
1.	Hasil Projek				
	Kewujudan projek	Skor 3 tingkat ciri-ciri projek tinggi mulai dari konsep/ ide/ gagasan. Skor 2 tingkat ciri-ciri projek cukup mulai dan konsep / ide/gagasan. Skor 1 tingkat ciri-ciri projek kurang mulai dan belum, dan tema projek menrik.	✓		
	Kreativitas	Skor 3 taraf kerumitan projek tinggi, kemampuan pemahaman alat dan bahan dan tema projek cukup menarik. Skor 2 taraf kerumitan projek cukup, kemampuan pemahaman alat dan bahan kurang unik, dan tema projek menarik. Skor 1 taraf kerumitan projek kurang, pemahaman alat dan bahan kurang unik, dan tema projek kurang menarik.	✓		
	Tampilan	Skor 3 sangat rapi, menarik, nilai estetika tinggi, kesesuaian penulisan/warna. Skor 2 cukup rapi, cukup menarik, nilai estetika cukup, cukup sesuai dalam pemilihan warna. Skor 1 kurang rapi, kurang menarik, kurang sesuai dalam pemilihan warna.	✓		
	Keterlalauan projek dengan materi	Skor 3 projek yang dihasilkan cukup berkaitan dengan materi. Skor 2 projek yang dihasilkan cukup berkaitan dengan materi. Skor 1 projek yang dihasilkan kurang berkaitan dengan materi.	✓		
2.	Presentasi Projek				
	Penyampaikan presentasi	Skor 3 penyampaikan baik, tidak bertele-tele, dan mampu menjelaskan projek yang dibuat. Skor 2 penyampaikan cukup baik, bertele-tele, mampu menjelaskan projek yang dibuat. Skor 1 penyampaikan kurang bertele-tele, dan kurang mampu menjelaskan projek yang dibuat.	✓		
	Kemampuan menjawab pertanyaan	Skor 3 mampu menjawab dengan baik, penanya cukup puas dengan jawaban. Skor 2 cukup menjawab dengan baik, penanya cukup puas dengan jawaban. Skor 1 kurang menjawab dengan baik, penanya kurang puas dengan jawaban.	✓		
	Perlebihan Skor				
	Nilai = $\frac{\text{skor penilaian}}{10} \times 100\%$				

Penilaian : ✓

Nilai =  $\frac{83}{10} \times 100\% = 83\%$

83,3

## C. Hasil Proyek Siswa

**KALORIMETRI**

**Pengertian**

- Sedangkan kalorimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur perubahan kalor
- Kalorimeter adalah proses pengukuran perubahan panas / kalor (yang dilepaskan atau diserap) selama reaksi kimia atau fenomena fisik..

**Kalorimeter Bom**

- Kalorimeter bom adalah alat pengukur kalor yang lebih akurat dan presisi, digunakan untuk mengukur perubahan pembakaran bahan bakar, makanan dan zat lain. Terdirinya adalah bahan bakar ledakan dan sistem pengukuran tekanan.
- Dalam industri makanan, kalorimeter bom juga dapat untuk mengukur jumlah total (kalor) dalam makanan atau minuman. Ini membantu menentukan nilai gizi produk.

**RUMUS :**  
 $Q_{\text{Larutan}} = m \cdot c \cdot \Delta T$   
 Keterangan:  
 1.  $m$  = massa air dalam kalorimeter (g)  
 2.  $c$  = kalor jenis ( $\text{J/g}^\circ\text{C}$ )  
 3.  $\Delta T$  = perubahan suhu ( $^\circ\text{C}$ ) (atau K)

**PUMIS :**  
 $Q_{\text{kalorimeter}} = C \cdot \Delta T$   
 Keterangan:  
 1.  $C$  = kapasitas kalor bom (J)  
 2.  $\Delta T$  = perubahan suhu ( $^\circ\text{C}$  atau K)

**Kalorimeter Sederhana**

- Kalorimeter sederhana adalah alat pengukur kalor yang sederhana, umumnya tidak digunakan untuk mengukur kalor reaksi kimia. Terdiri dari vaselinol, termometer dan pengaduk.
- contoh pengukuran kalorisme:  
 1. Mengukur kalor unsur dalam air.  
 2. Mengukur kalor unsur dalam makanan.  
 3. Mengukur effiseni pembakaran.  
 4. Mengukur jumlah kalor dalam massa.  
 5. Mengukur isolasi panas. (eff)

**RUMUS :**  
 $Q_{\text{reaksi}} = C \cdot (Q_{\text{isolasi}} + Q_{\text{kalorimeter}})$   
 $Q_{\text{reaksi}} = (m \cdot c \cdot \Delta T + C \cdot \Delta T)$   
 Keterangan:  
 C kalorimeter  
 1. Kapasitas kalor reaksi  
 $(^\circ\text{C})$  atau  $(\text{K})$   
 2.  $\Delta T$  = perubahan suhu ( $^\circ\text{C}$  atau K)

**Visual 1**

- A via shan ramadhani (01)
- A via Afifatulzadiah (04)
- A via Alif Arifandy (06)
- Mulia zahra puspita (10)
- Tahlida ekovianti (33)
- Talida fauzi maula (34)

Selengkapnya:  
<https://bit.ly/projectsiswaa>

Lampiran 22. Hasil Respon Siswa

No	Pernyataan	STS	TS	S	SS
1	Saya memahami materi termokimia lebih baik dengan model PjBL berdiferensiasi	0	0	17	19
2	Saya mendapatkan kesempatan memilih cara belajar yang paling sesuai dengan saya	0	0	0	36
3	Pembelajaran yang disesuaikan dengan gaya belajar dapat meningkatkan daya tangkap saya dalam pembelajaran kimia	0	0	10	26
4	Pemberian pilihan tugas sesuai gaya belajar membantu saya mengekspresikan pemahaman dengan cara saya sendiri	0	0	0	36
5	Saya lebih mudah mengingat konsep termokimia setelah mengikuti proyek dalam pembelajaran	0	0	21	15
6	Saya merasa lebih bertanggung jawab dan dapat bekerja sama dengan baik dalam kelompok proyek	0	0	9	27
7	Saya merasa dipandu dengan baik oleh guru selama proses proyek berlangsung	0	0	13	23
8	Pembelajaran menggunakan model PjBL berdiferensiasi membantu saya meningkatkan keterampilan berpikir kreatif	0	0	28	8
9	Motivasi belajar saya meningkat ketika mengikuti pembelajaran kimia menggunakan model PjBL berdiferensiasi	0	0	11	25

10	Saya mampu merubah <i>mindset</i> saya bahwa kimia tidak serumit yang dibayangkan	0	0	6	30
----	---	---	---	---	----

### Lampiran 23. Dokumentasi



(Uji Coba Instrumen)



(Pre-test Kelas Kontrol)



(Pre-test Kelas Eksperimen)



(Kegiatan Pembelajaran)



(Kegiatan Pembelajaran)



(Presentasi Hasil Proyek)



(Foto Bersama *Pasca Post-test*  
Kelas Kontrol)



(Foto Bersama *Pasca Post-test*  
Kelas Eksprimen)

## RIWAYAT HIDUP

### A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Masyitoh Putri Itsnaini
2. Tempat & Tgl. Lahir : Lamongan, 7 September 2003
3. Alamat Rumah : Jl. Ki Darsono, RT 03 / RW 02,  
Desa Paciran, Kecamatan  
Paciran, Kabupaten Lamongan,  
Provinsi Jawa Timur
4. HP : 087705022193
5. E-mail : [putriitsnaini07@gmail.com](mailto:putriitsnaini07@gmail.com)

### B. Riwayat Pendidikan

#### 1. Pendidikan Formal

- TK Muslimat Mazra'atul Ulum 02 (2006 – 2009)  
MI Mazra'atul Ulum 02 (2009 – 2015)  
MTs Mazra'atul Ulum (2015 – 2018)  
MA Tarbiyatut Tholabah (2018 – 2021)

#### 2. Pendidikan Non Formal

- PPPi. Tarbiyatut Tholabah  
Madrasah Diniyyah Tarbiyatut Tholabah