

**PERBANDINGAN MODEL *PROBLEM BASED
LEARNING* DAN *PROJECT BASED LEARNING*
TERHADAP BERPIKIR KREATIF SISWA
MATERI TERMOKIMIA**

SKRIPSI

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



Oleh: **Putri Farhah Kamilah**
NIM: 2008076003

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Putri Farhah Kamilah

NIM : 2008076003

Jurusan : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PERBANDINGAN MODEL *PROBLEM BASED LEARNING* DAN
PROJECT BASED LEARNING TERHADAP BERPIKIR
KREATIF SISWA MATERI TERMOKIMIA**

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

Semarang, 18 Desember 2023

Pembuat Pernyataan,



Putri Farhah Kamilah

NIM: 2008076003



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 7643366
E-mail: fst@walisongo.ac.id, Web: <https://fst.walisongo.ac.id/>

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Perbandingan Model *Problem Based Learning* dan
Project Based Learning terhadap Berpikir Kreatif
Siswa Materi Termokimia
Peneliti : **Putri Farhah Kamilah**
NIM : 2008076003
Program Studi : Pendidikan Kimia

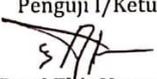
Telah diujikan dalam sidang munaqosah oleh dewan penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Kimia.

Semarang, 29 Desember 2023

DEWAN PENGUJI

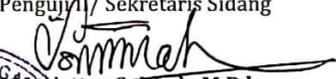
Penguji I/Ketua Sidang

Penguji II/ Sekretaris Sidang


Deni Ebit Nugroho, M.Pd.

NIP. 198507202019031007

Penguji III


Maratus Solichah, M.Pd.

NIP. 198908262019032009

Penguji IV


Sri Rahmania, M.Pd.

NIP. 199301162019031007


Sriyo Ningrum, M.Pd.

NIP. 199308182019032029


Deni Ebit Nugroho, M.Pd.

NIP. 198507202019031007



NOTA PEMBIMBING

Semarang, 14 Desember 2023

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 : Perbandingan Model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* (KIT Praktikum) terhadap Berpikir Kreatif Siswa Materi Termokimia

Nama : Putri Farhah Kamilah

NIM : 2008076003

Jurusan : Pendidikan Kimia

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Pembimbing I,



Deni Ebit Nugroho, M.Pd

NIP. 198507202019031007

**PERBANDINGAN MODEL *PROBLEM BASED LEARNING* DAN
PROJECT BASED LEARNING TERHADAP BERPIKIR KREATIF
SISWA MATERI TERMOKIMIA**

Putri Farhah Kamilah

2008076003

ABSTRAK

Pembelajaran di SMA Negeri 8 Semarang dominan menggunakan *Problem Based Learning*. Diperlukan suatu inovasi perbandingan model pembelajaran yang lain dalam implementasi kurikulum merdeka dan mengembangkan kemampuan berpikir kreatif siswa. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan antara model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* terhadap berpikir kreatif siswa materi termokimia. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, eksperimen semu. Jenis desain pada penelitian ini yaitu *Pre-Test Post-Test Non Equivalent Comparison-Group Design*. Pengambilan sampling menggunakan teknik *non probability sampling*. Instrumen penelitian berupa soal *pre-test* dan *post-test*, serta penilaian portofolio proses dan produk. Data hasil penelitian dianalisis secara kuantitatif. Hasil hipotesis melalui uji *independent sample t-test* pada data *post-test* di taraf signifikansi 5% diperoleh $0,064 > 0,05$ yang menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan antara model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* terhadap berpikir kreatif siswa materi termokimia. Jika dilihat secara keseluruhan indikator berpikir kreatif siswa kedua kelas eksperimen memiliki rata-rata yang hampir sama yaitu tertinggi terjadi pada indikator elaborasi dan terendah terjadi pada indikator keaslian.

Kata kunci: Perbandingan, PBL, PjBL, berpikir kreatif, termokimia

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perbandingan Model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* terhadap Berpikir Kreatif Siswa Materi Termokimia” dengan baik. Skripsi ini diajukan guna memenuhi tugas dan persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Kimia Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

Peneliti menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, motivasi, bimbingan dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. H. Ismail, M. Ag. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
2. Ibu Atik Rahmawati S.Pd, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia dan Ketua Prodi Pendidikan Kimia di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Bapak Deni Ebit Nugroho, S.Si, M.Pd selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan arahan kepada peneliti dalam penelitian ini.

4. Segenap dosen pendidikan kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan skripsi ini.
5. Ayah Masngad dan Mama Nor Sa'diyah selaku orang tua peneliti yang sangat dicintai dan disayangi yang telah memberikan semua ridhonya dalam setiap langkah, memberikan segalanya baik moral, materi, do'a, dukungan, kasih sayang yang penuh dengan rasa tulus dan keikhlasan. Khoirul Azmi Asy-Syarafi dan Hasna Nabila Syarifah selaku adik kesayangan yang telah memberikan dukungan dan hiburan, serta keceriaan.
6. Putri Farhah Kamilah selaku diri sendiri yang telah berjuang dengan sangat baik dalam setiap langkah.
7. Segenap keluarga besar yang telah membantu dan mendukung jalannya peneliti selama perkuliahan.
8. Teman-teman kos (KUL *seventeen*) yang telah menjadi keluarga hangat di tanah rantau Ngaliyan.
9. Ibu Ima Fitrotul Azizah, S.Pd selaku guru kimia SMA Negeri 8 Semarang yang telah membantu peneliti dalam melaksanakan penelitian ini.
10. Teman-teman Pendidikan Kimia angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan dan motivasi serta kenangan terindah kepada peneliti.

Di balik layar ini, peneliti banyak mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan rela membantu serta menghibur di kala peneliti sedang kalut. Semoga Allah memberikan kelimpahan berkah kepada segenap pihak yang membantu peneliti.

Berlandaskan pada segala keterbatasan peneliti, *Alhamdulillah*, skripsi ini mencapai puncaknya yaitu tamat peneliti susun.

كُلُّ ابْنِ آدَمَ خَطَّاءٌ وَخَيْرُ الْخَطَّائِينَ التَّوَّابُونَ

“Setiap anak Adam pernah berbuat salah dan sebaik-baik yang berbuat salah adalah yang bertobat dari kesalahannya.” (HR. At Tirmidzi no. 2499, Hasan). Semoga kita semua termasuk ke dalam pribadi yang mampu menerapkan akhlak paripurna pada setiap tarikan nafas. Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, Desember 2023
Peneliti



Putri Farhah Kamilah
NIM: 2008076003

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN.....	iii
NOTA PEMBIMBING.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	7
C. Pembatasan Masalah.....	8
D. Rumusan Masalah.....	9
E. Tujuan Penelitian.....	9
F. Manfaat Penelitian	9
BAB II LANDASAN PUSTAKA	11
A. Kajian Teori.....	11
B. Kajian Penelitian yang Relevan	58
C. Kerangka Berpikir	60
D. Hipotesis Penelitian.....	64
BAB III METODE PENELITIAN	65
A. Jenis Penelitian.....	65
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	66
C. Populasi dan Sampel Penelitian	66
D. Definisi Operasional Variabel.....	67
E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data	68
F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen.....	74
G. Teknik Analisis Data.....	78
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	83
A. Deskripsi Hasil Penelitian	83
B. Hasil Uji Hipotesis.....	106
C. Pembahasan.....	107

D. Keterbatasan Penelitian	130
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	132
A. Simpulan.....	132
B. Implikasi.....	132
C. Saran.....	133
DAFTAR PUSTAKA	135
LAMPIRAN.....	143
RIWAYAT HIDUP	251

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Ciri-Ciri Berpikir Kreatif	33
Tabel 2.2	Jenis-Jenis Sistem	37
Tabel 2.3	Entalpi Pembentukan Standar Beberapa Unsur	46
Tabel 2.4	Energi Ikatan	50
Tabel 2.5	Kalor Jenis Beberapa Zat	53
Tabel 3.1	<i>Pre-Test Post-Test Non Equivalent Comparison-Group Design</i>	65
Tabel 3.2	Format Penilaian Portofolio Proses Model PBL	71
Tabel 3.3	Format Penilaian Portofolio Proses Model PjBL	72
Tabel 3.4	Format Penilaian Portofolio Produk Model PBL	73
Tabel 3.5	Format Penilaian Portofolio Produk Model PjBL	74
Tabel 3.6	Nilai <i>Cronbach's Alpha</i>	76
Tabel 3.7	Kriteria Daya Pembeda Butir Soal	77
Tabel 3.8	Kriteria Nilai Portofolio Proses	80
Tabel 3.9	Kriteria Nilai Portofolio Produk	81
Tabel 4.1	Validasi Konstruksi Instrumen	86
Tabel 4.2	Hasil Uji Validitas Butir Soal <i>Essay</i>	88
Tabel 4.3	Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal	89
Tabel 4.4	Hasil Analisis Daya Pembeda Soal	90

Tabel 4.5	Data Hasil <i>Pre-Test</i> Kelas Eksperimen PBL dan PjBL	92
Tabel 4.6	Hasil Uji Normalitas <i>Pre-Test</i>	92
Tabel 4.7	Hasil Uji Homogenitas <i>Pre-Test</i> Berpikir Kreatif	93
Tabel 4.8	Data Hasil <i>Post-Test</i> Kelas Eksperimen PBL dan PjBL	94
Tabel 4.9	Data Hasil Portofolio Proses Kelas Eksperimen PBL dan PjBL	94
Tabel 4.10	Data Hasil Portofolio Produk Kelas Eksperimen PBL dan PjBL	95
Tabel 4.11	Hasil Uji Normalitas <i>Post-Test</i> dan portofolio (proses dan produk)	95
Tabel 4.12	Hasil Uji Homogenitas <i>Post-Test</i> dan portofolio (proses dan produk) Berpikir Kreatif	96
Tabel 4.13	Analisis Indikator Kelancaran Berpikir dan Keaslian Model PBL	97
Tabel 4.14	Analisis Indikator Kelancaran Berpikir dan Keaslian Model PjBL	98
Tabel 4.15	Penilaian Portofolio Proses Kelas Eksperimen PBL	99
Tabel 4.16	Analisis Indikator Elaborasi dan Kelenturan Portofolio Proses Model PBL	100
Tabel 4.17	Penilaian Portofolio Produk Kelas Eksperimen PBL	101
Tabel 4.18	Analisis Indikator Keaslian dan Elaborasi Portofolio Produk Model PBL	101

Tabel 4.19	Penilaian Portofolio Proses Kelas Eksperimen PjBL	103
Tabel 4.20	Analisis Indikator Elaborasi dan Kelenturan Portofolio Proses Model PjBL	103
Tabel 4.21	Penilaian Portofolio Produk Kelas Eksperimen PjBL	105
Tabel 4.22	Analisis Indikator Keaslian dan Elaborasi Portofolio Produk Model PjBL	105
Tabel 4.23	Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test</i>	107
Tabel 4.24	Rata-Rata Indikator Berpikir Kreatif Siswa Kelas Eksperimen PBL dan PjBL	126

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Ilustrasi Konvensi Tanda yang Digunakan dalam Termodinamika	40
Gambar 2.2	Diagram Tingkat Energi Reaksi Eksoterm	42
Gambar 2.3	Diagram Tingkat Energi Reaksi Endoterm	43
Gambar 2.4	Bagan Kerangka Berpikir	63
Gambar 4.1	Diagram Analisis Indikator Berpikir Kreatif Model PBL	113
Gambar 4.2	Diagram Analisis Indikator Berpikir Kreatif Model PjBL	120
Gambar 4.3	Diagram Perbedaan Indikator Kelancaran Berpikir dan Keaslian pada Model PBL dan PjBL	122
Gambar 4.4	Grafik Perbedaan Indikator Berpikir Kreatif pada Portofolio Proses pada Model PBL dan PjBL	123
Gambar 4.5	Grafik Perbedaan Indikator Berpikir Kreatif pada Portofolio Produk pada Model PBL dan PjBL	125
Gambar 4.6	Perbandingan Indikator Berpikir Kreatif pada Model PBL dan PjBL	127

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel	Judul	Halaman
Lampiran 1	Surat Penunjukan Pembimbing	143
Lampiran 2	Surat Riset	144
Lampiran 3	Surat Jawaban Riset	145
Lampiran 4	Modul Ajar	146
Lampiran 5	LKPD	156
Lampiran 6	Kisi-Kisi Instrumen <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i>	172
Lampiran 7	Lembar Validasi Ahli	181
Lampiran 8	Analisis Uji Coba	189
Lampiran 9	Dokumentasi Penelitian	194
Lampiran 10	Soal <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i>	195
Lampiran 11	Kriteria Penilaian Soal <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i>	200
Lampiran 12	Nama Siswa Kelas Eksperimen	210
Lampiran 13	Nilai <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i>	211
Lampiran 14	Hasil Pengerjaan Siswa	212
Lampiran 15	Hasil Pengujian Nilai <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i> Berpikir Kreatif	232
Lampiran 16	Lembar Penilaian Portofolio	235

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kurikulum merdeka merupakan salah satu perubahan sistem pendidikan Indonesia (Martin & Simanjourang, 2022). Kurikulum merdeka hadir bertujuan untuk menghasilkan siswa yang kreatif, inovatif dan mandiri, serta menjadi warga negara yang berperan aktif dalam pembangunan bangsa dan bersaing di tingkat global (Indarta et. al, 2022). Penerapan kurikulum merdeka membutuhkan perubahan paradigma dalam pembelajaran, guru harus berperan sebagai fasilitator yang mampu mendorong siswa untuk belajar (Arviyansyah & Shagena, 2022).

Berdasarkan hasil observasi dengan guru kimia di SMA Negeri 8 Semarang, dalam implementasi kurikulum merdeka guru lebih sering menerapkan model *Problem Based Learning* dalam proses pembelajaran dengan memberikan lembar kerja siswa (LKPD) kepada siswa. Model *Problem Based Learning* adalah model pembelajaran yang berbasis masalah yang dapat mengembangkan kemampuan berpikir kreatif siswa. Model *Problem Based Learning* harus didukung oleh suasana pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student centered*) sehingga siswa

bebas mengemukakan gagasan-gagasan yang timbul dari dalam dirinya. *Problem Based Learning* menyajikan permasalahan sebelum mempelajari konsep yang dibutuhkan untuk menyelesaikannya, sehingga permasalahan menjadi dasar dalam pembelajaran (Sani, 2013). Model *Problem Based Learning* bertujuan untuk meningkatkan perilaku yang aktif, mengembangkan pemikiran aktif dan inovatif, kemampuan berargumentasi, melatih kepekaan, menciptakan pemikiran bebas dan logis, dan melatih kemampuan pengintegrasian masalah.

Beberapa keunggulan yang disebutkan di atas, belum tentu tidak ada masalah yang dihadapi guru dalam mengimplementasikan *Problem Based Learning*. Fakta di lapangan, hasil wawancara dengan guru kimia SMA Negeri 8 Semarang mengungkap bahwa banyak siswa yang cenderung diam dan tidak aktif dalam diskusi, serta kurang kreatif dalam bekerjasama di kelompok karena siswa kurang paham mengenai *Problem Based Learning* yang berorientasi pada soal-soal pemecahan masalah yang sifatnya tertulis dalam Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) tanpa adanya contoh nyata (praktik nyata) mengenai konsep materi yang dipelajari. Siswa merasa bosan jika setiap pertemuan selalu menggunakan model *Problem Based Learning*.

Diperlukan suatu inovasi perbandingan model pembelajaran yang lain guna melihat ketertarikan siswa terhadap pembelajaran di kelas dengan penerapan model pembelajaran yang berbeda. Selain model *Problem Based Learning* juga terdapat model pembelajaran lain dalam implementasi kurikulum merdeka, salah satunya yaitu model *Project Based Learning*. *Project Based Learning* merupakan pembelajaran yang mendorong siswa untuk belajar langsung, menemukan solusi yang berkelanjutan, dan berkolaborasi dengan siswa lainnya (Mukhlifida, 2021). Kesempatan siswa untuk belajar melalui proyek disajikan dalam model pembelajaran *Project Based Learning* (Susilawati dan Agustinasari, 2017). Siswa memiliki kesempatan dalam melakukan praktik nyata terkait materi yang diajarkan secara lebih aktif dan kreatif dalam mendesain sebuah proyek mengenai konsep pengetahuan yang telah didapat melalui pembelajaran berbasis proyek (Saefudin, 2014). Berdasarkan hasil observasi, PjBL masih jarang digunakan di SMA Negeri 8 Semarang. Banyak guru tidak memiliki pengalaman atau pemahaman dalam penerapan model pembelajaran PjBL sehingga menghambat penggunaannya dalam pembelajaran.

Salah satu upaya dalam mengimplementasikan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) yaitu dengan

dilakukannya kegiatan praktikum agar dapat memudahkan siswa dalam memahami konsep-konsep yang kompleks dan abstrak. Berdasarkan hasil wawancara, guru kimia SMA Negeri 8 Semarang jarang melaksanakan kegiatan praktikum di laboratorium karena keterbatasan alat dan bahan, tidak adanya laboran dan keterbatasan waktu jam pelajaran. Diperlukan kegiatan praktikum sederhana untuk mengatasi hal tersebut. Salah satu bentuk kegiatan praktikum sederhana tersebut dapat dilakukan melalui penerapan KIT praktikum.

KIT praktikum merupakan upaya kegiatan praktikum sederhana menggunakan alat dan bahan yang mudah dan praktis. KIT praktikum dapat membantu siswa dalam melakukan praktikum sederhana di luar laboratorium. Kegiatan praktikum sederhana dapat dilakukan di kelas maupun dijadikan sebagai tugas proyek yang dapat dikerjakan di luar kelas. Penggunaan KIT praktikum masih asing di kalangan siswa SMA Negeri 8 Semarang, siswa belum pernah mendapatkan pembelajaran menggunakan KIT praktikum sebagai media praktikum sederhana. KIT praktikum menunjukkan dampak positif pada proses pembelajaran yaitu menarik minat belajar dan daya serap siswa pada materi kimia karena bersifat praktis, menarik, dan efektif (Epinur, et al., 2015; Zidny, et al., 2017).

KIT praktikum dapat dilakukan oleh siswa secara berkelompok untuk mengembangkan ranah kognitif, afektif, psikomotor. Hal ini sesuai dengan keterampilan abad 21, siswa diwajibkan memiliki keterampilan 4C, yaitu *Critical thinking, Creativity and Innovation, Collaboration*, dan *Communication*. Keterampilan yang dapat diasah dari kegiatan KIT praktikum adalah berpikir kreatif.

Kemampuan seseorang dalam menganalisis suatu informasi yang baru dan menggabungkan pandangan atau gagasan yang unik untuk menuntaskan suatu permasalahan disebut dengan berpikir kreatif. Dewi et al. (2019) keahlian menganalisis dan memberikan respon terhadap suatu persoalan yang bervariasi dapat digunakan untuk mengetahui kemampuan berpikir kreatif seseorang. Kemampuan berpikir kreatif seseorang ditandai dengan kreativitas yang tinggi (Mulyaningsih, Tri, & Ratu, 2018). Berdasarkan hasil wawancara dengan guru kimia, tingkat berpikir kreatif siswa SMA Negeri 8 Semarang tergolong rendah didasarkan atas kemampuan siswa dalam memecahkan masalah, mencari solusi, dan keterampilan dalam melaksanakan praktikum. Berpikir kreatif perlu dikembangkan pada siswa supaya siswa dapat mengembangkan atau menciptakan suatu hal terkait dengan konsep yang telah dipelajari.

Kimia adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang sifat, struktur, dan perubahan pada materi (Artini dan Wijaya, 2020; Dewi et al., 2018). Pengetahuan tentang gejala alam dengan mengambil materi sebagai objek dipelajari dalam ilmu kimia (Andani dan Yulian, 2018; Mujakir dan Rusydi, 2019). Kimia dianggap sulit oleh beberapa siswa dikarenakan materi kimia mengandung konsep-konsep yang abstrak dan kompleks serta siswa merasa kesulitan dalam mengaitkan antar konsep sehingga pemahaman siswa secara mendalam sangat dibutuhkan dalam mempelajari materi kimia (Sariati et al., 2020). Materi dalam kimia yang dianggap sulit oleh siswa adalah termokimia (Triana, 2021).

Termokimia merupakan salah satu pokok bahasan dalam kimia yang mempelajari konsep-konsep abstrak karena tidak dapat dilihat langsung oleh mata. Termokimia berisi penalaran yang memerlukan petunjuk dan bimbingan dari guru untuk memahami konsep di dalamnya. Hasil wawancara dengan guru kimia SMA Negeri 8 Semarang menunjukkan bahwa siswa merasa kesulitan pada pembahasan perubahan entalpi. Diperlukan suatu model pembelajaran yang dapat merealisasikan konsep tersebut secara nyata dan dapat dilihat secara langsung oleh mata yang kemungkinan akan lebih mudah dipahami oleh siswa.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, peneliti melakukan penelitian yang berjudul **“Perbandingan Model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* terhadap Berpikir Kreatif Siswa Materi Termokimia”**

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dapat diidentifikasi beberapa hal sebagai berikut:

1. Siswa yang cenderung diam dan tidak aktif dalam diskusi, karena siswa kurang paham mengenai *Problem Based Learning*.
2. Siswa merasa bosan jika setiap pertemuan selalu menggunakan model *Problem Based Learning*.
3. PjBL masih jarang digunakan di SMA Negeri 8 Semarang.
4. Guru kimia SMA Negeri 8 Semarang jarang melaksanakan kegiatan praktikum di laboratorium karena keterbatasan alat dan waktu, tidak adanya laboran dan keterbatasan waktu jam pelajaran.
5. Penggunaan KIT praktikum masih asing di kalangan siswa SMA Negeri 8 Semarang.
6. Tingkat berpikir kreatif siswa SMA Negeri 8 Semarang tergolong rendah.

7. Kimia dianggap sulit oleh beberapa siswa dikarenakan materi kimia mengandung konsep-konsep yang abstrak dan kompleks.
8. Siswa merasa kesulitan pada pembahasan perubahan entalpi.

C. Pembatasan Masalah

Mencegah masalah yang akan diteliti menjadi terlalu luas, peneliti membuat batasan dalam penelitian ini, di antaranya:

1. Siswa yang cenderung diam dan tidak aktif dalam diskusi karena siswa kurang paham mengenai *Problem Based Learning*, sehingga model pembelajaran yang akan diteliti pertama adalah *Problem Based Learning*.
2. PjBL masih jarang digunakan di SMA Negeri 8 Semarang, sehingga model pembelajaran yang digunakan untuk perbandingan adalah model *Project Based Learning*.
3. Penggunaan KIT praktikum masih asing di kalangan siswa SMA Negeri 8 Semarang, sehingga dalam implementasi model PjBL menerapkan praktikum sederhana dengan KIT praktikum.
4. Tingkat berpikir kreatif siswa SMA Negeri 8 Semarang tergolong rendah, sehingga kemampuan yang akan diukur adalah berpikir kreatif.

5. Siswa merasa kesulitan pada pembahasan perubahan entalpi, sehingga materi yang akan diteliti adalah materi termokimia.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan latar belakang yang telah dipaparkan di atas muncul sebuah rumusan masalah sebagai berikut: “Apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* terhadap berpikir kreatif siswa materi termokimia?”

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan pertanyaan yang telah dipaparkan, penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui perbedaan yang signifikan antara model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* terhadap berpikir kreatif siswa materi termokimia.

F. Manfaat Penelitian

- a. Manfaat teoritis penelitian ini bermanfaat untuk mengembangkan dan menambah ilmu pengetahuan serta menambah wawasan dan pemahaman mengenai perbandingan model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* terhadap berpikir kreatif siswa materi termokimia.

- b. Manfaat praktik hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai tambahan bahan penelitian lebih lanjut, pertimbangan, kontribusi atau saran terhadap perbandingan model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* terhadap berpikir kreatif siswa materi termokimia.
1. Bagi sekolah, menjadi alternatif kegiatan pembelajaran untuk meningkatkan kinerja guru dan meningkatkan kualitas pendidikan sesuai dengan perkembangan zaman.
 2. Bagi guru, diharapkan mampu memberikan wawasan mengenai penerapan model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* menjadi salah satu alternatif pembelajaran dalam meningkatkan berpikir kreatif siswa.
 3. Bagi siswa, diharapkan mampu meningkatkan pemahaman konsep termokimia dan tingkat berpikir kreatif siswa, serta menambah pengalaman siswa melalui model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning*.
 4. Bagi peneliti selanjutnya, menjadi ilmu pengetahuan tambahan terkait dengan perbandingan model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* terhadap berpikir kreatif siswa materi termokimia.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Model Pembelajaran

a. Pengertian Model Pembelajaran

Pembelajaran merupakan suatu kegiatan interaksi antara guru dan siswa baik interaksi secara langsung maupun secara tidak langsung menggunakan berbagai media pembelajaran. Unsur yang paling penting dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran guna memenuhi tujuan pembelajaran adalah penerapan model pembelajaran. Model pembelajaran berfungsi sebagai panduan guru dalam mempersiapkan pembelajaran di kelas. Ngilimun (2012) menyatakan suatu rancangan yang menjadi pedoman atau acuan guru dalam pembelajaran di kelas disebut model pembelajaran.

Rusman (2012) mengatakan bahwa model pembelajaran merupakan rencana yang dapat diterapkan dalam membangun kurikulum, membuat bahan pembelajaran, dan mengevaluasi pembelajaran di kelas. Suprihatiningrum (2013) menyatakan bahwa model pembelajaran adalah

kerangka konseptual yang menjelaskan bagaimana pengalaman pembelajaran disusun dalam kelompok-kelompok untuk mencapai tujuan pembelajaran. Model pembelajaran digunakan oleh guru untuk mengatur kegiatan pembelajaran di kelas.

Pelaksanaan proses pembelajaran dapat ditunjang dengan penerapan berbagai macam model pembelajaran. Trianto (2011) menyatakan bahwa model pembelajaran adalah suatu proses yang dimaksudkan untuk membantu proses belajar siswa. Metode ini berpusat pada pengetahuan deklaratif dan prosedural yang sistematis dan dapat diajarkan secara bertahap melalui kegiatan. Ngilimun (2012) menyatakan bahwa model pembelajaran adalah rencana atau pola yang digunakan oleh guru untuk mengarahkan pembelajaran di kelas.

Berdasarkan penjelasan, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran merupakan metode mengajar yang diterapkan guru pada proses pembelajaran di kelas yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan internal dan eksternal.

b. Ciri-Ciri Model Pembelajaran

Rusman (2012) berpendapat bahwa model pembelajaran memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- 1) Berdasarkan teori pengajaran dan konsep pendidikan, seperti model penelitian kelompok yang dibuat oleh Herbert Thelen dan didasarkan pada teori John Dewey, model pembelajaran dirancang untuk mengajarkan partisipasi demokratis dalam kelompok.
- 2) Mempunyai maksud dan tujuan yang sama dengan guru, salah satunya adalah tipe berpikir induktif, yang diciptakan untuk mengembangkan proses berpikir.
- 3) Berfungsi sebagai panduan dalam meningkatkan proses pembelajaran di kelas, misalnya contoh *Synectic* yang dibuat untuk meningkatkan kreativitas dalam pembelajaran.
- 4) Memiliki bagian-bagian model yang disebut: (1) sintak pembelajaran; (2) terdapat prinsip; (3) sistem sosial; (4) sistem penunjang. Keempat bagian tersebut berfungsi sebagai pedoman praktis untuk guru dalam menerapkan model pembelajaran.
- 5) Memiliki dampak dalam jangka pendek maupun dalam jangka panjang.
- 6) Menggunakan pedoman model pembelajaran yang dipilih untuk membuat persiapan mengajar.

Rofa'ah (2016) menjelaskan beberapa ciri-ciri yang menonjol dari model pembelajaran adalah sebagai berikut:

- 1) Penerimaan terhadap pemikiran rasional pencipta.
- 2) Basis pemikiran tentang pedagogi siswa.
- 3) Tingkah laku mengajar yang diperlukan untuk pelaksanaan yang efektif dari model pembelajaran.
- 4) Lingkungan belajar yang diperlukan untuk mencapai tujuan pembelajaran.

Model pembelajaran yang baik melibatkan siswa yang terlibat secara aktif dan kreatif serta mengalami, menganalisis, berbuat, dan membentuk sikap. Selama model pembelajaran digunakan, guru berfungsi sebagai fasilitator kegiatan belajar siswa.

Berdasarkan penjelasan, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran memiliki ciri yaitu memiliki prinsip, pedoman, dan tujuan pembelajaran disesuaikan dengan kurikulum yang berlaku sesuai dengan lingkungan belajar yang mendukung siswa.

2. *Problem Based Learning (PBL)*

a. *Pengertian Problem Based Learning (PBL)*

Model pembelajaran PBL merupakan suatu model pembelajaran yang lebih menekankan

bagaimana siswa memecahkan suatu masalah (Yulianti, 2019). Pembelajaran berbasis masalah merupakan suatu model pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student centered*) karena kegiatan pembelajaran dalam model ini meliputi pengamatan siswa terhadap suatu masalah, merumuskan masalah, merencanakan penelitian, melakukan penelitian sampai siswa mendapatkan kesimpulan dari permasalahan yang diberikan (Frikson, 2015).

Pendekatan yang memberi pengetahuan baru kepada siswa dalam menyelesaikan suatu masalah merupakan pengertian dari pembelajaran berbasis masalah (*Problem Based Learning*). Melalui pendekatan pembelajaran berbasis masalah dapat menciptakan lingkungan belajar yang menyenangkan karena dimulai dengan masalah yang relevan bagi siswa, dan siswa akan memperoleh pengalaman belajar yang lebih nyata. Namun peran guru dalam mengarahkan siswa pada pembelajaran ini tetap diharapkan bimbingannya (Syamsidah dan Suryani, 2018). Siswa dilibatkan secara aktif dan kolaboratif dalam pembelajaran berbasis masalah sehingga dapat mengembangkan kemampuan belajar mandiri dan pemecahan masalah yang diperlukan untuk

menghadapi tantangan dalam kehidupan yang bertambah kompleks sekarang ini (Sofyan, et. al, 2017).

Model *Problem Based Learning* menuntut siswa untuk memecahkan, menganalisis, dan mengevaluasi sebuah masalah. Siswa akan menggunakan kemampuan berpikir, pengalaman dan konsep-konsep dalam upaya pemecahan masalah yang disajikan. Model *Problem Based Learning* melibatkan siswa dalam pemecahan suatu masalah yang nyata melalui tahap prosedur sehingga siswa siswa dapat mengambil Pelajaran dari kegiatan tersebut dan menambah kemampuan memecahkan masalah (Qomariyah, 2018).

Berdasarkan penjelasan, dapat disimpulkan bahwa pengertian model *Problem Based Learning* adalah model pembelajaran berbasis masalah yang disesuaikan dengan situasi, kondisi, dan permasalahan nyata sehingga dapat membantu meningkatkan pemahaman konsep siswa pada suatu materi pelajaran.

b. Karakteristik *Problem Based Learning* (PBL)

Berikut ini adalah pembelajaran berbasis masalah (Rusman, 2017):

- 1) Permasalahan menjadi poin penting dari pembelajaran.
- 2) Permasalahan yang dibahas adalah permasalahan yang nyata dan logis.
- 3) Permasalahan memerlukan banyak sudut pandang.
- 4) Permasalahan dirancang berdasarkan perilaku dan keterampilan siswa, sehingga penting untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran dan bidang pembelajaran baru.
- 5) Mengambil manfaat dari sumber pengetahuan, pemanfaatannya, dan evaluasi sumber informasi merupakan hal penting untuk dilakukan pada proses pembelajaran model PBL.
- 6) Proses belajar mengajar bersifat kolaboratif, komunikatif, dan kooperatif
- 7) Pengembangan rasa ingin tahu siswa dalam mencari, menyelidiki, dan pemecahan masalah untuk menemukan solusi suatu masalah.

Berdasarkan penjelasan, dapat disimpulkan bahwa model *Problem Based Learning* memiliki karakteristik yaitu terdapat suatu permasalahan yang akan dianalisis melalui pembelajaran yang

melibatkan aktivitas siswa secara aktif sehingga dapat mengembangkan sifat ilmiah siswa.

c. Sintak *Problem Based Learning* (PBL)

Rusman (2017), langkah-langkah *Problem Based Learning* (PBL) adalah sebagai berikut:

- 1) Orientasi siswa pada masalah.
- 2) Mengorganisasikan siswa untuk belajar.
- 3) Membimbing penyelidikan individu/ kelompok.
Mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi yang relevan, melakukan eksperimen untuk mendapatkan penjelasan dari masalah.
- 4) Menciptakan dan menyajikan karya. Membantu siswa mengatur dan mengkoordinasi tugas yang sesuai dan berbagi tugas dengan anggota kelompok.
- 5) Mengkaji dan menilai proses pemecahan masalah.
Membantu siswa untuk merefleksi atau mengevaluasi penyelidikan siswa dan proses yang siswa gunakan.

Berdasarkan penjelasan, dapat disimpulkan bahwa model *Problem Based Learning* memiliki sintak pembelajaran yang disesuaikan dengan kegiatan dalam analisis pemecahan suatu masalah.

3. *Project Based Learning* (PjBL)

a. Pengertian *Project Based Learning* (PjBL)

Project Based Learning (PjBL) merupakan pendekatan pembelajaran yang memungkinkan siswa untuk merencanakan dan melaksanakan aktivitas belajar sendiri, bekerja sama dalam proyek, dan akhirnya membuat produk kerja yang dapat ditunjukkan kepada orang lain (Mahendra, 2017). Pembelajaran berbasis proyek adalah pendekatan pendidikan inovatif yang berpusat pada siswa (berpusat pada siswa). Model ini menjadikan guru sebagai motivator dan organisator, memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar sendiri (Al-Tabany, 2017).

Model pembelajaran berbasis proyek (PjBL) memasukkan proyek dalam proses pembelajaran dan menuntut siswa untuk mengamati, membaca, dan memahami tugas yang diberikan. Model ini juga mengatakan bahwa "Model pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*) merupakan model pembelajaran yang menggunakan proyek atau kegiatan sebagai media" (Rusman, 2017).

Pembelajaran berbasis proyek (PjBL) dimaksudkan untuk menangani masalah yang rumit

yang membutuhkan pemahaman siswa untuk melakukan investigasi dan menyelesaikannya. Sugihartono et al. (2015) menjelaskan bahwa metode proyek adalah pendekatan pembelajaran dimana siswa diberikan pelajaran yang membahas suatu masalah dari berbagai sudut pandang yang relevan untuk mendapatkan pemahaman bermakna. Metode PjBL memungkinkan siswa mengeksplorasi permasalahan dari sudut pandang siswa, yang dapat digunakan berdasarkan kemampuan dan minat siswa.

Pembelajaran berbasis proyek menurut Fathurrohman (2016) adalah model pembelajaran yang menerapkan proyek atau kegiatan sebagai alat untuk mengajarkan sosial, mengedukasi, dan keterampilan. Pembelajaran ini merupakan inovasi supaya pembelajaran tidak terfokus pada guru sepenuhnya. Pembelajaran ini berfokus pada aktivitas siswa yang dapat menghasilkan hasil yang bermakna dan bermanfaat pada akhirnya.

Pembelajaran berbasis proyek, menurut Saefudin dan Berdiati (2014), adalah pendekatan pendidikan yang memanfaatkan masalah sebagai sarana awal untuk siswa memperoleh dan

mengintegrasikan pengetahuan baru melalui aktivitas nyata. Pendekatan ini menekankan pada masalah kontekstual yang siswa dapat secara langsung, sehingga meningkatkan kemampuan siswa untuk berpikir kritis dan meningkatkan kemampuan kreatif mereka.

Isriani dan Puspitasari (2015) menyatakan bahwa model pembelajaran berbasis proyek memungkinkan guru untuk mengatur pembelajaran di kelas dengan memanfaatkan kerja proyek. Pembelajaran berbasis proyek memiliki banyak keunggulan yang bermanfaat bagi siswa. Guru jarang menggunakan model ini karena memerlukan banyak persiapan dan waktu yang lama.

Berdasarkan penjelasan, dapat disimpulkan bahwa model *Project Based Learning* adalah pembelajaran berbasis proyek sebagai metode dalam pembelajaran yang berpusat pada siswa sebagai usaha mengembangkan kemampuan sosial dan keterampilan.

b. Karakteristik *Project Based Learning* (PjBL)

Rusman (2017), model pembelajaran *Project Based Learning* mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- 1) Siswa membuat kerangka proyek.
- 2) Terdapat masalah yang diujikan.
- 3) Siswa merancang kegiatan guna menemukan Solusi.
- 4) Siswa bekerja sama mencari informasi untuk memecahkan masalah.
- 5) Evaluasi dilakukan secara berkelanjutan.
- 6) Siswa secara bertahap merefleksi tentang kegiatan yang sudah mereka lakukan.
- 7) Hasil belajar dievaluasi secara kualitatif.
- 8) kondisi pembelajaran sangat fleksibel.

Berdasarkan penjelasan, dapat disimpulkan bahwa model *Project Based Learning* memiliki karakteristik pemecahan masalah melalui suatu proyek yang kemudian dievaluasi dan dilakukan refleksi.

c. Sintak *Project Based Learning* (PjBL)

Rusman (2017), langkah-langkah *Project Based Learning* (PjBL) adalah sebagai berikut:

- 1) Penentuan Pertanyaan Mendasar. Pertanyaan yang menugaskan siswa untuk melakukan aktivitas dengan topik yang realistis dan dimulai dengan penelitian mendalam.

- 2) Mendesain perencanaan proyek. Percobaan dapat digunakan sebagai langkah nyata untuk menjawab pertanyaan.
- 3) Membuat jadwal sebagai bagian nyata dari proyek. Penjadwalan berguna untuk memastikan proyek dilakukan sesuai dengan target dalam waktu yang telah ditentukan.
- 4) Melacak kegiatan dan kemajuan proyek. Guru memantau perkembangan dan pelaksanaan proyek. Proyek yang sedang dikerjakan dievaluasi oleh siswa.
- 5) Menguji hasil. Penilaian membantu guru mengukur ketercapaian standar dan menilai kemajuan masing-masing siswa.
- 6) Mengevaluasi. Refleksi individu dan kelompok dilakukan oleh guru dan siswa tentang hasil proyek.

Menurut George Lucas *Educational Foundation*, langkah-langkah pembelajaran berbasis proyek (PjBL) terdiri dari (Al-Tabany, 2014):

- 1) Dimulai dengan pertanyaan penting. Menggunakan masalah yang realistis dengan kehidupan nyata dan dimulai dengan penyelidikan mendalam. Pertanyaan penting diberikan untuk

- meningkatkan pengetahuan, pendapat, kritik dan ide siswa tentang tema proyek yang akan diangkat.
- 2) Perencanaan ketentuan pengerjaan proyek. Perencanaan ini mencakup menentukan ketentuan pengerjaan, menetapkan kegiatan yang dapat membantu menjawab permasalahan, mengumpulkan subjek, dan mengetahui bahan dan alat apa yang digunakan untuk menyelesaikan proyek.
 - 3) Memeriksa kemajuan proyek siswa. Guru bertanggung jawab untuk mengawasi aktivitas siswa selama proyek berlangsung.
 - 4) Meninjau hasil pekerjaan siswa. Penilaian memungkinkan guru memeriksa kepatuhan terhadap standar, memantau kemajuan siswa secara individu, memberikan umpan balik mengenai tingkat pemahaman yang telah dicapai siswa, dan mengembangkan rencana untuk pembelajaran berikutnya.
 - 5) Menilai pengalaman pembelajaran siswa. Guru dan siswa melaksanakan refleksi tentang kegiatan dan hasil proyek yang telah dilakukan setelah proses pembelajaran selesai. Refleksi dilaksanakan secara individu maupun kelompok,

dan pada tahap ini, siswa menceritakan apa yang dirasakan saat menyelesaikan proyek tersebut.

Hal ini berhubungan dengan pendapat dari Yulianto, et al. (2017) yang menyatakan bahwa sintak PjBL ada 6 langkah, meliputi:

- 1) Menentukan pertanyaan dasar.
- 2) Membuat desain proyek.
- 3) Menyusun penjadwalan.
- 4) Memonitor kemajuan proyek.
- 5) Penilaian hasil.
- 6) Evaluasi pengalaman.

Berdasarkan penjelasan, dapat disimpulkan bahwa *Project Based Learning* (PjBL) adalah salah satu jenis model pembelajaran yang memiliki pendekatan berbasis proyek yang menekankan pembelajaran pada siswa sehingga siswa lebih bebas dalam menciptakan suatu solusi dari permasalahan dan guru bertindak sebagai motivator serta fasilitator. Peneliti menggagaskan proyek berupa KIT praktikum termokimia pada penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL).

4. KIT Praktikum

Peralatan yang disebut Komponen Instrumen Terpadu (KIT) dirancang dan dikemas dalam bentuk

kotak kesatuan pengajaran yang menyerupai rangkaian alat yang digunakan untuk menguji keterampilan dalam bidang studi sains IPA. KIT juga dilengkapi dengan instruksi tentang cara menggunakannya. KIT IPA (Sains) berfungsi sebagai penyampai pesan agar siswa memahami konsep dari kegiatan yang dilakukan. KIT IPA dapat dianggap sebagai komponen yang membantu siswa lebih cepat memahami materi yang diajarkan. Sebagian besar pengetahuan yang diperoleh siswa berasal dari pembelajaran langsung, simulasi, atau pemodelan. Siswa mempraktekkan atau mengalami sendiri materi yang diajarkan dalam bentuknya yang asli atau melalui manipulasi objek atau peristiwa untuk mendekati keadaan yang sebenarnya.

KIT adalah komponen *Microscale Chemistry Equipment* (MCE). MCE dianggap lebih menguntungkan karena hemat biaya dan waktu serta ramah lingkungan (Hanson dan Acquah, 2014). Praktikum sains KIT (*microscience* KIT) adalah praktikum sains skala kecil yang memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan praktikum tradisional. Peralatannya terbuat dari plastik dan berukuran kecil, sangat sederhana, dan mudah dibersihkan dan dicuci. Alat dan bahan praktikum juga lebih sedikit, sehingga biaya praktikum

dapat diminimalkan. Pendekatan mikro sains adalah ide baru dalam ilmu praktis yang sangat inovatif yang memanfaatkan skala kecil (Rachmawati, 2013). Guru merasa terbantu ketika KIT praktikum digunakan dalam melaksanakan praktikum sederhana. KIT praktikum membantu siswa memahami konsep dan keterampilan proses ketika digunakan bersama dengan pendekatan kolaboratif dalam pembelajaran (Hanson, 2014).

Epinur et al. (2015) berpendapat bahwa melakukan praktikum pembelajaran kimia dengan menggunakan KIT praktikum menjadi lebih mudah, sederhana, lebih aman bagi kesehatan, dan dapat mengurangi resiko kecelakaan laboratorium. KIT praktikum skala kecil dapat membantu siswa memahami proses pembelajaran kimia. Siswa berpartisipasi secara aktif dalam pembelajaran dan mengalami pengalaman membangun pengetahuan sendiri. Ini membuat pembelajaran menyenangkan, menarik, dan tidak membuat siswa bosan, dan memastikan bahwa pembelajaran selaras dengan kurikulum yang berlaku.

Keuntungan dari KIT praktikum adalah mudah dibawa dan diberikan kepada siswa karena sudah dikemas dengan rapi. Siswa dapat melakukan praktikum di rumah mereka sendiri. Silawati (2006), keunggulan

tambahan dari media pembelajaran KIT praktikum adalah bahwa peralatannya kecil dan terbuat dari plastik, bahan praktikumnya sangat sedikit (biasanya diukur dalam satuan mililiter dan gram), peralatan dapat dipakai ulang, satu peralatan dapat digunakan oleh beberapa siswa, praktikum dapat dilakukan di rumah, aman dan tidak merusak lingkungan, dan mudah dikemas.

Berdasarkan penjelasan, dapat disimpulkan bahwa KIT praktikum adalah serangkaian alat praktikum sederhana yang terbuat dari bahan yang ada di sekitar yang memiliki fungsi menyerupai alat laboratorium asli serta dalam praktiknya tidak memerlukan tempat khusus atau laboratorium.

5. Berpikir Kreatif

a. Pengertian Berpikir Kreatif

Berpikir kreatif merupakan kegiatan dalam menghasilkan ide-ide yang unik dan menghasilkan ide-ide baru dengan ruang lingkup yang luas. Proses ini tentunya tidak dapat dilakukan tanpa pengetahuan yang baik tentang pengembangan pemikiran. Berpikir kreatif mendukung siswa, mendorong mereka untuk menjadi lebih kreatif.

Sutrisno (2012) menunjukkan bahwa berpikir kritis, logis, reflektif, metakognitif, dan kreatif adalah bagian dari struktur berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*). Munandar (2009), Kreativitas adalah kemampuan untuk membuat hubungan baru, melihat sesuatu dari sudut pandang yang berbeda, dan menggabungkan ide-ide yang sudah ada. Kreativitas bukanlah menciptakan sesuatu yang tidak ada. Sulaeman (2016), kreativitas adalah kemampuan untuk membuat ide-ide baru dengan menggabungkan, mengubah, atau menerapkan ide-ide sebelumnya ke bidang baru.

Sulaeman (2016) menjelaskan bahwa berpikir kreatif dapat didefinisikan sebagai melakukan kegiatan untuk mendorong kreativitas seseorang atau membuat sesuatu yang baru. Berpikir kreatif adalah kemampuan untuk menemukan cara baru dan unik untuk memecahkan masalah yang telah dipelajari seseorang melalui sikap, kebiasaan, dan tindakan (Sudarma, 2013). Kementerian Pendidikan Nasional (2010) menyatakan bahwa berpikir kreatif berarti mempertimbangkan untuk melakukan sesuatu dengan cara atau hasil yang sudah ada. Menciptakan lingkungan belajar yang mendorong

keaktivitas dan bertindak kreatif serta memberikan tugas yang menghambat penciptaan karya kreatif baru dan modifikasi merupakan indikator kelas dari berpikir kreatif.

Berpikir kreatif berarti menemukan sesuatu baru dengan menggunakan yang telah ada. Berpikir kreatif didefinisikan oleh Harriman (2017) sebagai usaha menghasilkan ide-ide baru melalui berpikir, memahami masalah, membuat hipotesis dan tebakan tentang masalah, mencari jawaban, mengusulkan bukti, dan akhirnya melaporkan hasil dari berpikir kreatif. Sani (2014) menyatakan bahwa berpikir kreatif adalah kemampuan untuk membuat ide yang unik, berkualitas, dan relevan dengan tugas. Hal ini menunjukkan bahwa berpikir kreatif memiliki kemampuan untuk mengembangkan daya pikir yang mencakup wawasan yang luas.

Berdasarkan penjelasan, dapat disimpulkan bahwa berpikir kreatif merupakan salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*) yang menuntut seseorang untuk meningkatkan daya pikir dalam menciptakan ide-ide atau gagasan baru sesuai dengan penugasan.

b. Ciri-Ciri dan Karakteristik Berpikir Kreatif

Kreativitas adalah kemampuan seseorang untuk menciptakan sesuatu yang baru, baik berupa gagasan atau hasil nyata, dengan atau tanpa keahlian, atau dalam bentuk baru, atau dipadukan dengan karya yang sudah ada, dalam wujud yang berbeda. Susanto (2013), dua komponen dapat digunakan untuk mengevaluasi sifat kreatif siswa yaitu aspek kognitif dan efektif.

1) Aspek Kognitif

Kemampuan berpikir kreatif atau divergen, yang ditandai dengan beberapa keterampilan tertentu, seperti keterampilan berpikir lancar, berpikir luwes/fleksibel, berpikir kreatif, keterampilan merinci, dan keterampilan menilai, dikenal sebagai ciri-ciri kreativitas.

2) Aspek Afektif

Ciri-ciri kreatif lebih terkait dengan pikiran dan perasaan seseorang. Hal ini ditandai dengan berbagai perasaan, seperti rasa ingin tahu, fantasi atau imajinasi, keberanian mengambil resiko, menghargai, percaya diri, dan keterbukaan terhadap hal-hal baru.

Munandar, U (1985) mengemukakan ciri-ciri dari kreativitas antara lain:

- 1) Kelancaran berpikir (*fluency of thinking*), yaitu kemampuan untuk dengan cepat menghasilkan banyak ide yang terlintas dalam pikiran. Kelancaran berpikir penekanannya adalah pada kuantitas dan bukan kualitas.
- 2) Keluwesan berpikir (*flexibility*), yaitu kemampuan menciptakan opini, respon, dan pertanyaan yang berbeda, mampu melihat permasalahan dari sudut pandang yang berbeda, mencari cara yang berbeda, dan mampu menyajikan gagasan yang berbeda. Siswa yang kreatif adalah siswa yang idenya bersifat fleksibel.
- 3) Elaborasi (*elaboration*), yaitu kemampuan mengembangkan ide dan menambahkan atau merinci sesuatu, ide, atau situasi agar lebih menarik.
- 4) Originalitas (*originality*), yaitu kemampuan menghasilkan ide-ide unik atau kemampuan menciptakan ide-ide orisinal.

Hendriana (2017) ciri-ciri berpikir kreatif juga merupakan indikator berpikir kreatif yang secara rinci disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Ciri-Ciri Berpikir Kreatif

Indikator	Deskriptif
1. Kelancaran	<ul style="list-style-type: none"> a. Mencetuskan banyak ide, banyak jawaban, banyak penyelesaian masalah, banyak pertanyaan dengan lancar. b. Memberikan banyak cara atau saran untuk melakukan berbagai hal. c. Memikirkan lebih dari satu jawaban.
2. Kelenturan	<ul style="list-style-type: none"> a. Menghasilkan gagasan, jawaban, atau pertanyaan yang bervariasi. b. Melihat suatu masalah dari sudut pandang yang berbeda-beda. c. Mencari banyak alternatif atau arah yang berbeda-beda. d. Mampu mengubah cara pendekatan atau cara pemikiran.
3. Keaslian	<ul style="list-style-type: none"> a. Mampu melahirkan ungkapan yang baru dan unik. b. Memikirkan cara yang tidak lazim. c. Mampu membuat kombinasi-kombinasi yang tidak lazim dari bagian-bagiannya.
4. Elaborasi	<ul style="list-style-type: none"> a. Mampu memperkaya dan mengembangkan suatu gagasan atau produk. b. Menambah atau memerinci detail-detail suatu objek dan gagasan atau situasi sehingga menjadi lebih menarik.

Sumber: Hendriyana (2017)

Berdasarkan penjelasan, dapat disimpulkan bahwa berpikir kreatif memiliki ciri dan indikator yang tertuang dalam dua aspek besar yaitu aspek kognitif dan aspek afektif, dimana di dalamnya berkaitan dengan keterampilan berpikir dan sikap seseorang dalam melakukan kegiatan. Ciri dan indikator utama dalam berpikir kreatif adalah dapat mengembangkan atau menemukan suatu hal yang baru dan unik.

6. Termokimia

Termokimia merupakan suatu ilmu yang mengamati dan membahas tentang perubahan kalor yang menyertai reaksi kimia. Bagian dari pembahasan luas termodinamika adalah termokimia, yaitu ilmu yang mempelajari perubahan antara kalor dan bentuk-bentuk energi yang lain (Chang, 2005). Termodinamika mempelajari perubahan keadaan suatu sistem, yang ditentukan oleh nilai semua sifat makroskopik misalnya komposisi, energi, suhu, tekanan, dan volume (Chang, 2010). Tidak hanya tinjauan secara makroskopik, namun juga secara mikroskop yang relevan, misalnya molekul, atom, struktur materi, medan, dan radiasi.

Termokimia adalah bidang yang menyelidiki bagaimana energi panas dan energi kimia berinteraksi

satu sama lain. Energi kimia adalah energi yang terkandung dalam setiap komponen atau senyawa, dan energi kimia yang terkandung dalam suatu zat adalah jenis energi potensial yang terkandung dalam zat tersebut.

a. Hukum Kekekalan Energi

Kemampuan untuk melakukan kerja atau mentransfer kalor disebut energi. Kerja adalah perubahan energi yang langsung dihasilkan dari suatu proses menurut kimiawan. Kalor adalah perpindahan energi termal yang mengalir dari benda panas ke benda dingin.

Energi dalam= Kalor + Kerja

$$\Delta U = Q + W$$

Hukum kekekalan energi yang menyatakan bahwa total energi di alam ini diasumsikan konstan. Energi tidak dapat diciptakan ataupun dihancurkan, energi hanya dapat diubah dari energi satu ke energi yang lain. Hukum kekekalan energi dikenal sebagai hukum pertama termodinamika (*First Law of Thermodynamics*).

b. Sistem dan Lingkungan

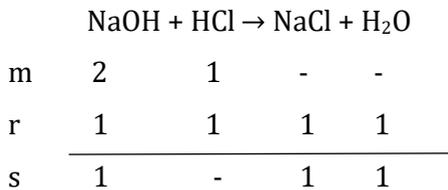
Sistem adalah bagian dari alam semesta yang menjadi pusat perhatian. Ilmu kimia yang identik

dengan reaksi kimia, sistem adalah jumlah dan jenis zat yang bereaksi dan hasilnya. Lingkungan adalah bagian dari alam semesta di luar sistem.

Contoh:

2 mol NaOH direaksikan dengan 1 mol HCl dalam gelas beaker menghasilkan 1 mol NaCl dan H₂O.

Reaksinya:



Sistem adalah jumlah dan jenis zat yang bereaksi dan hasilnya, dalam reaksi di atas yang menjadi sistem adalah NaOH 1 mol, HCl 1 mol, NaCl 1 mol, dan H₂O 1 mol.

Lingkungan adalah segala sesuatu yang berada di luar sistem, dalam reaksi di atas yang menjadi lingkungan adalah gelas beaker, NaOH 1 mol, dan H₂O.

Sistem dan lingkungan dapat terjadi interaksi yaitu berupa pertukaran materi atau energi. Berikut ini jenis-jenis sistem berdasarkan interaksi yang terjadi (Mulyanti dan Nurkhozin, 2019):

1) Sistem Terbuka

Sistem terbuka adalah jika terjadi pertukaran materi dan energi antara sistem dan lingkungan. Terdapat hasil reaksi yang keluar meninggalkan sistem.

2) Sistem Tertutup

Sistem tertutup adalah jika terjadi pertukaran energi antara sistem dan lingkungan, dan tidak terdapat pertukaran materi antara sistem dan lingkungan.

3) Sistem Terisolasi

Sistem terisolasi adalah jika tidak terdapat pertukaran materi maupun energi antara sistem dan lingkungan (Purba, 2017).

Jenis-jenis sistem beserta contohnya disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Jenis-Jenis Sistem

No.	Jenis Sistem	Pertukaran		Contoh
		Energi	Materi	
1.	Sistem terisolasi	Tidak	Tidak	Botol termos ideal
2.	Sistem tertutup	Ya	Tidak	Sejumlah gas dalam silinder tertutup
3.	Sistem terbuka	Ya	Ya	Sejumlah zat dalam wadah terbuka

Sumber: Mulyanti dan Nurkhozin (2019)

c. Entalpi dan Perubahan Energi

Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi hanya dapat berubah menjadi bentuk energi baru dan tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan. Energi dalam (U), yang berasal dari energi kinetik dan energi potensial, terdiri dari sistem yang menjadi fokus perhatian atau pengamatan. Energi dalam (U) merupakan fungsi keadaan yang bergantung pada keadaan awal dan akhir, bukan pada jalannya proses. Perubahan energi dalam dari keadaan awal ke keadaan akhir dapat diketahui dalam suatu proses fisika atau reaksi kimia melalui perhitungan atau eksperimen.

$$dU = \delta Q + \delta W$$

$$\oint dU = 0$$

$$\int_i^f dU = \int_i^f \delta Q + \int_i^f \delta W$$

$$\Delta U = Q + W$$

$$\Delta U = U_{\text{final}} - U_{\text{initial}}$$

Keterangan:

ΔU = perubahan energi dalam

U_f = energi dalam keadaan akhir (final)

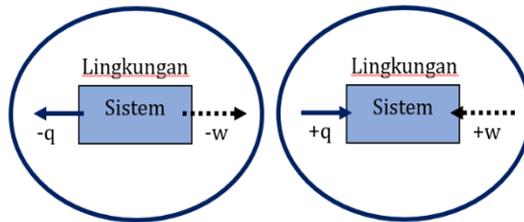
U_i = energi dalam keadaan awal (initial)

Sistem mengalami perubahan energi dalam (ΔU) melalui kalor dan kerja, sehingga bentuk persamaan di atas dapat diganti menjadi

$$\Delta U = q + w$$

Perubahan energi dalam (ΔU) suatu sistem adalah total pertukaran kalor (q) antara sistem dan lingkungan serta kerja yang dilakukan oleh sistem atau kerja yang dikenakan terhadap sistem. q bernilai positif jika kalor masuk sistem (endoterm), dan bernilai negatif jika kalor keluar sistem (eksoterm). w bernilai positif jika sistem menerima kerja (lingkungan melakukan kerja terhadap sistem) dan bernilai negatif jika sistem melakukan kerja terhadap lingkungan.

Sistem menerima kerja atau kerja dikenakan terhadap sistem dan sistem menerima kalor (endoterm), maka perubahan energi dalam (ΔU) suatu sistem akan bertambah. Saat sistem melakukan kerja dan sistem melepaskan kalor ke lingkungan, maka perubahan energi dalam (ΔU) suatu sistem akan berkurang. Ilustrasi konvensi tanda yang digunakan dalam termodinamika disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Ilustrasi Konvensi Tanda yang Digunakan dalam Termodinamika (Petrucci, et al., 2011)

Contoh:

Suatu sistem menyerap kalor sebesar 10 kkal dan sistem melakukan kerja sebesar 2 kkal, maka perubahan energi dalam lingkungan adalah...

Jawab:

Penyerapan kalor bernilai positif (+) bagi sistem, tetapi bernilai negatif (-) bagi lingkungan. Sistem melakukan kerja bernilai negatif (-) bagi sistem, tetapi bagi lingkungan bernilai positif (+). Perubahan energi dalam lingkungan adalah...

$$\begin{aligned}\Delta U_{(\text{lingkungan})} &= q + w \\ &= -10 \text{ kkal} + (+2 \text{ kkal}) \\ &= -8 \text{ kkal}\end{aligned}$$

Reaksi kimia biasanya digolongkan sebagai kerja yang berkaitan dengan perubahan volume sistem.

$$W = -p \Delta V$$

Sehingga persamaan perubahan energi dalam dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\Delta U = q + w$$

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

Pada tekanan tetap, kalor reaksi

$$q_p = \Delta U + p \Delta V$$

$$\Delta H = q_p = \Delta U + p \Delta V$$

Entalpi (H) merupakan kalor yang menyertai reaksi pada tekanan (P) tetap, yaitu jumlah antara energi dalam (U) dengan hasil kali tekanan-volume (P.V). Perubahan yang terjadi pada tekanan tetap, perubahan entalpi sama dengan kalor reaksi.

$$\Delta H = q_p$$

Nilai ΔH hanya ditentukan oleh H keadaan awal dan akhir sehingga untuk menentukan ΔH_{reaksi} dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

$$\Delta H = \sum \Delta H_{\text{produk}} - \sum \Delta H_{\text{pereaksi}}$$

$$\Delta H = \sum \Delta H_{\text{kanan}} - \sum \Delta H_{\text{kiri}}$$

d. Reaksi Endoterm

Reaksi endoterm adalah reaksi kimia yang memerlukan energi dengan menyerap kalor dari lingkungan ke sistem. Sistem (reaksi kimia bersifat endoterm) menerima energi sehingga entalpi sistem

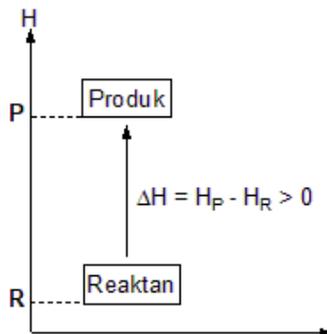
bertambah dan entalpi bernilai positif ($\Delta H = +$). Dengan perkataan lain, ΔH_{produk} lebih besar dibandingkan dengan $\Delta H_{\text{pereaksi}}$.

$$\Sigma \Delta H_{\text{produk}} > \Sigma \Delta H_{\text{pereaksi}}$$

$$\Delta H = \Sigma \Delta H_{\text{produk}} - \Sigma \Delta H_{\text{pereaksi}} > 0$$

$$\Delta H = \Sigma \Delta H_{\text{kanan}} - \Sigma \Delta H_{\text{kiri}} > 0$$

Diagram tingkat energi reaksi endoterm disajikan pada Gambar 2.2:



Gambar 2. 2 Tingkat Energi Reaksi Endoterm (Chang, 2004)

Di sisi lain dari sudut pandang lingkungan, suhu lingkungan mengalami penurunan karena kalor mengalir dari lingkungan ke sistem. Akibat hal ini akan terjadi efek dingin pada reaksi yang bersifat endoterm.

e. Reaksi Eksoterm

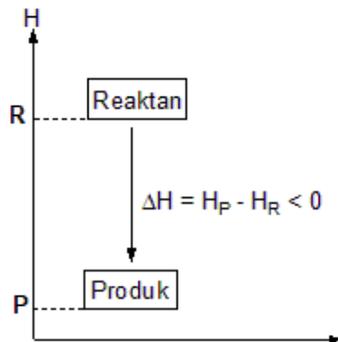
Reaksi eksoterm adalah reaksi kimia yang menghasilkan energi dengan membebaskan kalor dari sistem ke lingkungan. Sistem (reaksi kimia yang bersifat eksoterm) menghasilkan energi (melepaskan kalor) maka entalpi sistem berkurang dan entalpi bernilai negatif ($\Delta H = -$). ΔH_{produk} lebih kecil dibandingkan dengan $\Delta H_{\text{pereaksi}}$.

$$\Sigma \Delta H_{\text{produk}} < \Sigma \Delta H_{\text{pereaksi}}$$

$$\Delta H = \Sigma \Delta H_{\text{produk}} - \Sigma \Delta H_{\text{pereaksi}} < 0$$

$$\Delta H = \Sigma \Delta H_{\text{kanan}} - \Sigma \Delta H_{\text{kiri}} < 0$$

Diagram tingkat energi reaksi eksoterm disajikan pada Gambar 2.3:



Gambar 2. 3 Diagram Tingkat Energi Reaksi Eksoterm (Chang, 2004)

Di sisi lain dari sudut pandang lingkungan, suhu lingkungan mengalami kenaikan karena kalor

mengalir dari sistem ke lingkungan. Hal ini akan terjadi efek panas pada reaksi yang bersifat eksoterm.

f. Persamaan Termokimia

Persamaan reaksi yang menyatakan reaksi kimia disertai perubahan entalpi yang terjadi dalam reaksi kimia tersebut dirujuk sebagai persamaan termokimia. Persamaan termokimia harus menyertakan wujud atau fasa zat dalam tanda kurung (s), (l), (g), dan (aq), yang masing-masing menunjukkan padat, cair, gas, dan dalam larutan berair. Ini karena perubahan entalpi yang diukur bergantung pada wujud atau fasa zat. ΔH dalam persamaan termokimia memiliki hal-hal penting, seperti:

- 1) Koefisien reaksi selalu menyatakan jumlah mol zat, pada setiap reaksi kimia yang dilengkapi harga ΔH .
- 2) ΔH bersifat ekstensif sehingga harga ΔH bergantung pada jumlah zat.
 - a) Jika reaksi dibalik, tanda ΔH harus dibalik.
 - b) Jika reaksi dikali n , ΔH harus dikali n .
 - c) Jika reaksi dibagi n , ΔH harus dibagi n .
 - d) Jika reaksi dijumlahkan, ΔH harus dijumlahkan.

g. Macam-Macam Perubahan Entalpi Standar (ΔH°)

Perubahan entalpi suatu reaksi kimia sangat beragam sebab ditentukan oleh banyak faktor seperti total besar mol zat yang ikut bereaksi, suhu saat eksperimen dilakukan, pada tekanan jika pereaksi dan produk berupa gas, konsentrasi larutan, tipe alotrop, dan keadaan fisik suatu zat (padat, cair, atau gas). Menstandarisasi pengukuran perubahan entalpi digunakan kesepakatan acuan kondisi standar sebagai berikut:

- 1) Suhu tepat pada 25°C atau 298 K
- 2) Tekanan tepat pada 1 atm atau 760 mmHg atau 101 kPa
- 3) Digunakan alotrop paling stabil pada suhu 298 K dan tekanan 1 atm
- 4) Konsentrasi larutan tepat 1 M

Berikut ini macam-macam perubahan entalpi standar:

1) Perubahan Entalpi Pembentukan Standar (ΔH_f°)

Perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH_f°) adalah banyaknya kalor yang dibutuhkan atau dilepaskan dalam pembentukan 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya dalam keadaan

standar. Unsur-unsur yang digunakan adalah alotrop paling stabil pada suhu 298 K dan tekanan 1 atm dan unsur-unsur yang tersedia bebas di alam mempunyai $\Delta H_f^\circ = 0$. Contoh alotrop karbon berupa grafit dan intan pada Tabel 2.3.

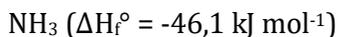
Tabel 2. 3 Entalpi Pembentukan Standar Beberapa Unsur

Alotrop	ΔH_f° (kJ mol ⁻¹)	Persamaan Termokimia
I _{2(s)}	0	-
I _{2(g)}	62,4	I _{2(s)} → I _{2(g)}
C(grafit)	0	-
C(intan)	2,00	C(grafit) → C(intan)
C _(g)	718,4	C(grafit) → C _(g)
O _{2(g)}	0	-
O _{3(g)}	143,2	3/2O _{2(g)} → O _{3(g)}
H _{2(g)}	0	-
S _(s)	0	-
S _(g)	277,4	S _(s) → S _(g)

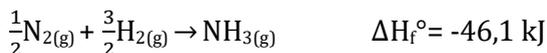
(Sumber: Mulyanti dan Nurkhozin, 2019)

Contoh:

Tuliskan persamaan termokimia yang menunjukkan perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH_f°) senyawa berikut:



Jawab:



Hal-hal penting mengenai perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH_f°):

- 1) Unsur-unsur yang tersedia bebas di alam mempunyai $\Delta H_f^\circ = 0$
- 2) Harga ΔH suatu reaksi dapat dihitung, apabila ΔH_f° semua zat diketahui

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = \sum \Delta H_{\text{produk}} - \sum \Delta H_{\text{pereaksi}}$$

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = \sum \Delta H_{\text{kanan}} - \sum \Delta H_{\text{kiri}}$$

$$\Delta H_f \text{ unsur bebas} = 0$$

- 3) Harga ΔH_f° merupakan nilai untuk 1 mol zat, sehingga suatu reaksi dapat dikonversi menjadi tiap mol dan pada massa atau volume tertentu

a) Cari ΔH per mol:

Dari massa (m) ke mol (n):

$$\frac{\Delta H}{m} \times Mr$$

Dari volume (STP) ke mol (n):

$$\frac{\Delta H}{v} \times 22,4$$

b) Cari ΔH pada massa atau volume tertentu:

Dari mol (n) ke massa (m):

$$\frac{\Delta H}{\frac{n}{Mr}} \times m$$

Dari mol (n) ke volume (STP):

$$\frac{\Delta H}{\frac{n}{22,4}} \times v$$

Contoh:

Tuliskan persamaan termokimia pada keadaan standar, berdasarkan data berikut. Pembentukan 1,595 gram senyawa tembaga sulfat membebaskan kalor sebanyak 7,228 kJ.

Jawab:

$$\frac{\Delta H}{m} \times Mr = \frac{-7,228}{1,595} \times 159,5 = -722,8 \text{ kJ/mol}$$

Jadi, persamaan termokimianya:

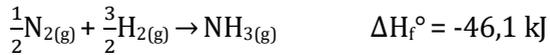


2) Perubahan Entalpi Penguraian Standar (ΔH_d°)

Perubahan entalpi penguraian standar adalah banyaknya kalor yang dibutuhkan atau dilepaskan dalam penguraian senyawa menjadi unsur-unsur pembentuknya dalam keadaan standar. Hukum Laplace, jumlah kalor yang dilepaskan selama pembentukan suatu zat sama dengan jumlah kalor yang dibutuhkan untuk memecah senyawa menjadi unsur-unsur pembentuknya. Nilai entalpi pembentukan standar sama dengan nilai entalpi penguraian standar, hanya berbeda tanda karena reaksinya berlawanan.

Contoh:

Entalpi pembentukan standar dari senyawa dari senyawa amonia, NH_3 , berikut:



Tentukan entalpi penguraian standar dari reaksi di atas!

Jawab:

Entalpi penguraian standar dari senyawa ammonia, NH_3

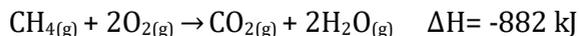


3) Perubahan Entalpi Pembakaran Standar (ΔH_c°)

Perubahan entalpi pembakaran standar adalah banyaknya kalor yang dibutuhkan atau dilepaskan dalam pembakaran sempurna 1 mol senyawa dalam keadaan standar. Reaksi pembakaran selalu melepaskan kalor dari sistem ke lingkungan (bersifat eksoterm dan menimbulkan efek panas).

Contoh:

Pembakaran sempurna 1 mol gas metana melepaskan kalor sebanyak 882 kJ dimana persamaan termokimianya sebagai berikut:



h. Penentuan Perubahan Entalpi (ΔH) Menggunakan Data Energi Ikatan

Energi rata-rata yang diperlukan untuk memutuskan ikatan antara dua atom dalam senyawa menjadi atom-atomnya disebut energi ikatan. Metode perhitungan yang menggunakan data energi ikatan hanya dapat digunakan pada reaksi gas yang melibatkan zat-zat yang memiliki ikatan kovalen, didasarkan pada asumsi bahwa:

- 1) Semua ikatan dari suatu jenis senyawa, misalnya semua ikatan C-H dalam senyawa CH_4 adalah identik.
- 2) Energi ikatan dari ikatan tertentu tidak tergantung pada senyawa dimana ikatan tersebut ditemukan.

Energi ikatan dari beberapa jenis ikatan disajikan pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Energi Ikatan

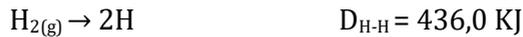
Ikatan	En(KJmol⁻¹)	Ikatan	En(KJmol⁻¹)
H-C	415	H-I	299
H-O	463	C-O	356
H-N	391	C=O	724
H-F	563	C-N	292
H-Br	366	C=N	619
C-C	348	C \equiv N	879
C=C	607	H-Cl	432
C \equiv C	833		

(Sumber: Syukri, 2016)

Energi ikatan terbagi ke dalam dua macam yaitu:

- 1) Energi disosiasi ikatan (D) adalah perubahan entalpi yang terjadi saat pemutusan ikatan terjadi baik dalam molekul unsur diatomic maupun dalam suatu senyawa.

Misalnya:



- 2) Energi rata-rata yang diperlukan untuk memutuskan ikatan tertentu dalam setiap senyawa yang mengandung ikatan tersebut disebut sebagai energi ikatan rata-rata

Entalpi reaksi dapat dihitung menggunakan data energi ikatan dengan rumus berikut:

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = \sum(\text{EI. pereaksi}) - \sum(\text{EI. produk})$$

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = \sum(\text{EI. kiri}) - \sum(\text{EI. kanan})$$

Contoh soal:

Diketahui:

$$\text{C-H} = 413 \text{ KJ/mol}$$

$$\text{C=O} = 799 \text{ KJ/mol}$$

$$\text{O=O} = 495 \text{ KJ/mol}$$

$$\text{O-H} = 463 \text{ KJ/mol}$$

Tentukan ΔH reaksi pembakaran metana menjadi gas CO_2 dan H_2O .

Jawab:

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = \sum(\text{EI. kiri}) - \sum(\text{EI. kanan})$$

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = [4(413) + 2(495)] - [2(799) + 4(463)]$$

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = (1652 + 990) - (1598 + 1852)$$

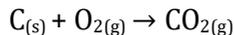
$$\Delta H_{\text{reaksi}} = 2642 - 3450$$

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = -808 \text{ KJ/mol}$$

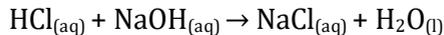
i. Penentuan Perubahan Entalpi (ΔH) Secara Eksperimen

Reaksi kimia yang dapat ditentukan kalor reaksinya secara langsung melalui eksperimen hanyalah reaksi-reaksi berkesudahan yang berlangsung dengan cepat. Misalnya:

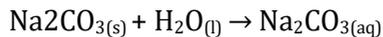
1) Reaksi pembakaran, contohnya:



2) Reaksi penetralan, contohnya:



3) Reaksi pelarutan, contohnya:



Pengukuran perubahan suhu dari larutan atau air dalam kalorimeter dilakukan dalam penentuan perubahan entalpi secara eksperimen. Pengukuran ini berkaitan dengan kalor jenis dan kapasitas kalor zat. Kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu suatu zat tertentu sebesar 1°C disebut dengan

kapasitas kalor. Kapasitas kalor merupakan hasil perkalian antara massa suatu zat dengan kalor jenis zat tersebut.

$$C = m \times c$$

C = kapasitas kalor (J/°C)

m = massa zat (g)

c = kalor jenis (J/g°C)

Kalor yang diperlukan oleh 1 gram zat untuk menaikkan suhunya sebesar 1°C disebut dengan kalor jenis. Berikut beberapa kalor jenis (c) dari beberapa zat yang disajikan dalam Tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Kalor Jenis Beberapa Zat

Zat	Kalor jenis (J/g°C)
Al	0,900
Au	0,129
C(grafit)	0,720
C(intan)	0,502
Cu	0,385
Fe	0,444
Hg	0,139
H ₂ O	4,184
C ₂ H ₅ OH	2,46

(Sumber: Mulyanti dan Nurkhozin, 2019)

Jika kalor jenis zat dan massanya diketahui secara pasti, perubahan suhu pada sampel menunjukkan adanya penyerapan atau pelepasan sejumlah kalor selama eksperimen.

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

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

Dimana

$$\Delta T = T_{\text{akhir}} - T_{\text{awal}}$$

Contoh:

Pembakaran 1 gram gas C_2H_2 melepaskan kalor yang dapat menaikkan suhu 1 liter air dari $25^\circ C$ menjadi $37^\circ C$. Kalor jenis air sebesar $4,2 \text{ J/g}^\circ C$, maka entalpi pembakaran gas C_2H_2 yang dinyatakan dalam kJ/mol adalah...

Jawab:

$$\begin{aligned} Q_{\text{air}} &= m_{\text{air}} \times c_{\text{air}} \times \Delta T \\ &= 1000 \times 4,2 \times (37^\circ C - 25^\circ C) \\ &= 50.400 \text{ J} = 50,4 \text{ KJ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H &= - \frac{Q_{\text{reaksi}}}{\text{mol}} \\ &= - \frac{50,4 \text{ KJ}}{\frac{1}{26}} \\ &= -1310,4 \text{ KJ/mol} \end{aligned}$$

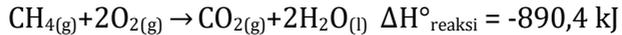
j. Penentuan Perubahan Entalpi (ΔH) Menggunakan Hukum Hess

Menurut Henri Germain Hess, "perubahan entalpi reaksi hanya tergantung pada keadaan awal dan keadaan akhir, tidak tergantung pada jalannya reaksi". Terlepas dari apakah reaksi keseluruhan berlangsung dalam satu tahap atau dalam beberapa

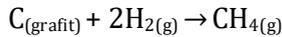
tahap, perubahan entalpi akan sama jika reaktan diubah menjadi produk (Chang, 2005).

Contoh:

Diketahui:



Tentukan ΔH untuk reaksi berikut:



Karena reaksi yang ditentukan mengandung CH_4 sebagai produk, maka reaksi ketiga harus dibalik, sehingga reaksi menjadi:



k. Kalorimeter

Kalor yang diserap atau dilepaskan oleh suatu reaksi kimia diukur oleh suatu alat yang disebut dengan kalorimeter. Bagian dari kalorimeter terdiri dari bejana yang memiliki batang pengaduk dan termometer, dan penyekat panas digunakan guna mengurangi perpindahan panas dari sistem ke

lingkungan atau sebaliknya. Bahan penyekat dapat berupa tabung hampa udara atau bahan kedap panas seperti *styrofoam*. Alat kalorimeter paling sederhana dan murah serta dapat diperoleh di sekitar adalah wadah plastik bekas minuman atau gelas plastik bekas mie instan (Sunarya, 2010).

1) Kalorimeter Sederhana

Alat sederhana yang dapat digunakan pada tekanan tetap disebut kalorimeter sederhana. Kalorimeter dapat digunakan untuk mengukur sistem larutan. Jumlah kalor yang diserap atau dilepaskan sama dengan kalor reaksi. Kalor reaksi yang diukur adalah lingkungan meliputi larutan dan wadah, sedangkan ΔH yang diukur sistem, sehingga kalor reaksi dan ΔH memiliki nilai yang berlawanan.

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

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

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

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

(Johari dan Rachmawati, 2009)

Contoh:

100 gram air di dalam kalorimeter ditambah 6 gram kristal NaOH untuk dilarutkan. Terjadi

perubahan pada kalorimeter dari 24°C menjadi 35°C. Wadah kalorimeter dianggap tidak menyerap kalor. Diketahui kalor jenis larutan (c) adalah 4,2 J/gram, Hitunglah kalor larutan tersebut beserta ΔH reaksinya !

Jawab:

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

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 35^\circ\text{C} - 24^\circ\text{C} = 11^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{larutan}} = ((6\text{g} + 100\text{g}) \times 4,2 \text{ J/g} \times 11^\circ\text{C})$$

$$Q_{\text{larutan}} = 4897,2 \text{ J}$$

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

$$= - \frac{4897,2 \text{ J}}{\frac{6}{40}}$$

$$= -32648 \text{ J/mol}$$

(Kuswati et al., 2016)

2) Kalorimeter Bom

Kalorimeter bom adalah alat untuk menentukan kalor yang dilepaskan dari reaksi pembakaran pada senyawa yang ada dalam bahan bakar ataupun yang lain, berbahan dasar *stainless steel*. Pembakaran tersebut adalah pembakaran O_2 yang berlebih. Harga kalor bahan cair maupun padat yang berlangsung pada suhu tinggi serta membentuk suatu gas juga ditentukan dengan kalorimeter bom.

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

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian mengenai perbandingan model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* terhadap berpikir kreatif siswa materi termokimia merujuk pada penelitian sebelumnya sebagai berikut:

1. Sofyana (2016) dengan judul penelitiannya “Perbedaan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa dengan Model *Problem Based Learning* (PBL) dan *Project Based Learning* (PjBL) pada Konsep Virus”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya perbedaan kemampuan berpikir kreatif siswa, kelas PjBL lebih tinggi dibanding kelas PBL. Perbedaannya adalah peneliti terdahulu meneliti materi biologi sedangkan yang akan diteliti oleh peneliti yaitu materi kimia.
2. Ismayanti (2019) dengan judul penelitiannya “Perbandingan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) dan *Project Based Learning* (PjBL) terhadap Prestasi Belajar dan Motivasi Belajar Kelas XI SMA Negeri 1 Kalasan pada Materi Pokok Larutan Penyangga Tahun Pelajaran 2018/2019”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) dengan model pembelajaran

Project Based Learning (PjBL) terhadap ranah pengetahuan dan motivasi belajar siswa. Perbedaannya adalah penelitian terdahulu meneliti prestasi belajar dan motivasi belajar sedangkan yang akan diteliti oleh peneliti yaitu berpikir kreatif. Penelitian terdahulu meneliti materi larutan penyangga sedangkan yang akan diteliti oleh peneliti yaitu materi termokimia.

3. Hasriyani, Baharullah, dan Agustan (2022) dengan judul “Perbedaan Berpikir Kreatif Terhadap Model *Problem Based Learning* (PBL) dengan *Discovery Learning* Siswa Kelas XI SMA NEGERI 1 Praya Timur Tahun Pelajaran 2019/2020”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada perbandingan antara model PBL dengan *Discovery Learning* terhadap berpikir kreatif siswa kelas XI SMA NEGERI 1 Praya Timur tahun Pelajaran 2019/2020. Perbedaannya adalah penelitian terdahulu melakukan perbandingan antara model PBL dengan *Discovery Learning* sedangkan yang akan diteliti oleh peneliti yaitu Perbandingan PBL dan PjBL. Penelitian terdahulu meneliti mata pelajaran biologi sedangkan yang akan diteliti oleh peneliti yaitu mata pelajaran kimia.
4. Murniyanti dan Winarto (2018) dengan judul “Perbedaan Penerapan Model *Project Based Learning* (PjBL) dan *Problem Based Learning* (PBL) Ditinjau dari

Pencapaian Keterampilan Proses Siswa”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan penerapan model Project Based Learning (PjBL) dan Problem Based Learning (PBL) ditinjau dari pencapaian keterampilan proses sains siswa. Perbedaannya adalah penelitian terdahulu meneliti pencapaian keterampilan proses siswa sedangkan yang akan diteliti oleh peneliti yaitu berpikir kreatif.

5. Lestari dan Jaunda (2019) dengan judul “Komparasi Model Pembelajaran *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Perangkat Keras Jaringan Internet Kelas IX SMP negeri 5 Sungai Kakap kabupaten Kubu Raya”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran problem Based learning lebih baik dari pembelajaran project Based Learning. Perbedaannya adalah penelitian terdahulu meneliti hasil belajar siswa sedangkan yang akan diteliti oleh peneliti yaitu berpikir kreatif.

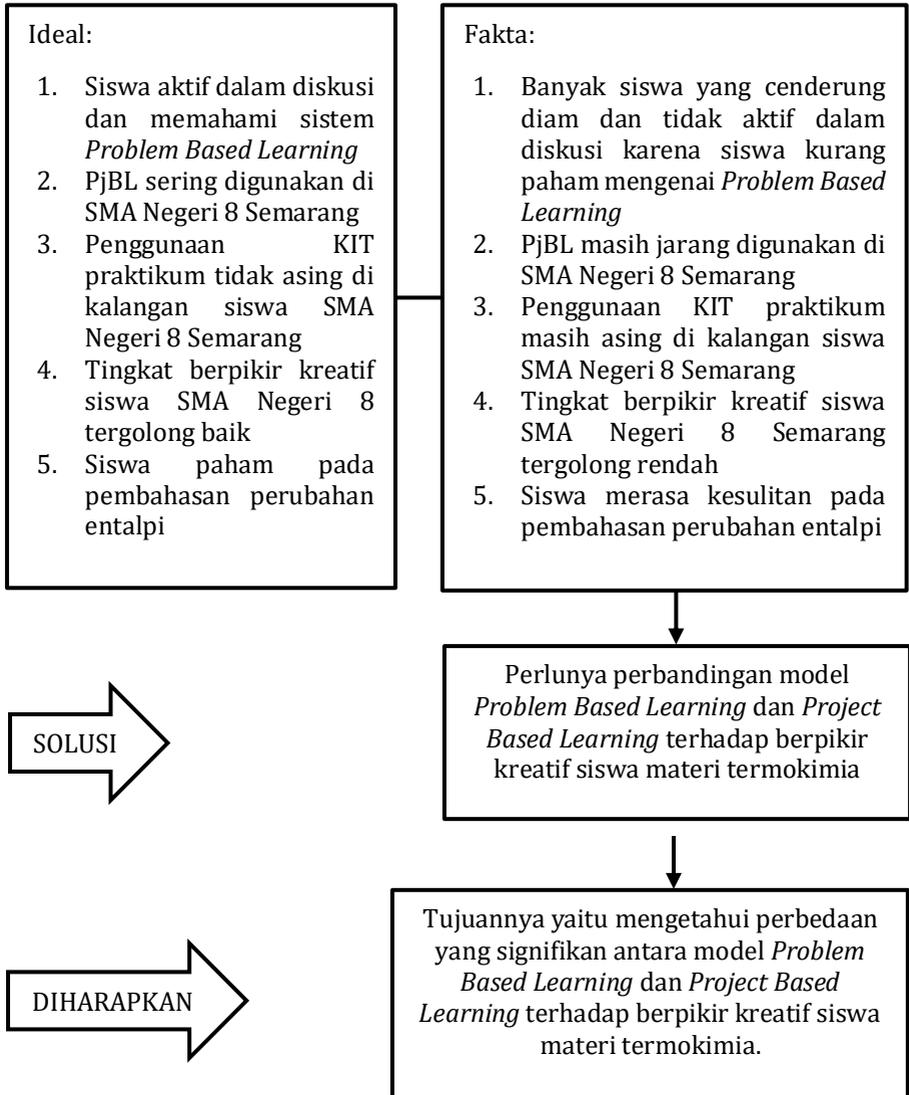
C. Kerangka Berpikir

Berdasarkan hasil pra riset di SMA Negeri 8 Semarang guru lebih sering menerapkan model *Problem Based Learning* dalam penerapan kurikulum merdeka pada proses pembelajaran, sehingga siswa cenderung diam dan tidak aktif dalam diskusi, serta siswa merasa bosan jika setiap

pertemuan selalu menggunakan model *Problem Based Learning*. Diperlukan suatu inovasi perbandingan model pembelajaran yang lain guna melihat ketertarikan siswa terhadap pembelajaran di kelas dengan penerapan model pembelajaran yang berbeda. Model *Project Based Learning* dan kegiatan praktikum jarang diterapkan. Salah satu keterampilan abad 21 yang harus dimiliki oleh siswa adalah berpikir kreatif. Siswa masih tergolong memiliki daya serap berpikir kreatif yang rendah. Model *Project Based Learning* penting dicoba untuk diterapkan dalam meningkatkan tingkat berpikir kreatif siswa melalui KIT praktikum pada materi termokimia.

Penelitian akan membandingkan model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* dalam melihat tingkat berpikir kreatif siswa pada materi termokimia. Peneliti akan melaksanakan penelitian dengan 2 kelas eksperimen untuk menguji berpikir kreatif siswa. Kelas eksperimen pertama menerapkan model *Problem Based Learning* dan kelas eksperimen kedua menerapkan model *Project Based Learning*. Kedua model pembelajaran tersebut telah dilaksanakan, maka dapat dilihat bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning*. Model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* memiliki karakteristik

yang sama, keduanya merupakan model pembelajaran yang berpusat pada keaktifan siswa dan mampu memunculkan kemampuan berpikir kreatif siswa. Siswa di kelas eksperimen PBL memiliki kemampuan yang lebih tinggi sehingga mampu mengimbangi siswa di kelas eksperimen PjBL yang mendapatkan pembelajaran berbasis proyek. Berdasarkan uraian tersebut, disajikan kerangka berpikir pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Bagan Kerangka Berpikir

D. Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang dapat diajukan berdasarkan rumusan masalah dan kerangka berpikir yang telah diuraikan yaitu: Terdapat perbedaan yang signifikan antara model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* terhadap berpikir kreatif siswa materi termokimia.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Quasi Experimental Design atau penelitian kuantitatif eksperimen semu adalah jenis penelitian yang peneliti lakukan. Jenis desain pada penelitian ini yaitu *Pre-Test Post-Test Non Equivalent Comparison-Group Design*. Terdapat dua kelas eksperimen yang digunakan pada penelitian ini. Kelas eksperimen I menerapkan model *Problem Based Learning*, dan kelas eksperimen II menerapkan model *Project Based Learning*. Desain penelitian ini dilakukan *pre-test* dan *post-test* karena dianggap lebih memperjelas dan dapat membandingkan kondisi sebelum dan setelah perlakuan (Sugiyono, 2017). Desain penelitian yang akan dilakukan disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 *Pre-Test Post-Test Non Equivalent Comparison-Group Design*

Kelas	<i>Pre-Test</i>	Perlakuan	<i>Post-Test</i>
Eksperimen I	y_1	X_1	y_2
Eksperimen II	y_1	X_2	y_2

Keterangan:

X_1 = Pemberian tindakan menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* (kelas eksperimen I)

X_2 = Pemberian tindakan menggunakan model *Project Based Learning* (kelas eksperimen II)

y_1 = *Pre-test* untuk kelas eksperimen I dan kelas eksperimen II

y_2 = *Post-test* untuk kelas eksperimen I dan kelas eksperimen II

B. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 8 Semarang.

2. Waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan pada semester gasal tahun 2023/2024 yaitu pada bulan Agustus-September 2023.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

1. Populasi Penelitian

Sugiyono (2019) populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas: objek / subjek yang mempunyai kuantitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian

ditarik kesimpulannya. Populasi pada penelitian ini adalah siswa kelas XI SMA Negeri 8 Semarang.

2. Sampel Penelitian

Sugiyono (2019) sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi. Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik *non probability sampling*. Sampel dalam penelitian ini adalah kelas XI 2 dan XI 3 SMA Negeri 8 Semarang.

D. Definisi Operasional Variabel

Variabel didefinisikan sebagai kegiatan atau sifat yang memiliki variasi tertentu yang telah ditentukan oleh peneliti untuk dipelajari dan diputuskan (Sugiyono, 2019). Variabel penelitian ini sebagai berikut:

1. Variabel Independen (Bebas)

Variabel yang mempengaruhi variabel terikat disebut variabel bebas (Sugiyono, 2019). Variabel bebas penelitian ini yaitu model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) dan *Project Based Learning* (PjBL)

2. Variabel Dependen (Terikat)

Variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas disebut variabel terikat (Sugiyono, 2019). Variabel terikat dalam penelitian yang akan dilakukan adalah berpikir kreatif siswa.

3. Variabel Kontrol

Variabel Kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga faktor luar yang tidak diteliti tidak mempengaruhi variabel bebas dan terikat (Sugiyono, 2017). Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah materi termokimia.

E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

1. Teknik Pengumpulan Data

a) Wawancara

Pra riset dilakukan wawancara dengan guru pengampu mata pelajaran kimia SMA Negeri 8 Semarang. Tujuannya untuk mendapatkan informasi mengenai kurikulum yang diterapkan, model pembelajaran atau jenis media pembelajaran yang sering diterapkan saat pembelajaran, materi kimia yang dianggap sulit oleh siswa, dan karakter siswa saat kegiatan pembelajaran.

b) Dokumentasi

Sugiyono (2018), dokumentasi adalah proses pengumpulan data dan informasi dalam bentuk tulisan angka, gambar, buku, arsip, dokumen, atau laporan yang dapat mendukung penelitian. Nilai tes, nama siswa, dan dokumentasi gambar selama penelitian adalah data yang dikumpulkan melalui metode dokumentasi

c) Penilaian Portofolio

Penilaian portofolio adalah metode penilaian yang digunakan untuk mengukur kemampuan siswa dalam mengumpulkan dan merefleksikan tugas atau proyek dengan menggunakan sumber yang terkait dengan tujuan dan aspirasi siswa. Hal ini memungkinkan guru untuk menilai dan memberikan komentar tentang pekerjaan siswa selama periode waktu tertentu (Arifin, 2019). Penilaian portofolio yang dilakukan yaitu penilaian proses dan penilaian produk. Penilaian proses berupa tahapan pembuatan produk dan penilaian produk berupa hasil akhir.

d) Tes

Sudijono (2011), Tes adalah metode pengukuran dan penilaian di bidang pendidikan. Tes terdiri dari pemberian tugas kepada siswa atau serangkaian tugas yang terdiri dari pertanyaan-pertanyaan (yang harus dijawab) atau perintah-perintah (yang harus dilakukan). Berdasarkan data pengukuran, dapat dibuat nilai yang menggambarkan tingkah laku atau prestasi siswa.

2. Instrumen Pengumpulan Data

a) Tes

Berpikir kreatif siswa pada penelitian ini diukur melalui soal tes. Soal *pre-test* dan *post-test* diberikan

kepada kedua kelas eksperimen dalam penelitian ini. Soal *pre-test* diberikan sebelum perlakuan dan soal *post-test* diberikan setelah perlakuan. Tes berbentuk soal dengan jawaban terbuka atau uraian. Instrumen tes kemampuan berpikir kreatif dikembangkan dalam bentuk 10 soal uraian dengan indikator kelancaran berpikir dan keaslian.

b) Penilaian Portofolio

Penilaian portofolio merupakan pengamatan dan pencatatan secara sistematis guna mengamati perkembangan siswa dari waktu ke waktu berdasarkan hasil karya sebagai bukti suatu kegiatan pembelajaran (Arifin, 2019).

Portofolio proses menunjukkan kegiatan pembelajaran yang dirancang untuk mencapai kompetensi dasar, dan beberapa indikator yang telah diatur dalam kurikulum. Portofolio juga menampilkan semua hasil dari awal hingga akhir dalam jangka waktu tertentu (Arifin, 2019).

Portofolio proses mengandung aspek berpikir kreatif dan capaian pembelajaran serta tujuan pembelajaran materi termokimia. Aspek berpikir kreatif diambil dan dimodifikasi dari Munandar, U (1985). Diambil dua aspek berpikir kreatif yaitu elaborasi dan

kelenturan dari empat aspek berpikir kreatif yaitu kelancaran berpikir, keaslian, kelenturan, dan elaborasi. Aspek berpikir kreatif yang diambil disesuaikan dengan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran materi termokimia. Rubrik portofolio proses yang digunakan pada model eksperimen *Problem Based Learning* disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Rubrik Portofolio Proses Model *Problem Based Learning*

Aspek Indikator Berpikir Kreatif	Capaian Pembelajaran: Menggunakan transformasi energi kimia dalam kehidupan sehari-hari termasuk termokimia dan elektrokimia
	Tujuan Pembelajaran
Elaborasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mempersiapkan alat dan bahan KIT Praktikum 2. Membuat KIT praktikum sederhana terkait penentuan perubahan entalpi. 3. Mampu mengembangkan suatu produk (Elaborasi)
Kelenturan	<ol style="list-style-type: none"> 4. Mencari banyak alternatif atau arah yang berbeda-beda (Kelenturan) 5. Melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi dengan Kalorimeter dan melaporkan hasilnya. 6. Menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap. 7. Melakukan presentasi kelompok terkait hasil percobaan
Jumlah skor	
Nilai	

Rubrik portofolio proses yang digunakan pada model eksperimen *Project Based Learning* disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Rubrik Portofolio Proses Model *Project Based Learning*

Aspek	Capaian Pembelajaran:
Indikator Berpikir Kreatif	Menggunakan transformasi energi kimia dalam kehidupan sehari-hari termasuk termokimia dan elektrokimia
	Tujuan Pembelajaran
Elaborasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mempersiapkan alat dan bahan KIT Praktikum 2. Merancang pembuatan KIT praktikum sederhana terkait penentuan perubahan entalpi 3. Mampu mengembangkan suatu produk (Elaborasi)
Kelenturan	<ol style="list-style-type: none"> 4. Mencari banyak alternatif atau arah yang berbeda-beda (Kelenturan) 5. Melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi dengan kalorimeter dan melaporkan hasilnya. 6. Menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap. 7. Melakukan presentasi kelompok terkait hasil percobaan
Jumlah skor	
Nilai	

Portofolio produk terdiri dari sekumpulan karya siswa atau dokumen yang telah dipilih yang direncanakan untuk ditampilkan kepada publik.

Penilaian portofolio produk lebih menekankan pada tinjauan hasil terbaik yang telah dilaksanakan oleh siswa. Portofolio produk mengandung aspek berpikir kreatif. Aspek berpikir kreatif diambil dan dimodifikasi dari Munandar, U (1985). Diambil dua aspek berpikir kreatif yaitu keaslian dan elaborasi dari empat aspek berpikir kreatif yaitu kelancaran berpikir, keaslian, kelenturan, dan elaborasi. Rubrik portofolio produk yang digunakan pada model eksperimen *Problem Based Learning* disajikan pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Format Penilaian Portofolio Produk Model *Problem Based Learning*

Aspek Penilaian	Indikator	Skor		
		1	2	3
Komponen Penilaian	Bahan Desain Kesesuaian dengan materi Keaslian Elaborasi			
Jumlah skor				
Nilai				

Rubrik portofolio produk yang digunakan pada model eksperimen *Project Based Learning* disajikan pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Format Penilaian Portofolio Produk Model *Project Based Learning*

Aspek Penilaian	Indikator	Skor		
		1	2	3
Komponen Penilaian	Bahan Desain Kesesuaian dengan materi Keaslian Elaborasi			
Jumlah skor				
Nilai				

F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen

1. Uji Validitas Instrumen

Ketepatan instrumen pengukuran pada objek yang ingin diukur sehingga pengukuran benar-benar mengukur objek yang seharusnya diukur adalah definisi validitas (Hatibe, 2012). Sugiyono (2019) menyatakan bahwa instrumen dianggap valid jika memiliki tingkat validitas yang tinggi, dan data dianggap valid jika instrumen yang digunakan dapat digunakan untuk mengukur data. Salah satu syarat untuk memastikan instrumen itu valid adalah uji validitas.

a. Validitas Konstruk

Uji validitas pada penelitian ini untuk mengetahui sejauh mana ketepatan alat ukur melakukan tugasnya. Uji validitas instrumen dilakukan uji validitas logis

mengandung kata “logis” yang berarti penalaran. Uji validitas logis dilakukan dengan cara *expert judgement* atau penilaian yang dilakukan oleh ahli. Validitas instrumen diperoleh dengan meminta validasi kepada pakar yaitu 4 validator ahli.

b. Validitas Empiris

Peneliti menguji cobakan terlebih dahulu instrumen tersebut pada siswa di luar sampel penelitian guna mengukur valid tidaknya soal yang akan dijadikan sebagai instrumen penelitian. Rumus yang digunakan untuk mencari validitas instrumen ini adalah menggunakan korelasi *product moment*.

Pengujian validitas ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi IBM SPSS *Statistics 22*. Metode untuk menguji validitas instrumen dengan korelasi produk moment adalah dengan mengkorelasikan atau membandingkan skor item masing-masing dengan skor total, yang merupakan jumlah skor item.

Priyatno (2014), terdapat dua pertimbangan dalam melihat apakah aspek dari setiap instrumen valid atau tidak yaitu sebagai berikut:

- a. Dilihat pada nilai signifikan. Jika signifikan $< 0,05$ maka item valid, tetapi jika signifikan $> 0,05$ maka item tidak valid.

- b. Membandingkan r_{hitung} (nilai *pearson correlation*) dengan r_{tabel} (didapat dari tabel r). jika nilai positif dan $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka item valid, tetapi jika $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka item tidak valid.

2. Uji Reliabilitas Instrumen

Uji reliabilitas, menurut Sugiyono (2017), didefinisikan sebagai sejauh mana hasil pengukuran dengan objek yang sama akan menghasilkan data yang sama. Menghubungkan data instrumen dengan data instrumen identik memungkinkan pengujian instrumen ini dilakukan. Instrumen yang dapat dinyatakan reliabel memiliki korelasi yang signifikan dan positif. Metode *Cronbach's Alpha* dapat digunakan untuk mengukur reliabilitas instrumen. Metode ini didasarkan pada skala *Cronbach's Alpha* mulai dari 0 hingga 1. Skala ini dikelompokkan ke dalam lima kelas dengan rentang yang sama, ukuran kemantapan alpha ditafsirkan pada Tabel 3.6.

Tabel 3. 6 Nilai *Cronbach's Alpha*

Nilai Cronbach's Alpha	Keterangan
<0,20	Kurang Reliabel
0,20 – 0,40	Agak Reliabel
0,40 – 0,60	Cukup reliabel
0,60 – 0,80	Reliabel
0,80 – 1,00	Sangat Reliabel

(Sumber: Arikunto, 2015)

Nilai *Cronbach's Alpha* menunjukkan seberapa reliabel instrumen yang akan digunakan dalam penelitian; lebih reliabel instrumen, lebih baik untuk digunakan peneliti dalam penelitian. Peneliti menguji reliabilitas menggunakan aplikasi IBM SPSS *Statistics* 22.

3. Daya Pembeda

Arikunto (2015) “daya pembeda soal adalah kemampuan suatu soal untuk membedakan antara siswa yang berkemampuan tinggi dengan siswa yang berkemampuan rendah”. Uji daya pembeda menggunakan aplikasi IBM SPSS *Statistics* 22. Daya pembeda dapat diketahui setelah melakukan uji reliabilitas yang terdapat pada kolom *corrected item-total correlation*. Hasil *corrected item-total correlation* jika kurang dari 0,3 maka soal tidak bisa digunakan dalam penelitian (Sukestiyarno, 2020). Kriteria penafsiran daya pembeda butir soal disajikan pada Tabel 3.7.

Tabel 3. 7 Kriteria Daya Pembeda Butir Soal

Nilai Daya pembeda	Keterangan
0,00 – 0,20	Kurang
0,21 – 0,40	Cukup
0,41 – 0,70	Baik
0,71 – 1,00	Baik sekali

(Sumber: Sukestiyarno, 2020)

4. Tingkat Kesukaran Soal

Menurut Sudijono (2015) Uji tingkat kesukaran adalah uji yang bertujuan untuk mengetahui derajat kesukaran suatu item soal. Uji tingkat kesukaran menggunakan SPSS. Dasar pengambilan keputusan untuk hasil uji tingkat kesukaran, yaitu:

- a. $0,00 < IK < 0,20$ menunjukkan butir soal sangat sukar
- b. $0,20 < IK < 0,40$ menunjukkan butir soal sukar
- c. $0,40 < IK < 0,60$ menunjukkan butir soal sedang
- d. $0,60 < IK < 0,90$ menunjukkan butir soal mudah
- e. $0,90 < IK < 1,00$ menunjukkan butir soal sangat mudah

(Sukestiyarno, 2020)

G. Teknik Analisis Data

1. Uji Prasyarat

a. Uji Normalitas

Uji normalitas, menurut Priyatno (2012) digunakan untuk menentukan apakah nilai residual regresi terdistribusi secara normal. Uji normalitas digunakan untuk menentukan apakah data yang sudah diperoleh normal atau tidak. Model regresi yang baik memiliki nilai residual yang berdistribusi normal (Sugiyono, 2019). Uji normalitas pada penelitian ini dilakukan menggunakan aplikasi IBM SPSS *Statistics* 22.

Dasar pengambilan keputusannya adalah Jika nilai signifikan *kolmogorov-smirnov* $> 0,05$ maka data yang diperoleh normal, sedangkan jika signifikan *kolmogorov-smirnov* $< 0,05$ maka data yang diperoleh tidak normal (Sukestiyarno, 2020).

b. Uji Homogenitas

Uji yang dilakukan guna mengetahui apakah kedua kelompok mempunyai rata-rata yang sama atau tidak disebut dengan uji homogenitas (Santoso, 2014). Uji homogenitas pada penelitian ini menggunakan aplikasi IBM SPSS *Statistics* 22. Hasil uji homogenitas dapat dilihat setelah melakukan uji normalitas.

Uji homogenitas menentukan apakah kedua kelompok memiliki rata-rata yang sama dengan taraf signifikan 5%. Dasar pengambilan keputusannya adalah bahwa nilai signifikan atau Sig $< 0,05$ menunjukkan bahwa selisih dua data atau lebih populasi data adalah tidak sama (tidak homogen), dan nilai signifikan atau Sig $> 0,05$ menunjukkan bahwa selisih dua data atau lebih populasi data adalah sama (homogen) (Sukestiyarno, 2020).

c. Analisis Data Non-Tes

Analisis data non-tes dilakukan melalui lembar portofolio yang digunakan untuk mengukur proses

pembelajaran yaitu aktivitas siswa yang berlangsung dengan model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning*. Berikut merupakan pedoman untuk memberikan skor akhir lembar portofolio proses dan portofolio produk.

1) Kriteria Penilaian Portofolio Proses (Majid, 2017)

3 = Baik

2 = Cukup

1 = Kurang

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{18} \times 100$$

Kriteria nilai portofolio proses disajikan pada Tabel 3.8.

Tabel 3. 8 Kriteria Nilai Portofolio Proses

Nilai	Kriteria
90 - 100	Sangat Baik
80 - 89	Baik
70 - 79	Cukup
60 - 69	Kurang
≤ 59	Sangat Kurang

(Sumber: Majid, 2017)

2) Kriteria Penilaian Portofolio Produk (Majid, 2017)

3 = Baik

2 = Cukup

1 = Kurang

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{15} \times 100$$

Kriteria nilai portofolio produk disajikan pada Tabel 3.9.

Tabel 3. 9 Kriteria Nilai Portofolio Produk

Nilai	Kriteria
90 - 100	Sangat Baik
80 - 89	Baik
70 - 79	Cukup
60 - 69	Kurang
≤ 59	Sangat Kurang

(Sumber: Majid, 2017)

2. Uji Hipotesis

a. Uji *Independent Sample T-Test*

Uji-t dalam penelitian ini menggunakan uji *independent sample t-test* dengan menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics 22. Uji *independent sample t-test* adalah uji hipotesis yang digunakan untuk membandingkan rata-rata dari dua kelompok yang tidak berhubungan satu sama lain dengan tujuan menentukan apakah kedua kelompok tersebut sama atau tidak (Santoso, 2014). Dasar kriteria pengambilan keputusannya menggunakan uji-t.

Hipotesis yang diuji adalah:

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* terhadap berpikir kreatif siswa materi termokimia.

H_a : Terdapat perbedaan yang signifikan antara model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* terhadap berpikir kreatif siswa materi termokimia.

Dasar pengambilan keputusannya adalah Jika nilai signifikan $>$ probabilitas 0,05 maka H_0 diterima dan H_a ditolak, artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* terhadap berpikir kreatif siswa materi termokimia. Jika nilai signifikan $<$ probabilitas 0,05 maka H_a diterima dan H_0 ditolak, artinya Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* terhadap berpikir kreatif siswa materi termokimia.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 8 Semarang pada bulan Agustus-September tahun 2023/2024. Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan mengetahui ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan antara model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* terhadap berpikir kreatif siswa materi termokimia. Kelas XI 2 sebagai sampel pada kelas eksperimen I dan kelas XI 3 sebagai sampel di kelas eksperimen II, masing-masing ada 36 siswa. Pemilihan kelas eksperimen I dan kelas eksperimen II ini menggunakan teknik *non probability sampling*. Kelas eksperimen I dan kelas eksperimen II diberikan *pre-test* dan *post-test* dengan soal yang sama, tetapi dengan perlakuan yang berbeda. Kelas eksperimen I mendapatkan perlakuan berupa model pembelajaran *Problem Based Learning*, sedangkan kelas eksperimen II menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning*.

1. Tahap Awal

Peneliti menyusun instrumen yang digunakan untuk mengambil data penelitian merupakan tahap pertama dalam penelitian ini. Instrumen berupa soal *essay* dan

portofolio (proses dan produk). Peneliti selanjutnya melakukan validasi instrumen ke 4 ahli yaitu 2 dosen kimia dan 2 guru kimia, selanjutnya dilakukan uji coba soal *essay* pada siswa kelas XII MIPA 1 SMA NEGERI 8 Semarang. Materi termokimia adalah materi yang menjadi instrumen soal *essay*.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penyusunan instrumen adalah sebagai berikut:

a. Penyusunan Modul Ajar

Peneliti menyusun kegiatan pembelajaran yang akan dilaksanakan di kelas eksperimen I dan kelas eksperimen II. Pembelajaran di kelas eksperimen I dilaksanakan dengan model *Problem Based Learning*, sedangkan pembelajaran di kelas eksperimen II dilaksanakan dengan model *Project Based Learning*. Modul Ajar dilampirkan pada lampiran 4.

b. Penyusunan LKPD

Peneliti menyusun Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang akan digunakan di kelas eksperimen *Problem Based Learning* dan kelas eksperimen *Project Based Learning*. LKPD dilampirkan pada lampiran 5.

c. Penyusunan Instrumen

1) Menentukan tujuan tes

- 2) Mengatur pemilihan materi yang akan diteliti. Penelitian ini akan menguji materi termokimia kelas XI SMA semester gasal tahun ajaran 2023/2024.
- 3) Membuat kisi-kisi instrumen soal tes. Kisi-kisi instrumen soal tes telah dilampirkan pada lampiran 6.
- 4) Menentukan jumlah soal yang diperlukan. Soal yang disusun terdiri dari sepuluh soal *essay* yang diselaraskan dengan kisi-kisi yang telah ditetapkan sebelumnya.
- 5) Menentukan ranah kognitif dari setiap soal yang meliputi kemampuan menganalisis (C4), kemampuan mengevaluasi (C5), dan kemampuan menciptakan (C6).
- 6) Menyusun instrumen portofolio proses dan portofolio produk.
- 7) Instrumen soal yang telah disusun selanjutnya dilakukan validasi oleh empat validator ahli. Instrumen soal *essay* dan portofolio dilakukan validasi konstruk atau logis dengan komentar dan saran dari empat validator. Lembar validasi ahli dilampirkan pada lampiran 7. Hasil dari validasi didapatkan bahwa 10 soal *essay* dapat digunakan, dan instrumen portofolio dinyatakan layak digunakan

untuk penelitian. Komentar dan saran validator disajikan pada Tabel 4. 1.

Tabel 4. 1 Validasi Konstruk Instrumen

Instrumen	Validator	Komentar	Hasil
Soal tes	I	Sudah dilakukan revisi, namun masih perlu revisi untuk penulisan reaksi kimia dan gambar yang kurang jelas	Valid digunakan untuk uji coba setelah revisi
	II	Redaksi soal ada beberapa bagian yang diperbaiki dan gambar bisa diperjelas	Valid digunakan untuk uji coba setelah revisi
	III	Variasi dan tipe soal sudah cukup banyak dan variatif	Valid digunakan untuk uji coba tanpa revisi
	IV	Soal sudah masuk kriteria AKM dan HOTS (C4-C6)	Valid digunakan untuk uji coba tanpa revisi

Instrumen	Validator	Komentar	Hasil
Portofolio	I	Sudah sesuai dengan revisi sebelumnya	Dapat digunakan tanpa revisi
	II	Sudah baik, sudah dapat digunakan untuk penilaian	Dapat digunakan tanpa revisi
	III	Baik, sudah dapat digunakan	Dapat digunakan tanpa revisi
	IV	Instrument sudah baik dan sesuai, dapat digunakan ke siswa	Dapat digunakan tanpa revisi

8) Melakukan uji coba soal

Uji coba dilaksanakan pada kelas XI MIPA 1 SMA negeri 8 Semarang dengan jumlah soal sebanyak 10 terkait materi termokimia.

9) Menganalisis data uji coba dengan menghitung dan menganalisis validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembedanya.

a) Uji Validitas

Uji validitas digunakan untuk menganalisis validitas butir soal yang akan digunakan untuk mengukur berpikir kreatif siswa. Butir soal yang dinyatakan valid berarti dapat digunakan sebagai soal *pre-test* dan *post-test* pada kelas eksperimen I

dan kelas eksperimen II. Uji validasi instrumen dihitung menggunakan IBM SPSS *Statistics* 22. Hasil r_{hitung} dibandingkan dengan r_{Tabel} pada taraf signifikan 1% dan responden 36. Butir soal dinyatakan valid jika $r_{\text{hitung}} > r_{\text{tabel}}$.

Hasil tes uji coba kepada 36 responden siswa kelas XII MIPA 1 SMA NEGERI 8 Semarang mengacu pada taraf signifikan 1% diperoleh r_{tabel} sebesar 0,376 sehingga item soal dikatakan valid karena $r_{\text{hitung}} > r_{\text{tabel}}$ (r_{hitung} lebih besar dari r_{tabel} yaitu 0,5453). Hasil uji validitas instrumen uji coba soal uraian (*essay*) disajikan pada Tabel 4. 2:

Tabel 4. 2 Hasil Uji Validitas Butir Soal *Essay*

Kriteria	Nomor Soal	Jumlah	%
Valid	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	10	100%
Tidak valid		0	0%
Jumlah		10	100%

Tabel 4. 2 rumus uji validitas yang digunakan adalah korelasi *pearson product moment*. Berdasarkan hasil perhitungan 10 soal uji coba dinyatakan valid, sehingga soal dapat digunakan untuk soal *pre-test* dan *post-test*. Perhitungan validitas soal uraian (*essay*) dilampirkan pada lampiran 8.

b) Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas digunakan untuk menentukan seberapa konsisten jawaban instrumen. Berdasarkan hasil analisis reliabilitas soal uraian (*essay*) didapatkan bahwa r_{11} sebesar 0,736 dan r_{tabel} sebesar 0,329 dengan taraf signifikan 5% dan responden 36. Hasil analisis reliabilitas dinyatakan reliabel didasarkan atas perhitungan $r_{11} > r_{tabel}$. Perhitungan uji reliabilitas soal dilampirkan pada lampiran 8.

c) Tingkat Kesukaran Soal

Uji tingkat kesukaran soal digunakan untuk menentukan apakah soal tersebut tergolong mudah, sedang maupun sulit. Hasil uji tingkat kesukaran pada soal berbentuk *essay* yang disajikan pada Tabel 4. 3.

Tabel 4. 3 Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal

Kriteria	Nomor Soal	Jumlah	%
Mudah	2, 3, 8, 10	4	40%
Sedang	1, 4, 5, 6, 7, 9	6	60%
Jumlah		10	100%

Berdasarkan analisis soal tes diperoleh 4 soal kriteria mudah dan 6 soal kriteria sedang. Perhitungan tingkat kesukaran soal dilampirkan pada lampiran 8. Soal dengan tingkat C4, C5, C6 tergolong mudah dan sedang dikarenakan soal diujicobakan pada XII MIPA 1 SMA Negeri Semarang. Kelas XII

MIPA 1 merupakan kelas XII MIPA yang anggota siswanya memiliki kemampuan kognitif paling baik dari kelas XII MIPA yang lain, sehingga hasil uji coba terhadap soal termokimia tidak tergolong sulit bagi siswa XII MIPA 1 di SMA Negeri 8 Semarang.

d) Daya Pembeda

Kemampuan suatu soal untuk membedakan siswa yang berkemampuan tinggi dan rendah dikenal sebagai daya pembeda soal. Hasil analisis daya pembeda instrumen soal disajikan pada Tabel 4. 4.

Tabel 4. 4 Hasil Analisis Daya Pembeda Soal

Kriteria	Nomor Soal	Jumlah	%
Cukup	1, 2, 3, 4, 8, 10	6	60%
Baik	5, 6, 7, 9	4	40%
Jumlah		10	100%

Berdasarkan hasil analisis 10 soal tes yang diujikan, soal nomor 1, 2, 3, 4, 8, 10 mempunyai kriteria daya beda cukup dan soal nomor 5, 6, 7, 9 mempunyai kriteria daya beda baik. Perhitungan uji daya pembeda dilampirkan pada lampiran 8.

2. Tahap Pelaksanaan

a. Analisis Data Populasi

Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *non probability sampling* yaitu teknik pengambilan sampel yang setiap anggota populasi tidak memiliki

peluang atau kesempatan yang sama untuk diambil sebagai sampel. Metode pengambilan sampel *non probability sampling* ini digunakan oleh peneliti untuk menghasilkan kelas sampel yang memenuhi standar yang ditetapkan. Kriteria tersebut ditetapkan berdasarkan hasil wawancara dengan guru mata pelajaran kimia di SMA Negeri 8 Semarang. Kriteria ini mempertimbangkan siswa yang memiliki potensi akademik yang baik, kemampuan yang kuat, dan kemampuan untuk bekerja sama dengan peneliti selama proses penelitian. Karena pengambilan sampel dilakukan secara langsung sesuai dengan syarat dan tujuan penelitian, sampel yang diambil tidak mewakili populasi secara keseluruhan.

Kriteria yang ditentukan untuk mendapatkan kelas sampel dalam penelitian ini yaitu:

- 1) Dua kelas tersebut merupakan dua kelas diantara tiga kelas yang memilih mata pelajaran kimia pada kurikulum merdeka.
- 2) Dua kelas tersebut lebih aktif dan responsif dalam pembelajaran

Jumlah sampel berdasarkan hasil wawancara dengan guru yang bersangkutan untuk digunakan

dalam penelitian ini adalah dua kelas yaitu kelas XI 2 dan kelas XI 3.

b. Analisis Data *Pre-Test*

Data hasil nilai *pre-test* siswa kelas eksperimen *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Data Hasil *Pre-Test* Kelas Eksperimen PBL dan PjBL

	Kelas Eksperimen PBL	Kelas Eksperimen PjBL
N	36	36
Min	23	33
Max	70	60
Mean	50,1	47,1
Median	51,5	47

Setelah mendapatkan data hasil nilai *pre-test*, dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas.

1) Uji Normalitas

Tahap pertama pengujian data *pre-test* dengan melakukan uji normalitas menggunakan *kolmogorov-smirnov*. Perhitungan hasil analisis normalitas disajikan pada Tabel 4. 6.

Tabel 4. 6 Hasil Uji Normalitas *Pre-Test*

No	Kelas	Kolmogorov- smirnov	Kriteria
1	Eksperimen PBL	0,57	Normal
2	Eksperimen PjBL	0,74	Normal

Berdasarkan pengujian pengujian statistik penormalan menunjukkan nilai signifikan lebih besar dari 0,05 sehingga telah memenuhi syarat data normal. Perhitungan uji normalitas soal *pre-test* dilampirkan pada lampiran 15.

2) Uji Homogenitas

Pengujian statistik homogenitas berguna untuk mengetahui apakah data memenuhi syarat homogenitas dalam penelitian. Hasil uji homogenitas ditunjukkan pada Tabel 4. 7.

Tabel 4. 7 Hasil Uji Homogenitas *Pre-Test* Berpikir Kreatif

No	<i>Levene statistic</i>	Sig	Kriteria
1	2.035	0,158	Homogen

Berdasarkan hasil uji homogenitas berpikir kreatif didapatkan nilai Sig > 0,05 yang menunjukkan bahwa data dinyatakan homogen. Perhitungan uji homogenitas soal *pre-test* dilampirkan pada lampiran 15.

b. Analisis Data *Post-Test* dan Portofolio

Data hasil nilai *post-test* siswa kelas eksperimen *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Data Hasil *Post-Test* Kelas Eksperimen PBL dan PjBL

	Kelas Eksperimen PBL	Kelas Eksperimen PjBL
N	36	36
Min	70	68
Max	88	88
Mean	78,7	81,1
Median	78,5	82

Data hasil nilai portofolio proses siswa kelas eksperimen *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Data Hasil Portofolio Proses Kelas Eksperimen PBL dan PjBL

	Kelas Eksperimen PBL	Kelas Eksperimen PjBL
N	36	36
Min	81	71
Max	90	90
Mean	85	81,5
Median	86	81

Data hasil nilai portofolio produk siswa kelas eksperimen *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* disajikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Data Hasil Portofolio Produk Kelas Eksperimen PBL dan PjBL

	Kelas Eksperimen PBL	Kelas Eksperimen PjBL
N	36	36
Min	67	80
Max	87	93
Mean	74,5	84,5
Median	73	83,5

Setelah mendapatkan data hasil nilai *post-test* dan portofolio (proses dan produk) dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas secara gabung karena kedua jenis penilaian dilaksanakan setelah pemberian perlakuan model pembelajaran pada masing-masing kelas eksperimen.

1) Uji Normalitas

Tahap pertama pengujian data *post-test* dan portofolio (proses dan produk) dengan melakukan uji normalitas menggunakan *kolmogorov-smirnov*. Perhitungan hasil analisis normalitas disajikan pada Tabel 4. 11.

Tabel 4. 11 Hasil Uji Normalitas *Post-Test* dan portofolio (proses dan produk)

No	Kelas	Kolmogorov- smirnov	Kriteria
1	Eksperimen PBL	0,200	Normal
2	Eksperimen PjBL	0,096	Normal

Berdasarkan pengujian pengujian statistik penormalan menunjukkan nilai signifikan lebih besar dari 0,05 sehingga telah memenuhi syarat data normal. Perhitungan uji normalitas soal *post-test* dan portofolio (proses dan produk) dilampirkan pada lampiran 15.

2) Uji Homogenitas

Pengujian statistik homogenitas berguna untuk mengetahui apakah data memenuhi syarat homogenitas dalam penelitian. Hasil uji homogenitas ditunjukkan pada Tabel 4. 12.

Tabel 4. 12 Hasil Uji Homogenitas *Post-Test* dan portofolio (proses dan produk) Berpikir Kreatif

No	<i>Levene statistic</i>	Sig	Kriteria
1	0,631	0,43	Homogen

Berdasarkan hasil uji homogenitas berpikir kreatif didapatkan nilai Sig > 0,05 yang menunjukkan bahwa data dinyatakan homogen. Perhitungan uji homogenitas soal *post-test* dan portofolio (proses dan produk) dilampirkan pada lampiran 15.

c. Hasil *Pre-Test* dan *Post-Test*

Soal *pre-test* dan *post-test* mengandung dua aspek indikator berpikir kreatif yaitu kelancaran berpikir dan keaslian. Masing-masing indikator

dianalisis berdasarkan nilai *pre-test* dan *post-test* yang didapat pada kedua kelas eksperimen. Berikut ini hasil analisis indikator kelancaran berpikir dan keaslian pada kelas eksperimen PBL dan PjBL.

Analisis indikator kelancaran berpikir dan keaslian pada kelas eksperimen *Problem Based Learning* disajikan pada Tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Analisis Indikator Kelancaran Berpikir dan Keaslian Model PBL

Tahap	Indikator Berpikir Kreatif	Nilai Rata-Rata
<i>Pre-Test</i>	Kelancaran Berpikir	64%
	Keaslian	36,1%
<i>Post-Test</i>	Kelancaran Berpikir	78,3%
	Keaslian	79%

Indikator kelancaran berpikir menunjukkan peningkatan sebesar 14,3%, sedangkan indikator keaslian menunjukkan peningkatan sebesar 43,1%. Indikator keaslian memiliki hasil peningkatan nilai rata-rata yang lebih besar dari nilai rata-rata pada indikator kelancaran berpikir. Hal ini menunjukkan bahwa siswa memiliki kemampuan yang sangat baik dalam menciptakan jawaban baru dan mengeluarkan jawaban-jawaban lain dengan caranya sendiri melalui model *Problem Based Learning*.

Analisis indikator kelancaran berpikir dan keaslian pada kelas eksperimen *Project Based Learning* disajikan pada Tabel 4.14.

Tabel 4. 14 Analisis Indikator Kelancara Berpikir dan Keaslian Model PjBL

Tahap	Indikator Berpikir Kreatif	Nilai Rata-Rata
<i>Pre-Test</i>	Kelancaran Berpikir	55%
	Keaslian	39,4%
<i>Post-Test</i>	Kelancaran Berpikir	79%
	Keaslian	83,6%

Indikator kelancaran berpikir menunjukkan peningkatan sebesar 24%, sedangkan indikator keaslian menunjukkan peningkatan sebesar 44,2%. Indikator keaslian memiliki peningkatan nilai rata-rata yang lebih besar dari nilai rata-rata pada indikator kelancaran berpikir. Hal ini menunjukkan bahwa siswa memiliki kemampuan yang sangat baik dalam menciptakan jawaban baru dan mengeluarkan jawaban-jawaban lain dengan caranya sendiri melalui model *Project Based Learning*.

d. Analisis Data Non-Tes

1) Kelas Eksperimen *Problem Based Learning*

a) Penilaian Portofolio Proses

Portofolio proses digunakan untuk menilai proses pembelajaran siswa dalam mencapai

standar kompetensi dasar, dan sejumlah indikator yang ditetapkan dalam kurikulum. Portofolio juga menampilkan semua hasil selama periode waktu tertentu, dari awal hingga akhir. Hasil penilaian portofolio proses kelas eksperimen *Problem Based Learning* disajikan pada Tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Penilaian Portofolio Proses Kelas Eksperimen PBL

No	Kelompok	Portofolio Proses	Kriteria
1	Kelompok 1	81	Baik
2	Kelompok 2	81	Baik
3	Kelompok 3	90	Sangat Baik
4	Kelompok 4	90	Sangat Baik
5	Kelompok 5	86	Baik
6	Kelompok 6	81	Baik

Berdasarkan hasil penilaian portofolio proses pada kelas eksperimen PBL, didapatkan nilai rata-rata portofolio proses sebesar 85. Hasil ini menunjukkan kriteria baik.

Menganalisis tiap indikator berpikir kreatif pada portofolio proses yaitu indikator elaborasi dan kelenturan dengan melihat poin tiap aspek penilaiannya. Analisis indikator elaborasi dan kelenturan pada portofolio proses kelas eksperimen *Problem Based Learning* disajikan pada Tabel 4.16.

Tabel 4. 16 Analisis Indikator Elaborasi dan Kelenturan Portofolio Proses Model PBL

Indikator Berpikir Kreatif	Nilai Rata-Rata	Kriteria
Elaborasi	91%	Sangat baik
Kelenturan	80,5%	Baik

Indikator elaborasi memiliki nilai yang lebih tinggi dari indikator kelenturan. Hal ini terjadi karena siswa pada kelas eksperimen PBL melaksanakan praktikum penentuan perubahan entalpi dan mengembangkan atau membuat alat kalorimeter sederhana sesuai dengan panduan yang telah terdapat dalam LKPD sehingga indikator elaborasi atau kemampuan siswa dalam mengembangkan suatu produk tergolong lebih tinggi, sedangkan pada indikator kelenturan siswa belum bervariasi dalam mencari banyak alternatif alat dan bahan praktikum karena sudah terdapat panduan LKPD sehingga siswa hanya terfokus menyiapkan alat dan bahan sesuai yang diarahkan.

b) Penilaian Portofolio Produk

Portofolio produk digunakan untuk menilai hasil karya siswa atau dokumen yang telah diselesaikan dalam proses pembelajaran. Hasil

penilaian portofolio produk kelas eksperimen *Problem Based Learning* disajikan pada Tabel 4.17.

Tabel 4. 17 Penilaian Portofolio Produk Kelas Eksperimen PBL

No	Kelompok	Portofolio Produk	Kriteria
1	Kelompok 1	73	Cukup
2	Kelompok 2	67	Kurang
3	Kelompok 3	73	Cukup
4	Kelompok 4	73	Cukup
5	Kelompok 5	73	Cukup
6	Kelompok 6	87	Baik

Berdasarkan hasil penilaian portofolio produk pada kelas eksperimen PBL, didapatkan nilai rata-rata portofolio proses sebesar 74. Hasil ini menunjukkan kriteria cukup.

Menganalisis tiap indikator berpikir kreatif pada portofolio produk yaitu indikator keaslian dan elaborasi dengan melihat poin tiap aspek penilaiannya. Analisis indikator keaslian dan pada portofolio produk kelas eksperimen *Problem Based Learning* disajikan pada Tabel 4.18.

Tabel 4. 18 Analisis Indikator Keaslian dan Elaborasi Portofolio Produk Model PBL

Indikator Berpikir Kreatif	Nilai Rata-Rata	Kriteria
Keaslian	33,3%	Sangat kurang

Indikator Berpikir Kreatif	Nilai Rata-Rata	Kriteria
Elaborasi	83%	Baik

Indikator elaborasi memiliki nilai yang lebih tinggi dari indikator keaslian. Hal ini terjadi karena siswa pada kelas eksperimen PBL menghasilkan alat kalorimeter sederhana sesuai dengan panduan yang telah terdapat dalam LKPD sehingga indikator elaborasi atau kemampuan siswa dalam mengembangkan suatu produk tergolong lebih tinggi, sedangkan pada indikator keaslian siswa belum mampu menghasilkan produk alat dan bahan praktikum yang unik atas dasar pemikirannya sendiri karena sudah terdapat panduan LKPD sehingga siswa hanya terfokus menyiapkan alat dan bahan sesuai yang diarahkan.

2) Kelas Eksperimen *Project Based Learning*

a) Penilaian Portofolio Proses

Portofolio proses digunakan untuk menilai proses pembelajaran siswa dalam mencapai standar kompetensi, kompetensi dasar, dan sejumlah indikator yang ditetapkan dalam kurikulum. Portofolio juga menampilkan semua hasil selama periode waktu tertentu, dari awal hingga akhir. Hasil penilaian portofolio proses

kelas eksperimen *Project Based Learning* disajikan pada Tabel 4.19.

Tabel 4. 19 Penilaian Portofolio Proses Kelas Eksperimen PjBL

No	Kelompok	Portofolio Proses	Kriteria
1	Kelompok 1	76	Cukup
2	Kelompok 2	90	Sangat Baik
3	Kelompok 3	76	Cukup
4	Kelompok 4	90	Sangat Baik
5	Kelompok 5	71	Cukup
6	Kelompok 6	86	Baik

Berdasarkan hasil penilaian portofolio proses pada kelas eksperimen PjBL, didapatkan nilai rata-rata portofolio proses sebesar 82. Hasil ini menunjukkan kriteria baik.

Menganalisis tiap indikator berpikir kreatif pada portofolio proses yaitu indikator elaborasi dan kelenturan dengan melihat poin tiap aspek penilaiannya. Analisis indikator elaborasi dan kelenturan pada portofolio proses kelas eksperimen *Project Based Learning* disajikan pada Tabel 4.20.

Tabel 4. 20 Analisis Indikator Elaborasi dan Kelenturan Portofolio Proses Model PjBL

Indikator Berpikir Kreatif	Nilai Rata-Rata	Kriteria
Elaborasi	79%	Cukup

Indikator Berpikir Kreatif	Nilai Rata-Rata	Kriteria
Kelenturan	83,3%	Baik

Indikator kelenturan memiliki nilai yang lebih tinggi dari indikator elaborasi. Hal ini terjadi karena siswa pada kelas eksperimen PjBL telah mampu mencari banyak alternatif alat dan bahan dalam pelaksanaan proyek, tiap kelompok menyiapkan alat dan bahan yang berbeda-beda, sedangkan dalam elaborasi kemampuan mengembangkan suatu produk atau membuat KIT praktikum sederhana siswa masih membutuhkan bimbingan karena siswa tidak mendapatkan panduan dari LKPD, siswa dituntut untuk berpikir kreatif secara mandiri, sehingga nilai indikator kelenturan lebih tinggi dari elaborasi.

b) Penilaian Portofolio Produk

Portofolio produk digunakan untuk menilai hasil karya siswa atau dokumen yang telah diselesaikan dalam proses pembelajaran. Hasil penilaian portofolio produk kelas eksperimen *Project Based Learning* disajikan pada Tabel 4.21.

Tabel 4. 21 Penilaian Portofolio Produk Kelas Eksperimen PjBL

No	Kelompok	Portofolio Produk	Kriteria
1	Kelompok 1	87	Baik
2	Kelompok 2	80	Baik
3	Kelompok 3	80	Baik
4	Kelompok 4	87	Baik
5	Kelompok 5	80	Baik
6	Kelompok 6	93	Sangat Baik

Berdasarkan hasil penilaian portofolio produk pada kelas eksperimen PjBL, didapatkan nilai rata-rata portofolio proses sebesar 85. Hasil ini menunjukkan kriteria baik.

Menganalisis tiap indikator berpikir kreatif pada portofolio produk yaitu indikator keaslian dan elaborasi dengan melihat poin tiap aspek penilaiannya. Analisis indikator keaslian dan pada portofolio produk kelas eksperimen *Project Based Learning* disajikan pada Tabel 4.22.

Tabel 4. 22 Analisis Indikator Keaslian dan Elaborasi Portofolio Produk Model PjBL

Indikator Berpikir Kreatif	Nilai Rata-Rata	Kriteria
Keaslian	72,2%	Cukup
Elaborasi	89%	Baik

Indikator elaborasi memiliki nilai yang lebih tinggi dari indikator keaslian. Hal ini disebabkan

oleh kemampuan siswa dalam kelas eksperimen PjBL untuk meningkatkan dan mengembangkan ide atau produk KIT praktikum serta menambah atau menjelaskan detail objek, gagasan, atau situasi sehingga menjadikannya lebih menarik. Sedangkan nilai keaslian lebih rendah dikarenakan siswa masih membutuhkan bimbingan dalam menciptakan produk yang baru dan unik dan membuat kombinasi-kombinasi yang tidak lazim dari bagian-bagian KIT praktikum. Lembar Penilaian Portofolio pada penelitian ini telah disajikan pada lampiran 17.

B. Hasil Uji Hipotesis

Analisa dalam sebuah penelitian digunakan untuk mengetahui seberapa besar hasil berpikir kreatif siswa di kelas eksperimen PBL dan kelas eksperimen PjBL. Kedua kelas eksperimen menunjukkan peningkatan menurut analisis pengujian sebelum dan sesudah perlakuan atau percobaan. Uji hipotesis pada penelitian ini menggunakan uji *independent sample t-test* dengan bantuan IBM SPSS *Statistics 22*.

Selain itu, uji *independent sample t-test* adalah alat yang baik untuk menilai hasil penelitian karena menunjukkan bahwa data berdistribusi normal atau tidak serta homogen

atau tidak. Data berpasangan atau berbeda dapat dianalisa dengan sangat baik melalui analisis *independent sample t-test* (Kadir, 2016). Hasil analisa uji statistik disajikan pada Tabel 4.23.

Tabel 4. 23 Hasil Uji *Independent Sample T-Test*

Independent Differences	Berpikir Kreatif
Mean	-1,556
Symp.Sig. (2-tailed)	0,064

Berdasarkan hasil dari perhitungan uji *independent sample t-test* pada tabel 4.8 diperoleh nilai Asymp.Sig. (2-tailed) sebesar $0,064 > 0,05$. Dapat diambil kesimpulan bahwa H_0 diterima dan H_a ditolak, artinya tidak terdapat perbedaan signifikan antara model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* terhadap berpikir kreatif siswa materi termokimia. Perhitungan uji *independent t-test* soal *post-test* pada penelitian ini telah dilampirkan pada lampiran 15.

C. Pembahasan

Peneliti melakukan penelitian yang berbasis statistik, sehingga angka yang dihasilkan dari pengolahan data dibahas secara khusus tentang model pembelajaran *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning*.

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 8 Semarang pada siswa kelas XI semester genap tahun ajaran 2023/2024 dan sampel penelitian ditentukan dengan

menggunakan *purposive sampling*. Dua kelas yang dijadikan sebagai sampel penelitian adalah XI 2 sebagai kelas eksperimen *Problem Based Learning* (PBL) dan XI 3 sebagai kelas eksperimen *Project Based Learning* (PjBL). Dokumentasi kegiatan pada penelitian ini telah disajikan pada lampiran 9.

Salah satu kelebihan dari model *Problem Based Learning* adalah model pembelajaran ini berfokus pada pemecahan masalah nyata. Dalam proses pembelajarannya siswa melakukan hal-hal seperti investigasi dan penyelidikan, diskusi kelompok, membuat laporan dan presentasi, dan melakukan umpan balik. Model *Problem Based Learning* mendorong siswa untuk berperan aktif dalam pembelajaran dan mengembangkan berpikir kreatif. Sedangkan salah satu kelebihan model *Project Based Learning* (PjBL) adalah model ini dapat mendorong siswa untuk bekerja sama lebih aktif dalam merancang dan melaksanakan proyek yang berkaitan dengan materi pelajaran.

1. Penerapan Model *Problem Based Learning* terhadap Berpikir Kreatif Siswa Materi Termokimia

Model *Problem Based Learning* (PBL) didefinisikan sebagai urutan kegiatan belajar yang berfokus pada pemecahan masalah yang benar-benar terjadi dalam

kehidupan sehari-hari (Erwin, 2018). Dikarenakan model ini sangat erat terkait dengan kenyataan dalam kehidupan sehari-hari siswa, siswa memiliki pemahaman langsung tentang masalah yang mereka pelajari dan pengetahuan yang mereka peroleh tidak hanya bergantung pada guru. Kelas eksperimen *Problem Based Learning* diterapkan pada kelas XI 2 SMA Negeri 8 Semarang.

Tahap paling awal sebelum dilaksanakan pembelajaran sesuai sintak model *Problem Based learning*, terlebih dahulu telah diberikan soal *pre-test* pada kelas eksperimen I dengan model *Problem Based Learning* (PBL). Berdasarkan hasil dari pengerjaan soal *pre-test* yang disesuaikan dengan indikator berpikir kreatif yaitu kelancaran berpikir dan keaslian memperoleh nilai rata-rata 50,14%.

Tahap yang pertama yaitu orientasi siswa pada masalah. Siswa memprediksi masalah yang diberikan peneliti tentang berbagai hal yang mendukung proses penelitian. Peneliti memberikan LKPD yang berisi permasalahan tentang pipa atau toilet tersumbat yang dapat diperbaiki dengan soda api dan soda api akan menghasilkan panas saat dilarutkan dalam air, kemudian siswa memprediksi suatu permasalahan “kenapa soda api menghasilkan panas saat dilarutkan dalam air dan kira-kira berapa kalor yang dihasilkan soda api?”. Selain itu, LKPD

juga berisi petunjuk praktikum terkait percobaan penentuan perubahan entalpi berdasarkan data eksperimen.

Tahap kedua yaitu mengorganisasi siswa untuk belajar. Peneliti membagi siswa ke dalam 6 kelompok dengan masing-masing kelompok terdiri dari 6 siswa. Tahap ketiga yaitu membimbing penyelidikan individu atau kelompok. Peneliti membimbing dan mengamati aktivitas perkembangan diskusi siswa.

Tahap keempat yaitu mengembangkan dan menyajikan hasil. Siswa melaksanakan kegiatan praktikum penentuan perubahan entalpi berdasarkan data eksperimen dengan alat dan bahan yang sesuai di petunjuk praktikum dalam LKPD yang telah diberikan. Bahan yang digunakan berkaitan dengan orientasi masalah di awal yaitu soda api (NaOH). Teori yang digunakan dalam percobaan dikembangkan melalui kegiatan praktikum, sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan melihat suatu kejadian lebih rinci. Setelah selesai praktikum, siswa mengisi sejumlah pertanyaan yang telah disajikan dalam LKPD yang kemudian dipresentasikan di depan kelompok lain.

Tahap kelima yaitu menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Peneliti dan siswa melakukan

evaluasi dengan membahas hasil besar perubahan entalpi yang telah dihitung siswa berdasarkan data hasil percobaan. Masing-masing kelompok mendapatkan hasil besar perubahan entalpi yang berbeda-beda.

Pengujian *post-test* terhadap siswa kelas XI 2 dilakukan setelah melakukan semua tahapan sintak *Problem Based Learning*. Hasil pengujian *post-test* pada hasil uji statistik menyatakan data tersebut berdistribusi normal dan homogen. Hasil pengujian nilai rata-rata *pre-test* dan *post-test* menunjukkan bahwa pada kelas eksperimen *Problem Based Learning* dapat meningkatkan berpikir kreatif siswa pada materi termokimia dikarenakan pada proses pembelajarannya dilakukan inovasi dengan melaksanakan kegiatan praktikum percobaan penentuan perubahan entalpi berdasarkan data eksperimen sehingga berpikir kreatif siswa lebih tersalurkan dengan memahami konsep materi termokimia secara nyata melalui pengerjaan LKPD dan kegiatan praktikum.

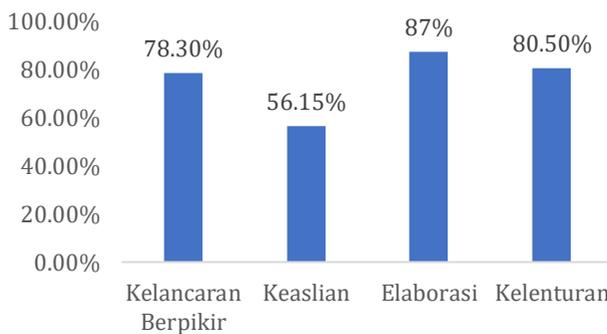
Kelas eksperimen *Problem Based Learning* mendapatkan nilai awal sebesar 50,14% dan setelah menerapkan perlakuan sebesar 78,75%. Gagasan yang diberikan dalam menjawab soal *post-test* menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kreatif siswa. Siswa cenderung memberikan ide-ide baru yang berbeda,

menggunakan bahasa atau kata-kata sendiri, dan menjelaskan secara mendalam ide-ide tersebut tanpa mengubah konsep dari materi yang telah dijelaskan sebelumnya. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa siswa lebih menekankan pada pemahaman ide daripada menghafal.

Selain penilaian secara tes, selama proses pembelajaran sesuai dengan tahapan sintak model *Problem Based Learning* juga dilakukan analisis non tes yaitu penilaian portofolio proses untuk indikator berpikir kreatif elaborasi dan kelenturan, dan penilaian portofolio produk untuk indikator berpikir kreatif keaslian dan elaborasi. Hasil penilaian portofolio proses didapatkan nilai rata-rata sebesar 85%. Hasil penilaian portofolio produk didapatkan nilai rata-rata sebesar 74%. Berdasarkan kriteria penilaian, hasil yang didapatkan termasuk dalam kriteria baik untuk portofolio proses, dan kriteria cukup untuk portofolio produk. Hal ini berarti dengan adanya penerapan model *Problem Based Learning* dengan melakukan praktikum dapat meningkatkan berpikir kreatif siswa pada materi termokimia kelas XI 2 yang tergolong baik. Faktor yang mendukung adalah praktikum dilakukan sesuai dengan petunjuk alat, bahan, dan cara kerja yang disediakan pada

LKPD. Sehingga siswa lebih mudah dalam melakukan kegiatan praktikum.

Kelas eksperimen model *Problem Based learning* telah mengukur empat indikator berpikir kreatif siswa pada materi termokimia yang meliputi kelancaran berpikir, keaslian, elaborasi, dan kelenturan. Nilai persentase tiap indikator berpikir kreatif di kelas eksperimen *Problem Based Learning* disajikan menjadi satu dalam diagram pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Diagram Analisis Indikator Berpikir Kreatif Model PBL

Dilihat pada Gambar 4.1, Indikator berpikir kreatif pada kelas eksperimen PBL yang memiliki nilai paling tinggi adalah indikator elaborasi. Artinya model *Problem Based Learning* sangat baik dalam meningkatkan berpikir kreatif terutama indikator elaborasi karena siswa kelas XI 2 memiliki kemampuan yang baik dalam mengembangkan

suatu produk dalam penelitian ini yaitu membuat kalorimeter sederhana dan melaksanakan kegiatan praktikum sederhana mengenai penentuan perubahan entalpi berdasarkan data eksperimen, serta menghasilkan gagasan yang baik dalam menjawab soal *post-test*.

2. Penerapan Model *Project Based Learning* terhadap Berpikir Kreatif Siswa Materi Termokimia

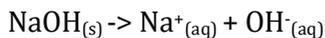
Model pembelajaran yang menggunakan proyek (aktivitas) sebagai inti pembelajaran disebut dengan model pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*). Model pembelajaran *Project Based Learning* disusun sebagai sarana pembelajaran untuk memahami permasalahan dan mengembangkan kemampuan pemecahan masalah siswa. Model pembelajaran berbasis proyek adalah model pembelajaran yang imajinatif. Model ini pembelajaran terfokus pada peran siswa, guru hanya sebagai fasilitator dan memberi dorongan selama proses pembelajaran. Siswa memiliki peluang atau kesempatan yang besar untuk berkembang secara mandiri dalam kelompok (Melinda & Zainil, 2023). Kelas eksperimen *Project Based Learning* diterapkan pada kelas XI 3 SMA Negeri 8 Semarang.

Tahap paling awal sebelum dilaksanakan pembelajaran sesuai sintak model *Project Based learning*, terlebih dahulu

telah diberikan soal *pre-test* pada kelas eksperimen II dengan model *Project Based Learning* (PBL). Berdasarkan hasil pengerjaan soal *pre-test* yang disesuaikan dengan indikator berpikir kreatif yaitu kelancaran berpikir dan keaslian memperoleh nilai rata-rata 47,03%.

Tahap pertama yaitu pertanyaan mendasar. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan memberikan pertanyaan pemantik. Pertanyaan pemantik juga terdapat di dalam LKPD.

1) Banyak artikel yang menyarankan soda api untuk memperbaiki pipa atau toilet tersumbat. Cara penggunaannya mudah, yaitu dengan melarutkan soda api ke dalam air kemudian diaduk dengan kayu, lalu dituang ke dalam pipa. Larutan ini dapat mencairkan benda-benda yang menghalangi jalan keluar pipa dengan mudah. Soda api juga menghasilkan panas saat Anda melarutkannya dalam air, dan itu juga membantu membersihkan pipa. Reaksinya seperti berikut:



- a) Kenapa ya soda api menghasilkan panas saat dilarutkan dalam air?
- b) Kira-kira berapa ya kalor yang dihasilkan soda api?
- c) Selain soda api, bahan apalagi di sekitar kita yang dapat menghasilkan panas?

2) Masih banyak permasalahan mengenai keterbatasan alat dan bahan di laboratorium kimia di sekolah. Permasalahan keterbatasan alat dan bahan di laboratorium dapat diminimalisir dengan alternatif solusi mencari pengganti alat dan bahan sederhana yang ada di sekitar. Bagaimana solusi kalian?

Tahap kedua yaitu mendesain perencanaan produk. Guru membagi siswa menjadi 6 kelompok dan memberikan gambaran kepada siswa tentang pembuatan proyek KIT praktikum kalorimeter sederhana beserta praktikum penentuan perubahan entalpi berdasarkan data eksperimen. Guru menunjukkan alat kalorimeter yang asli dan kalorimeter sederhana di depan siswa. Siswa memahami prosedur pembuatan proyek yang akan dihasilkan.

Tahap ketiga yaitu menyusun jadwal pembuatan. Guru dan siswa membuat kesepakatan jadwal pembuatan proyek. Tanggal 13-17 September 2023 disepakati untuk jadwal memonitor kemajuan proyek yang dilaksanakan, dan tanggal 18 September 2023 disepakati untuk pelaksanaan praktikum sederhana penentuan perubahan entalpi berdasarkan data eksperimen menggunakan alat kalorimeter sederhana yang telah dibuat masing-masing kelompok.

Tahap keempat yaitu memonitor kemajuan proyek yang dilaksanakan. Guru memberikan peluang kepada siswa untuk mempersiapkan proyek mulai tanggal 13-17 September 2023. Siswa melaporkan aktivitas terkait pembuatan kalorimeter sederhana serta pencarian alat dan bahan untuk percobaan praktikum penentuan perubahan entalpi berdasarkan data eksperimen melalui via whatsapp ke nomor guru. Saat tanggal 18 september, guru memonitor kemajuan proyek dengan melakukan mobilitas pemantauan dari satu kelompok ke kelompok yang lainnya untuk melihat kelancaran maupun hambatan yang dihadapi siswa saat melaksanakan proyek.

Tahap kelima yaitu mempresentasikan hasil proyek. Setelah melaksanakan proyek, siswa melaksanakan presentasi mengenai proyek yang dihasilkan dan besar perubahan entalpi yang ditemukan oleh masing-masing kelompok. Tahap keenam yaitu evaluasi proses dan hasil proyek. Evaluasi hasil proyek berupa empat pertanyaan yang terdapat pada lembar LKPD.

Pengujian *post-test* terhadap siswa kelas XI 3 dilakukan setelah melakukan semua tahapan sintak *Project Based Learning*. Hasil pengujian *post-test* pada hasil uji statistik menyatakan data tersebut berdistribusi normal dan homogen. Hasil pengujian nilai rata-rata *pre-test* dan *post-*

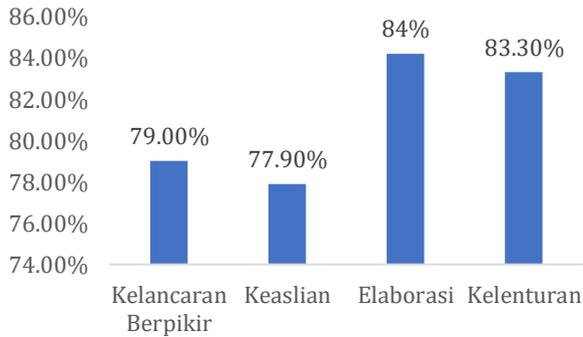
test menunjukkan bahwa pada kelas eksperimen *Project Based Learning* dapat meningkatkan berpikir kreatif siswa dikarenakan pada proses pembelajarannya siswa lebih berperan secara aktif dalam mencari solusi dari permasalahan yang diberikan, kemudian berkreasi sesuai dengan berpikir kreatif siswa dalam membuat proyek yaitu membuat kalorimeter sederhana dari alat sederhana yang mudah ditemukan di sekitar dan menyusun rancangan praktikum sederhana penentuan perubahan entalpi berdasarkan data eksperimen. Siswa diberi kebebasan dalam berpikir kreatif sehingga hal ini terbukti model *Project Based Learning* dapat meningkatkan berpikir kreatif siswa.

Kelas eksperimen *Project Based Learning* mendapatkan nilai awal sebesar 47,03% dan setelah menerapkan perlakuan sebesar 81,11%. Gagasan yang diberikan siswa dalam menjawab soal *post-test* menunjukkan peningkatan berpikir kreatif siswa. Siswa cenderung memberikan ide-ide baru yang berbeda, menggunakan kata-kata sendiri, dan menjelaskan secara mendalam ide-ide tersebut tanpa mengubah konsep dari materi yang telah dijelaskan sebelumnya. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa siswa lebih menekankan pada pemahaman ide daripada menghafal.

Selain penilaian secara tes, selama proses pembelajaran sesuai dengan tahapan sintak model *Project Based Learning* juga dilakukan analisis non tes yaitu penilaian portofolio proses untuk indikator berpikir kreatif elaborasi dan kelenturan, dan penilaian portofolio produk untuk indikator berpikir kreatif keaslian dan elaborasi. Hasil penilaian portofolio proses didapatkan nilai rata-rata sebesar 82%. Hasil penilaian portofolio produk didapatkan nilai rata-rata sebesar 85%. Berdasarkan kriteria penilaian, hasil yang didapatkan termasuk dalam kriteria baik untuk portofolio proses dan produk. Hal ini berarti dengan adanya penerapan model *Project Based Learning* dengan melaksanakan proyek dapat meningkatkan berpikir kreatif siswa pada materi termokimia kelas XI 3 yang tergolong cukup pada penilaian portofolio proses dan tergolong baik pada penilaian portofolio produk. Hal ini disebabkan karena siswa diberi kebebasan berpikir kreatif dalam membuat alat kalorimeter sederhana dan menyusun rancangan kegiatan praktikum tanpa adanya panduan pada LKPD.

Kelas eksperimen model *Project Based Learning* telah mengukur empat indikator berpikir kreatif siswa pada materi termokimia yang meliputi kelancaran berpikir, keaslian, elaborasi, dan kelenturan. Analisis indikator

berpikir kreatif pada kelas eksperimen *Project Based Learning* disajikan pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Diagram Analisis Indikator Berpikir Kreatif Model PjBL

Dilihat pada Gambar 4.2, Indikator berpikir kreatif pada kelas eksperimen PBL yang memiliki nilai paling tinggi adalah indikator elaborasi. Artinya model *Project Based Learning* sangat baik dalam meningkatkan berpikir kreatif terutama indikator elaborasi karena siswa kelas XI 3 memiliki kemampuan yang baik dalam mengembangkan suatu produk dalam penelitian ini yaitu membuat kalorimeter sederhana dan melaksanakan kegiatan praktikum sederhana mengenai penentuan perubahan entalpi berdasarkan data eksperimen, serta menghasilkan gagasan yang baik dalam menjawab soal *post-test*.

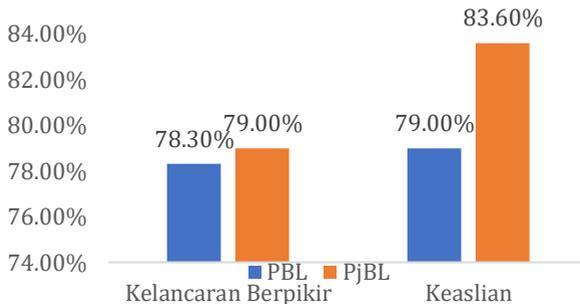
3. Perbandingan Model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* terhadap Berpikir Kreatif Siswa Materi Termokimia

Berdasarkan hasil uji hipotesis menggunakan uji *independent sample t-test* nilai *post-test* berpikir kreatif diperoleh nilai signifikan sebesar 0,064 dikarenakan nilai signifikan $> 0,05$ sehingga H_0 diterima dan H_a ditolak, artinya tidak terdapat perbedaan signifikan antara model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* terhadap berpikir kreatif siswa materi termokimia.

Berdasarkan hasil nilai *post-test*, model *Project Based Learning* memiliki nilai rata-rata *post-test* sebesar 81,11% atau terjadi peningkatan sebesar 34,08%, sedangkan model *Problem Based Learning* memiliki nilai rata-rata *post-test* sebesar 78,75% atau terjadi peningkatan sebesar 28,61%. Hal ini menunjukkan model *Project Based learning* lebih baik dari pada model *Problem Based Learning* dalam meningkatkan berpikir kreatif siswa pada materi termokimia.

Perbedaan tingkat berpikir kreatif berdasarkan nilai *post-test* pada kelas *Problem Based learning* dan *Project Based Learning* juga dapat diketahui dengan menganalisis tiap indikator berpikir kreatif pada soal yaitu indikator kelancaran berpikir dan keaslian, sehingga diketahui

perbedaan nilai rata-rata tingkat berpikir kreatif dari selisih nilai indikator kelancaran berpikir dan keaslian pada masing-masing kelas. Perbedaan nilai rata-rata indikator kelancaran berpikir dan keaslian disajikan pada Gambar 4.3.

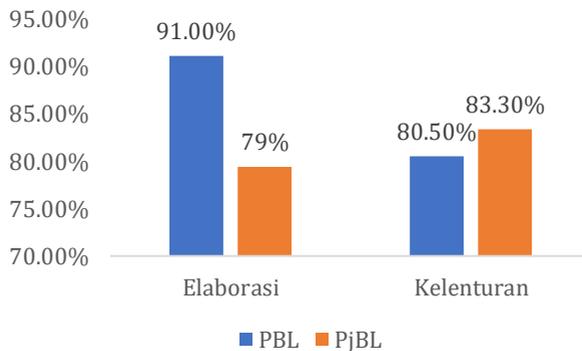


Gambar 4. 3 Diagram Perbedaan Indikator Kelancaran Berpikir dan Keaslian pada Model PBL dan PjBL

Berdasarkan Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa kelas eksperimen *Project Based learning* memiliki peningkatan kemampuan berpikir kreatif siswa dilihat dari indikator kelancaran berpikir dan keaslian yang lebih tinggi atau lebih baik dari kelas eksperimen *Problem Based Learning*. Hal ini terjadi karena pada kelas eksperimen *Project Based Learning* siswa memiliki kebebasan berkreasi dalam melaksanakan proyek mulai dari menentukan tema hingga melaksanakan praktikum sederhana menggunakan alat kalorimeter sederhana yang dibuat berdasarkan ide siswa

sendiri. Sedangkan pada kelas eksperimen *Problem Based Learning* siswa sudah mendapatkan panduan dari LKPD mengenai praktikum yang dilaksanakan, sehingga siswa lebih terbatas dalam berpikir kreatif.

Selain dibandingkan berdasarkan nilai *pre-test* dan *post-test*, antara model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* juga dibandingkan dan dilihat perbedaannya berdasarkan penilaian portofolio proses dan produk. Perbedaan indikator berpikir kreatif pada penilaian portofolio proses antara kelas eksperimen PBL dan PjBL disajikan pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Grafik Perbedaan Indikator Berpikir Kreatif pada Portofolio Proses pada Model PBL dan PjBL

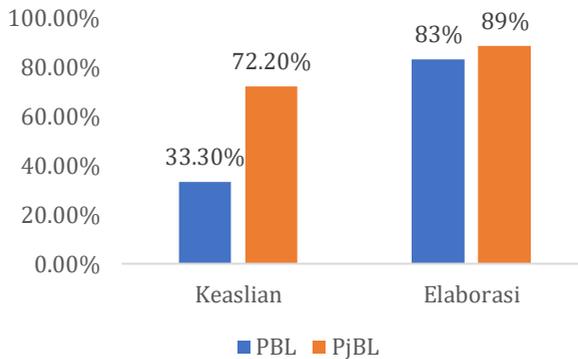
Berdasarkan Gambar 4.4, Indikator Elaborasi di kelas eksperimen PBL lebih tinggi dari kelas eksperimen PjBL. Hal ini terjadi karena pada kelas eksperimen PBL siswa

telah mendapatkan panduan dalam LKPD mengenai pembuatan alat kalorimeter sederhana dan petunjuk pelaksanaan praktikum penentuan perubahan entalpi berdasarkan eksperimen sehingga siswa lebih baik dalam mengembangkan suatu produk.

Indikator kelenturan pada kelas eksperimen PjBL memiliki nilai yang lebih tinggi dari kelas eksperimen PBL. Hal ini disebabkan oleh kemampuan siswa dalam kelas eksperimen PjBL baik dalam mencari berbagai pilihan atau jalan, melihat masalah dari berbagai sudut pandang, dan menghasilkan berbagai gagasan, jawaban, atau pertanyaan dalam pembuatan KIT praktikum kalorimeter sederhana dan merancang praktikum sederhana mengenai penentuan perubahan entalpi berdasarkan eksperimen.

Jika kedua indikator dalam portofolio proses di rata-rata, maka nilai rata-rata portofolio proses kelas eksperimen *Problem Based Learning* lebih tinggi dari kelas eksperimen *Project Based Learning*. Sehingga dapat dikatakan untuk penilaian portofolio proses berpikir kreatif siswa pada materi termokimia lebih unggul kelas eksperimen *Problem Based Learning*.

Perbedaan indikator berpikir kreatif pada penilaian portofolio produk antara kelas eksperimen PBL dan PjBL disajikan pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Grafik Perbedaan Indikator Berpikir Kreatif pada Portofolio Produk pada Model PBL dan PjBL

Berdasarkan Gambar 4.5, Indikator keaslian dan Elaborasi di kelas eksperimen PjBL lebih tinggi dari kelas eksperimen PBL. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa siswa pada kelas eksperimen PjBL mempunyai kemampuan yang lebih baik dalam menciptakan kata-kata baru dan unik, membuat kombinasi bagian-bagian yang tidak biasa, memperbaiki dan menciptakan gagasan atau produk, serta menambah atau menjelaskan makna suatu benda, gagasan atau kondisi yang akan menjadi. lebih menarik.

Jika kedua indikator dalam portofolio produk di rata-rata, maka nilai rata-rata portofolio produk kelas eksperimen *Project Based Learning* lebih tinggi dari kelas eksperimen *Problem Based Learning*. Sehingga dapat dikatakan untuk penilaian portofolio produk berpikir

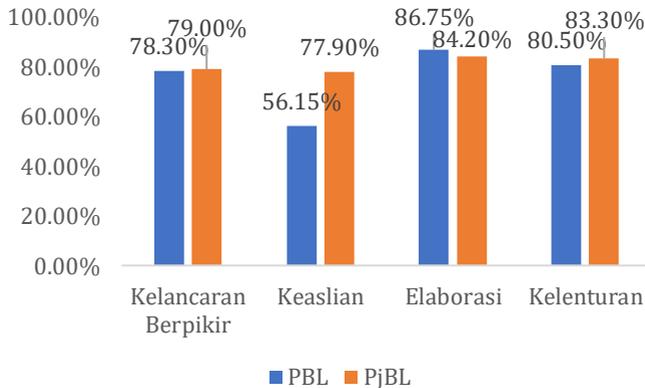
kreatif siswa pada materi termokimia lebih unggul kelas eksperimen *Project Based Learning*.

Indikator berpikir kreatif pada kelas eksperimen *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* dibandingkan secara keseluruhan berdasarkan nilai *post-test*, portofolio proses, dan portofolio produk. Hasil dari perbandingan indikator berpikir kreatif disajikan pada Tabel 4.24 dan Gambar 4.6.

Tabel 4. 24 Rata-Rata Indikator Berpikir Kreatif Siswa Kelas Eksperimen PBL dan PjBL

Indikator BK	Eksperimen		Eksperimen	
	PBL Rata-Rata	Kategori	PjBL Rata-Rata	Kategori
Kelancaran berpikir	78,3%	Cukup	79%	Cukup
Keaslian	56,15%	Sangat kurang	77,9%	Cukup
Elaborasi	86,75%	Baik	84,2%	Baik
Kelenturan	80,5%	Baik	83,3%	Baik
Rata-Rata	75,43%	Cukup	81,1%	Baik

Tabel 4. 24 memuat data nilai rata-rata tiap indikator berpikir kreatif dari kedua eksperimen sehingga dapat dilihat secara jelas perbedaan atau perbandingannya.



Gambar 4. 6 Perbandingan Indikator Berpikir Kreatif pada Model PBL dan PjBL

Gambar 4.6 menunjukkan nilai rata-rata indikator berpikir kreatif pada tiap indikator antara kelas eksperimen PBL dan kelas eksperimen PjBL memiliki nilai yang berbeda. Persentase nilai rata-rata tertinggi kelas eksperimen PBL sebesar 86,75% dan nilai terendah sebesar 56,15%. Sedangkan persentase nilai rata-rata tertinggi kelas eksperimen PjBL sebesar 84,2% dan nilai terendah sebesar 77,9%.

Indikator tertinggi pada kelas eksperimen PBL terjadi pada indikator elaborasi sedangkan indikator terendah terjadi pada keaslian. Pada kelas eksperimen PjBL terjadi pada indikator elaborasi sedangkan indikator terendah terjadi pada keaslian. Hal tersebut menunjukkan bahwa indikator berpikir kreatif siswa kedua kelas eksperimen

memiliki rata-rata yang hampir sama, tidak berbeda secara signifikan yaitu tertinggi terjadi pada indikator elaborasi dan terendah terjadi pada indikator keaslian.

Secara teori, *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* merupakan model pembelajaran yang memiliki perbedaan dalam memunculkan kemampuan berpikir kreatif siswa. Kelas eksperimen PjBL lebih unggul dalam mengukur dan meningkatkan berpikir kreatif siswa dikarenakan pada kelas eksperimen PjBL siswa mengerjakan sebuah proyek dan mengalami sendiri proses evaluasi dan mengetahui konsep yang belum dipahami (Sofyana, 2016). Faktor yang menyebabkan tidak terdapatnya perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen PBL dan PjBL pada penelitian ini yaitu kedua kelas eksperimen memiliki keterbukaan yang sama dalam menerima segala informasi, kemampuan mengeksplor konsep-konsep, dan juga lingkungan kelas yang mendukung keaktifan siswa dalam mengikuti kegiatan pembelajaran yang berbasis dalam peningkatan berpikir kreatif (Sari, 2013).

Pembelajaran menggunakan model PBL dan PjBL siswa dibagi menjadi kelompok kecil, mereka bersama-sama menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan materi pelajaran dan kehidupannya sehari-hari. PBL dan

PjBL merupakan proses aktif yang dapat membuat siswa berusaha mengidentifikasi apa yang mereka ketahui dan yang lebih penting mengidentifikasi apa yang belum mereka ketahui (Spronken-Smith dan Kingham, 2009). Motivasi untuk menyelesaikan permasalahan dan membangun proyek adalah motivasi untuk mencari dan mengaplikasikan pengetahuan. Baik PBL dan PjBL memiliki prinsip yang hampir sama, walaupun merupakan model pembelajaran yang berbeda (Harriman, 2003). Baik Pembelajaran berbasis proyek maupun pembelajaran berbasis masalah dirancang untuk merangsang berpikir tingkat tinggi dalam situasi berorientasi pada masalah (Hong, 2007).

Problem Based Learning dan *Project Based Learning* memiliki beberapa kesamaan karakteristik, keduanya adalah model pembelajaran yang dimaksudkan untuk melibatkan siswa di dalam tugas-tugas autentik agar dapat memperluas pengalaman belajar siswa. Siswa diberi tugas *problem* yang *open-ended* atau proyek dengan lebih dari satu pendekatan atau jawaban yang menstimulasikan situasi profesional (situasi dunia nyata). Kedua pembelajaran ini juga didefinisikan sebagai *student-centered* dan menempatkan peranan guru sebagai fasilitator. Siswa dilibatkan dalam *Problem* atau *Project*

Based Learning yang secara umum bekerja di dalam kelompok secara kolaboratif, dan didorong mencari berbagai sumber informasi yang berhubungan dengan proyek atau problem yang dikerjakan (Widarto, 2017).

Secara kemampuan kognitif, siswa di kelas eksperimen PBL memiliki kemampuan kognitif yang lebih tinggi dalam melaksanakan tugas terlebih dalam mengerjakan soal-soal sehingga mendapatkan hasil yang relatif bagus dan pada penelitian ini juga dilakukan inovasi pada model *Problem Based Learning* dilaksanakan kegiatan praktikum dalam menjawab permasalahan yang diberikan. Sehingga siswa di kelas eksperimen *Problem Based Learning* mampu mengimbangi kemampuan berpikir kreatif pada siswa di kelas eksperimen *Project Based Learning*. Sedangkan siswa di kelas eksperimen *Project Based Learning* mendapatkan pembelajaran berbasis proyek sehingga berpikir kreatif siswa terasah dengan baik melalui pelaksanaan pembuatan proyek.

D. Keterbatasan Penelitian

Peneliti menyadari bahwa tidak ada sesuatu di dunia ini yang sempurna, begitu pula dengan penelitian ini, yang memiliki hambatan dan kendala. Kendala dan hambatan ini terjadi karena keterbatasan penelitian, bukan karena

kesengajaan. Berikut faktor-faktor yang merupakan kendala dan hambatan dalam penelitian ini:

1. Pengetahuan dan kemampuan yang terbatas Peneliti menyadari bahwa peneliti memiliki pengetahuan, pemahaman, dan kemampuan yang terbatas, yang menjadi hambatan dalam penyelesaian proses penyusunan skripsi penelitian ini, terutama dalam bidang ilmiah. Namun, dengan bantuan dosen, peneliti berusaha sebaik mungkin untuk memahami.
2. Keterbatasan tempat penelitian. Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 8 Semarang apabila dilaksanakan di tempat yang berbeda maka hasil penelitiannya juga pasti berbeda.

Peneliti bersyukur dapat menyelesaikan penelitian dengan baik dan lancar, terlepas dari banyaknya hambatan dan tantangan yang telah dihadapi oleh peneliti.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Hasil pengujian hipotesis melalui uji *independent sample t-test* diperoleh nilai *Asymp.sig. (2-tailed)* sebesar $0,064 > 0,05$ yang menunjukkan bahwa bahwa H_0 diterima dan H_a ditolak. Dilihat berdasarkan soal *post-test*, berpikir kreatif siswa lebih baik pada kelas eksperimen *Project Based Learning*. Dilihat berdasarkan penilaian portofolio proses, berpikir kreatif siswa lebih baik pada kelas eksperimen *Problem Based Learning*, dan berdasarkan penilaian portofolio produk, berpikir kreatif siswa lebih baik pada kelas eksperimen *Project Based Learning*. Jika dilihat secara keseluruhan indikator berpikir kreatif siswa kedua kelas eksperimen memiliki rata-rata yang hampir sama, tidak berbeda secara signifikan yaitu tertinggi terjadi pada indikator elaborasi dan terendah terjadi pada indikator keaslian.

B. Implikasi

Hasil penelitian mengenai perbandingan model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* terhadap berpikir kreatif siswa materi termokimia yang

diharapkan dari penelitian ini memiliki implikasi sebagai berikut:

1. Siswa mendapatkan pemahaman dan berbagai aspek mengenai materi yang disampaikan dalam penelitian melalui model pembelajaran yang diterapkan yaitu *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* terhadap berpikir kreatif untuk diaplikasikan dalam suatu pembelajaran.

C. Saran

Penelitian ini ada beberapa masukan penting yang dapat dijadikan saran perbaikan yaitu:

1. Bagi pendidik, model pembelajaran *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* dapat mengaplikasikan model tersebut dengan mengukur keterampilan abad-21 yang lain selain berpikir kreatif. Hendaknya model tersebut dapat diterapkan sebagai upaya meningkatkan keaktifan siswa dalam mengikuti proses pembelajaran.
2. Model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* membutuhkan banyak waktu dalam pelaksanaannya, oleh karena itu guru yang ingin menerapkan model ini dapat mengatur waktu dengan baik agar penerapannya dalam terlaksana dengan baik.

3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap materi pembelajaran kimia lainnya yang dapat mengembangkan berpikir kreatif siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Tabany, T. I. B. 2014. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif, Progresif dan Kontekstual*. Jakarta: Prenada Media Group.
- Al-Tabany, T. I. B. 2017. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif, Progresif, dan Kontekstual*. Jakarta: Kencana.
- Andani, D. T., dan Yulian, M. 2018. Pengembangan Bahan Ajar *Electronic Book* Menggunakan *Software Kvisoft Flipbook* pada Materi Hukum Dasar Kimia di SMA Negeri 1 Pantou Reu Aceh Barat. *Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA*. 2(1): 1-6.
- Aqib, Z. 2013. *Model-Model, Media dan Strategi Pembelajaran Kontekstual (Inovatif)*. Bandung: CV Yrama Widya.
- Arifin, Z. 2019. *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Arikunto. 2015. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Artini, N. P. J., dan Wijaya, I. K. W. B. 2020. Strategi Pengembangan Literasi Kimia Bagi Siswa SMP. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*. 7(2): 100-108.
- Arviansyah, M.R. dan Shagena, A. 2022. Efektivitas dan Peran Guru dalam Kurikulum Merdeka Belajar. *Jurnal Ilmiah Kependidikan*. 17(1): 40-50.
- Chang, R. 2004. *Kimia dasar: Konsep-konsep inti*, jilid 1 edisi ketiga. Jakarta: Erlangga.
- Chang, R. 2005. *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti*, Edisi Ketiga Jilid I. Jakarta: Erlangga.
- Chang, R. 2010, *Chemistry 10th edition*. New York: McGraw-Hill.
- Dewi, K. M., Suja, W., & Sastrawidana, D. K. 2018. Model Mental Siswa Tentang Termokimia. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*. 2(2): 50.
- Epinur, A., Syahri, W., & Purwanti, I. 2015. Pengembangan KIT Praktikum dan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD)

- Materi Laju Reaksi untuk Siswa SMA. *Jurnal Universitas Tanjungpura*.
- Fahmi dan Wuryandini. 2020. Analisis Keterampilan Berpikir Kreatif pada pembelajaran Larutan Elektrolit Berbasis Proyek pada Peserta Didik SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*. 14(2): 2608-2618.
- Fathurrohman, M. 2016. *Model-Model Pembelajaran Inovatif*. Yogyakarta: Ar-ruzz Media.
- Frikson, J.P. 2015. Pengaruh Model Problem Based Learning dengan Pemahaman Konsep Awal terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*. ISSN 2252-732X Vol 4 No 2.
- Hanson, R., dan Acquah, S. 2014. *Enhancing Concept Understanding Through the Use of Micro Chemistry Equipment and Collaborative Activities*. *Journal of Education and Practice*. 5(12): 120-130.
- Harriman. 2003. Project Based learning Meets the Internet: Students' Experiences of Online Project. *Makalah Seminar*. Sydney: University of Technology.
- Harriman. 2017. *Panduan untuk Memahami Istilah Psikologi*. Jakarta: Restu Agung.
- Hasriyani, A., Baharullah, & Agustan. 2022. Perbedaan Model Problem Based Learning (PBL) Mengacu pada Pendekatan Saintifik terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika pada Siswa Kelas V SD Wilayah II Kecamatan Somba Opu Kabupaten Gowa. *Jurnal kajian Penelitian dan Pendidikan dan Pembelajaran*. 6(2): 1173-1184.
- Hatibe, A. 2012. *Metode Penelitian Pendidikan: IPA*. Yogyakarta: SUKAPress UIN Sunan Kalijaga.
- Hendriana, H. 2017. *Hard Skills dan Soft Skills Matematik Siswa*. Bandung: Refika Aditama.
- Hong, J., C. 2007. The Comparison of Problem Based Learning (PmBL) Model and Project Based Learning (PtBL) model. *International Conference on Engineering Education*. Coimbra: Portugal.

- Indarta, Y., Jalinus, N., Waskito, W., Samala, A.D., Riyanda, A.R. & Adi, N.H. 2022. Relevansi kurikulum merdeka belajar dengan model pembelajaran abad 21 dalam perkembangan era society 5.0. *Jurnal Ilmu Pendidikan*. 4(2): 3011-3024.
- Ismayanti, N., A. 2019. *Perbandingan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) dan Project Based Learning (PjBL) terhadap Prestasi Belajar dan Motivasi Belajar Kelas XI SMA Negeri 1 Kalasan pada Materi Pokok larutan Penyangga Tahun Pelajaran 2018/2019*. Skripsi. Universitas Islam Indonesia.
- Isriani dan Puspitasari, D. 2015. *Strategi Pembelajaran Terpadu: Teori, Konsep dan Implementasi*. Yogyakarta: Relasi Inti Media Group.
- Jannah, R. 2020. *Perbandingan Berpikir Kreatif terhadap Model Problem Based Learning (PBL) dengan Discovery Learning Siswa Kelas XI SMAN 1 Praya Timur Tahun Pelajaran 2019/2020*. Skripsi. Mataram: Universitas Islam Negeri Mataram.
- Johari, J. M. C., dan Rachmawati, M. 2009. *Kimia 2*. Jakarta: Erlangga.
- Kementerian Pendidikan Nasional. 2010. *Pendidikan Karakter Teori dan Praktek*. Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Kuswati, T. M., Ernavita, R., & Sukardjo. 2016. *Buku Siswa Kimia SMA/MA*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Lestari, I., Juanda, R. 2019. *Komparasi Model Pembelajaran Problem Based Learning dan Project Based Learning terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Perangkat Keras Jaringan Internet Kelas IX SMP Negeri 5 Sungai Kakap Kabupaten Kubu Raya*. *Efektor*. 6(2): 127-135.
- Mahendra, I. W. 2017. *Project Based Learning Bermuatan Etnomatematika dalam Pembelajaran Matematika*. *Jurnal Pendidikan Indonesia*. 6(1): 106-114.
- Majid, A. 2017. *Penilaian Autentik Proses dan Hasil Belajar*. Bandung: Remaja Rosdakarya.

- Martin, R. dan Simanjorang, M., M. 2022. Pentingnya Peranan Kurikulum yang Sesuai dalam Pendidikan di Indonesia. *Prosiding Pendidikan Dasar*. 1(1): 125-134.
- Mujakir dan Rusydi. 2019. Pembelajaran Kimia Inovatif untuk Melatih Siswa Menjelaskan Masalah. *Jurnal Ilmiah Didaktika: Media Ilmiah Pendidikan dan Pengajaran*. 20(1).
- Mukhlifida, N., 2021. Meningkatkan Hasil Belajar Bahasa Inggris Pada Keterampilan Speaking Materi Monolog Descriptive Lisan Sederhana Yang Berterima Melalui Model Project Based Learning. *Jurnal Inovasi Pendidikan & Pengajaran*. 1(1): 153-163.
- Mulyaningsih, Tri, & Ratu, N. 2018. Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP Dalam Memecahkan Masalah Matematika Pada Materi Pola Barisan Bilangan. *Jurnal Pendidikan Berkarakter 1*. 1: 34.
- Mulyanti, S., dan Nurkhozin, M. 2019. *Kimia Dasar Jilid 1 Edisi Revisi*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Munandar, U. 1985. *Mengembangkan Bakat dan Kreativitas Anak Sekolah Penuntun Bagi Guru dan Orang tua*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Munandar, U. 2009. *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*. Jakarta: Rineka cipta.
- Murniyati dan Winarto. 2018. Perbedaan Penerapan Model Project Based Learning (PjBL) dan Problem Based Learning (PBL) Ditinjau dari Pencapaian Keterampilan Proses Siswa. *Pancasakti Science Education journal*. 3(1): 25-33.
- Ngalimun. 2012. *Strategi dan Model Pembelajaran*. Banjarmasin: Aswaja Pressindo.
- Petrucci, R. H., Harwood, W. S., Herring, F. G., & Madura, J. D. 2011. *Kimia Dasar Prinsip-Prinsip dan Aplikasi Modern*, edisi kesembilan. Jakarta: Erlangga.
- Priyatno, D. 2014. *Mandiri Belajar Analisis Data dengan SPSS*. Yogyakarta: Mediakom.

- Priyatno, D. 2012. *Cara Kilat Belajar Analisis Data dengan SPSS 20*. Yogyakarta: ANDI.
- Purba, M. 2017. *Kimia untuk SMA /MA Kelas XI-2*. Jakarta: Erlangga.
- Qomariyah, E., N. 2018. Pengaruh Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis IPS. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*. 23(2): 132-41.
- Rachmawati, R. 2013. *Microscience Experiment: The Idea of Improving in-Service Science Teachers' Training Quality at Balai Diklat Keagamaan Bandung, Indonesia*. *International Journal of Scientific dan Technology Research*. 2(5): 139-141
- Rofa'ah. 2016. *Pentingnya Kompetensi Guru dalam Kegiatan Pembelajaran dalam Perspektif Islam*. Yogyakarta: Deepublish.
- Rosnita. 2016. Keterampilan Guru dalam Melaksanakan Praktikum dengan Menggunakan Komponen Instrumen Terpadu (KIT) IPA SD. *Jurnal Pengajaran MIPA*. 21(1): 103 – 106.
- Rusman. 2012. *Model-Model Pembelajaran*. Depok: PT Rajagrafindo Persada.
- Rusman, M. 2017. *Belajar & Pembelajaran: Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Prenada Media. Jakarta: Kencana.
- Saefudin, A., dan Berdiati, I. 2014. *Pembelajaran Efektif*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Sani, R., A. 2013. *Pembelajaran Saintifik untuk Implementasi Kurikulum*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Sani. 2014. *Pembelajaran Saintifik untuk Implementasi Kurikulum 2013*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Santoso, S. 2014. *Statistik parametrik (konsep dan aplikasi dengan SPSS)*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Sari. 2013. Pengaruh Kedisiplinan Belajar dan Kreativitas Guru dalam Mengajar. *Jurnal Publikasi Universitas Muhammadiyah Surakarta*. 1(1): 167.

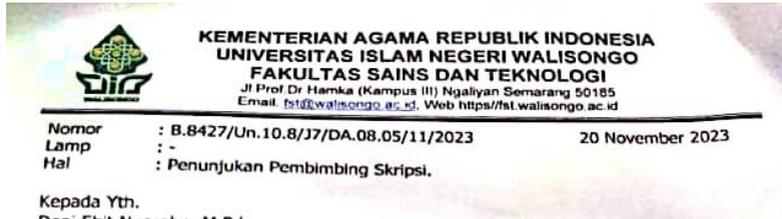
- Sariati, N. K., Suardana, I. N., & Wiratini, N. M. 2020. Analisis Kesulitan Belajar Kimia Siswa Kelas XI pada Materi Larutan Penyangga. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*. 4(1).
- Silawati, T. 2006. *Microscience Experience: Sebuah Alternatif Praktikum Bagi Mahasiswa Pendidikan Tinggi Jarak Jauh*. *Jurnal Pendidikan Terbuka dan Jarak Jauh*. 7(2): 113-120.
- Sofyan, Heminto, Wagiran, Kokom Komariah, and Endri Triwiyono. 2017. *Problem Based Learning Dalam Kurikulum 2013*. Yogyakarta: UNY Press.
- Sofyana, E. 2016. *Perbedaan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa dengan Model Problem Based Learning (PBL) dan Project Based Learning (PjBL) pada Konsep Virus*. Skripsi. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Spronken-Smith, R., dan Kingham, S. 2009. Strengthening teaching and research links: the case of a pollution exposure inquiry project. *Journal of Geography in Higher Education*. 33(2): 241-253.
- Sudarma, M. 2013. *Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kreatif*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Sudijono, A. 2011. *Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Sugihartono, Nurhayati, S. R., & Harahap, F. 2015. *Psikologi Pendidikan*. Yogyakarta: UNY press.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R dan D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sukestiyarno. 2020. *Metode Penelitian Pendidikan*. Semarang: Unnes Press.

- Sulaeman, M. 2016. *Aplikasi Project Based Learning (PjBL) untuk Membangun Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa*. Depok: Bioma Publishing.
- Sunarya, Y. 2010. *Kimia Dasar 1*. Bandung: Yrama Widya.
- Suprihatiningrum, J. 2013. *Strategi Pembelajaran*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Susanto. 2013. *Teori Belajar dan Pembelajaran di Sekolah Dasar*. Jakarta: PT Fajar Interpratama Mandiri.
- Susilawati, E., dan Agustinasari, A. 2017. Implementasi *Project Based Learning* Berbasis Potensi Lokal untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Pendidikan Fisika. *Jurnal Pendidikan MIPA*. 7(1): 43–47.
- Sutrisno. 2012. *Kreatif Mengembangkan Aktivitas Pembelajaran Berbasis TIK*. Jakarta: Gaung Persada.
- Syamsidah dan Suryani, H. 2018 *Model Problem Based Learning (PBL) Mata Kuliah Pengetahuan Bahan Makanan*. Yogyakarta: CV Budi Utama.
- Syukri, S. 2016. *Kimia Dasar 1*. Bandung: ITB Press.
- Triana, Y. 2021. *Pengembangan LKPD berbasis PBL dengan Liveworksheet pada Pokok Bahasan Termokimia di SMA/MA Pontianak*. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia. Samarinda 6 November 2021.
- Trianto. 2011. *Model Pembelajaran Terpadu Konsep Strategi dan Implementasinya Dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Widarto. 2017. *Model Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Yulianti, E., & Gunawan, I. 2019. *Model pembelajaran problem based learning: efeknya terhadap pemahaman konsep dan berpikir kritis*. Indonesian Journal of Science and Mathematics Education. 2(3): 399-408
- Yulianto, A., Fatchan, A., & Astina, I. K. 2017. Penerapan Model Pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis *Lesson Study* untuk Meningkatkan Keaktifan Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan*. 2(3): 448–453.

Zidny, R., Yusrina, D., Aryoningtyas, I., Elvina, N. I., Halimah, M., Ayuni, N. D., & Hardiyati, Y. 2017. Uji Kelayakan KIT Praktikum Pengujian Kepolaran senyawa dari Material Sederhana. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia*. 7(1): 52-58.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Penunjukan Pembimbing



Nomor : B.8427/Un.10.8/J7/DA.08.05/11/2023
Lamp : -
Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi. 20 November 2023

Kepada Yth.
Deni Ebit Nugroho, M.Pd
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat, berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian pada jurusan Pendidikan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang, maka disetujui judul skripsi mahasiswa :

Nama : Putri Farhah Kamilah
NIM : 2008076003
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/ Pendidikan Kimia
Dan menunjuk : Deni Ebit Nugroho, M.Pd
Judul Skripsi : Perbandingan Model Problem Based Learning dan Project Based Learning (KIT Praktikum) Terhadap Berpikir Kreatif Siswa Materi Termokimia

Demikian penunjukan pembimbing skripsi ini disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

a.n. Dekan
Ketua Program Studi
Pendidikan Kimia



Atik Rahmawati, S.Pd. M.Si.
NIP. 197505162006042002

Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip.

Lampiran 2. Surat Riset



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

Jl. Prof. Dr. Hamka (Kampus III) Ngalyan Semarang 50185
Email: fst@walisongo.ac.id, Web: <https://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.6532/Un.10.8/K/SP.01.08/08/2023 28 Agustus 2023
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Kepala Sekolah SMA Negeri 8 Semarang
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Putri Farhah Kamilah
NIM : 2008076003
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Kimia
Judul Penelitian : Perbandingan Model Project Based Learning (KIT Praktikum)
dan Model Problem Based Learning Terhadap Berpikir Kreatif
Siswa Materi Termokimia
Dosen Pembimbing : Deni Ebit Nugroho, S.Si., M.Pd.

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut diijinkan melaksanakan Riset di Sekolah yang bapak/Ibu Pimpin yang akan dilaksanakan pada tanggal 29 Agustus-30 September 2023

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

A.n. Dekan
Asst. TU

Muhammad Kharis, SH, M.H
NIP. 19691710 199403 1 002

Tembusan Yth.

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

Lampiran 3. Surat Jawaban Riset



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
**SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 8
SEMARANG**

Jl. Raya Tugu Semarang ☎ 8661798-8664553 Fax. (024) 8661798 ✉ 50185
Surat Elektronik : sman8smg@yahoo.com , Laman : <http://www.sman8smg.id>

SURAT KETERANGAN

Nomor : 070/731/IX/2023

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala SMA Negeri 8 Semarang, menerangkan bahwa Saudara tersebut di bawah ini:

Nama : **Putri Farhah Kamilah**
N I M : **2008076003**
Fak./Prodi : **Sains dan Teknologi / Pendidikan Kimia, S1**
Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

telah melakukan riset di SMA Negeri 8 Semarang untuk keperluan penyusunan skripsi :

Waktu : 29 Agustus – 30 September 2023
Judul Penelitian : Perbandingan Model Problem Based Learning dan
Model Project Based Learning (KIT Praktikum)
Terhadap Berpikir Kreatif Siswa Materi Termokimia

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 15 September 2023



Soparno, S.Pd, M.Pd.
NIP. 19750902 200801 2 008

Lampiran 4. Modul Ajar

1. Kelas Eksperimen *Problem Based Learning*

MODUL AJAR
" PENENTUAN PERUBAHAN ENTALPI "
" KALORIMETRI "

1. INFORMASI UMUM

A. IDENTITAS MODUL

Nama guru	: Putri Farhah Kamilah
Jenjang Sekolah	: SMA
Nama Sekolah	: SMAN 8 SEMARANG
Tahun ajaran	: 2023/2024
Kelas	: XI
Alokasi waktu	: 2 x 40 menit
Pertemuan ke	: 11

B. KOMPETENSI AWAL

Kompetensi yang harus dimiliki sebelum mempelajari pokok bahasan ini yaitu peserta didik telah menguasai operasi perhitungan matematika, konsep mol, sistem dan lingkungan dalam termokimia, reaksi endoterm dan eksoterm, serta energi dan entalpi, persamaan termokimia, macam-macam perubahan entalpi, serta cara penentuan perubahan entalpi.

C. PROFIL PELAJAR PANCASILA (PPP)

Profil pelajar Pancasila yang diharapkan dapat tercapai yaitu: bernalar kritis, kreatif, dan gotong royong.

D. SARANA DAN PRASARANA

Media	Alat / Bahan
❖ Papan tulis	❖ Alat tulis
❖ LCD proyektor/ <i>slide presentasi</i> (ppt)	❖ Bahan ajar dan buku paket
❖	❖ Internet
❖	❖ LKPD
❖	❖ Alat praktikum
❖	❖ Bahan praktikum

E. TARGET PESERTA DIDIK

Peserta didik yang menjadi target yaitu:

- 1) Peserta didik reguler / tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar.
- 2) Peserta didik dengan gaya belajar yang berbeda: *audiotory*, visual, kinestetik.
- 3) Peserta didik dengan pencapaian rendah: sulit mencerna dan memahami, kurang mampu mencapai keterampilan berfikir tingkat tinggi (HOTS), dan kurang memiliki kemampuan memimpin.
- 4) Peserta didik dengan pencapaian sedang: mencerna dan memahami, dengan lambat, cukup mampu mencapai keterampilan berfikir tingkat tinggi (HOTS), dan cukup memiliki kemampuan memimpin.

- 5) Peserta didik dengan pencapaian tinggi: mencerna dan memahami dengan cepat, mampu mencapai keterampilan berfikir tingkat tinggi (HOTS), dan memiliki kemampuan memimpin.

F. MODEL PEMBELAJARAN

- 1) Model pembelajaran: model *Problem Based Learning* (PBL)
- 2) Metode: praktikum sederhana, presentasi hasil

2. KOMPETENSI INTI

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

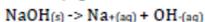
- 1) Melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi dengan calorimeter dan melaporkan hasilnya.
- 2) Menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap.

B. PEMAHAMAN BERMAKNA

- 1) Peserta didik mendapat pemahaman mengenai kalor dan reaksi yang melepaskan kalor.
- 2) Peserta didik mendapat pemahaman tentang praktikum sederhana terkait penentuan perubahan entalpi yang dapat dilakukan dengan menggunakan alat dan bahan sederhana.

C. PERTANYAAN PEMANTIK

- 1) Banyak artikel yang menyarankan soda api untuk memperbaiki pipa atau toilet tersumbat. Cara penggunaannya mudah, yaitu dengan melarutkan soda api ke dalam air kemudian diaduk dengan kayu, lalu dituang ke dalam pipa. Larutan ini dapat mencairkan benda-benda yang menghalangi jalan keluar pipa dengan mudah. Soda api juga menghasilkan panas saat Anda melarutkannya dalam air, dan itu juga membantu membersihkan pipa. Reaksinya seperti berikut:



- Kenapa ya soda api menghasilkan panas saat dilarutkan dalam air?
- Kira-kira berapa ya kalor yang dihasilkan soda api?

Pertemuan 1

Tahapan	Sintak	Kegiatan	Waktu
Pendahuluan	Pembukaan	<ol style="list-style-type: none"> Guru menyampaikan salam dan menyapa peserta didik Guru dan peserta didik berdoa memulai pelajaran Guru mengecek kehadiran peserta didik 	5 menit
Kegiatan Inti		<ol style="list-style-type: none"> Guru membagikan lembar soal <i>pre-test</i> Peserta didik mengerjakan soal <i>pre-test</i> 	70 menit
Penutup	Kesimpulan	<ol style="list-style-type: none"> Peserta didik mengumpulkan lembar jawab soal <i>pre-test</i> Guru dan peserta didik mengucapkan salam dan berdoa penutup 	5 menit

Pertemuan 2

Tahapan	Sintak	Kegiatan	waktu
Pendahuluan	Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> Guru menyampaikan salam dan menyapa peserta didik. Guru dan peserta didik berdoa memulai pelajaran. Guru mengecek kehadiran peserta didik. Guru memberikan apersepsi. 	5 menit
Kegiatan Inti	Orientasi peserta didik kepada masalah	<p>Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan mengajukan pertanyaan pemantik:</p> <p>Banyak artikel yang menyarankan soda api untuk memperbaiki pipa atau toilet tersumbat. Cara penggunaannya mudah, yaitu dengan melarutkan soda api ke dalam air kemudian diaduk dengan kayu, lalu dituang ke dalam pipa. Larutan ini dapat mencairkan benda-benda yang menghalangi jalan keluar pipa dengan mudah. Soda api juga menghasilkan panas saat Anda melarutkannya dalam air, dan itu juga membantu membersihkan pipa. Reaksinya seperti berikut:</p> $\text{NaOH(s)} \rightarrow \text{Na}^{\text{(aq)}} + \text{OH}^{\text{(aq)}}$ <ul style="list-style-type: none"> Kenapa ya soda api menghasilkan panas saat dilarutkan dalam air? Kira-kira berapa ya kalor yang dihasilkan soda api? 	20 menit

	Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membagi peserta didik menjadi 6 kelompok. Masing-masing kelompok terdiri dari 6 orang. 2. Guru membagikan LKPD didik pada grup kelas XI 2 dan peserta didik membaca serta mengamati LKPD tersebut. 3. Guru memastikan setiap anggota kelompok memahami tugas masing-masing. 4. Guru dan peserta didik membuat kesepakatan melaksanakan praktikum pada pertemuan selanjutnya. 	90 menit
Penutup	Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengingatkan tentang hal apa yang perlu dipersiapkan untuk pertemuan selanjutnya. 2. Guru dan peserta didik berdoa selesai belajar. 3. Guru menutup kelas dan mengucapkan salam 	5 menit

Pertemuan 3

Tahapan	Sintak	Kegiatan	waktu
Pendahuluan	Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyampaikan salam dan menyapa peserta didik. 2. Guru dan peserta didik berdoa memulai pelajaran. 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik. 4. Guru memberikan apersepsi. 	5 menit
Kegiatan Inti	Membimbing penyelidikan individu maupun kelompok	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memantau keterlibatan peserta didik dalam pengumpulan data/ bahan selama proses penyelidikan. 2. Peserta didik berdiskusi untuk memecahkan masalah yang diberikan. 3. Peserta didik melaksanakan praktikum penentuan perubahan entalpi berdasarkan data eksperimen. 	70 menit
	Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membantu siswa dalam menyelesaikan dan menyiapkan hasil. 2. Peserta didik menuliskan hasil praktikum di LKPD dan menjawab pertanyaan yang terdapat di LKPD. 	

	Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membantu siswa dalam menyelesaikan dan menyiapkan hasil. 2. Peserta didik menuliskan hasil praktikum di LKPD dan menjawab pertanyaan yang terdapat di LKPD. 	
	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membantu siswa untuk melakukan refleksi atau mengevaluasi terhadap penyelidikan peserta didik. 2. Peserta didik menyerahkan LKPD sebagai bahan evaluasi proses belajar. 	
Penutup	Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengingatkan tentang hal apa yang perlu dipersiapkan untuk pertemuan selanjutnya. 2. Guru dan peserta didik berdoa selesai belajar. 3. Guru menutup kelas dan mengucapkan salam 	5 menit

Pertemuan 4

Tahapan	Sintak	Kegiatan	Waktu
Pendahuluan	Pembukaan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyampaikan salam dan menyapa peserta didik 2. Guru dan peserta didik berdoa memulai pelajaran 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik 	5 menit
Kegiatan Inti		<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membagikan lembar soal <i>post-test</i> 2. Peserta didik mengerjakan soal <i>post-test</i> 	70 menit
Penutup	Kesimpulan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik mengumpulkan lembar jawab soal <i>post-test</i> 2. Guru dan peserta didik mengucapkan salam dan berdoa penutup 	5 menit

2. Kelas Eksperimen *Project Based Learning*

MODUL AJAR "PENENTUAN PERUBAHAN ENTALPI" "KALORIMETRI"

1. INFORMASI UMUM

A. IDENTITAS MODUL

Nama guru	: Putri Farhah Kamilah
Jenjang Sekolah	: SMA
Nama Sekolah	: SMAN 8 SEMARANG
Tahun ajaran	: 2023/2024
Kelas	: XI
Alokasi waktu	: 3 x 40 menit
Pertemuan ke	: 11

B. KOMPETENSI AWAL

Kompetensi yang harus dimiliki sebelum mempelajari pokok bahasan ini yaitu peserta didik telah menguasai operasi perhitungan matematika, konsep mol, sistem dan lingkungan dalam termokimia, reaksi endoterm dan eksoterm, serta energi dan entalpi, persamaan termokimia, macam-macam perubahan entalpi, serta cara penentuan perubahan entalpi.

C. PROFIL PELAJAR PANCASILA (PPP)

Profil pelajar Pancasila yang diharapkan dapat tercapai yaitu: bernalar kritis, kreatif, dan gotong royong.

D. SARANA DAN PRASARANA

Media	Alat / Bahan
❖ Papan tulis	❖ Alat tulis
❖ LCD proyektor/ <i>slide presentasi</i> (ppt)	❖ Bahan ajar dan buku paket
❖	❖ Internet
❖	❖ LKPD
❖	❖ Alat praktikum
❖	❖ Bahan praktikum

E. TARGET PESERTA DIDIK

Peserta didik yang menjadi target yaitu:

- 1) Peserta didik reguler / tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar.
- 2) Peserta didik dengan gaya belajar yang berbeda: *audiotory*, visual, kinestetik.
- 3) Peserta didik dengan pencapaian rendah: sulit mencerna dan memahami, kurang mampu mencapai keterampilan berfikir tingkat tinggi (HOTS), dan kurang memiliki kemampuan memimpin.
- 4) Peserta didik dengan pencapaian sedang: mencerna dan memahami, dengan lambat, cukup mampu mencapai keterampilan berfikir tingkat tinggi (HOTS), dan cukup memiliki kemampuan memimpin.

- 5) Peserta didik dengan pencapaian tinggi: mencerna dan memahami dengan cepat, mampu mencapai keterampilan berfikir tingkat tinggi (HOTS), dan memiliki kemampuan memimpin.

F. MODEL PEMBELAJARAN

- 1) Model pembelajaran: model *Project Based Learning* (PjBL)
- 2) Metode: praktikum sederhana, presentasi hasil

2. KOMPETENSI INTI

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

- 1) Melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi dengan kalorimeter dan melaporkan hasilnya.
- 2) Menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap.

B. PEMAHAMAN BERMAKNA

- 1) Peserta didik mendapat pemahaman mengenai kalor dan reaksi yang melepaskan kalor.
- 2) Peserta didik mendapat pemahaman tentang praktikum sederhana terkait penentuan perubahan entalpi yang dapat dilakukan menggunakan alat dan bahan sederhana.

C. PERTANYAAN PEMANTIK

- 1) Banyak artikel yang menyarankan soda api untuk memperbaiki pipa atau toilet tersumbat. Carapenggunaannya mudah, yaitu dengan melarutkan soda api ke dalam air kemudian diaduk dengan kayu, lalu dituang ke dalam pipa. Larutan ini dapat mencairkan benda-bendayang menghalangi jalan keluar pipa dengan mudah. Sodaapi juga menghasilkan panas saat Anda melarutkannyadalam air, dan itu juga membantu membersihkan pipa.Reaksinya seperti berikut:
$$\text{NaOH}_{(s)} \rightarrow \text{Na}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$$
 - Kenapa ya soda api menghasilkan panas saat dilarutkan dalam air?
 - Kira-kira berapa ya kalor yang dihasilkan soda api?
 - Selain soda api, bahan apalagi di sekitar kita yang dapat menghasilkan panas?
- 2) Masih banyak permasalahan mengenai keterbatasan alat dan bahan di laboratorium kimia di sekolah. Permasalahan keterbatasan alat dan bahan di laboraatorium dapat diminimalisir dengan alternatif solusi mencari pengganti alat dan bahan sederhana yang ada di sekitar. Bagaimana solusi kalian?

Pertemuan 1

Tahapan	Sintak	Kegiatan	Waktu
Pendahulun	Pembukaan	4. Guru menyampaikan salam dan menyapa peserta didik 5. Guru dan peserta didik berdoa memulai pelajaran 6. Guru mengecek kehadiran peserta didik	5 menit
Kegiatan Inti		3. Guru membagikan lembar soal <i>pre-test</i> 4. Peserta didik mengerjakan soal <i>pre-test</i>	70 menit
Penutup	Kesimpulan	3. Peserta didik mengumpulkan lembar jawab soal <i>pre-test</i> 4. Guru dan peserta didik mengucapkan salam dan berdoa penutup	5 menit

Pertemuan 2

Tahapan	Sintak	Kegiatan	Waktu
Pendahulun	Pembukaan	1. Guru menyampaikan salam dan menyapa peserta didik 2. Guru dan peserta didik berdoa memulai pelajaran 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik 4. Guru melakukan Apersepsi	5 menit
	Pertanyaan mendasar	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan mengajukan pertanyaan pemantik. 1) Banyak artikel yang menyarankan soda api untuk memperbaiki pipa atau toilet tersumbat. Carapenggunaannya mudah, yaitu dengan melarutkan soda api ke dalam air kemudian diaduk dengan kayu, lalu dituang kedalam pipa. Larutan ini dapat mencairkan benda-bendayang menghalangi jalan keluar pipa dengan mudah. Sodaapi juga menghasilkan panas saat Anda melarutkannyadalam air, dan itu juga membantu membersihkan pipa.Reaksinya seperti berikut: $\text{NaOH(s)} \rightarrow \text{Na}^{\text{(aq)}} + \text{OH}^{\text{(aq)}}$ <ul style="list-style-type: none"> • Kenapa ya soda api menghasilkan panas saat dilarutkan dalam air? • Kira-kira berapa ya kalor yang dihasilkan soda api? • Selain soda api, bahan apalagi di sekitar kita yang dapat menghasilkan panas? 	15 menit

		2) Masih banyak permasalahan mengenai keterbatasan alat dan bahan di laboratorium kimia di sekolah. Permasalahan keterbatasan alat dan bahan di laboraatorium dapat diminimalisir dengan alternatif solusi mencari pengganti alat dan bahan sederhana yang ada di sekitar. Bagaimana solusi kalian?	
Kegiatan Inti	Mendesain Perencanaan Produk	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membagi peserta didik dalam satu kelas menjadi beberapa kelompok 2. Guru membagikan LKPD penugasan proyek 3. Guru menjelaskan penugasan proyek dan memberikan gambaran 4. Guru memastikan setiap peserta didik dalam kelompok memilih dan mengetahui prosedur pembuatan proyek/produk yang akan dihasilkan. 	40 menit
	Menyusun jadwal pembuatan	Guru dan peserta didik membuat kesepakatan jadwal pembuatan proyek (tahapan-tahapan dan pengumpulan)	15 menit
Penutup	Kesimpulan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru dan peserta didik merangkum bersama. 2. Guru dan peserta didik menyepakati proyek yang akan dilakukan dan peserta didik akan mempresentasikan dan mendemonstrasikan proyek pada pertemuan ke-10. 3. Guru mengingatkan tentang kegiatan untuk pertemuan berikutnya. 4. Guru dan peserta didik mengucapkan salam dan berdoa penutup 	5 menit

Pertemuan 3

Tahapan	Sintak	Kegiatan	Waktu
Pendahuluan	Pembukaan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyampaikan salam dan menyapa peserta didik 2. Guru dan peserta didik berdoa memulai pelajaran 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik 4. Guru melakukan Apersepsi 	5 menit
Kegiatan Inti	Memonitor kemajuan proyek	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memonitor keaktifan peserta didik selama melaksanakan proyek, memantau realisasi perkembangan dan membimbing jika mengalami kesulitan. 2. Peserta didik melakukan pembuatan proyek "KIT praktikum penentuan perubahan entalpi dengan kalorimeter sederhana" sesuai jadwal, mencatat setiap tahapan, mendiskusikan masalah yang muncul selama penyelesaian bersama guru. 	110 menit

	Menguji Hasil	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik secara berkelompok melakukan praktikum sederhana dengan alat kalorimeter sederhana dan bahan yang telah disiapkan oleh masing-masing kelompok. 2. Guru mendokumentasikan aktivitas saat praktikum sederhana. 3. Peserta didik menuliskan laporan hasil praktikum pada lembar LKPD. 4. Guru memonitor aktivitas peserta didik dalam menyelesaikan proyek melalui lembar portofolio proses dan produk dengan rubrik yang diberikan. 	
	Mengkomunikasikan Hasil	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik mengkomunikasikan hasil proyek yang telah dilaksanakan. 2. Peserta didik melakukan presentasi terkait hasil proyek 3. Peserta didik menerima feedback dari guru dan teman. 	
Penutup	Kesimpulan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru dan peserta didik merangkul bersama. 2. Guru dan peserta didik menyepakati proyek yang akan dilakukan dan peserta didik akan mempresentasikan dan mendemonstrasikan proyek pada pertemuan ke-10. 3. Guru mengingatkan tentang kegiatan untuk pertemuan berikutnya. 4. Guru dan peserta didik mengucapkan salam dan berdoa penutup 	5 menit

Pertemuan 4

Tahapan	Sintak	Kegiatan	Waktu
Pendahuluan	Pembukaan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyampaikan salam dan menyapa peserta didik 2. Guru dan peserta didik berdoa memulai pelajaran 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik 	5 menit
Kegiatan Inti		<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membagikan lembar soal <i>post-test</i> 2. Peserta didik mengerjakan soal <i>post-test</i> 	70 menit
Penutup	Kesimpulan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik mengumpulkan lembar jawab soal <i>post-test</i> 2. Guru dan peserta didik mengucapkan salam dan berdoa penutup 	5 menit

Lampiran 5. LKPD

1. LKPD Kelas Eksperimen *Problem Based Learning*

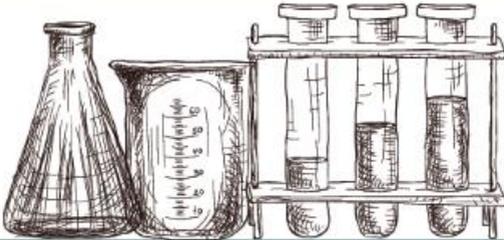
 Kurikulum
Merdeka 

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

Penentuan Perubahan Entalpi
Berdasarkan Data Eksperimen

Kelompok:
Kelas:
Anggota:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.



Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik dapat melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi dengan Kalorimeter dan melaporkan hasilnya.
2. Peserta didik dapat menentukan perubahan entalpi dari reaksi natrium hidroksida (NaOH) dan asam klorida (HCl).
3. Peserta didik dapat menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap

PETUNJUK PENGGUNAAN LKPD

1. Setiap kelompok harus membaca LKPD dengan seksama
2. Baca dan pahami petunjuk serta langkah penugasan
3. Amati dan analisis masalah yang diberikan dengan seksama
4. Lakukan kegiatan secara runtut
5. Mintalah bantuan Guru jika ada yang tidak dimengerti



Orientasi Masalah!



Banyak artikel yang menyarankan soda api untuk memperbaiki pipa atau toilet tersumbat. Cara penggunaannya mudah, yaitu dengan melarutkan soda api ke dalam air kemudian diaduk dengan kayu, lalu dituang ke dalam pipa. Larutan ini dapat mencairkan benda-benda yang menghalangi jalan keluar pipa dengan mudah. Soda api juga menghasilkan panas saat Anda melarutkannya dalam air, dan itu juga membantu membersihkan pipa. Reaksinya seperti berikut:



Petunjuk Kerja:

1. Bentuklah kelompok dengan 6 orang perkelompok
2. Duduklah sesuai dengan kelompok yang telah ditentukan
3. Sediakan bahan dan alat yang dibutuhkan
4. Lakukan pratikum sesuai dengan prosedur kerja

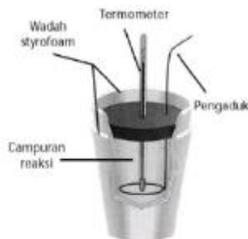
Pembuatan Kalorimeter Sederhana:

A. Alat

1. Wadah styrofoam bekas mi instan (1 buah)
2. Styrofoam lembaran (1 lembar, jangan yang tebal)
3. Sumpit (1 buah)
4. Termometer ruang
5. Cutter/gunting

B. Langkah Kerja

1. Buat tutup wadah styrofoam bekas mi instan dengan memotong styrofoam lembaran. Usahakan ukurannya pas, tidak terdapat celah.
2. Lubangi tutup tersebut sebanyak dua buah untuk menempatkan termometer dan sumpit. Usahakan lubangnya pas, tidak longgar.
3. Tutup wadah styrofoam bekas mie instan dan letakkan termometer dan sumpit pada lubang penutup.
4. Kalorimeter sederhana siap digunakan.



Percobaan:

A. Alat dan Bahan

1. Alat:

- Kalorimeter sederhana
- Gelas kimia
- Penyumbat kalorimeter dari karet dan gabus
- Termometer



2. Bahan:

- 10 ml larutan NaOH 1 M
- 10 ml larutan HCl 1 M

B. Langkah Kerja

1. Mempersiapkan kalorimeter sederhana yang telah dibuat
2. Isi gelas kimia 1 dengan 10 ml NaOH
3. Isi gelas kimia 2 dengan 10 ml HCl
4. Ukur dan catat suhu dari masing-masing larutan tersebut
5. Tuang wadah 1 dan 2 ke dalam kalorimeter sederhana
6. Tutup dengan karet penyumbat, aduk larutan
7. Ukur dan catat suhu campuran larutan dalam kalorimeter

C. Hasil Pengamatan

Suhu awal NaOH	_____°C
Suhu awal HCl	_____°C
Suhu awal rata-rata	_____°C
Suhu akhir campuran	_____°C

Menghitung Besar Perubahan Entalpi (ΔH)

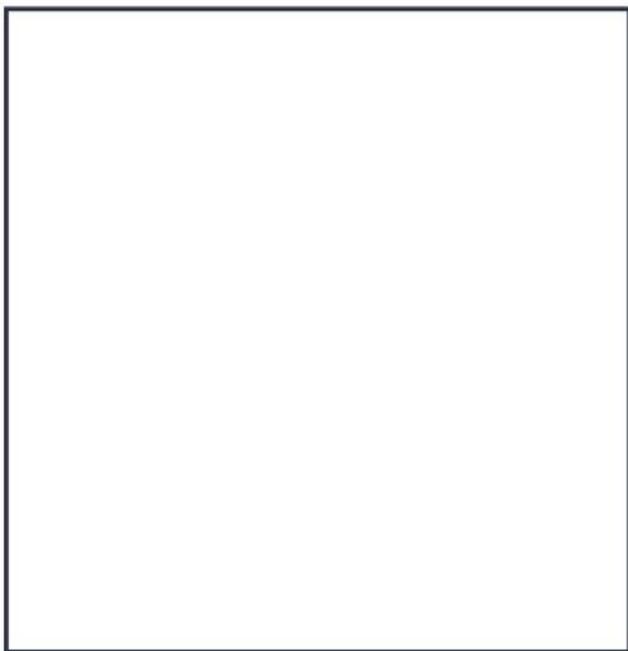
$$\text{mol NaOH} = \text{___ ml} \times 1 \text{ M} = \text{___ mol}$$

$$\text{mol HCl} = \text{___ ml} \times 1 \text{ M} = \text{___ mol}$$

Hitunglah perubahan entalpi (ΔH) jika diketahui $c = 4,2 \text{ J/g}^\circ\text{C}$!

Evaluasi

1. Berdasarkan hasil percobaan, berapa besar nilai entalpi (ΔH) yang diperoleh?
2. Tuliskan persamaan termokimia dari percobaan di atas!
3. Berdasarkan hasil percobaan, menunjukkan jenis reaksi endoterm atau eksoterm? Jelaskan!



Kesimpulan

2. LKPD Kelas Eksperimen Project Based Learning

 Kurikulum
Merdeka 

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

Penentuan Perubahan Entalpi Berdasarkan Data Eksperimen

Kelompok:
Kelas:
Anggota:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.



Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik dapat melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi dengan Kalorimeter dan melaporkan hasilnya.
2. Peserta didik dapat menentukan perubahan entalpi dari reaksi natrium hidroksida (NaOH) dan asam klorida (HCl).
3. Peserta didik dapat menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap

PETUNJUK PENGGUNAAN LKPD

1. Setiap kelompok harus membaca LKPD dengan seksama
2. Baca dan pahami petunjuk serta langkah penugasan
4. Lakukan kegiatan secara runtut
5. Mintalah bantuan Guru jika ada yang tidak dimengerti

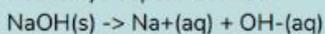
PETUNJUK KEGIATAN PELAKSANAAN PROYEK

1. Pertanyaan mendasar
2. Mendesain perencanaan proyek
3. Menyusun jadwal pembuatan
4. Memonitor kemajuan proyek yang dilaksanakan
5. Presentasi hasil proyek
6. Evaluasi proses dan hasil proyek

Kegiatan 1-Pertanyaan Mendasar



Banyak artikel yang menyarankan soda api untuk memperbaiki pipa atau toilet tersumbat. Cara penggunaannya mudah, yaitu dengan melarutkan soda api ke dalam air kemudian diaduk dengan kayu, lalu dituang ke dalam pipa. Larutan ini dapat mencairkan benda-benda yang menghalangi jalan keluar pipa dengan mudah. Soda api juga menghasilkan panas saat Anda melarutkannya dalam air, dan itu juga membantu membersihkan pipa. Reaksinya seperti berikut:



Kenapa ya soda api menghasilkan panas saat dilarutkan dalam air?

Kira-kira berapa ya kalor yang dihasilkan soda api?



Selain soda api, kira-kira apalagi ya bahan-bahan di sekitar kita yang dapat menghasilkan panas?



Permasalahan keterbatasan alat dan bahan di laboratorium dapat diminimalisir dengan alternatif solusi mencari pengganti alat dan bahan sederhana yang ada.

BAGAIMANA NIH SOLUSI KALIAN?

Kegiatan 2—Mendesain Perencanaan proyek

1. Rancanglah desain suatu alat kalorimeter sederhana (KIT) yang menggunakan prinsip termokimia.
2. Rancanglah percobaan atau praktikum sederhana terkait perubahan entalpi.
3. Carilah alat dan bahan yang mudah ditemukan di sekitar kalian untuk membuat alat kalorimeter sederhana dan melakukan praktikum sederhana terkait perubahan entalpi.
4. Syarat bahan yang digunakan dalam praktikum sederhana adalah bahan yang dapat menghasilkan kalor atau panas.
5. Gunakan sumber atau referensi di internet yang relevan berkaitan dengan percobaan.

Gambaran:



Tentukan Tema Proyek!



Tema Proyek:

Kegiatan 3–Menyusun Jadwal Pembuatan

- Pengerjaan pembuatan alat kalorimeter sederhana dan pencarian alat bahan sederhana untuk praktikum perubahan entalpi ini diberikan waktu sampai tanggal 18 September 2023.
- Pelaksanaan praktikum sederhana perubahan entalpi dilaksanakan pada tanggal 18 September 2023 di kelas.

Kegiatan 4–Memonitor kemajuan proyek yang dilaksanakan

Dalam memudahkan guru untuk memantau perkembangan proyek, silahkan kalian setiap harinya mulai tanggal 13-17 September 2023 melaporkan aktivitas terkait pembuatan kalorimeter sederhana serta pencarian alat dan bahan untuk percobaan praktikum sederhana perubahan entalpi melalui via whatsapp.

Kegiatan 5–Mempresentasikan Hasil proyek

Tanggal 18 September 2023 melaksanakan praktikum sederhana terkait perubahan entalpi dengan konsep dan kalorimeter sederhana yang kelompok kalian sudah persiapkan.



Setelah praktikum, silahkan presentasikan hasil proyek yang telah kalian dapatkan di depan kelompok lain.

Kegiatan 6–Evaluasi Proses dan Hasil Proyek

Setelah kalian melaksanakan proyek, silahkan jawab pertanyaan di bawah ini:

1. Dari percobaan perubahan entalpi yang telah dilakukan, berapa besar perubahan entalpi yang telah kelompok kalian amati?

2. Mengapa kalian memilih menggunakan alat dan bahan tersebut dalam pembuatan kalorimeter sederhana dan percobaan perubahan entalpi?

3. Apa kendala yang kalian hadapi saat membuat proyek tersebut?

A large, empty rectangular box with a light blue border, intended for the user to write their answer to question 3.

4. Simpulkanlah apa ilmu yang telah kalian dapatkan selama pelaksanaan proyek!

A large, empty rectangular box with a light blue border, intended for the user to write their answer to question 4.

Lampiran 6. Kisi-Kisi Instrumen *Pre-Test* dan *Post-Test*

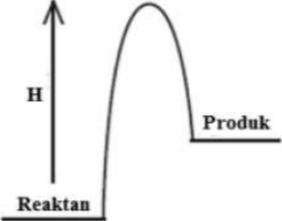
No.	Aspek Berpikir Kreatif	Indikator yang Diukur	Soal	Kemungkinan Jawaban	Level kognitif
			SOAL 1		
1.	Kelancaran berpikir	Memikirkan lebih dari satu jawaban	Guna membantu mengatasi penyebab perubahan iklim, pada September 2021 pemerintah Inggris mengubah grade bensin standar di pompa bahan bakar dari bensin E5 menjadi bensin E10. Nilai E ini mengacu pada persentase etanol dalam campuran bahan bakar etanol-hidrokarbon. Telah diperdebatkan bahwa perubahan dari E5 ke E10 merupakan salah satu faktor penyebab kelangkaan bensin pada Oktober 2021 karena pengecer berusaha untuk menghilangkan persediaan stok E5 mereka. Nilai E dan angka oktan keduanya ditampilkan di pompa bensin. Hanya ada sebagian kecil isomer rantai lurus oktan dalam bensin karena cenderung “mengetuk” mesin. Mengetuk adalah tempat bahan bakar menyala sebelum waktunya dan ini mengurangi efisiensi mesin. Isomer rantai bercabang dari ketukan oktan jauh lebih sedikit dan banyak ditemukan dalam bensin. Salah satu isomer	Indikator: <ul style="list-style-type: none"> • Menuliskan bentuk struktur kedua isomer • Menghitung entalpi pembakaran dari kedua isomer tersebut • Membandingkan hasil perhitungan entalpi pembakaran 	C5

		<p>utamanya adalah 2,2,4-trimetilpentana. Salah satu ciri bahan bakar yang efektif adalah jumlah energi yang dilepaskannya, atau entalpi pembakarannya. Salah satu metode untuk menentukan ini adalah dengan menggunakan entalpi ikatan rata-rata. Beberapa entalpi ikatan rata-rata diberikan di bawah ini.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bond</th> <th>Average bond enthalpy / kJ mol⁻¹</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C-C</td> <td>347</td> </tr> <tr> <td>C-H</td> <td>413</td> </tr> <tr> <td>O=O</td> <td>498</td> </tr> <tr> <td>C-O</td> <td>358</td> </tr> <tr> <td>C=O</td> <td>805</td> </tr> <tr> <td>O-H</td> <td>464</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ketika dihitung dengan metode ini, semua isomer oktan yang berbeda memiliki nilai yang sama. Bandingkan dengan menghitung dua entalpi pembakaran isomer oktan!</p>	Bond	Average bond enthalpy / kJ mol ⁻¹	C-C	347	C-H	413	O=O	498	C-O	358	C=O	805	O-H	464	
Bond	Average bond enthalpy / kJ mol ⁻¹																
C-C	347																
C-H	413																
O=O	498																
C-O	358																
C=O	805																
O-H	464																
		SOAL 2															
		<p>Reaksi pembakaran beberapa bahan bakar:</p> $\text{C}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} \quad \Delta H = -393,52 \text{ kJ}$ $\text{N}_{2(s)} + 2\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{NO}_{2(g)} \quad \Delta H = 66,54 \text{ kJ}$ $\text{H}_{2(s)} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l) \quad \Delta H = -285,83 \text{ kJ}$ <p>Tuliskan dan gambarkan diagram energi dari reaksi di atas yang termasuk reaksi endoterm!</p>	<p>Indikator:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengalisis reaksi dengan benar • Menuliskan reaksi dengan benar • Menggambarkan diagram energi dengan benar 	C4													
		SOAL 3															

			<p>Indikator:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis sesuai teori • Menganalisis dengan tepat • Menyertakan alasan sesuai konsep 	C4
--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

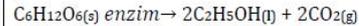
			 <p>Dari beberapa gambar di atas, analisislah gambar mana saja yang masuk dalam reaksi endoterm maupun eksoterm. Sertakan nama proses dari gambar tersebut beserta alasannya!</p>		
			SOAL 4		
			<p>Kompres dingin instan (<i>instan cold packs</i>) biasa digunakan para olahragawan untuk menghilangkan rasa sakit akibat cedera. Kompres ini memiliki satu kantong berisi padatan NH_4NO_3 yang diletakkan di dalam kantong lainnya yang berisi air. Bila kompres ini ditekan maka kantong garam akan sobek dan padatan garam di dalamnya akan larut dalam air.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uraikanlah reaksi pelarutan NH_4NO_3! • Analisislah jenis reaksi yang terjadi! • Reaksi pelarutan NH_4NO_3 berlangsung spontan pada suhu ruang. Jelaskan faktor yang mendukung hal tersebut! 	<p>Indikator:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menguraikan reaksi pelarutan NH_4NO_3 dengan benar • Menganalisis jenis reaksi yang terjadi dengan tepat • Menjelaskan faktor sesuai dengan teori 	C4
			SOAL 5		
			<p>Hidrazin (N_2H_4) merupakan cairan yang mudah menguap. Dengan katalis tertentu pada tekanan</p>	<p>Indikator:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menuliskan persamaan reaksi penguraian 	C4

			<p>tetap, uap hidrazin dapat terurai menjadi gas nitrogen dan gas ammonia. Keseluruhan proses dari hidrazin cair menjadi gas nitrogen dan gas ammonia, melepaskan kalor sebesar 112 kJ/mol. Diketahui entalpi pembentukan standar (ΔH_f°) hidrazin (cair)= 50,6 kJ/mol, ΔH_f° hidrazin (gas)= 95,4 kJ/mol. Energi ikat rata-rata N-N = 159 kJ/mol.</p> <ul style="list-style-type: none"> Tuliskan persamaan reaksi penguraian gas (uap) hidrazin yang stera lengkap dengan fasanya! Bandingkan manakah yang nilainya lebih besar, entalpi sublimasi atau entalpi penguapan hidrazin? Jelaskan mengapa demikian! 	<p>gas hidrazin dengan benar</p> <ul style="list-style-type: none"> Menghitung entalpi pengiapan hidrazin Membandingkan nilai entalpi yang lebih besar dengan benar dan alasan sesuai teori 	
			SOAL 6		
2.	Keaslian	Mampu menciptakan jawaban yang baru	<p>Farhah siswa kelas XI sedang melaksanakan praktikum di laboratorium kimia. Praktikum yang dilakukan mengenai perubahan entalpi. Langkah pertama, ke dalam kalorimeter dituangkan 50 gram air dingin (25°C). Air dingin dan kalorimeter memiliki suhu yang sama. Kemudian ditambahkan 75 gram air panas (60°C). Sehingga suhu campuran menjadi 35°C. Jika 200 ml NaOH 0,15 M direaksikan dengan 100 ml HCl 0,30 M sehingga terjadi peningkatan suhu larutan dan kalorimeter sebesar 5°C. Rangkailah gambar sesuai alur cerita</p>	<p>Indikator:</p> <ul style="list-style-type: none"> Membuat skema gambar jalannya praktikum Menganalisis persamaan reaksi yang terjadi Menentukan perubahan entalpinya 	C6

			di atas dan analisislah persamaan reaksi yang terjadi serta perubahan entalpinya!		
			SOAL 7		
			 <p>Analisis grafik di atas dan jelaskan hipotesis yang tepat terkait grafik tersebut!</p>	<p>Suatu spesi memiliki kestabilan lebih tinggi dengan diagram energi yang semakin rendah. Sehingga pada gambar di atas, reaktan lebih stabil dibandingkan produk. Oleh karena energi produk lebih tinggi maka reaksi tersebut termasuk endotermik (membutuhkan energi).</p> <p>Indikator:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis grafik dengan benar • Menjelaskan grafik sesuai teori • Jawaban tepat dan benar 	C4
			SOAL 8		
			<p>Pada proses pembuatan tape, bahan yang telah disiapkan ditambahkan sejumlah ragi, kemudian bahan-bahan tersebut diperam dalam tempat tertutup dan dibiarkan.</p>	<p>Indikator:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis reaksi dengan benar (eksoterm) • Alasan sesuai dengan teori (entalpi sistem berkurang) • Memberikan contoh lain yang sesuai 	C4



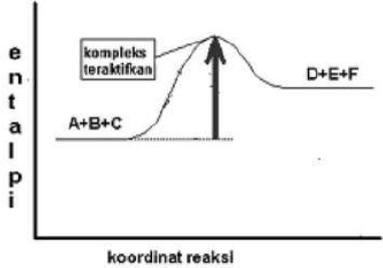
Proses fermentasi berlangsung menurut persamaan:



Seiring berjalannya waktu, temperatur di sekitar sistem menjadi lebih tinggi dibandingkan suhu kamar. Analisislah jenis reaksi yang terjadi dan berilah alasannya! Kaitkan reaksi di atas dengan contoh reaksi lain yang kalian ketahui!

SOAL 9

		<p>Perhatikan data berikut:</p> <p>(I) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\Delta H = -394$ kJ</p> <p>(II) $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$ $\Delta H = -572$ kJ</p> <p>(III) $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$ $\Delta H = -567$ kJ</p> <p>Diberikan beberapa pernyataan:</p> <ol style="list-style-type: none"> Kalor yang dilepas pada pembakaran 1 mol $C(s)$ lebih besar dibandingkan dengan kalor yang dilepaskan pada pembakaran 1 mol $CO(g)$ Kalor yang dilepaskan pada pembentukan 1 mol $CO_2(g)$ lebih kecil dibandingkan dengan kalor yang dilepaskan pada pembentukan 1 mol $H_2O(l)$. Perubahan entalpi pembentukan standar gas CO adalah -110,5 kJ/mol. Pada T dan P yang sama, pembakaran 1 mol $C(s)$, 1 mol $H_2(g)$ dan 1 mol $CO(g)$ masing-masing memerlukan volume gas oksigen yang sama. <p>Analisislah pernyataan mana yang benar dan pernyataan mana yang salah disertai cara pembuktiannya!</p>	<table border="1"> <tbody> <tr> <td data-bbox="927 194 1118 351">(1) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ Pembakaran 1 mol $C(s)$</td> <td data-bbox="1118 194 1278 351">$\Delta H = -394$ kJ (Melepas kalor sebesar 394 kJ)</td> <td data-bbox="1278 194 1329 351">Benar</td> </tr> <tr> <td data-bbox="927 351 1118 527">(2) $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$ Pembakaran 2 mol $CO(g)$</td> <td data-bbox="1118 351 1278 527">$\Delta H = -567$ kJ (Melepas kalor sebesar 567 kJ)</td> <td data-bbox="1278 351 1329 527">Benar</td> </tr> <tr> <td data-bbox="927 527 1118 711">(3) (ii) $CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ (i) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO(g)$</td> <td data-bbox="1118 527 1278 711">$\Delta H = -283,5$ kJ $\Delta H = -394$ kJ $\Delta H = -110,5$ kJ</td> <td data-bbox="1278 527 1329 711">Benar</td> </tr> <tr> <td data-bbox="927 711 1118 885">(4) (i) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\Delta H = -394$ kJ (ii) $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$ $\Delta H = -286$ kJ (iii) $CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\Delta H = -283,5$ kJ Pada P dan T yang sama volume gas oksigen yang diperlukan berbeda sesuai dengan koefisien reaksi setara</td> <td data-bbox="1118 711 1278 885"></td> <td data-bbox="1278 711 1329 885">Salah</td> </tr> </tbody> </table> <p>Indikator:</p> <ul style="list-style-type: none"> Menganalisis pernyataan dalam soal dengan tepat Menganalisis pernyataan benar dan salah dengan benar Menyertakan cara pembuktian 	(1) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ Pembakaran 1 mol $C(s)$	$\Delta H = -394$ kJ (Melepas kalor sebesar 394 kJ)	Benar	(2) $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$ Pembakaran 2 mol $CO(g)$	$\Delta H = -567$ kJ (Melepas kalor sebesar 567 kJ)	Benar	(3) (ii) $CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ (i) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO(g)$	$\Delta H = -283,5$ kJ $\Delta H = -394$ kJ $\Delta H = -110,5$ kJ	Benar	(4) (i) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\Delta H = -394$ kJ (ii) $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$ $\Delta H = -286$ kJ (iii) $CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\Delta H = -283,5$ kJ Pada P dan T yang sama volume gas oksigen yang diperlukan berbeda sesuai dengan koefisien reaksi setara		Salah	C4
(1) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ Pembakaran 1 mol $C(s)$	$\Delta H = -394$ kJ (Melepas kalor sebesar 394 kJ)	Benar														
(2) $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$ Pembakaran 2 mol $CO(g)$	$\Delta H = -567$ kJ (Melepas kalor sebesar 567 kJ)	Benar														
(3) (ii) $CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ (i) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO(g)$	$\Delta H = -283,5$ kJ $\Delta H = -394$ kJ $\Delta H = -110,5$ kJ	Benar														
(4) (i) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\Delta H = -394$ kJ (ii) $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$ $\Delta H = -286$ kJ (iii) $CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\Delta H = -283,5$ kJ Pada P dan T yang sama volume gas oksigen yang diperlukan berbeda sesuai dengan koefisien reaksi setara		Salah														
SOAL 10																
	Perubahan entalpi untuk reaksi	Dari kurva terlihat bahwa energi produk lebih	C5													

		<p>$A + B + C \rightarrow D + E + F$</p> <p>digambarkan pada kurva entalpi reaksi berikut ini:</p>  <p>Simpulkanlah reaksi yang terjadi pada kurva entalpi di atas beserta penjelasannya!</p>	<p>tinggi dari pada energi reaktan, produk bersifat relatif kurang stabil dari pada reaktan sehingga dikategorikan reaksi endotermik.</p> <p>Indikator:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis kurva entalpi dengan benar • Menyimpulkan reaksi yang terjadi sesuai teori dengan benar • Penjelasan mendukung konsep 	
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Lampiran 7. Lembar Validasi Ahli

1. Instrumen Soal *Pre-Test* dan *Post-Test*

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN

Nama Validator: **ERI KAHMANIA**
NIP: **199301162019032017**
Jabatan: **DEKORITASI KEMAHAMAHAN**
Instansi: **UM Widyadarmas Semarang**

A. Pengantar

Lembar validasi ini berguna untuk mengevaluasi instrumen serta berguna dalam mendapatkan penilaian dari Bapak/Ibu terhadap instrumen penilaian. Oleh karena itu, penilaian dari Bapak/Ibu sangat diperlukan. Atas keahliannya dari Bapak/Ibu saya ucapkan terimakasih.

B. Petunjuk

1. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan mengaplikasikan tanda ceklist pada kolom yang tersedia sesuai dengan penilaian yang bersangkutan pada rubrik validasi.
2. Bapak/Ibu dimohon berkenan untuk mencantumkan kritik serta saran guna perbaikan instrumen.

C. Penilaian

NO.	ASPEK	PENILAIAN	
		YA	TIDAK
1	Kesesuaian soal dengan indikator berpikir kreatif	✓	
2	Soal dituliskan dengan jelas sehingga dapat terbaca	✓	
3	Soal menggunakan bahasa yang baik dan benar, dan mudah dipahami	✓	
4	Soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban, tidak memberikan pernyataan negatif ganda dan tidak mengikanikan unsur sisi	✓	
5	Soal dalam bentuk grafik, terbac dengan jelas, logis, dan sesuai	✓	
6	Soal tidak menimbulkan kebingungan	✓	

D. Komentar dan Saran

Sudah dilakukan revisi, namun masih perlu direvisi untuk penilaian reaksi kimia dan gambar yang kurang jelas

E. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian yang sudah dilaksanakan, instrumen penilaian ini dinyatakan:

1. Valid digunakan untuk uji coba tanpa revisi
 2. Valid digunakan untuk uji coba setelah revisi
 3. Tidak valid untuk digunakan uji coba
- Mohon untuk memberi tanda silang (X) sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu.

22 Agustus 2023


ERI KAHMANIA

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN

Nama Validator : Tiur Alawiyah, M.pd
 NIP : 19910305 201903 2 026
 Jabatan : Dosen Pendidikan Kiriia
 Instansi : UIN Walsongo Semarang

A. Pengantar

Lembar validasi ini berguna untuk mengevaluasi instrumen serta berguna dalam mendapatkan penilaian dari Bapak/Ibu terhadap instrumen penilaian. Oleh karena itu, penilaian dari Bapak/Ibu sangat diperlukan. Atas kesediaan dari Bapak/Ibu saya ucapkan terimakasih.

B. Petunjuk

1. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan mengklik/tanda ceklis pada kolom yang tersedia sesuai dengan penilaian yang berpedoman pada rubrik validasi.
2. Bapak/Ibu dimohon berkenan untuk menuliskan kritik serta saran guna perbaikan instrumen.

C. Penilaian

NO.	ASPEK	PENILAIAN	
		YA	TIDAK
1	Kesesuaian soal dengan indikator berpikir kreatif	✓	
2	Soal dituliskan dengan jelas sehingga dapat terbaca	✓	
3	Soal menggunakan bahasa yang baik dan benar, dan mudah dipahami	✓	
4	Soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban, tidak memberikan pernyataan negatif ganda, dan tidak mengkaitkan unsur sara	✓	
5	Soal dalam bentuk grafik terbaca dengan jelas, logis, dan sesuai	✓	
6	Soal tidak menimbulkan tafsiran ganda	✓	

D. Komentar dan Saran

- Redaksi soal ada beberapa bagian yang diperbaiki
 - gambar / ilustrasi bisa di perjelas

E. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian yang sudah dilaksanakan, instrumen penilaian ini dinyatakan:

1. Valid digunakan untuk uji coba tanpa revisi
2. Valid digunakan untuk uji coba setelah revisi
3. Tidak valid untuk digunakan uji coba

Mohon untuk memberi tanda silang (X) sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu.

28 Agustus 2023

Tiur Alawiyah, M.pd

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN

Nama Validasi: PAULUS HUBA EKHUNA, S.Pd., Gf
 NIP: 197070719820232016
 Jabatan: Guru MIPA
 Instansi: SMPN 8 Semarang

A. Pengantar

Lembar validasi ini berguna untuk mengvalidasi instrumen serta berguna dalam mendapatkan penilaian dari Bapak/Ibu terhadap instrumen penilaian. Oleh karena itu, penilaian dari Bapak/Ibu sangat diperlukan. Atas kesediaan dari Bapak/Ibu saya ucapkan terimakasih.

B. Petunjuk

1. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan mengaplikasikan tanda ceklist pada kolom yang tersedia sesuai dengan penilaian yang berpedoman pada rubrik validasi.
2. Bapak/Ibu dimohon berkenan untuk menuliskan kritik serta saran guna perbaikan instrumen.

C. Penilaian

NO.	ASPEK	PENILAIAN	
		YA	TIDAK
1	Kesesuaian soal dengan indikator berpikir kreatif	✓	
2	Soal dituliskan dengan jelas sehingga dapat terbaca	✓	
3	Soal menggunakan bahasa yang baik dan benar, dan mudah dipahami	✓	
4	Soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban, tidak memberikan pernyataan negatif ganda, dan tidak mengkaitkan unsur sara	✓	
5	Soal dalam bentuk grafik terbaca dengan jelas, logis, dan sesuai	✓	
6	Soal tidak menimbulkan tafsiran ganda	✓	

D. Komentar dan Saran

Variasi dan tipe soal sudah cukup banyak dan variatif

E. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian yang sudah dilaksanakan, instrumen penilaian ini dinyatakan:

1. Valid digunakan untuk uji coba tanpa revisi
2. Valid digunakan untuk uji coba setelah revisi
3. Tidak valid untuk digunakan uji coba

Mohon untuk memberi tanda silang (X) sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu.

29 Agustus 2023

Paul H E.
 PAUL H E.

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN

Nama Validator: Ima Firdausy Azizah, S.Pd.
 NIP: 19800604 20231 2 014
 Jabatan: Guru
 Instansi: SMA 8 Semarang

A. Pengantar

Lembar validasi ini berguna untuk mengevaluasi instrumen serta berguna dalam mendapatkan pendapat dari Bapak/Ibu terhadap instrumen penilaian. Oleh karena itu, penilaian dari Bapak/Ibu sangat diperlukan. Atas kesediaan dari Bapak/Ibu saya ucapkan terimakasih.

B. Petunjuk

1. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan mengaplikasikan tanda ceklist pada kolom yang tersedia sesuai dengan penilaian yang berpedoman pada rubrik validasi.
2. Bapak/Ibu dimohon berkenan untuk menuliskan kritik serta saran guna perbaikan instrumen.

C. Penilaian

NO.	ASPEK	PENILAIAN	
		YA	TIDAK
1	Kesesuaian soal dengan indikator berpikir kreatif	✓	
2	Soal dituliskan dengan jelas sehingga dapat terbaca	✓	
3	Soal menggunakan bahasa yang baik dan benar dan mudah dipahami	✓	
4	Soal tidak membingungkan karena jawaban tidak memberikan pernyataan negatif ganda dan tidak menggunakan unsur sara	✓	
5	Soal dalam bentuk grafik terbaca dengan jelas, logis, dan sesuai	✓	
6	Soal tidak menimbulkan tafsiran ganda	✓	

D. Komentar dan Saran

soal masih mengacu kriteria AKM dan HOTS (C4 - C6)

E. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian yang sudah dilaksanakan, instrumen penilaian ini dinyatakan

1. Valid digunakan untuk uji coba tanpa revisi
2. Valid digunakan untuk uji coba setelah revisi
3. Tidak valid untuk digunakan uji coba

Mohon untuk memberi tanda silang (X) sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu.

29, Agustus 2023



Ima Firdausy Azizah, S.Pd
 NIP. 19800604 20231 014

2. Instrumen Portofolio

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN PORTOFOLIO

Nama Validator: *Sri Rahmania*
NIP: *199301162019032017*
Jabatan: *Dosen*
Instansi: *UNWALIKORW RETEMANG*

A. Pengantar

Lembar validasi ini berguna untuk mengevaluasi instrumen serta berguna dalam mendapatkan penilaian dari Bapak/Ibu terhadap instrumen penilaian. Oleh karena itu, penilaian dari Bapak/Ibu sangat diperlukan. Atas kesediaan dari Bapak/Ibu saya ucapkan terimakasih.

B. Petunjuk

Berilah komentar dan saran pada kolom dibawah ini sesuai dengan saran bapak/ibu terhadap instrumen portofolio proses dan portofolio proses

PORTOFOLIO PROSES

Komentar

Sudah sesuai dengan revisi sebelumnya

Saran

PORTOFOLIO PRODUK

Komentar

Sudah dilakukan revisi sebelumnya

Saran

C. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian yang sudah dilaksanakan, instrumen penilaian ini dinyatakan:

1. Dapat digunakan tanpa revisi
2. Dapat digunakan dengan sedikit revisi
3. Dapat digunakan dengan banyak revisi
4. Belum dapat digunakan

Mohon untuk memberi tanda silang (X) sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu.

.... Agustus 2023

Sri
SRI RAHMATIA, M.Pd

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN PORTOFOLIO

Nama Validator : Nur Alawiyah, M.Pd
NIP : 19910305 201903 2 026
Jabatan : Dosen pendidikan kimia
Instansi : UIN Walisongo Semarang

A. Pengantar

Lembar validasi ini berguna untuk mengevaluasi instrumen serta berguna dalam melakukan penilaian dari Bapak/Ibu terhadap instrumen penilaian. Oleh karena itu, penilaian dari Bapak/Ibu sangat diperlukan. Atas kesediaan dari Bapak/Ibu saya ucapkan terimakasih.

B. Petunjuk

Berilah komentar dan saran pada kolom dibawah ini sesuai dengan saran bapak/ibu terhadap instrument portofolio proses dan portofolio produk.

PORTOFOLIO PROSES
Komentar: Sudah baik, sudah dapat digunakan untuk penilaian
Saran:

PORTOFOLIO PRODUK
Komentar: Sudah baik, sudah dapat digunakan untuk penilaian
Saran:

C. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian yang sudah dilaksanakan, instrumen penilaian ini dinyatakan:

- 1. Dapat digunakan tanpa revisi
- 2. Dapat digunakan dengan sedikit revisi
- 3. Dapat digunakan dengan banyak revisi
- 4. Belum dapat digunakan

Mohon untuk memberi tanda silang (X) sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu.

28 Agustus 2023


Nur Alawiyah, M.Pd

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN PORTOFOLIO

Nama Validator: Ima Fibriatul Azzahra, S.Pd
NIP: 19880524 202321 2 014
Jabatan: Guru
Instansi: SMA Negeri 8 Semarang

A. Pengantar

Lembar validasi ini berguna untuk mengetahui instrumen serta berguna dalam mendapatkan penilaian dari Bapak/Ibu terhadap instrumen penilaian. Oleh karena itu, penilaian dari Bapak/Ibu sangat diperlukan. Atas kesediaan dari Bapak/Ibu saya ucapkan terimakasih.

B. Petunjuk

Berilah komentar dan saran pada kolom dibawah ini sesuai dengan saran bapak/ibu terhadap instrument portofolio proses dan portofolio produk

PORTOFOLIO PROSES

Komentar:

Instrumen sudah sesuai, bisa digunakan ke siswa

Saran:

PORTOFOLIO PRODUK

Komentar:

Instrumen sudah baik, dapat digunakan ke siswa

Saran:

C. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian yang sudah dilaksanakan, instrumen penilaian ini dinyatakan:

- 1. Dapat digunakan tanpa revisi
- 2. Dapat digunakan dengan sedikit revisi
- 3. Dapat digunakan dengan banyak revisi
- 4. Belum dapat digunakan

Mohon untuk memberi tanda silang (X) sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu.

.... Agustus 2023

Ima Fibriatul A. S.Pd
NIP. 19880524 202321 2 014

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN PORTOFOLIO

Nama Validasi: MURUL HUDA ERVINA, S.Pd, G.P
NIP: 1973071820230212016
Jabatan: CAD. MANEPI
Instansi: SMA Negeri 8 Semarang

A. Pengantar

Lembar validasi ini berguna untuk mengesah instrumen serta berguna dalam mendapatkan pendapat dari Bapak/Ibu terhadap instrumen penilaian. Oleh karena itu, penilaian dari Bapak/Ibu sangat diperlukan. Atas kesediaan dari Bapak/Ibu saya ucapkan terimakasih.

B. Petunjuk

Berilah komentar dan saran pada kolom dibawah ini sesuai dengan saran bapak/ibu terhadap instrumen portofolio proses dan portofolio proses

PORTOFOLIO PROSES

Komentar:

Baik, sudah dapat digunakan.

Saran:

PORTOFOLIO PRODUK

Komentar:

Baik, sudah dapat digunakan.

Saran:

C. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian yang sudah dilaksanakan, instrumen penilaian ini dinyatakan:

1. Dapat digunakan tanpa revisi
2. Dapat digunakan dengan sedikit revisi
3. Dapat digunakan dengan banyak revisi
4. Belum dapat digunakan

Mohon untuk memberi tanda silang (X) sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu.

29 Agustus 2023


MURUL H E

Lampiran 8. Analisis Uji Coba

No.	NAMA	NOMOR SOAL										SKOR TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	a	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	18
2	B	2	3	3	3	1	2	2	3	2	2	23
3	C	2	2	3	3	2	2	1	2	2	3	22
4	D	2	2	3	3	1	2	1	1	1	3	19
5	E	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	15
6	F	1	1	2	2	1	1	2	3	1	2	16
7	G	1	2	2	3	1	2	3	3	2	3	22
8	H	2	3	2	1	1	2	3	2	2	2	20
9	I	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	11
10	J	1	2	3	2	1	1	1	3	2	3	19
11	K	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	12
12	L	2	2	2	3	1	2	2	2	1	2	19
13	M	1	3	3	1	1	1	1	2	1	3	17
14	N	1	3	2	2	2	2	1	2	1	2	18
15	O	1	2	3	3	1	1	1	3	2	3	20
16	P	3	3	3	2	2	1	3	3	3	3	26
17	Q	1	3	3	2	1	1	1	2	1	3	18
18	R	1	2	2	1	1	1	1	1	1	3	14
19	S	1	2	3	2	1	1	1	3	2	3	19
20	T	1	2	3	2	1	1	1	3	2	3	19
21	U	1	2	2	3	1	1	1	1	1	2	15
22	V	2	2	2	3	2	3	2	3	1	1	21
23	W	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	15
24	X	1	2	2	2	1	1	2	3	2	1	17
25	Y	1	2	3	3	1	1	1	3	2	3	20
26	Z	1	3	1	1	1	1	1	2	1	2	14
27	Aa	3	2	3	2	2	2	2	2	3	2	23

28	Ab	1	3	3	1	2	2	3	2	3	3	23
29	Ac	2	3	2	2	2	3	2	2	3	3	24
30	Ad	2	2	2	3	2	2	3	3	2	3	24
31	Ae	2	2	1	2	2	1	1	3	2	2	18
32	Af	1	2	2	2	2	1	2	3	1	3	19
33	Ag	2	2	2	1	2	2	1	1	3	2	18
34	Ah	1	2	3	3	2	1	2	2	2	3	21
35	Ai	2	2	3	3	2	3	2	3	2	3	25
36	Aj	1	1	2	1	2	1	1	2	2	2	15
Validitas	r_{hitung}	0,511	0,461	0,489	0,511	0,525	0,596	0,645	0,571	0,670	0,474	
	r_{tabel}	0,376	0,376	0,376	0,376	0,376	0,376	0,376	0,376	0,376	0,376	
	Kriteria	Valid										
Reliabilitas	Cronbach's Alpha	0,736										
Tingkat Kesukaran	Ratarata	1,5	2,14	2,36	2,06	1,39	1,5	1,58	2,19	1,72	2,42	
	TK	0,5	0,713	0,786	0,686	0,463	0,5	0,526	0,73	0,573	0,806	
	Kriteria	Sedang	Mudah	Mudah	Mudah	Sedang	Sedang	Sedang	Mudah	Sedang	Mudah	
Daya Pembeda	DP	0,37	0,318	0,35	0,322	0,415	0,459	0,502	0,396	0,54	0,318	
	Kriteria	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Baik	Baik	Baik	Sedang	Baik	Sedang	

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.736	10

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Pertanyaan 1	17.36	11.266	.370	.719
Pertanyaan 2	16.72	11.521	.318	.726
Pertanyaan 3	16.50	11.400	.350	.721
Pertanyaan 4	16.81	10.847	.322	.729
Pertanyaan 5	17.47	11.513	.415	.715
Pertanyaan 6	17.36	10.752	.459	.705
Pertanyaan 7	17.28	10.263	.502	.697
Pertanyaan 8	16.67	10.514	.396	.716
Pertanyaan 9	17.14	10.237	.540	.691
Pertanyaan 10	16.44	11.340	.318	.726

Correlations												
		Pertanyaan 1	Pertanyaan 2	Pertanyaan 3	Pertanyaan 4	Pertanyaan 5	Pertanyaan 6	Pertanyaan 7	Pertanyaan 8	Pertanyaan 9	Pertanyaan 10	Total
Pertanyaan 1	Pearson Correlation	1	.198	.040	.178	.379	.501**	.352	-.030	.401*	-.108	.511**
	Sig. (2-tailed)		.248	.819	.299	.023	.002	.035	.863	.015	.529	.001
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Pertanyaan 2	Pearson Correlation	.198	1	.178	-.017	.103	.258	.269	.124	.233	.291	.461**
	Sig. (2-tailed)	.248		.298	.922	.550	.129	.113	.470	.172	.085	.005
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Pertanyaan 3	Pearson Correlation	.040	.178	1	.322	-.005	.037	.027	.213	.317	.563**	.489**
	Sig. (2-tailed)	.819	.298		.056	.975	.831	.874	.213	.060	.000	.002
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Pertanyaan 4	Pearson Correlation	.178	-.017	.322	1	.089	.276	.140	.396*	-.023	.232	.511**
	Sig. (2-tailed)	.299	.922	.056		.604	.103	.416	.017	.895	.174	.001
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Pertanyaan 5	Pearson Correlation	.379	.103	-.005	.089	1	.441**	.303	.167	.485**	.104	.525**
	Sig. (2-tailed)	.023	.550	.975	.604		.007	.073	.329	.003	.547	.001
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Pertanyaan 6	Pearson Correlation	.501**	.258	.037	.276	.441**	1	.447**	.083	.311	-.034	.596**
	Sig. (2-tailed)	.002	.129	.831	.103	.007		.006	.629	.065	.846	.000
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Pertanyaan 7	Pearson Correlation	.352	.269	.027	.140	.303	.447**	1	.393*	.436**	.075	.645**
	Sig. (2-tailed)	.035	.113	.874	.416	.073	.006		.018	.008	.663	.000
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Pertanyaan 8	Pearson Correlation	-.030	.124	.213	.396*	.167	.083	.393*	1	.308	.229	.571**
	Sig. (2-tailed)	.863	.470	.213	.017	.329	.629	.018		.068	.180	.000
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Pertanyaan 9	Pearson Correlation	.401*	.233	.317	-.023	.485**	.311	.436**	.308	1	.261	.670**
	Sig. (2-tailed)	.015	.172	.060	.895	.003	.065	.008	.068		.124	.000
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Pertanyaan 10	Pearson Correlation	-.108	.291	.563**	.232	.104	-.034	.075	.229	.261	1	.474**
	Sig. (2-tailed)	.529	.085	.000	.174	.547	.846	.663	.180	.124		.003
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Total	Pearson Correlation	.511**	.461**	.489**	.511**	.525**	.596**	.645**	.571**	.670**	.474**	1
	Sig. (2-tailed)	.001	.005	.002	.001	.001	.000	.000	.000	.000	.003	
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).
 **. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Frequencies

Statistics

	Pertanyaan 1	Pertanyaan 2	Pertanyaan 3	Pertanyaan 4	Pertanyaan 5	Pertanyaan 6	Pertanyaan 7	Pertanyaan 8	Pertanyaan 9	Pertanyaan 10
N Valid	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean	1.50	2.14	2.36	2.06	1.39	1.50	1.58	2.19	1.72	2.42
Maximum	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3

Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian



Lampiran 10. Soal *Pre-Test* dan *Post-Test*

INSTRUMEN PENILAIAN PENELITIAN

Mata Pelajaran : Kimia
Materi : Termokimia
Tahun Pelajaran : 2023/2024
Nama :
Kelas :
No. Absen :
Tanggal :

a. Petunjuk

1. Berdoalah sebelum memulai mengerjakan soal
2. Baca soal dengan cermat dan teliti
3. Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan tepat dan benar

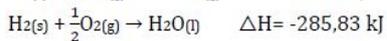
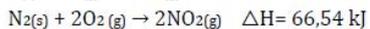
b. Lembar Soal

1. Guna membantu mengatasi penyebab perubahan iklim, pada September 2021 pemerintah Inggris mengubah grade bensin standar di pompa bahan bakar dari bensin E5 menjadi bensin E10. Nilai E ini mengacu pada persentase etanol dalam campuran bahan bakar etanol-hidrokarbon. Telah diperdebatkan bahwa perubahan dari E5 ke E10 merupakan salah satu faktor penyebab kelangkaan bensin pada Oktober 2021 karena pengecer berusaha untuk menghilangkan persediaan stok E5 mereka. Nilai E dan angka oktan keduanya ditampilkan di pompa bensin. Hanya ada sebagian kecil isomer rantai lurus oktan dalam bensin karena cenderung "*knocking*" mesin. *Knocking* adalah tempat bahan bakar menyala sebelum waktunya dan ini mengurangi efisiensi mesin. Isomer rantai bercabang dari ketukan oktan jauh lebih sedikit dan banyak ditemukan dalam bensin. Salah satu isomer utamanya adalah 2,2,4-trimetilpentana. Salah satu ciri bahan bakar yang efektif adalah jumlah energi yang dilepaskannya, atau entalpi pembakarannya. Salah satu metode untuk menentukan ini adalah dengan menggunakan entalpi ikatan rata-rata. Beberapa entalpi ikatan rata-rata diberikan di bawah ini.

Bond	Average bond enthalpy / kJ mol ⁻¹
C-C	347
C-H	413
O=O	498
C-O	358
C=O	805
O-H	464

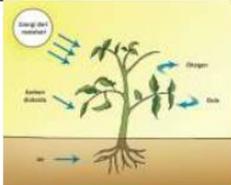
Ketika dihitung dengan metode ini, semua isomer oktan yang berbeda memiliki nilai yang sama. Bandingkan dengan menghitung dua entalpi pembakaran isomer oktan!

2. Reaksi pembakaran beberapa bahan bakar:



Tuliskan dan gambarkan diagram energi dari reaksi di atas yang termasuk reaksi endoterm!

- 3.

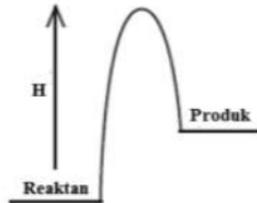
Gambar A		Gambar E	
Gambar B		Gambar F	

Gambar C		Gambar G	
Gambar D		Gambar H	

Dari beberapa gambar di atas, analisislah gambar mana saja yang masuk dalam reaksi endoterm maupun eksoterm. Sertakan nama proses dari gambar tersebut beserta alasannya!

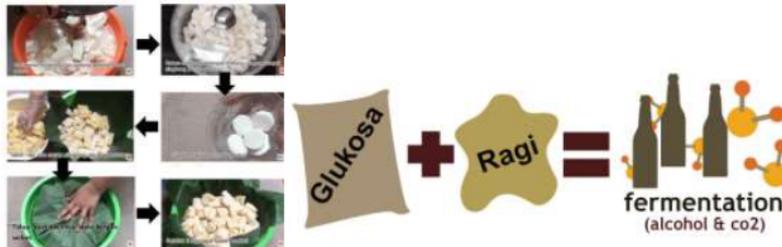
4. Kompres dingin instan (*instan cold packs*) biasa digunakan para olahragawan untuk menghilangkan rasa sakit akibat cedera. Kompres ini memiliki satu kantong berisi padatan NH_4NO_3 yang diletakkan di dalam kantong lainnya yang berisi air. Bila kompres ini ditekan maka kantong garam akan sobek dan padatan garam di dalamnya akan larut dalam air.
 - a) Uraikanlah reaksi pelarutan NH_4NO_3 !
 - b) Analisislah jenis reaksi yang terjadi!
 - c) Reaksi pelarutan NH_4NO_3 berlangsung spontan pada suhu ruang. Jelaskan faktor yang mendukung hal tersebut!
5. Hidrazin (N_2H_4) merupakan cairan yang mudah menguap. Dengan katalis tertentu pada tekanan tetap, uap hidrazin dapat terurai menjadi gas nitrogen dan gas ammonia. Keseluruhan proses dari hidrazin cair menjadi gas nitrogen dan gas ammonia, melepaskan kalor sebesar 112 kJ/mol. Diketahui entalpi pembentukan standar (ΔH_f°) hidrazin (cair) = 50,6 kJ/mol, ΔH_f° hidrazin (gas) = 95,4 kJ/mol. Energi ikat rata-rata N-N = 159 kJ/mol.
 - a) Tuliskan persamaan reaksi penguraian gas (uap) hidrazin yang stera lengkap dengan fasanya!
 - b) Bandingkan manakah yang nilainya lebih besar, entalpi sublimasi atau entalpi penguapan hidrazin? Jelaskan mengapa demikian!

6. Farhah siswa kelas XI sedang melaksanakan praktikum di laboratorium kimia. Praktikum yang dilakukan mengenai perubahan entalpi. Langkah pertama, ke dalam kalorimeter dituangkan 50 gram air dingin (25°C). Air dingin dan kalorimeter memiliki suhu yang sama. Kemudian ditambahkan 75 gram air panas (60°C). Sehingga suhu campuran menjadi 35°C. Jika 200 ml NaOH 0,15 M direaksikan dengan 100 ml HCl 0,30 M sehingga terjadi peningkatan suhu larutan dan kalorimeter sebesar 5°C. Rangkailah skema gambar sesuai alur cerita di atas dan analisislah persamaan reaksi yang terjadi serta perubahan entalpinya!
- 7.

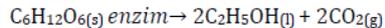


Analisis grafik di atas dan jelaskan hipotesis yang tepat terkait grafik tersebut!

8. Pada proses pembuatan tape, bahan yang telah disiapkan ditambahkan sejumlah ragi, kemudian bahan-bahan tersebut diperam dalam tempat tertutup dan dibiarkan.

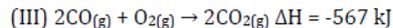
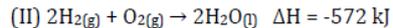
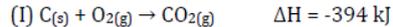


Proses fermentasi berlangsung menurut persamaan:



Seiring berjalannya waktu, temperatur di sekitar sistem menjadi lebih tinggi dibandingkan suhu kamar. Analisislah jenis reaksi yang terjadi dan berilah alasannya! Kaitkan reaksi di atas dengan contoh reaksi lain yang kalian ketahui!

9. Perhatikan data berikut:

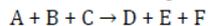


Diberikan beberapa pernyataan:

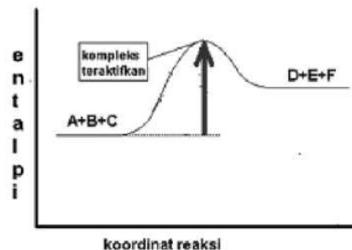
- (1) Kalor yang dilepas pada pembakaran 1 mol $C_{(s)}$ lebih besar dibandingkan dengan kalor yang dilepaskan pada pembakaran 1 mol $CO_{(g)}$
- (2) Kalor yang dilepaskan pada pembentukan 1 mol $CO_{2(g)}$ lebih kecil dibandingkan dengan kalor yang dilepaskan pada pembentukan 1 mol $H_2O_{(l)}$.
- (3) Perubahan entalpi pembentukan standar gas CO adalah $-110,5 \text{ kJ/mol}$.
- (4) Pada T dan P yang sama, pembakaran 1 mol $C_{(s)}$, 1 mol $H_2_{(g)}$ dan 1 mol $CO_{(g)}$ masing-masing memerlukan volume gas oksigen yang sama.

Analisislah pernyataan mana yang benar dan pernyataan mana yang salah disertai cara pembuktiannya!

10. Perubahan entalpi untuk reaksi



digambarkan pada kurva entalpi reaksi berikut ini:



Simpulkanlah reaksi yang terjadi pada kurva entalpi di atas beserta penjelasannya!

Lampiran 11. Kriteria Penilaian Soal *Pre-Test* dan *Post-Test*

No	Aspek Berpikir Kreatif	Indikator yang Diukur	Soal	Kemungkinan Jawaban	Kriteria Penilaian	Skor
SOAL 1						
1.	Kelancaran berpikir	Memikirkan lebih dari satu jawaban	Guna membantu mengatasi penyebab perubahan iklim, pada September 2021 pemerintah Inggris mengubah grade bensin standar di pompa bahan bakar dari bensin E5 menjadi bensin E10. Nilai E ini mengacu pada persentase etanol dalam campuran bahan bakar etanol-hidrokarbon. Telah diperdebatkan bahwa perubahan dari E5 ke E10 merupakan salah satu faktor penyebab kelangkaan bensin pada Oktober 2021 karena pengecer berusaha untuk menghilangkan persediaan stok E5 mereka. Nilai E dan angka oktan keduanya ditampilkan di pompa bensin. Hanya ada	Indikator: <ul style="list-style-type: none"> • Menuliskan bentuk struktur kedua isomer • Menghitung entalpi pembakaran dari kedua isomer tersebut • Membandingkan hasil perhitungan entalpi pembakaran 	Siswa menjawab pertanyaan memenuhi semua indikator jawaban	3

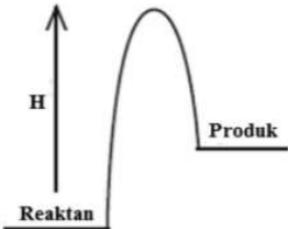
		<p>sebagian kecil isomer rantai lurus oktan dalam bensin karena cenderung "mengetuk" mesin. Mengetuk adalah tempat bahan bakar menyala sebelum waktunya dan ini mengurangi efisiensi mesin. Isomer rantai bercabang dari ketukan oktan jauh lebih sedikit dan banyak ditemukan dalam bensin. Salah satu isomer utamanya adalah 2,2,4-trimetilpentana.</p> <p>Salah satu ciri bahan bakar yang efektif adalah jumlah energi yang dilepaskannya, atau entalpi pembakarannya. Salah satu metode untuk menentukan ini adalah dengan menggunakan entalpi ikatan rata-rata.</p>		<p>Siswa menjawab pertanyaan memenuhi indikator jawaban</p>	<p>2 2</p>
--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	-------------------------------------------------------------	----------------

		<p>Beberapa entalpi ikatan rata-rata diberikan di bawah ini.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bond</th> <th>Average bond enthalpy / kJ mol⁻¹</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C-C</td> <td>347</td> </tr> <tr> <td>C-H</td> <td>413</td> </tr> <tr> <td>O=O</td> <td>498</td> </tr> <tr> <td>C-O</td> <td>358</td> </tr> <tr> <td>C=O</td> <td>805</td> </tr> <tr> <td>O-H</td> <td>464</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ketika dihitung dengan metode ini, semua isomer oktan yang berbeda memiliki nilai yang sama. Bandingkan dengan menghitung dua entalpi pembakaran isomer oktan!</p>	Bond	Average bond enthalpy / kJ mol ⁻¹	C-C	347	C-H	413	O=O	498	C-O	358	C=O	805	O-H	464		<p>Siswa menjawab pertanyaan hanya memenuhi 1 indikator jawaban</p>	1
Bond	Average bond enthalpy / kJ mol ⁻¹																		
C-C	347																		
C-H	413																		
O=O	498																		
C-O	358																		
C=O	805																		
O-H	464																		
SOAL 2																			
		<p>Reaksi pembakaran beberapa bahan bakar:</p> $\text{C}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} \quad \Delta H = -393,52 \text{ kJ}$ $\text{N}_{2(g)} + 2\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{NO}_{2(g)} \quad \Delta H = 66,54 \text{ kJ}$ $\text{H}_{2(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(l)} \quad \Delta H = -285,83 \text{ kJ}$ <p>Tuliskan dan gambarkan diagram energi dari reaksi di atas yang termasuk reaksi endoterm!</p>	<p>Indikator:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengalisis reaksi dengan benar • Menuliskan reaksi dengan benar • Menggambarkan diagram energi dengan benar 	<p>Siswa menjawab pertanyaan hanya memenuhi semua indikator jawaban</p>	3														
				<p>Siswa menjawab pertanyaan memenuhi 2 indikator jawaban</p>	2														
				<p>Siswa menjawab pertanyaan hanya memenuhi 1 indikator jawaban</p>	1														

			SOAL 3		
			<p>Indikator:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis sesuai teori • Menganalisis dengan tepat • Menyertakan alasan sesuai konsep 	<p>Siswa menjawab pertanyaan memenuhi semua indikator jawaban</p>	3
				<p>Siswa menjawab pertanyaan memenuhi 2 indikator jawaban</p>	2

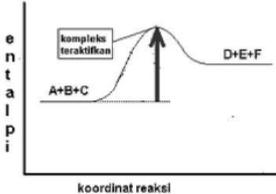
			 <p>Dari beberapa gambar di atas, analisislah gambar mana saja yang masuk dalam reaksi endoterm maupun eksoterm. Sertakan nama proses dari gambar tersebut beserta alasannya!</p>		Siswa menjawab pertanyaan hanya memenuhi 1 indikator jawaban	1
			SOAL 4			
			<p>Kompres dingin instan (<i>instan cold packs</i>) biasa digunakan para olahragawan untuk menghilangkan rasa sakit akibat cedera. Kompres ini memiliki satu kantong berisi padatan NH_4NO_3 yang diletakkan di dalam kantong lainnya yang berisi air. Bila kompres ini ditekan maka kantong garam akan sobek dan padatan garam di dalamnya akan larut dalam air.</p>	<p>Indikator:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menguraikan reaksi pelarutan NH_4NO_3 dengan benar • Menganalisis jenis reaksi yang terjadi dengan tepat • Menjelaskan faktor sesuai dengan teori 	<p>Siswa menjawab pertanyaan memenuhi semua indikator jawaban</p>	3
					<p>Siswa menjawab pertanyaan memenuhi 2 indikator jawaban</p>	2

			<ul style="list-style-type: none"> • Uraikanlah reaksi pelarutan NH_4NO_3! • Analisislah jenis reaksi yang terjadi! • Reaksi pelarutan NH_4NO_3 berlangsung spontan pada suhu ruang. Jelaskan faktor yang mendukung hal tersebut! 		Siswa menjawab pertanyaan hanya memenuhi 1 indikator jawaban	1
			SOAL 5			
			<p>Hidrazin (N_2H_4) merupakan cairan yang mudah menguap. Dengan katalis tertentu pada tekanan tetap, uap hidrazin dapat terurai menjadi gas nitrogen dan gas ammonia. Keseluruhan proses dari hidrazin cair menjadi gas nitrogen dan gas ammonia, melepaskan kalor sebesar 112 kJ/mol. Diketahui entalpi pembentukan standar (ΔH_f°) hidrazin (cair)= 50,6 kJ/mol, ΔH_f° hidrazin (gas)= 95,4 kJ/mol. Energi ikat rata-rata N-N = 159 kJ/mol.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tuliskan persamaan reaksi penguraian gas (uap) hidrazin yang stera lengkap dengan fasanya! • Bandingkan manakah yang nilainya lebih besar, entalpi sublimasi atau entalpi penguapan hidrazin? Jelaskan mengapa demikian! 	<p>Indikator:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menuliskan persamaan reaksi penguraian gas hidrazin dengan benar • Menghitung entalpi pengiapan hidrazin • Membandingkan nilai entalpi yang lebih besar dengan benar dan alasan sesuai teori 	Siswa menjawab pertanyaan memenuhi semua indikator jawaban	3
					Siswa menjawab pertanyaan memenuhi 2 indikator jawaban	2
					Siswa menjawab pertanyaan hanya memenuhi 1 indikator jawaban	1
			SOAL 6			

2.	Keaslian	Mampu menciptakan jawaban yang baru	Farah siswa kelas XI sedang melaksanakan praktikum di laboratorium kimia. Praktikum yang dilakukan mengenai perubahan entalpi. Langkah pertama, ke dalam kalorimeter dituangkan 50 gram air dingin (25°C). Air dingin dan kalorimeter memiliki suhu yang sama. Kemudian ditambahkan 75 gram air panas (60°C). Sehingga suhu campuran menjadi 35°C. Jika 200 ml NaOH 0,15 M direaksikan dengan 100 ml HCl 0,30 M sehingga terjadi peningkatan suhu larutan dan kalorimeter sebesar 5°C. Rangkailah gambar sesuai alur cerita di atas dan analisislah persamaan reaksi yang terjadi serta perubahan entalpinya!	Indikator: <ul style="list-style-type: none"> Membuat skema gambar jalannya praktikum Menganalisis persamaan reaksi yang terjadi Menentukan perubahan entalpinya 	Siswa menjawab pertanyaan memenuhi semua indikator jawaban	3
					Siswa menjawab pertanyaan memenuhi 2 indikator jawaban	2
					Siswa menjawab pertanyaan hanya memenuhi 1 indikator jawaban	1
			SOAL 7			
			 <p>Analisis grafik di atas dan jelaskan hipotesis yang tepat terkait grafik tersebut!</p>	Suatu spesi memiliki kestabilan lebih tinggi dengan diagram energi yang semakin rendah. Sehingga pada gambar di atas, reaktan lebih stabil dibandingkan produk. Oleh karena energi produk lebih tinggi maka reaksi tersebut termasuk endotermik (membutuhkan energi). Indikator:	Siswa menjawab pertanyaan memenuhi semua indikator jawaban	3
					Siswa menjawab pertanyaan memenuhi 2 indikator jawaban	2

				<ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis grafik dengan benar • Menjelaskan grafik sesuai teori • Jawaban tepat dan benar 	Siswa menjawab pertanyaan hanya memenuhi 1 indikator jawaban	1
			SOAL 8			
		<p>Pada proses pembuatan tape, bahan yang telah disiapkan ditambahkan sejumlah ragi, kemudian bahan-bahan tersebut diperam dalam tempat tertutup dan dibiarkan.</p>   <p>Proses fermentasi berlangsung menurut persamaan: $C_6H_{12}O_6(s) \xrightarrow{enzim} 2C_2H_5OH(l) + 2CO_2(g)$</p>	<p>Indikator:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis reaksi dengan benar (eksoterm) • Alasan sesuai dengan teori (entalpi sistem berkurang) • Memberikan contoh lain yang sesuai 	Siswa menjawab pertanyaan hanya memenuhi semua indikator jawaban	3	
					Siswa menjawab pertanyaan memenuhi 2 indikator jawaban	2
					Siswa menjawab pertanyaan hanya memenuhi 1 indikator jawaban	1

		Seiring berjalannya waktu, temperatur di sekitar sistem menjadi lebih tinggi dibandingkan suhu kamar. Analisislah jenis reaksi yang terjadi dan berilah alasannya! Kaitkan reaksi di atas dengan contoh reaksi lain yang kalian ketahui!																								
		SOAL 9																								
		<p>Perhatikan data berikut:</p> <p>(I) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \quad \Delta H = -394 \text{ kJ}$</p> <p>(II) $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l) \quad \Delta H = -572 \text{ kJ}$</p> <p>(III) $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) \quad \Delta H = -567 \text{ kJ}$</p> <p>Diberikan beberapa pernyataan:</p> <p>(1) Kalor yang dilepas pada pembakaran 1 mol $C(s)$ lebih besar dibandingkan dengan kalor yang dilepaskan pada pembakaran 1 mol $CO(g)$</p> <p>(2) Kalor yang dilepaskan pada pembentukan 1 mol $CO_2(g)$ lebih kecil dibandingkan dengan kalor yang dilepaskan pada pembentukan 1 mol $H_2O(l)$.</p> <p>(3) Perubahan entalpi pembentukan standar</p>	<table border="1"> <tr> <td>(I) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ Pembakaran 1 mol $C(s)$ $\Delta H = -394 \text{ kJ}$</td> <td>$\Delta H = -394 \text{ kJ}$ (Melepaskan kalor sebesar 394 kJ)</td> <td>Berter</td> </tr> <tr> <td>$2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$ Pembakaran 2 mol $CO(g)$ $\Delta H = -567 \text{ kJ}$</td> <td>$\Delta H = -567 \text{ kJ}$ (Melepaskan kalor sebesar 567 kJ)</td> <td>Berter</td> </tr> <tr> <td>$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ Pembakaran 1 mol $CO(g)$ $\Delta H = -283,5 \text{ kJ}$</td> <td>$\Delta H = -283,5 \text{ kJ}$ (Melepaskan kalor sebesar 283,5 kJ)</td> <td>Berter</td> </tr> <tr> <td>(II) $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$ Pembentukan 2 mol $H_2O(l)$ $\Delta H = -572 \text{ kJ}$</td> <td>$\Delta H = -572 \text{ kJ}$ (Melepaskan kalor sebesar 572 kJ)</td> <td>Berter</td> </tr> <tr> <td>$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$ Pembentukan 1 mol $H_2O(l)$ $\Delta H = -286 \text{ kJ}$</td> <td>$\Delta H = -286 \text{ kJ}$ (Melepaskan kalor sebesar 286 kJ)</td> <td>Berter</td> </tr> <tr> <td>(III) $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$ Pembakaran 2 mol $CO(g)$ $\Delta H = -567 \text{ kJ}$</td> <td>$\Delta H = -567 \text{ kJ}$ (Melepaskan kalor sebesar 567 kJ)</td> <td>Berter</td> </tr> <tr> <td>$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ Pembakaran 1 mol $CO(g)$ $\Delta H = -283,5 \text{ kJ}$</td> <td>$\Delta H = -283,5 \text{ kJ}$ (Melepaskan kalor sebesar 283,5 kJ)</td> <td>Berter</td> </tr> </table> <p>Indikator:</p> <ul style="list-style-type: none"> Menganalisis pernyataan 	(I) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ Pembakaran 1 mol $C(s)$ $\Delta H = -394 \text{ kJ}$	$\Delta H = -394 \text{ kJ}$ (Melepaskan kalor sebesar 394 kJ)	Berter	$2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$ Pembakaran 2 mol $CO(g)$ $\Delta H = -567 \text{ kJ}$	$\Delta H = -567 \text{ kJ}$ (Melepaskan kalor sebesar 567 kJ)	Berter	$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ Pembakaran 1 mol $CO(g)$ $\Delta H = -283,5 \text{ kJ}$	$\Delta H = -283,5 \text{ kJ}$ (Melepaskan kalor sebesar 283,5 kJ)	Berter	(II) $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$ Pembentukan 2 mol $H_2O(l)$ $\Delta H = -572 \text{ kJ}$	$\Delta H = -572 \text{ kJ}$ (Melepaskan kalor sebesar 572 kJ)	Berter	$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$ Pembentukan 1 mol $H_2O(l)$ $\Delta H = -286 \text{ kJ}$	$\Delta H = -286 \text{ kJ}$ (Melepaskan kalor sebesar 286 kJ)	Berter	(III) $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$ Pembakaran 2 mol $CO(g)$ $\Delta H = -567 \text{ kJ}$	$\Delta H = -567 \text{ kJ}$ (Melepaskan kalor sebesar 567 kJ)	Berter	$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ Pembakaran 1 mol $CO(g)$ $\Delta H = -283,5 \text{ kJ}$	$\Delta H = -283,5 \text{ kJ}$ (Melepaskan kalor sebesar 283,5 kJ)	Berter	<p>Siswa menjawab pertanyaan memenuhi semua indikator jawaban</p> <p>Siswa menjawab pertanyaan memenuhi 2 indikator jawaban</p>	<p>3</p> <p>2</p>
(I) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ Pembakaran 1 mol $C(s)$ $\Delta H = -394 \text{ kJ}$	$\Delta H = -394 \text{ kJ}$ (Melepaskan kalor sebesar 394 kJ)	Berter																								
$2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$ Pembakaran 2 mol $CO(g)$ $\Delta H = -567 \text{ kJ}$	$\Delta H = -567 \text{ kJ}$ (Melepaskan kalor sebesar 567 kJ)	Berter																								
$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ Pembakaran 1 mol $CO(g)$ $\Delta H = -283,5 \text{ kJ}$	$\Delta H = -283,5 \text{ kJ}$ (Melepaskan kalor sebesar 283,5 kJ)	Berter																								
(II) $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$ Pembentukan 2 mol $H_2O(l)$ $\Delta H = -572 \text{ kJ}$	$\Delta H = -572 \text{ kJ}$ (Melepaskan kalor sebesar 572 kJ)	Berter																								
$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$ Pembentukan 1 mol $H_2O(l)$ $\Delta H = -286 \text{ kJ}$	$\Delta H = -286 \text{ kJ}$ (Melepaskan kalor sebesar 286 kJ)	Berter																								
(III) $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$ Pembakaran 2 mol $CO(g)$ $\Delta H = -567 \text{ kJ}$	$\Delta H = -567 \text{ kJ}$ (Melepaskan kalor sebesar 567 kJ)	Berter																								
$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ Pembakaran 1 mol $CO(g)$ $\Delta H = -283,5 \text{ kJ}$	$\Delta H = -283,5 \text{ kJ}$ (Melepaskan kalor sebesar 283,5 kJ)	Berter																								

			<p>gas CO adalah $-110,5 \text{ kJ/mol}$.</p> <p>(4) Pada T dan P yang sama, pembakaran 1 mol C(s), 1 mol $\text{H}_2(\text{g})$ dan 1 mol $\text{CO}(\text{g})$ masing-masing memerlukan volume gas oksigen yang sama.</p> <p>Analisislah pernyataan mana yang benar dan sertakan alasannya disertai dengan cara pembuktiannya!</p>	<p>dalam soal dengan tepat</p> <ul style="list-style-type: none"> Menganalisis pernyataan benar dan salah dengan benar Menyertakan cara pembuktian 	<p>Siswa menjawab pertanyaan hanya memenuhi 1 indikator jawaban</p>	1
SOAL 10						
			<p>Perubahan entalpi untuk reaksi $\text{A} + \text{B} + \text{C} \rightarrow \text{D} + \text{E} + \text{F}$ digambarkan pada kurva entalpi reaksi berikut ini:</p>  <p>Simpulkanlah reaksi yang terjadi pada kurva entalpi di atas beserta penjelasannya!</p>	<p>Dari kurva terlihat bahwa energi produk lebih tinggi dari pada energi reaktan, produk bersifat relatif kurang stabil dari pada reaktan sehingga dikategorikan reaksi endotermik.</p> <p>Indikator:</p> <ul style="list-style-type: none"> Menganalisis kurva entalpi dengan benar Menyimpulkan reaksi yang terjadi sesuai teori dengan benar Penjelasan mendukung konsep 	<p>Siswa menjawab pertanyaan memenuhi semua indikator jawaban</p>	3
					<p>Siswa menjawab pertanyaan memenuhi 2 indikator jawaban</p>	2
					<p>Siswa menjawab pertanyaan hanya memenuhi 1 indikator jawaban</p>	1

Lampiran 12. Nama Siswa Kelas Eksperimen

NO.	XI 2	XI 3
1	Abiy Daffa Pramana Putra	Anindya Nathania Putri
2	Agni Febriyanti	Chafid Sekti Maulana Yasir
3	Ainunnafisah Azzahra	Chelsea Rahma Annisa
4	Albertus Satrio Perdana P. C.	Christian Davidson
5	Ali Marwan Hanan	Demetry Dasih Febrika
6	Altha Farel Destalenta	Desta Putri maharani
7	Anas Uzlah Zufa	Dhaenta Haqqoria Ramli
8	Anissa Hana Amelia	Dwi Alya Nur Azizah
9	Ario Bhukti Apriyanto	Dwi pandu Purnama
10	Bayu Ramadhan Oktiyanto	Fatikha Rahma Aghista
11	Carmenita Okta Angely	Iqbal Taufiqurachman S.
12	Diazandro Putra Williansyah	Irgi Rizhkia Widiatmoko
13	Dinar Juliana Putri	Jacinda Maulidya Widhartrie
14	Evelyna Rindra Marshaniswa	Kaila Maharani Andia Putri
15	Fani Nia Resinta	Kesya Estervita Alena Gultom
16	Fatih Muhammad Dzikri	Lila Anjani
17	Fatihah Azka Azizah	Luthfi Damar Hakiki
18	Fidelis Padmanaba Nadindra	Luthfia Murti Ilma Ardheni
19	Kayla Fatma Husnaini	Masita Anandita Sari
20	Keiza Nova Arinalhaq	Muchammad Arka Zoufishan
21	Marisha Layla Aulia Latifah	Muhammad Dias Maulana
22	Marta Primahatva Krisna Dewi	Muhammad Fadel Arnanda
23	Mira Aulia Septiyani	Muhammad Farrel Juang P.
24	Muhammad Asyieffa Maulana	Nabila Astagiri Qurrota S.
25	Nadia Riyantika Putriningtiyas	Nashwa Almira Maida
26	Novario Rizky Rahardyan S.	Nayla Tuhfatudz Zahra
27	Nur Aisyah Syifa Urrohmah	Nazwa Lintang Pratika Putri
28	Nur Muhammad Taufik	Putra Alamsyah Alim
29	Pandhu Ananta Adiyoga	Queenatha Aproditha Arie W.
30	Rafael Malvino Flavian Wibawa	Rafa Taura Noor Alansyah
31	Rafi Kusuma Wardana	Ratcha Keysha Zalfa
32	Risnarifa Najma Aulia	Revano Wahyu Octaviano
33	Rizky Cahya Langit	Riantaka Bagus Prasetiyo
34	Rizky Rafiftama Subiyanto	Tyara Revalina Aisyah Putri
35	Stevan D'migo Pramono	Zaskia Nesya Auliya
36	Valealinda Septrianes	Zulfanida Nur Salsabila

Lampiran 13. Nilai *Pre-Test* dan *Post-Test*

No.	Kelas Eksperimen PBL		Kelas Eksperimen PjBL	
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
1	53	77	53	85
2	47	72	57	85
3	50	82	57	82
4	63	87	60	78
5	53	85	40	78
6	57	82	47	85
7	43	70	40	87
8	67	78	43	78
9	57	79	50	73
10	50	75	60	78
11	63	72	47	83
12	27	70	47	72
13	70	80	57	73
14	63	85	57	82
15	47	70	53	87
16	27	70	33	80
17	33	88	47	87
18	50	85	43	78
19	57	77	50	87
20	50	88	47	88
21	23	85	36	78
22	46	85	43	85
23	33	78	40	83
24	53	70	57	82
25	63	82	40	68
26	57	75	36	85
27	60	82	50	82
28	53	88	57	88
29	50	85	40	78
30	47	70	30	80
31	40	77	43	78
32	63	83	40	87
33	33	83	43	72
34	53	75	53	78
35	57	72	57	83
36	47	73	40	87

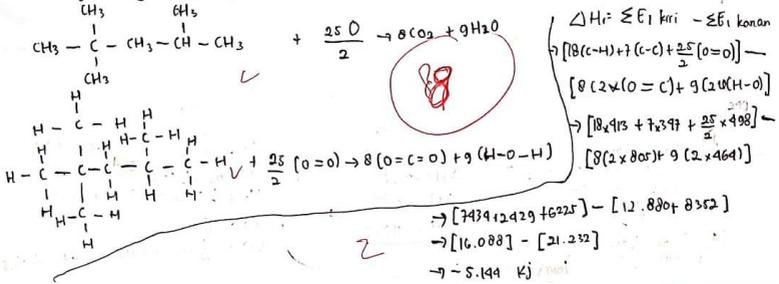
Lampiran 14. Hasil Pengerjaan Siswa

Keiza Nova Arinalhaq

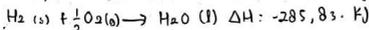
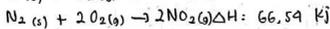
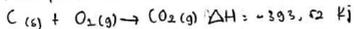
20 / XI - 2

Ulangan / Post Tes

- 1.) Ketika dihitung dengan metode ini semua isomer oktan yang berbeda memiliki nilai yang sama. Bandingkan dengan menghitung dua antalpi pembakaran isomer oktan!



- 2.) Reaksi pembakaran beberapa bahan bakar :



Reaksi endoterm memiliki ΔH bernilai positif maka reaksi yang termasuk endoterm

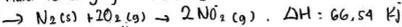
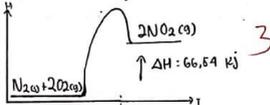


Diagram energi :



- 3.) → Gambar A: Reaksi Eksoterm
Proses pembakaran pada kayu, kalor yang dihasilkan dalam proses pembakaran, akan dipindahkan dari sistem ke lingkungan (pembakaran)

→ Gambar B: Reaksi Eksoterm
Proses pembakaran pada lilin, kalor yang dihasilkan dari proses pembakaran, akan dipindahkan, dari sistem ke lingkungan. (pembakaran)

→ Gambar C: Reaksi Endoterm
Proses pendinginan air menyebabkan penguapan, air yang dipanaskan menyerap kalor dari lingkungan (penguapan)

→ Gambar D: Reaksi Endoterm
Proses penjemuran pada baju menyebabkan penguapan air pada baju yang basah, terjadi penyerapan kalor/panas dari lingkungan (penguapan)

→ Gambar E: Reaksi Endoterm

Proses fotosintesis pada tumbuhan, membuat tumbuhan menyerap panas dari matahari, terjadi penyerapan kalor dari lingkungan (fotosintesis)

→ Gambar F: Reaksi Eksoterm

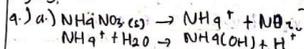
Proses peltoran pada besi merupakan oksidasi yang melepas energi ke lingkungan (oksidasi)

→ Gambar G: Endoterm

Proses pelelehan pada batu es, menyerap kalor dari lingkungan (pencairan)

→ Gambar H: Eksoterm

Proses letusan kembang api akibat dinyalakan menggunakan api, melepaskan kalor ke lingkungan (pembakaran)



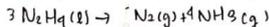
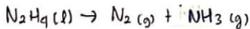
b.) Reaksi yang terjadi adalah endoterm sebab termasuk reaksi penguapan yang menyerap kalor dari lingkungan

c.) Faktor:

- Terjadi penurunan energi dari sistem ter
- Dapat menyebabkan & meningkatkan ketidakberaturan dalam sistem

26,5 x 10
30

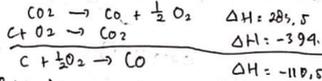
5.) a) Persamaan Reaksi Gas Hidrazin



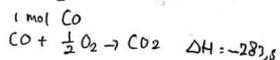
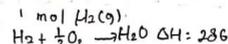
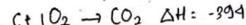
b.) Entalpi sublimasi nilainya lebih besar dari entalpi penguapan hidrazin karena sublimasi (59 kJ/mol) dan entalpi hidrazin (gas)

lanjutan no 9

9.) (3) Benar, karena



(4) Salah, karena :
1 mol C(s)



6.) Diket :

m = 50 gr m = 75 gr
 $T_1 = 35^\circ C$ $T_2 = 60^\circ C$
 $T_3 = 35^\circ C$ c = 4,2 J/gr
 $\rightarrow P_2 = 9?$ $\Delta T = 35 - \frac{60+35}{2} = 35 - 47,5 = -12,5$

q = m.c.ΔT
 = (50+75) . 4,2 . (-12,5)
 = 125 . 4,2 . (-12,5)
 = -3937,5 J

$\rightarrow q = m.c.\Delta T$
 = 500 . 4,2 . 5
 = 6300 J

200 ml NaOH 0,15 M Pengalihan suhu : 5°
 100 ml HCl 0,30 M
 V larutan = 200+100 = 300 ml = 300 gr
 n NaOH = 200 . 0,15 = 30 mmol = 0,03 mol
 n HCl = 100 . 0,30 = 30 mmol = 0,03 mol

$$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$$

m	0,03	0,03	—	—
r	0,03	0,03	0,03	0,03
s	—	—	0,03	0,03

7.) Diagram / grafik energi di atas menunjukkan reaksi endoterm karena ΔH milik produk > ΔH milik reaktan

8.) Proses pembuatan tapai termasuk ke dalam reaksi eksoterm, sebab ketika proses fermentasi pada tapai selesai, tapai akan masak atau matang dan terasa hangat. hal ini menjelaskan bahwa ada sejumlah kalor yang dilepaskan tapai ke lingkungan. Contoh reaksi eksoterm lain adalah respirasi, penguapan, pembekuan / pematangan energi berupa glukosa, energi dilepaskan ke lingkungan. Keduanya sama-sama melepaskan energi berupa kalor ke lingkungan sehingga termasuk dalam reaksi eksoterm.

9.) (1) Benar, karena 1 mol C(s) melepaskan kalor (ΔH) sebesar -394 kJ, sedangkan 1 mol CO(g) melepaskan kalor (ΔH) sebesar $\frac{-567}{2} = -283,5$ kJ. Yang berarti 1 mol C(s) > 1 mol CO

(2) Salah, karena pembentukan 1 mol CO(g) melepaskan kalor (ΔH) sebesar -394 kJ, sedangkan pembentukan 1 mol H2O(l) melepaskan kalor (ΔH) sebesar $\frac{-572}{2} = -286$ kJ, dimana 1 mol CO(g) > 1 mol H2O

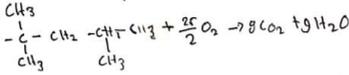
(1) salah, karena pembenturan energi gas CO adalah -394 kJ

(2) salah, karena pembenturan energi gas CO adalah -394 kJ

10.) Reaksi yang terjadi adalah reaksi endoterm, sebab kalor (ΔH) milik produk (D+E+F) lebih tinggi dari ΔH milik reaktan (A+B+C)

Jitra keseimbangan (28 x i. 3)

1) Menghitung Enthalpi pembakaran 22.4 termodol pertama



88

$$\Delta H_c = 7(C-C) + 18(C-H) + \frac{25}{2} O_2(0-0) - 16(C=O) = 18(0-11)$$

$$= 7(347) + 18(413) + \frac{25}{2}(438) - 16(805) - 18(464)$$

$$= 2429 + 7434 + 6425 - 12880 - 8352$$

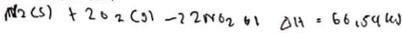
$$= -5144 \text{ kJ/mol}$$

2

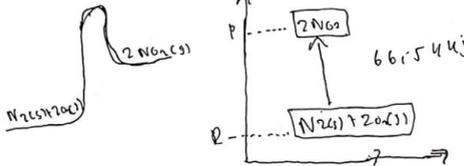
- 3) Gambar A merupakan reaksi eksoterm karena perpindahan panas dari dalam ke luar (Capi Unggun)
 Gambar B merupakan reaksi eksoterm karena perpindahan panas dari dalam ke luar (Cina membakar)
 Gambar C merupakan reaksi endoterm karena perpindahan panas dari luar dalam ke dalam (mendidihkan air)
 Gambar D merupakan reaksi endoterm karena perpindahan panas dari luar ke dalam (Membangunkan paku air)
 Gambar E merupakan reaksi endoterm karena menyerap panas dari luar dalam (Fotosintesis)
 Gambar F merupakan reaksi eksoterm karena perpindahan panas dari dalam ke luar (Basi berurat)
 Gambar G merupakan reaksi eksoterm karena menyerap panas (Es meleleh)
 Gambar H merupakan reaksi eksoterm karena perpindahan panas dari dalam ke luar (Lubang kumbang dll)

3

2) Reaksi endoterm

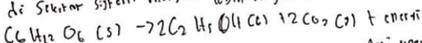


$$\frac{26.5}{30}$$



3

8) Pembakaran tenaga termokimia reaksi eksoterm karena perpindahan panas dari dalam ke luar. Hal yang baru jadi fotosa lebih banyak karena dipancarkan dengan faji menyebarkan imajinasi di sekitar sistem tersebut lebih banyak. $\Delta H = -(\text{Negatif})$



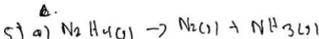
reaksi ini sangat penting terutama api unggun. Api unggun yg digunakan menyebarkan suhu sekitar menjadi hangat.

3

10). Berdasarkan Le Chatelier's principle, entalpi proses (ΔH) lebih besar daripada entalpi perantara $(\Delta H)_{\text{inter}}$. Sehingga kurva leschi menunjukkan reaksi endoterm kompleks demikian. Suatu keadaan kimia normal dari reaksi di mana sistem mencapai keadaan kompleks fotoaktivasi atau terbitan produk.

- 4) a.) $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
 b.) Terjadi reaksi eksoterm karena energi berpindah dari sistem $(\text{NH}_4^+ \text{NO}_3^-)$ ke lingkungan (H_2O)
 c.) Karena perantara berenergi lebih rendah daripada keadaan standar $(\text{Suhu } 25^\circ\text{C} \text{ dan tekanan } 1 \text{ atm})$

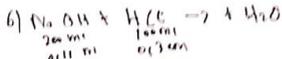
2



b) $\Delta H_{\text{sisitem}} = \Delta H_f^{\circ} \text{ hidroksi bis} + \Delta H_f^{\circ} \text{ produk} - \Delta H_f^{\circ} \text{ reaktan}$
 $= 50,6 + 39,14 - 146 \text{ kJ/mol}$

3

$\Delta H_{\text{perantara}} = -110 \text{ kJ/mol}$
 lebih besar entalpi sistem karena stabilisasi pada ke gas nitrogen akan lebih banyak daripada ΔH hidrasi air, sehingga jadi nilai akhir



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

$$= (500 \text{ g}) \cdot (4,2 \text{ J/g} \cdot \text{K})$$

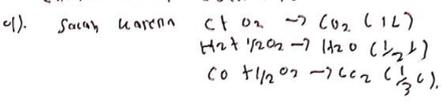
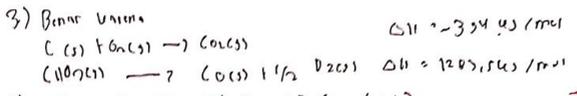
$$= 2100 \text{ J} = 2,1 \text{ kJ}$$

1,5

7). Besarnya entalpi pembenturan CO_2 pada suhu lebih besar daripada ΔH reaksi atau ΔH proses $\rightarrow \Delta H$ pembentukan 3

- 8) ~~1. Sediaan karena pembenturan $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ menyerap kalor -334 kJ dan pembentukan $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ melepas kalor $= 567 \text{ kJ}$.~~
~~2. Besarnya entalpi pembenturan $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ melepas kalor -334 kJ dan pembentukan $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ melepas kalor $= 567 \text{ kJ}$.~~
~~3. Sediaan karena entalpi pembenturan uap jauh lebih rendah -283 kJ/mol uap.~~

- 9) 1.) Besarnya H_2O & melepasnya kalor sebanyak 334 kJ .
 Sedangkan $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ melepasnya kalor hanya sebanyak 283 kJ .
 2.) Sediaan karena $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ melepasnya kalor sebanyak 334 kJ Sedangkan kalor yg di serapnya pada pembentukan $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ hanya sebanyak 283 kJ .



3

100



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

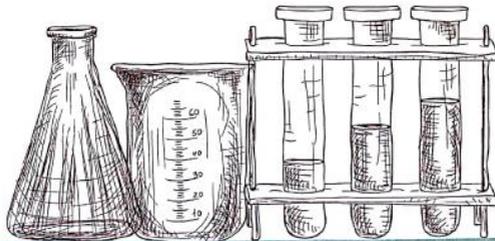
Penentuan Perubahan Entalpi
Berdasarkan Data Eksperimen

Kelompok: 3

Kelas: XI-2

Anggota:

1. Anas Usrah Zulfar (07)
2. Bayu Ramadhan (10)
3. Nadra Riyantika-R (25)
4. Novario Rizky (26)
5. Rizky Cahya Langit (33)
6. Stevan Dmigo Pranomo Kusuma (35)



Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik dapat melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi dengan Kalorimeter dan melaporkan hasilnya.
2. Peserta didik dapat menentukan perubahan entalpi dari reaksi natrium hidroksida (NaOH) dan asam klorida (HCl).
3. Peserta didik dapat menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap

PETUNJUK PENGGUNAAN LKPD

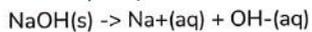
1. Setiap kelompok harus membaca LKPD dengan seksama
2. Baca dan pahami petunjuk serta langkah penugasan
3. Amati dan analisis masalah yang diberikan dengan seksama
4. Lakukan kegiatan secara runtut
5. Mintalah bantuan Guru jika ada yang tidak dimengerti



Orientasi Masalah!



Banyak artikel yang menyarankan soda api untuk memperbaiki pipa atau toilet tersumbat. Cara penggunaannya mudah, yaitu dengan melarutkan soda api ke dalam air kemudian diaduk dengan kayu, lalu dituang ke dalam pipa. Larutan ini dapat mencairkan benda-benda yang menghalangi jalan keluar pipa dengan mudah. Soda api juga menghasilkan panas saat Anda melarutkannya dalam air, dan itu juga membantu membersihkan pipa. Reaksinya seperti berikut:



Kenapa ya soda api menghasilkan panas saat dilarutkan dalam air?

Kira-kira berapa ya kalor yang dihasilkan soda api?



Petunjuk Kerja:

1. Bentuklah kelompok dengan 6 orang perkelompok
2. Duduklah sesuai dengan kelompok yang telah ditentukan
3. Sediakan bahan dan alat yang dibutuhkan
4. Lakukan pratikum sesuai dengan prosedur kerja

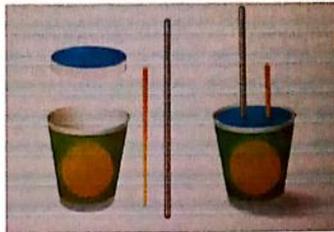
Pembuatan Kalorimeter Sederhana:

A. Alat

1. Wadah styrofoam bekas mi instan (1 buah)
2. Styrofoam lembaran (1 lembar, jangan yang tebal)
3. Sumpit (1 buah)
4. Termometer ruang
5. Cutter/gunting

B. Langkah Kerja

1. Buat tutup wadah styrofoam bekas mi instan dengan memotong styrofoam lembaran. Usahakan ukurannya pas, tidak terdapat celah.
2. Lubangi tutup tersebut sebanyak dua buah untuk menempatkan termometer dan sumpit. Usahakan lubangnya pas, tidak longgar.
3. Tutup wadah styrofoam bekas mie instan dan letakkan termometer dan sumpit pada lubang penutup.
4. Kalorimeter sederhana siap digunakan.



Percobaan:

A. Alat dan Bahan

1. Alat:

- Kalorimeter sederhana
- Gelas kimia
- Penyumbat kalorimeter dari karet dan gabus
- Termometer

2. Bahan:

- 10 ml larutan NaOH 1 M
- 10 ml larutan HCl 1 M



B. Langkah Kerja

1. Mempersiapkan kalorimeter sederhana yang telah dibuat
2. Isi gelas kimia 1 dengan 10 ml NaOH
3. Isi gelas kimia 2 dengan 10 ml HCl
4. Ukur dan catat suhu dari masing-masing larutan tersebut
5. Tuang wadah 1 dan 2 ke dalam kalorimeter sederhana
6. Tutup dengan karet penyumbat, aduk larutan
7. Ukur dan catat suhu campuran larutan dalam kalorimeter

C. Hasil Pengamatan

Suhu awal NaOH	<u>31</u> °C
Suhu awal HCl	<u>28</u> °C
Suhu awal rata-rata	<u>29,5</u> °C
Suhu akhir campuran	<u>29</u> °C

20

Menghitung Besar Perubahan Entalpi (ΔH)

$$\text{mol NaOH} = \frac{10}{1000} \text{ ml} \times 1 \text{ M} = \frac{10}{1000} \text{ mol} = 0,01 \text{ mol}$$

10

$$\text{mol HCl} = \frac{10}{1000} \text{ ml} \times 1 \text{ M} = \frac{10}{1000} \text{ mol} = 0,01 \text{ mol}$$

Hitunglah perubahan entalpi (ΔH) jika diketahui $c = 4,2 \text{ J/g}^\circ\text{C}$!

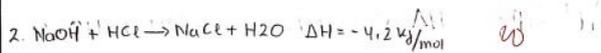
$$\begin{aligned}\Delta H &= \frac{1}{20} \\ q \text{ larutan} &= (m \cdot c) \times \Delta T \\ &= (20 \cdot 4,2) \times 0,5 \\ &= 42 \text{ J} \\ \Delta H &= -\frac{(m \cdot c \cdot \Delta T)}{n} = -\frac{q}{\text{mol}} \\ &= -\frac{42 \text{ J}}{0,01 \text{ mol}} \\ &= -4.200 \text{ J/mol} \\ &= -4,2 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

20

Evaluasi

1. Berdasarkan hasil percobaan, berapa besar nilai entalpi (ΔH) yang diperoleh?
2. Tuliskan persamaan termokimia dari percobaan di atas!
3. Berdasarkan hasil percobaan, menunjukkan jenis reaksi endoterm atau eksoterm? Jelaskan!

1. $\Delta H = -4,2 \text{ kJ/mol}$



3. Eksoterm, karena suatu reaksi kimia yg menghasilkan kalor atau panas. Reaksi ini bisa terjadi karena adanya perpindahan yang terjadi dari sistem ke lingkungan.

Kesimpulan

Kita dapat mengetahui tentang reaksi ekuilibrium dengan mengukur ΔH dan ΔG .

Termokimia adalah cabang ilmu kimia yang mempelajari energi yg menyertai perubahan fisik atau reaksi kimia. Tujuan utama termokimia penentuan kriteria untuk menentukan kemungkinan terjadi atau spontanitas dari transformasi yang diperlukan.

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

89

Penentuan Perubahan Entalpi Berdasarkan Data Eksperimen

Kelompok: 1

Kelas: XI-3

Anggota:

1. Demetry Dasih Febrika (05)
2. Kaila Maharani Andia Putri (14)
3. Kesya Esterwita Alena Gultom (15)
4. Nayla Tuhpatuz Zahra (26)
5. Queenatha Apradittha Arie Wibowo (29)
6. Ratcha Keysha Zalpa (31)



Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik dapat melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi dengan Kalorimeter dan melaporkan hasilnya.
2. Peserta didik dapat menentukan perubahan entalpi dari reaksi natrium hidroksida (NaOH) dan asam klorida (HCl).
3. Peserta didik dapat menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap

PETUNJUK PENGGUNAAN LKPD

1. Setiap kelompok harus membaca LKPD dengan seksama
2. Baca dan pahami petunjuk serta langkah penugasan
4. Lakukan kegiatan secara runtut
5. Mintalah bantuan Guru jika ada yang tidak dimengerti

PETUNJUK KEGIATAN PELAKSANAAN PROYEK

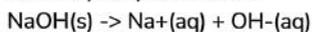
1. Pertanyaan mendasar
2. Mendesain perencanaan proyek
3. Menyusun jadwal pembuatan
4. Memonitor kemajuan proyek yang dilaksanakan
5. Presentasi hasil proyek
6. Evaluasi proses dan hasil proyek

Kegiatan 1-Pertanyaan Mendasar



Banyak artikel yang menyarankan soda api untuk memperbaiki pipa atau toilet tersumbat. Cara penggunaannya mudah, yaitu dengan melarutkan soda api ke dalam air kemudian diaduk dengan kayu, lalu dituang ke dalam pipa. Larutan ini dapat mencairkan benda-benda yang menghalangi jalan keluar pipa dengan mudah. Soda api juga menghasilkan panas saat Anda melarutkannya dalam air, dan itu juga membantu membersihkan pipa.

Reaksinya seperti berikut:



Kenapa ya soda api menghasilkan panas saat dilarutkan dalam air?

Kira-kira berapa ya kalor yang dihasilkan soda api?



Selain soda api, kira-kira apalagi ya bahan-bahan di sekitar kita yang dapat menghasilkan panas?



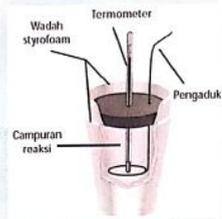
Permasalahan keterbatasan alat dan bahan di laboratorium dapat diminimalisir dengan alternatif solusi mencari pengganti alat dan bahan sederhana yang ada.

BAGAIMANA NIH SOLUSI KALIAN?

Kegiatan 2-Mendesain Perencanaan proyek

1. Rancanglah desain suatu alat kalorimeter sederhana (KIT) yang menggunakan prinsip termokimia.
2. Rancanglah percobaan atau praktikum sederhana terkait perubahan entalpi.
3. Carilah alat dan bahan yang mudah ditemukan di sekitar kalian untuk membuat alat kalorimeter sederhana dan melakukan praktikum sederhana terkait perubahan entalpi.
4. Syarat bahan yang digunakan dalam praktikum sederhana adalah bahan yang dapat menghasilkan kalor atau panas.
5. Gunakan sumber atau referensi di internet yang relevan berkaitan dengan percobaan.

Gambaran:



Tentukan Tema Proyek!



Tema Proyek:

tidak ada ?

Kegiatan 3-Menyusun Jadwal Pembuatan

- Pengerjaan pembuatan alat kalorimeter sederhana dan pencarian alat bahan sederhana untuk praktikum perubahan entalpi ini diberikan waktu sampai tanggal 18 September 2023.
- Pelaksanaan praktikum sederhana perubahan entalpi dilaksanakan pada tanggal 18 September 2023 di kelas.

Kegiatan 4-Memonitor kemajuan proyek yang dilaksanakan

Dalam memudahkan guru untuk memantau perkembangan proyek, silahkan kalian setiap harinya mulai tanggal 13-17 September 2023 melaporkan aktivitas terkait pembuatan kalorimeter sederhana serta pencarian alat dan bahan untuk percobaan praktikum sederhana perubahan entalpi melalui via whatsapp.

Kegiatan 5-Mempresentasikan Hasil proyek

Tanggal 18 September 2023 melaksanakan praktikum sederhana terkait perubahan entalpi dengan konsep dan kalorimeter sederhana yang kelompok kalian sudah persiapkan.



Setelah praktikum, silahkan presentasikan hasil proyek yang telah kalian dapatkan di depan kelompok lain.

Kegiatan 6-Evaluasi Proses dan Hasil Proyek

Setelah kalian melaksanakan proyek, silahkan jawab pertanyaan di bawah ini:

1. Dari percobaan perubahan entalpi yang telah dilakukan, berapa besar perubahan entalpi yang telah kelompok kalian amati?

$$\begin{aligned} \text{Diketahui} &= m = (5+5) = 10 \text{ ml} \\ & \left. \begin{array}{l} T_{\text{awal}} = 29^\circ\text{C} \\ T_{\text{akhir}} = 31^\circ\text{C} \end{array} \right\} \Delta T = 31 - 29^\circ\text{C} \\ & c = 4,2 \text{ J/g}\cdot\text{C}^\circ \\ & C = 0 \text{ J/C}^\circ \\ & n = M \times V \\ & = 1 \times 10 = 10 \text{ mmol} \rightarrow 0,01 \text{ mol} \end{aligned}$$

Ditanya - ΔH ?

$$\text{Dijawab: } q = m \times c \times \Delta T$$

$$= 100 \times (100 - 25)$$

$$\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}} / \Delta H = \frac{-q}{n}$$

$$\begin{aligned} \Delta U &= q + w \\ &= (m \times c \times \Delta T) + w \\ &= 300 \end{aligned}$$

$$q_{\text{alat}} = C_{\text{alat}} \cdot \Delta T$$

$$= 0 \cdot (31 - 29)$$

$$= 0 \cdot 2^\circ\text{C}$$

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

$$= 10 \cdot 4,2 \cdot 2$$

$$= 84 \text{ J}$$

$$\Delta H = \frac{-84}{0,01}$$

$$= -84 \cdot \frac{1}{100}$$

$$= -84 \times \frac{100}{1} = -8400 \text{ J/mol}$$

$$\Rightarrow -8,4 \times 10^3 \text{ J/mol}$$

2. Mengapa kalian memilih menggunakan alat dan bahan tersebut dalam pembuatan kalorimeter sederhana dan percobaan perubahan entalpi?

Alasan kami menggunakan alat² seperti styrofoam karena mudah dicari dan sederhana untuk praktikum kali ini. Sedangkan untuk bahan, kami menggunakan adem sari dan cuka karena untuk mengetahui perubahan eksoterm.

10

3. Apa kendala yang kalian hadapi saat membuat proyek tersebut?

Terkadang suhu pada termometer lama untuk mengalami perubahan, kesulitan menghitung perubahan entalpi dan ngantuk. *W*

4. Simpulkanlah apa ilmu yang telah kalian dapatkan selama pelaksanaan proyek!

*Alat dan bahan: - Gelas styrofoam (2 buah) ✓
- Papan styrofoam ✓
- Botong pengaduk kayu yg diberi potongan dan gelas plastik besar sebagai balling pemutar. ✓
- Gunting ✓
- Termometer ✓
- Lakban ✓
- Adren sari ✓
- Cuka ✓
- *E) gelas ukur*

Seperti yang sudah kami cantumkan di nomor 1 yaitu perubahan entalpinya, didapati ΔH nya adalah $-8,4 \times 10^3$ J/mol. Untuk menentukan endo/eksoterm, karena hasil ΔH kami adalah (-) negatif maka percobaan kami termasuk eksoterm.

9

Lampiran 15. Hasil Pengujian Nilai *Pre-Test* dan *Post-Test* Berpikir Kreatif

1. *Pre-Test*

2.

Tests of Normality

Kelas		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil	Kelas Eksperimen PBL	.144	36	.057	.940	36	.052
	Kelas Eksperimen PjBL	.140	36	.074	.945	36	.071

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Hasil

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.035	1	70	.158

2. Post-Test + Portofolio

Tests of Normality

Kelas		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil	Kelas Eksperimen PBL	.096	36	.200 [*]	.959	36	.200
	kelas Eksperimen PjBL	.135	36	.096	.959	36	.193

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

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Hasil

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.631	1	70	.430

T-Test

Group Statistics

Kelas	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Hasil Kelas Eksperimen PBL	36	79.75	3.202	.534
kelas Eksperimen PJBL	36	81.31	3.786	.631

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Hasil									
Equal variances assumed	.631	.430	-1.882	70	.064	-1.556	.826	-3.204	.093
Equal variances not assumed			-1.882	68.121	.064	-1.556	.826	-3.204	.093

Lampiran 16. Lembar Penilaian Portofolio

1. *Problem Based Learning* - Portofolio Proses

Kelompok 1

Aspek Indikator Berpikir Kreatif	Capaian Pembelajaran: Menggunakan transformasi energi kimia dalam kehidupan sehari-hari termasuk termokimia dan elektrokimia	Nama : 5,18,20,28,29,31 Tanggal : 21/9/23		
	Tujuan Pembelajaran	PENILAIAN		
		1	2	3
Elaborasi	1. Mempersiapkan alat dan bahan KIT Praktikum			✓
	2. Membuat KIT praktikum sederhana terkait penentuan perubahan entalpi.			✓
Kelenturan	3. Mampu mengembangkan suatu produk (Elaborasi)		✓	
	4. Mencari banyak alternatif atau arah yang berbeda-beda (Kelenturan)	✓		
	5. Melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi dengan Kalorimeter dan melaporkan hasilnya.		✓	
	6. Menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap.			✓
	7. Melakukan presentasi kelompok terkait hasil percobaan			✓
Jumlah skor		17		
Nilai		81		

Kelompok 2

Aspek Indikator Berpikir Kreatif	Capaian Pembelajaran: Menggunakan transformasi energi kimia dalam kehidupan sehari-hari termasuk termokimia dan elektrokimia	Nama : 2,3,15,27,30,32 Tanggal : 21/9/23		
	Tujuan Pembelajaran	PENILAIAN		
		1	2	3
Elaborasi	1. Mempersiapkan alat dan bahan KIT Praktikum			✓
Kelenturan	2. Membuat KIT praktikum sederhana terkait penentuan perubahan entalpi.		✓	
	3. Mampu mengembangkan suatu produk (Elaborasi)		✓	
	4. Mencari banyak alternatif atau arah yang berbeda-beda (Kelenturan)	✓		
	5. Melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi dengan Kalorimeter dan melaporkan hasilnya.		✓	
	6. Menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap.			✓
	7. Melakukan presentasi kelompok terkait hasil percobaan			✓
	Jumlah skor		17	
Nilai		81		

Kelompok 3

Aspek Indikator Berpikir Kreatif	Capaian Pembelajaran: Menggunakan transformasi energi kimia dalam kehidupan sehari-hari termasuk termokimia dan elektrokimia	Nama :7, 10, 25, 26, 33, 35 Tanggal : 21/9/23		
	Tujuan Pembelajaran	PENILAIAN		
		1	2	3
Elaborasi	1. Mempersiapkan alat dan bahan KIT Praktikum			✓
Kelenturan	2. Membuat KIT praktikum sederhana terkait penentuan perubahan entalpi.			✓
	3. Mampu mengembangkan suatu produk (Elaborasi)			✓
	4. Mencari banyak alternatif atau arah yang berbeda-beda (Kelenturan)	✓		
	5. Melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi dengan Kalorimeter dan melaporkan hasilnya.		✓	
	6. Menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap.			✓
	7. Melakukan presentasi kelompok terkait hasil percobaan			✓
Jumlah skor		19		
Nilai		90		

Kelompok 4

Aspek Indikator Berpikir Kreatif	Capaian Pembelajaran: Menggunakan transformasi energi kimia dalam kehidupan sehari-hari termasuk termokimia dan elektrokimia	Nama :19, 13, 8, 22, 11,14 Tanggal : 21/9/23		
	Tujuan Pembelajaran	PENILAIAN		
		1	2	3
Elaborasi	1. Mempersiapkan alat dan bahan KIT Praktikum			✓
Kelenturan	2. Membuat KIT praktikum sederhana terkait penentuan perubahan entalpi.			✓
	3. Mampu mengembangkan suatu produk (Elaborasi)			✓
	4. Mencari banyak alternatif atau arah yang berbeda-beda (Kelenturan)	✓		
	5. Melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi dengan Kalorimeter dan melaporkan hasilnya.		✓	
	6. Menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap.			✓
	7. Melakukan presentasi kelompok terkait hasil percobaan			✓
	Jumlah skor		19	
Nilai		90		

Kelompok 5

Aspek Indikator Berpikir Kreatif	Capaian Pembelajaran: Menggunakan transformasi energi kimia dalam kehidupan sehari-hari termasuk termokimia dan elektrokimia	Nama : 1,4,6,9,24,34 Tanggal : 21/9/23		
	Tujuan Pembelajaran	PENILAIAN		
		1	2	3
Elaborasi	1. Mempersiapkan alat dan bahan KIT Praktikum			✓
Kelenturan	2. Membuat KIT praktikum sederhana terkait penentuan perubahan entalpi.			✓
	3. Mampu mengembangkan suatu produk (Elaborasi)		✓	
	4. Mencari banyak alternatif atau arah yang berbeda-beda (Kelenturan)	✓		
	5. Melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi dengan Kalorimeter dan melaporkan hasilnya.			✓
	6. Menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap.			✓
	7. Melakukan presentasi kelompok terkait hasil percobaan			✓
	Jumlah skor		18	
Nilai		86		

Kelompok 6

Aspek Indikator Berpikir Kreatif	Capaian Pembelajaran: Menggunakan transformasi energi kimia dalam kehidupan sehari-hari termasuk termokimia dan elektrokimia	Nama : 12,16,17,21,23,36 Tanggal : 21/9/23		
	Tujuan Pembelajaran	PENILAIAN		
		1	2	3
Elaborasi	1. Mempersiapkan alat dan bahan KIT Praktikum			✓
	2. Membuat KIT praktikum sederhana terkait penentuan perubahan entalpi.			✓
Kelenturan	3. Mampu mengembangkan suatu produk (Elaborasi)		✓	
	4. Mencari banyak alternatif atau arah yang berbeda-beda (Kelenturan)	✓		
	5. Melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi dengan Kalorimeter dan melaporkan hasilnya.			✓
	6. Menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap.		✓	
	7. Melakukan presentasi kelompok terkait hasil percobaan			✓
Jumlah skor		17		
Nilai		81		

2. Problem Based Learning - Portofolio Produk

Kelompok 1

Aspek Penilaian	Indikator	Skor		
		1	2	3
Komponen Penilaian	Bahan	✓		
	Desain			✓
	Kesesuaian dengan materi			✓
	Keaslian Elaborasi	✓		✓
Jumlah skor		11		
Nilai		73		

Kelompok 2

Aspek Penilaian	Indikator	Skor		
		1	2	3
Komponen Penilaian	Bahan		✓	
	Desain			✓
	Kesesuaian dengan materi		✓	
	Keaslian Elaborasi	✓	✓	
Jumlah skor		10		
Nilai		67		

Kelompok 3

Aspek Penilaian	Indikator	Skor		
		1	2	3
Komponen Penilaian	Bahan		✓	
	Desain			✓
	Kesesuaian dengan materi			✓
	Keaslian Elaborasi	✓	✓	
Jumlah skor		11		
Nilai		73		

Kelompok 4

Aspek Penilaian	Indikator	Skor		
		1	2	3
Komponen Penilaian	Bahan		✓	
	Desain		✓	
	Kesesuaian dengan materi			✓
	Keaslian	✓		
	Elaborasi			✓
Jumlah skor		11		
Nilai		73		

Kelompok 5

Aspek Penilaian	Indikator	Skor		
		1	2	3
Komponen Penilaian	Bahan		✓	
	Desain			✓
	Kesesuaian dengan materi			✓
	Keaslian	✓		
	Elaborasi		✓	
Jumlah skor		11		
Nilai		73		

Kelompok 6

Aspek Penilaian	Indikator	Skor		
		1	2	3
Komponen Penilaian	Bahan			✓
	Desain			✓
	Kesesuaian dengan materi			✓
	Keaslian	✓		
	Elaborasi			✓
Jumlah skor		13		
Nilai		87		

3. Project Based Learning-Portofolio Proses

Kelompok 1

Aspek Indikator Berpikir Kreatif	Capaian Pembelajaran: Menggunakan transformasi energi kimia dalam kehidupan sehari-hari termasuk termokimia dan elektrokimia	Nama : 5,14,15,26,29,31 Tanggal : 18/9/23		
	Tujuan Pembelajaran	PENILAIAN		
		1	2	3
Elaborasi	1. Mempersiapkan alat dan bahan KIT Praktikum 2. Merancang pembuatan KIT praktikum sederhana terkait penentuan perubahan entalpi 3. Mampu mengembangkan suatu produk (Elaborasi) 4. Mencari banyak alternatif atau arah yang berbeda-beda (Kelenturan)		✓	✓
Kelenturan	5. Melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi dengan kalorimeter dan melaporkan hasilnya. 6. Menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap. 7. Melakukan presentasi kelompok terkait hasil percobaan		✓	✓
Jumlah skor		16		
Nilai		76		

Kelompok 2

Aspek Indikator Berpikir Kreatif	Capaian Pembelajaran: Menggunakan transformasi energi kimia dalam kehidupan sehari-hari termasuk termokimia dan elektrokimia	Nama : 4,7, 22,28,32,33 Tanggal : 18/9/23		
	Tujuan Pembelajaran	PENILAIAN		
		1	2	3
Elaborasi	1. Mempersiapkan alat dan bahan KIT Praktikum			✓
	2. Merancang pembuatan KIT praktikum sederhana terkait penentuan perubahan entalpi			✓
	3. Mampu mengembangkan suatu produk (Elaborasi)			✓
	4. Mencari banyak alternatif atau arah yang berbeda-beda (Kelenturan)		✓	✓
Kelenturan	5. Melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi dengan kalorimeter dan melaporkan hasilnya.			✓
	6. Menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap.		✓	
	7. Melakukan presentasi kelompok terkait hasil percobaan			✓
Jumlah skor		19		
Nilai		90		

Kelompok 3

Aspek Indikator Berpikir Kreatif	Capaian Pembelajaran: Menggunakan transformasi energi kimia dalam kehidupan sehari-hari termasuk termokimia dan elektrokimia	Nama : 1,3,19,24,27,35		
	Tujuan Pembelajaran	Tanggal : 18/9/23		
		PENILAIAN		
		1	2	3
Elaborasi	1. Mempersiapkan alat dan bahan KIT Praktikum			✓
	2. Merancang pembuatan KIT praktikum sederhana terkait penentuan perubahan entalpi		✓	
	3. Mampu mengembangkan suatu produk (Elaborasi)	✓		
	4. Mencari banyak alternatif atau arah yang berbeda-beda (Kelenturan)		✓	
Kelenturan	5. Melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi dengan kalorimeter dan melaporkan hasilnya.			✓
	6. Menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap.			✓
	7. Melakukan presentasi kelompok terkait hasil percobaan			✓
Jumlah skor		16		
Nilai		76		

Kelompok 4

Aspek Indikator Berpikir Kreatif	Capaian Pembelajaran: Menggunakan transformasi energi kimia dalam kehidupan sehari-hari termasuk termokimia dan elektrokimia	Nama : 6,8,10,16,25,34 Tanggal : 18/9/23		
	Tujuan Pembelajaran	PENILAIAN		
		1	2	3
Elaborasi	1. Mempersiapkan alat dan bahan KIT Praktikum			✓
	2. Merancang pembuatan KIT praktikum sederhana terkait penentuan perubahan entalpi			✓
	3. Mampu mengembangkan suatu produk (Elaborasi)		✓	
	4. Mencari banyak alternatif atau arah yang berbeda-beda (Kelenturan)		✓	
Kelenturan	5. Melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi dengan kalorimeter dan melaporkan hasilnya.			✓
	6. Menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap.			✓
	7. Melakukan presentasi kelompok terkait hasil percobaan			✓
Jumlah skor		19		
Nilai		90		

Kelompok 5

Aspek Indikator Berpikir Kreatif	Capaian Pembelajaran: Menggunakan transformasi energi kimia dalam kehidupan sehari-hari termasuk termokimia dan elektrokimia	Nama : 2,9,11,12,17,23 Tanggal : 18/9/23		
	Tujuan Pembelajaran	PENILAIAN		
		1	2	3
Elaborasi	1. Mempersiapkan alat dan bahan KIT Praktikum		✓	
	2. Merancang pembuatan KIT praktikum sederhana terkait penentuan perubahan entalpi		✓	
	3. Mampu mengembangkan suatu produk (Elaborasi)		✓	
	4. Mencari banyak alternatif atau arah yang berbeda-beda (Kelenturan)	✓		
Kelenturan	5. Melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi dengan kalorimeter dan melaporkan hasilnya.		✓	
	6. Menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap.			✓
	7. Melakukan presentasi kelompok terkait hasil percobaan			✓
Jumlah skor		15		
Nilai		71		

Kelompok 6

Aspek Indikator Berpikir Kreatif	Capaian Pembelajaran: Menggunakan transformasi energi kimia dalam kehidupan sehari-hari termasuk termokimia dan elektrokimia	Nama : 13,18,20,21,30,36 Tanggal : 18/9/23		
	Tujuan Pembelajaran	PENILAIAN		
		1	2	3
Elaborasi	1. Mempersiapkan alat dan bahan KIT Praktikum			✓
	2. Merancang pembuatan KIT praktikum sederhana terkait penentuan perubahan entalpi		✓	
	3. Mampu mengembangkan suatu produk (Elaborasi)		✓	
	4. Mencari banyak alternatif atau arah yang berbeda-beda (Kelenturan)			✓
Kelenturan	5. Melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi dengan kalorimeter dan melaporkan hasilnya.		✓	
	6. Menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap.			✓
	7. Melakukan presentasi kelompok terkait hasil percobaan			✓
Jumlah skor		18		
Nilai		86		

4. *Project Based Learning*-Portofolio Produk

Kelompok 1

Aspek Penilaian	Indikator	Skor		
		1	2	3
Komponen Penilaian	Bahan		✓	
	Desain			✓
	Kesesuaian dengan materi			✓
	Keaslian Elaborasi		✓	✓
Jumlah skor		13		
Nilai		87		

Kelompok 2

Aspek Penilaian	Indikator	Skor		
		1	2	3
Komponen Penilaian	Bahan		✓	
	Desain		✓	
	Kesesuaian dengan materi			✓
	Keaslian Elaborasi		✓	✓
Jumlah skor		12		
Nilai		80		

Kelompok 3

Aspek Penilaian	Indikator	Skor		
		1	2	3
Komponen Penilaian	Bahan		✓	
	Desain			✓
	Kesesuaian dengan materi			✓
	Keaslian Elaborasi		✓ ✓	
Jumlah skor		12		
Nilai		80		

Kelompok 4

Aspek Penilaian	Indikator	Skor		
		1	2	3
Komponen Penilaian	Bahan		✓	
	Desain			✓
	Kesesuaian dengan materi			✓
	Keaslian		✓	
	Elaborasi			✓
Jumlah skor		13		
Nilai		87		

Kelompok 5

Aspek Penilaian	Indikator	Skor		
		1	2	3
Komponen Penilaian	Bahan		✓	
	Desain			✓
	Kesesuaian dengan materi			✓
	Keaslian		✓	
	Elaborasi		✓	
Jumlah skor		12		
Nilai		80		

Kelompok 6

Aspek Penilaian	Indikator	Skor		
		1	2	3
Komponen Penilaian	Bahan			✓
	Desain		✓	
	Kesesuaian dengan materi			✓
	Keaslian			✓
	Elaborasi			✓
Jumlah skor		14		
Nilai		93		

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama lengkap : Putri Farhah Kamilah
2. Tempat & Tgl. Lahir : Jepara, 8 April 2002
3. Alamat Rumah : Desa Troso, RT 05/ RW 03,
Kecamatan Pecangaan,
Kabupaten Jepara
4. HP : 082134558887
5. E-mail : putrifarhah3@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. RA Rhaudlatul Athfal
 - b. MI Matholi'ul Huda 01 Troso
 - c. MTs Matholi'ul Huda Troso
 - d. MA Matholi'ul Huda Troso

Semarang, 18 Desember 2023



Putri Farhah Kamilah

NIM: 2008076003