

**EFEKTIVITAS MODEL *PROJECT BASED*
LEARNING BERBASIS STEM TERHADAP
KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF
PESERTA DIDIK PADA MATERI
LAJU REAKSI**

SKRIPSI

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



Oleh : **SHOFIA NURUL FARHANA**

NIM : 1908076080

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

**EFEKTIVITAS MODEL *PROJECT BASED*
LEARNING BERBASIS STEM TERHADAP
KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF
PESERTA DIDIK PADA MATERI
LAJU REAKSI**

SKRIPSI

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



Oleh : **SHOFIA NURUL FARHANA**

NIM : 1908076080

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

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Shofia Nurul Farhana

NIM : 1908076080

Program Studi : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

"Efektivitas Model *Project Based Learning* Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik Pada Materi Laju Reaksi"

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

Semarang, 23 Juni 2025

Pembuat Pernyataan



Shofia Nurul Farhana

NIM. 1908076080



PENGESAHAN

Naskah Skripsi berikut ini:

Judul : **EFEKTIVITAS MODEL PROJECT BASED LEARNING BERBASIS STEM TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF PESERTA DIDIK PADA MATERI LAJU REAKSI**

Nama : Shofia Nurul Farhana

NIM : 1908076080

Jurusan : Pendidikan Kimia

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam ilmu Pendidikan Kimia

Semarang, 13 Juli 2025

DEWAN PENGUJI

Penguji I/Ketua Sidang

Penguji II/Sekretaris Sidang

Fachr Hakim, M.Pd
NIP. 19910803202321102

Hana Misrochan, S.Si., M.Pd
NIP. 198608282019032009

Penguji III

Penguji IV

Teguh Wibowo, M.Pd
NIP. 198611102019031011

Mar'attus Solihati, M.Pd
NIP. 198908262019032009

Petroning

Fachr Hakim, M.Pd
NIP. 199108032023211021

NOTA DINAS

Semarang, 23 Juni 2025

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

Assalamu'alaikum wr.wb.

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

Judul : Efektivitas Model *Project Based Learning*
Berbasis STEM Terhadap Keterampilan
Berpikir Kreatif Peserta Didik Pada Materi
Laju Reaksi

Nama : Shofia Nurul Farhana

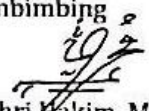
NIM : 1908076080

Program Studi : Pendidikan Kimia

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

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Pembimbing



Fachri Hakim, M.Pd.

NIP. 199108032023211021

ABSTRAK

Judul : Efektivitas Model *Project Based Learning* Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik Pada Materi Laju Reaksi
Penulis : Shofia Nurul Farhana
NIM : 1908076080

Rendahnya keterampilan berpikir kreatif peserta didik di MAN Demak disebabkan karena beberapa hal seperti pembelajaran kimia berpusat pada guru sehingga peserta didik kurang dilibatkan secara aktif. Pembelajaran lebih mengedepankan menghafal, menerima penyampaian guru dan terbatasnya penyampaian gagasan dan pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran. Pembelajaran yang dilandaskan kegiatan proyek dengan pendekatan STEM menjadi salah satu cara dalam mengembangkan keterampilan berpikir kreatif. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efektivitas model pembelajaran PjBL berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif. Penelitian ini menggunakan *nonequivalent control group design*. Penelitian ini dilakukan di MAN Demak. Pengambilan sampel menggunakan *cluster random sampling* didapatkan kelas XI F 2 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI F 5 sebagai kelas kontrol. Teknik pengambilan data menggunakan wawancara, tes, dan dokumentasi. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan skor rata-rata *posttest* kelas eksperimen sebesar 82,58 lebih baik dibandingkan kelas kontrol dengan skor 73,51. Berdasarkan hasil uji *independent sample t-test* diperoleh nilai signifikansi 0,002, ($P < 0,005$) maka diambil keputusan H_0 ditolak dan H_a diterima sehingga disimpulkan PjBL berbasis STEM efektif terhadap keterampilan berpikir kreatif. Hasil uji *effect size* didapat hasil *Cohen's* sebesar 0,9 yang berarti pengaruh model pembelajaran PjBL berbasis STEM termasuk dalam kategori tinggi.

Kata kunci: Keterampilan Berpikir Kreatif, Laju Reaksi, *Project Based Learning*, STEM

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT atas kelimpahan rahmat, hidayah serta inayahNya sehingga penelii dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik dan lancar. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang selalu dinantikan syafa'atnya di hari kiamat nanti.

Dengan selesainya skripsi ini, peneliti menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
2. Ibu Wirda Udaibah, M.Si., selaku Ketua Prodi Pendidikan Kimia.
3. Bapak Fachri Hakim, M.Pd. selau Dosen Pembimbing yang selalu memberikan bimbingan dan dorongan sehingga skripsi ini selesai dengan baik.
4. Bapak Teguh Wibowo, M.Pd. selaku Wali Dosen yang selalu memberikan dukungan untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
5. Bapak H. Nur Kamsan, S.Ag., M.Pd. selaku Kepala MAN Demak yang telah memberikan izin penelitian.

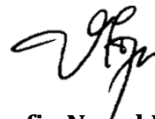
6. Ibu Hj. Azza Khisnu Addiani, M.Pd. selaku guru kimia MAN Demak yang selalu memberikan arahan dan bimbingan selama penelitian di sekolah.
7. Segenap Dosen Pendidikan Kimia yang telah membekali banyak pengetahuan selama kuliah di UIN Walisongo Semarang.
8. Bapak Ahmad Ghufro dan Ibu Nurmaesah selaku orang tua yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan, motivasi, serta do'a yang tiada henti hingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi dengan baik.
9. Kakakku Mas Abda Lail Isro, Mas Ali Faiz Al Hasan, Mba Lum'iyatun Bahiyah, Mba Ainur Rohmah dan keponakanku semua yang selalu memberikan do'a, dan motivasi sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan baik.
10. Dinar Qothrun Nada sahabat seperjuangan yang telah banyak membantu penulis dan memberi dukungan dalam pengerjaan tugas akhir.
11. Etik Zakiyah dan Tsurayya, teman seperjuangan yang banyak membantu, member support dan menemani di perantauan.
12. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT membalas semua amal kebaikan mereka.

Penulis menyadari skripsi ini masih belum sempurna sehingga mengahrap kritik dan saran yang membangun bagi semua pihak untuk menyempurnakan pada karya tulis berikutnya. Penulis berharap semoga skripsi ini memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya. *Aamiin Yaa Rabbal'Alamin*

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Semarang, 23 Juni 2025

Penulis



Shofia Nurul Farhana

NIM. 1908076080

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	7
C. Pembatasan Masalah	7
D. Rumusan Masalah.....	8
E. Tujuan Penelitian	8
F. Manfaat Penelitian.....	8
BAB II	11
A. Kajian Teori	11
B. Kajian Penelitian yang Relevan	32
C. Kerangka Berpikir.....	35
D. Hipotesis Penelitian	37
BAB III.....	38
A. Jenis Penelitian.....	38
B. Tempat dan Waktu Penelitian	39
C. Populasi dan Sampel Penelitian	39
D. Definisi Operasional Variabel.....	40

E.	Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....	41
F.	Validitas dan Reliabilitas Instrumen.....	42
G.	Teknik Analisis Data	48
BAB IV		55
A.	Deskripsi Hasil Peneliitian	55
B.	Hasil Uji Hipotesis.....	66
C.	Pembahasan	71
D.	Keterbatasan Penelitian	90
BAB V		92
A.	Simpulan	92
B.	Implikasi	92
C.	Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA		94
LAMPIRAN-LAMPIRAN		103
RIWAYAT HIDUP		253

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kompetensi Dasar dan Indikator	32
Tabel 3.1	Desain nonequivalent control group	47
Tabel 3.2	Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data	49
Tabel 3.3	Kategori Validitas Isi	51
Tabel 3.4	Konversi Tingkat Pencapaian	54
Tabel 3.5	Kategori <i>Range</i> Daya Beda	55
Tabel 3.6	Kategori <i>Cohen's Effect Size</i>	
Tabel 3.7	Kategori Tingkat N-Gain	59
Tabel 3.8	Persentase Kategori Keterampilan Berpikir Kreatif	60
Tabel 4.1	Indikator Berpikir Kreatif pada Soal	62
Tabel 4.2	Hasil Uji Validitas Instrumen Tes	64
Tabel 4.3	Hasil Uji Tingkat Kesukaran Instrumen Tes	65
Tabel 4.4	Hasil Uji Daya Pembeda Instrumen Tes	66
Tabel 4.5	Rekapitulasi Instrumen Tes	66
Tabel 4.6	Uji Normalitas Populasi	
Tabel 4.7	Hasil <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen dan Kontrol	67
Tabel 4.8	Hasil <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen dan Kontrol	69
Tabel 4.9	Uji Normalitas <i>Pretest</i> Sampel	70
Tabel 4.10	Uji Normalitas <i>Posttest</i> Sampel	70
Tabel 4.11	Persentase Ketercapaian Keterampilan Berpikir Kreatif per Indikator Kelas Eksperimen	73
Tabel 4.12	Persentase Ketercapaian Keterampilan Berpikir Kreatif per Indikator Kelas Kontrol	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Perbandingan Konsentrasi Zat Pereaksi	33
Gambar 2.2	Perbandingan Pengaruh Luas Permukaan	37
Gambar 2.3	Perbandingan Pengaruh Suhu	38
Gambar 2.4	Grafik Hubungan Laju Reaksi dan Energi dengan Katalis dan Tanpa Katalis	39
Gambar 2.5	Bagan Kerangka Berpikir Efektivitas Pembelajaran PjBL berbasis STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif	43
Gambar 4.1	Diagram Batang Nilai Rata-Rata <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Pada Kelas Eksperimen dan Kontrol	81
Gambar 4.2	Presentase KKM Kelas Kontrol dan Eksperimen	82
Gambar 4.3	Presentase N-Gain Setiap Indikator Berpikir Kreatif	82
Gambar 4.4	Presentase <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen Setiap Indikator Berpikir Kreatif	83
Gambar 4.5	Presentase <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Kelas Kontrol Setiap Indikator Berpikir Kreatif	83
Gambar 4.6	Hasil Rata-Rata uji N-Gain Kelas Eksperimen dan Kontrol	89

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Modul Ajar Eksperimen	99
Lampiran 2	Modul Ajar Kontrol	116
Lampiran 3	Lembar dan Transkrip Wawancara	128
Lampiran 4	Kisi-Kisi Instrumen Tes	130
Lampiran 5	Uji Coba Soal	150
Lampiran 6	Rubrik Penskoran	158
Lampiran 7	Validasi Ahli	162
Lampiran 8	Hasil Validitas, Reliabilitas, Daya Sukar, Daya Pembeda	171
Lampiran 9	Hasil Uji Populasi	174
Lampiran 10	LKPD	175
Lampiran 11	Lembar Soal Peserta Didik	209
Lampiran 12	Jawaban Peserta Didik	213
Lampiran 13	Jawaban LKPD	215
Lampiran 14	Nilai Hasil Penelitian	216
Lampiran 15	Hasil Normalitas, Homogenitas, Uji <i>t</i> , <i>Effect Size</i>	219
Lampiran 16	Presentase Indikator Berpikir Kreatif	223
Lampiran 17	Hasil Poster Peserta Didik	231
Lampiran 18	Surat Izin Penelitian	232
Lampiran 19	Surat Penelitian	233
Lampiran 20	Dokumentasi	234

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Tantangan guru dalam menghadapi revolusi industri 4.0 berdampak pada perubahan strategi dan pendekatan dalam pembelajaran. Perubahan ini bertujuan untuk membangun konsep pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan abad ke-21, yaitu 4C berpikir kritis, kreativitas dan inovasi, kolaborasi serta komunikasi (Redhana, 2019). Guru bertanggung jawab dalam menciptakan lingkungan yang kondusif guna mendukung proses belajar optimal dan efektif (Mu'minah, 2021).

Kurikulum merdeka menegaskan pentingnya pembelajaran berpusat pada peserta didik, memberikan keleluasan guru untuk menyesuaikan proses pembelajaran (Nurzen, 2022). Makna merdeka belajar yakni memberikan kebebasan guru dan peserta didik dalam berpikir, beinisiatif, berkreasi serta berkembang secara mandiri sesuai dengan bakat, minat serta pertumbuhan fisik dan psikologisnya (Qotimah dan Rusman, 2024).

Keterampilan kurikulum merdeka menanamkan potensi peserta didik yang kreatif. Berpikir kreatif menjadi poin penting dalam menghadapi perubahan zaman. Menurut Artikasari dan Saefudin (2017) berpikir kreatif

merupakan suatu cara dalam menghadapi masalah, sehingga mampu menciptakan peserta didik yang terampil. Berpikir kreatif mampu menciptakan suasana belajar yang aktif karena peserta didik terlibat dalam proses pengembangan pembelajaran.

Wahid dan Purnomo (2020) menyatakan bahwa hal yang mampu menghambat dalam berpikir kreatif merupakan pembelajaran yang pasif dan pembelajaran yang masih berpaku pada buku sehingga peserta didik kurang berkembang dalam fokus dan mengeksplor lingkungan sekitar. Salah satu aspek yang tidak kalah penting dari pentingnya berpikir kreatif yakni kepercayaan diri. Sehingga pentingnya keterampilan berpikir pada peserta didik sangat penting dalam dunia sains.

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan di MAN Demak pada tanggal 12 Desember 2024, diketahui bahwa kegiatan pembelajaran kimia masih menggunakan metode konvensional, pembelajaran masih didominasi oleh guru dan belum berpusat pada peserta didik. Model pembelajaran konvensional atau satu arah menghambat peserta didik dalam penyampaian pendapat atau bertanya pada guru. Peserta didik yang hanya mengikuti dan menerima sesuai dengan yang disampaikan oleh pendidik, kurang dalam mengembangkan ide-ide atau gagasan baru

pada materi pembelajaran. Hal ini menyebabkan peserta didik melupakan materi yang telah diajarkan pada pertemuan selanjutnya.

Melalui wawancara pada 36 peserta didik MAN Demak, diketahui bahwasannya dalam proses belajar mengajar mengedepankan kemampuan menghafal dibanding pemahaman konseptual sehingga keterampilan dalam berpikir kreatif peserta didik masih terbilang kurang. Hal ini disebabkan karena pendidik belum memfasilitasi peserta didik dalam memberikan gagasan atau opini selain gagasan yang telah dijelaskan maupun yang tertulis dalam buku, seperti soal ulangan harian dan latihan soal yang diberikan dalam bentuk pilihan ganda yang hanya mengacu pada satu jawaban benar. Guru dalam proses belajar mengajar juga belum mengajarkan dengan model pembelajaran berbasis proyek atau melaksanakan perencanaan percobaan yang dapat membawa peserta didik dalam mengembangkan proses berpikir kreatif peserta didik (Mardatillah dan Kristayulita, 2024).

Laju reaksi dalam pembelajaran kimia di MAN Demak menjadi salah satu materi yang sulit. Capaian belajar peserta didik tahun pelajaran 2023/2024 masih berada dibawah standar ketuntasan minimal yaitu 76 dengan rerata 68. Menurut guru MAN Demak, peserta didik

mengalami kesulitan pada pemahaman teori tumbukan dan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi. Karakteristik materi ini menuntut peserta didik tidak hanya menghafal, tetapi juga untuk memahami melalui pengalaman langsung dan kegiatan eksperimental (Nurkholik dan Yonata, 2020). Hal ini berimplikasi pada lemahnya penguasaan konsep dan kurang berkembangnya keterampilan berpikir kreatif.

Solusi untuk meningkatkan berpikir kreatif adalah menerapkan model *Project Based Learning* (PjBL). Model pembelajaran PjBL adalah kurikulum yang merencanakan pembelajaran dalam mencapai tujuan pendidikan dimana pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, PjBL adalah model pembelajaran yang menginisiasi peserta didik dengan menghadirkan suatu proyek yang perlu dirancang oleh peserta didik. Selama proses pembelajaran berbasis proyek peserta didik menggunakan masalah menjadi langkah awal untuk mengumpulkan dan mengintegrasikan informasi yang telah didapatkan secara nyata (Triana dan Anggraito 2020). PjBL merupakan strategi pembelajaran yang harus dimiliki peserta didik dengan membangun pengetahuan sendiri dan pemahaman baru melalui berbagai bentuk representasi (Nurfaijah dan Sumarni 2021). Model pembelajaran PjBL cocok diterapkan di MAN Demak karena proses pembelajaran dengan membangun

pengetahuan dan melaksanakan proyek atau percobaan dalam belajar mengajar sehingga pembelajaran menjadi aktif antara peserta didik dan guru. Hal ini dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif.

Pembelajaran dengan berbasis proyek memiliki peranan penting dalam mengintegrasikan program *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM). Pembelajaran PjBL-STEM sesuai dengan tuntutan revolusi industri 4.0. Carlisle dan Weaver (2018) menyatakan bahwa pembelajaran STEM memiliki keunggulan, yakni: mampu menghilangkan batas pemisah antara subjek sains, teknologi, teknik dan matematika, meningkatkan literasi dan keterampilan sains, mengembangkan SDM sesuai pada abad 21 seperti, berpikir kreatif, kolaborasi, komunikasi, dan mengembangkan kreativitas, meningkatkan motivasi belajar melalui pembelajaran berbasis masalah kontekstual.

PjBL-STEM merupakan teori pembelajaran berbasis proyek yang diintegrasikan dengan STEM. Pendekatan STEM merupakan metode yang sulit, sehingga pendekatan STEM yang cocok yakni dengan pendekatan *embedded* (tertanam). PjBL-STEM memiliki karakteristik yakni, *student centered*/berpusat pada peserta didik, belajar melalui pengalaman, menghasilkan produk, pembelajaran

kelompok, kooperatif, pembelajaran dengan proyek, proyek sesuai dengan dunia nyata, teknik merupakan skill utama pembelajaran PjBL-STEM, guru berperan dalam fasilitator (Capraro et al., 2013).

Pentingnya pembelajaran model PjBL dengan pendekatan STEM pada penelitian ini karena peserta didik MAN Demak kurangnya implementasi pada kehidupan sehari-hari dan masalah pada lingkungan sekitar dan juga kurang dalam pemanfaatan teknologi pada proses belajar mengajar. STEM tidak hanya sekedar untuk mengerti konsep saja namun juga memahami konsep-konsep sains dan kaitannya pada teknologi, teknik dan matematika untuk menemukan solusi pada permasalahan di dunia nyata (Sumarni et al., 2019). Pemanfaatan teknologi dalam proses belajar mengajar meningkatkan kualitas peserta didik dan mengasah kreativitas peserta didik. Sehingga proses STEM dengan pembuatan poster. Berdasarkan cakupan latar belakang diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul ***“Efektivitas Model Project Based Learning Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik Pada Materi Laju Reaksi”***.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka didapat identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Proses Pembelajaran di MAN Demak menerapkan pembelajaran konvensional, sehingga aktivitas pembelajaran cenderung bersifat pasif.
2. Peserta didik lebih mengedepankan menghafal sehingga kurang memahami materi.
3. Keterampilan berpikir kreatif peserta didik kurang dilatih karena menerapkan pembelajaran *teacher centered*.
4. Peserta didik membutuhkan pembuktian melalui percobaan dalam memahami materi.

C. Pembatasan Masalah

Setiap pembahasan masalah dilakukan dengan maksud untuk mengidentifikasi beberapa penyimpangan pokok dari masalah untuk membuat penyelidikan lebih menyeluruh dan memfasilitasi kesimpulan dari penyelidikan.

1. Model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM diterapkan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif.
2. Proyek pembelajaran hanya dilaksanakan pada materi laju reaksi.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana efektivitas model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif pada materi laju reaksi di MAN Demak?

E. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM di MAN Demak guna meningkatkan keterampilan berpikir kreatif pada materi laju reaksi.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat teoretis

Diharapkan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis proyek berbasis STEM akan membantu perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang sains, dengan meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa. Selain itu, diharapkan bahwa temuan penelitian ini akan memperluas pengetahuan dan memberikan informasi yang bermanfaat bagi peneliti lain yang ingin meneliti topik serupa. Selain itu, temuan ini akan berfungsi sebagai referensi untuk pengembangan penelitian serupa di masa mendatang.

2. Manfaat Praktis

a. Manfaat bagi peserta didik

- 1) Memberikan pengalaman yang bermakna melalui kegiatan praktikum atau pembelajaran melalui percobaan secara langsung.
- 2) Meningkatkan keterampilan berpikir kreatif.
- 3) Meningkatkan pemanfaatan teknologi untuk hal-hal yang bermanfaat.
- 4) Meningkatkan minat peserta didik terhadap mata pelajaran kimia sehingga proses pembelajaran tidak terbatas pada kegiatan menghafal semata.

b. Manfaat bagi guru

- 1) Sebagai acuan dalam mengimplementasikan model pembelajaran PjBL-STEM dalam upaya mengoptimalkan keterampilan berpikir kreatif.
- 2) Sebagai solusi menerapkan pembelajaran melalui percobaan sekalipun keterbatasan pada alat dan bahan.

c. Bagi sekolah

Digunakan sebagai landasan dalam menyusun bahan ajar, dengan mempertimbangkan pemilihan

model dan pendekatan efektif guna menciptakan proses pembelajaran bermutu.

d. Bagi peneliti

Menghadirkan pengalaman langsung dalam memahami strategi pengembangan keterampilan berpikir kreatif berdasarkan aplikasi model pembelajaran PjBL-STEM pada tahap observasi.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Efektivitas

Kata "efektif" merujuk pada sejauh mana suatu tujuan dapat dicapai secara optimal. Efektivitas pembelajaran dalam pendidikan dapat didefinisikan sebagai perubahan cara siswa melihat pelajaran dari yang sulit menjadi lebih mudah dipahami selama proses pembelajaran yang dilakukan oleh guru atau pendidik (Fadila et al., 2020). Efektivitas pembelajaran berfungsi sebagai tolak ukur keberhasilan pencapaian tujuan pembelajaran, yang didasarkan pada kualitas interaksi antara guru dan peserta didik maupun antar peserta didik selama berlangsungnya proses pembelajaran.

Rohmawati (2015) suatu pembelajaran dapat dikatakan efektif apabila tercipta interaksi dua arah yang mendukung tercapainya tujuan pembelajaran. Keefektifan model pembelajaran berperan sebagai indikator dalam menilai keberhasilan proses belajar mengajar. Selain itu, efektivitas tersebut juga dipengaruhi oleh kesesuaian model pembelajaran yang diterapkan dengan kondisi lingkungan sekolah,

ketersediaan media pembelajaran, serta sarana dan prasarana pendukung lainnya (Fadila et al., 2020).

2. Project Based Learning

Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) mendorong peserta didik untuk terlibat aktif dalam kegiatan belajar saat menyelesaikan proyek. Model ini adalah salah satu strategi pembelajaran yang mendorong peserta didik untuk mengembangkan pengetahuan dan pemahaman baru secara mandiri melalui berbagai representasi dan pengalaman belajar yang bermakna (Nurfaijah dan Sumarni 2021).

a. Karakteristik PjBL

Model pembelajaran berbasis proyek akan melibatkan peserta didik secara aktif dengan menyelesaikan suatu masalah serta memberikan kesempatan untuk membangun pengetahuan secara mandiri dan menghasilkan produk yang bermakna (Trianto, 2017). Akan tetapi, tidak semua dapat dikatakan PjBL meskipun pembelajaran tersebut melibatkan peran aktif peserta didik dalam menjalankan suatu proyek. 5 kriteria pembelajaran dinamakan PjBL yakni memusatkan pembelajaran, mengarahkan pertanyaan, observasi

konstruktivisme, kemandirian, realistik (Thomas, 2000).

- 1) Proyek dalam PjBL dirancang untuk mendorong peserta didik memahami konsep dan prinsip inti mata pelajaran melalui pemecahan masalah atau pertanyaan terbuka. Proyek harus menghubungkan aktivitas dengan pengetahuan konseptual yang relevan.
- 2) Proyek dalam PjBL melibatkan penyelidikan konstruktivis, seperti perancangan, pengambilan keputusan, penemuan, atau pemecahan masalah. Inti kegiatan harus mendorong peserta didik membangun pengetahuan dan keterampilan baru.
- 3) Proyek dalam PjBL berorientasi pada kemandirian peserta didik, bukan berpusat pada guru. PjBL menekankan inisiatif, pilihan fleksibilitas waktu dan tanggung jawab belajar yang lebih besar dibandingkan metode pembelajaran konvensional.
- 4) Proyek dalam PjBL dirancang agar realistik dan mencerminkan situasi dunia nyata. Keautentikan terlihat dari konteks, peran peserta didik, jenis tugas produk yang

dihasilkan dan kriteria penilaian. PjBL menekankan pemecahan masalah nyata yang relevan dan dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

b. Manfaat Model PjBL

Pelaksanaan model Project Based Learning (PjBL) memerlukan analisis yang mendalam serta kemampuan berpikir tingkat tinggi. Oleh karena itu, peserta didik dapat memperoleh berbagai manfaat dari penerapan pembelajaran PjBL, di antaranya adalah sebagai berikut.

- 1) Peserta didik mampu mencapai keterampilan serta pengetahuan baru.
- 2) Peserta didik dapat meningkatkan kemampuan dalam menyelesaikan permasalahan.
- 3) Peserta didik menghasilkan sebuah proyek berdasarkan permasalahan kompleks.
- 4) Mengembangkan dan meningkatkan kompetensi keterampilan peserta didik dalam mengelola sumber, alat dan bahan guna mendukung keberhasilan penyelesaian proyek (Nindi, 2023).

3. STEM

a. Pengertian STEM

Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) merupakan suatu pendekatan dalam pembelajaran yang memungkinkan keterkaitan antara konsep-konsep akademik dengan penerapannya dalam kehidupan nyata. STEM mulai diperkenalkan pada tahun 2001 dari seorang ahli biologi asal Amerika, Judith Ramaley (Priatna, 2021). Untuk lebih memahami makna STEM, maka dapat dipaparkan setiap hurufnya seperti dipaparkan oleh Kurniawan (2021).

- 1) S-Sains merupakan seluruh yang berhubungan dengan alam. Berdasarkan KBBI, sains adalah hasil pemahaman sistematis terhadap alam dan dunia fisik yang diperoleh dengan observasi, eksperimen dan kajian ilmiah. Hal ini menunjukkan pengetahuan sains dijadikan dasar teknologi melalui uji coba dan pengamatan.
- 2) T-Teknologi merupakan segala proses yang digunakan dari alam atau dunia dalam memenuhi kebutuhan manusia dalam hidupnya. Menurut *American Association for*

the Advancement of Science's (AAAS)

memberikan pandangan bahwa teknologi adalah suatu alat bantu dalam memperluas kemampuan manusia menjadi lebih mudah dan meningkatkan kualitas hidup.

3) *E-Engineering* adalah keilmuan yang didapat dari pembelajaran sains dan matematika melalui pengalaman dan praktik. Sehingga hasil dari pengetahuan dapat diterapkan untuk mengembangkan dan memanfaatkan bahan-bahan alam secara ekonomis.

4) *M-Mathematic* merupakan ilmu mengenai pola dan hubungan. Berdasarkan KBBI, matematika merupakan suatu ilmu mengenai bilangan, asosiasi antar bilangan serta prosedur sistematis guna menyelesaikan masalah terkait bilangan. Jadi, matematika adalah jembatan penghubung antara sains, teknik dan teknologi.

Pembelajaran berbasis STEM memungkinkan peserta didik untuk mengaplikasikan pengetahuan di bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika. Dengan demikian, terjalin keterkaitan antara pembelajaran di sekolah dengan kehidupan di lingkungan masyarakat serta dunia kerja.

b. Tujuan dan Hakikat STEM

Integrasi pendidikan STEM di Indonesia berawal dari hasil survei literasi PISA tahun 2006 dalam bidang bahasa, sains, dan matematika yang menunjukkan capaian yang kurang memuaskan. Pendekatan STEM bertujuan untuk mendorong peserta didik agar mampu menyelesaikan permasalahan secara mandiri melalui pemikiran yang kreatif. Di sisi lain, pendidikan sains berperan dalam mengoptimalkan daya saing global melalui pemanfaatan ilmu pengetahuan dan inovasi teknologi, serta mendorong pengembangan pemahaman yang terintegrasi dalam kehidupan masyarakat (Lail Isro, 2021).

Hakikat dari pendidikan STEM adalah menggabungkan ilmu sains, teknologi, teknik, dan matematika ke dalam satu kesatuan disiplin ilmu yang terintegrasi dalam sistem pembelajaran di sekolah. Sehingga disiplin STEM menyiapkan peserta didik setelah selesai di dunia persekolahan dan siap di masyarakat. Selain untuk disiplin, hakikat STEM juga mampu menjadikan peserta didik berkesempatan dalam memahami lingkungan,

dan fenomena alam dalam kehidupan (Nurfaijah dan Sumarni 2021).

c. Pembelajaran STEM

Pembelajaran STEM tidak akan bermakna jika unurnya saling berdiri sendiri. Pembelajaran berbasis STEM seharusnya mengembangkan pendekatan yang terintegrasi antar empat unsur utama sains, teknologi, teknik, dan matematika dengan menitik beratkan pada pendidikan yang berorientasi pada pemecahan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari.

Pembelajaran STEM diharapkan mampu menghasilkan 7 keterampilan bagi peserta didik, meliputi berpikir kritis, belajar mandiri, literasi digital, kreativitas, kolaborasi dan komunikasi dalam belajar, refleksi diri dan penyelesaian masalah. Diharapkan 7 kemampuan dalam diri peserta didik dapat muncul apabila pembelajaran STEM disusun dengan baik dan efektif.

Ketujuh kemampuan tersebut memiliki peluang untuk dieksplorasi dan dikembangkan dari diri peserta didik melalui penerapan metode pembelajaran berbasis STEM. Beberapa pendekatan yang dapat digunakan antara lain

adalah pembelajaran berbasis proyek (Project Based Learning), pembelajaran berbasis inkuiri, dan pembelajaran berbasis masalah (Problem Based Learning) (Kurniawan, 2021).

d. Pendekatan Pendidikan STEM Terpadu/Terintegrasi

Pendekatan terpadu yakni pendekatan dalam STEM yang dapat dikatakan kembali pada hakikat STEM, yakni adanya integrasi pada masing-masing dari keempat komponen STEM. Pendekatan terintegrasi, bidang STEM diajarkan dengan pembelajaran yang terlibat dalam suatu objek. Integrasi ini dapat dilakukan pada minimal 2 komponen bidang (Priatna, 2021).

e. PjBL STEM

Project Based Learning (PjBL) adalah suatu bentuk model pembelajaran, sedangkan STEM yakni strategi pembelajaran. Tahapan pembelajaran PjBL-STEM menurut Laboy Rush dalam penelitian (Priatna, 2021) yakni.

1) *Reflection*

Mengajak peserta didik pada konteks permasalahan dan memberikan inspirasi peserta didik untuk mencari tahu.

2) *Research*

Guru memberikan pembelajaran sains, bacaan atau metode lain guna mendukung pengumpulan informasi yang relevan. Peserta didik mencari tahu pemahaman abstrak dari masalah. Guru membimbing diskusi peserta didik guna menentukan peserta didik telah mengembangkan pemahaman konsep dan relevan pada proyek.

3) *Discovery*

Tahap penemuan melibatkan proses menjembatani kegiatan riset dan informasi penyusunan suatu proyek. Pada tahap ini, peserta didik akan menghadirkan solusi atas permasalahan, saling bekerjasama dan berkolaborasi.

4) *Application*

Tahap menguji produk atau solusi permasalahan. Pengujian produk dilakukan oleh peserta didik berdasarkan dengan ketentuan yang telah ditetapkan. Peserta didik menghubungkan permasalahan dalam STEM.

5) *Communication*

Mengkomunikasikan proyek atau solusi permasalahan kepada antar teman sekelas. Komunikasi penting dalam pembelajaran guna mengetahui kemampuan menerima dan menerapkan umpan balik.

PjBL berbasis STEM merupakan model pembelajaran berbasis proyek yang dipadukan dengan prinsip-prinsip STEM. Mengingat pendekatan STEM tergolong kompleks, maka pendekatan yang dinilai paling sesuai adalah pendekatan *embedded* (tertanam), di mana guru memilih materi utama lalu mengaitkannya dengan materi lain yang relevan secara terintegrasi. Salah satu mata pelajaran yang tepat untuk diterapkan dengan model PjBL berbasis STEM adalah kimia, khususnya pada topik laju reaksi.

PjBL berbasis STEM memiliki karakteristik yakni. 1) *student centered*/berpusat pada peserta didik; 2) belajar melalui pengalaman; 3) menghasilkan produk; 4) pembelajaran kelompok, kooperatif; 5) pembelajaran dengan proyek; 6) proyek sesuai dengan dunia nyata; 7) teknik

merupakan skill utama pembelajaran PjBL berbasis STEM; 8) guru berperan dalam fasilitator.

4. Keterampilan Berpikir Kreatif

a. Keterampilan Berpikir Kreatif

Keterampilan merupakan kemampuan yang dimiliki setiap manusia untuk melaksanakan hal dengan baik. Keterampilan dapat berkembang dengan baik apabila diasah dan dilatih. Keterampilan pada kurikulum merdeka merupakan aspek penilaian selain pada penilaian kognitif dan afektif (Kemendibudristek, 2022). Aspek keterampilan terdapat 4 keterampilan berpikir peserta didik yakni *critical thinking* (berpikir kritis), *communication* (komunikasi), *collaboration* (kolaborasi), *creative thinking* (berpikir kreatif). Salah satu yang harus ditingkatkan pada kurikulum merdeka yakni berpikir kreatif (Utary & Anwar, 2023).

“*Create*” merupakan asal kata kreatif dari bahasa Inggris dengan arti menciptakan, membuat atau mewujudkan buah pikiran serta perasaan sehingga menciptakan suasana baru. Berpikir kreatif dapat diartikan secara umum sebagai upaya dapat memahami hal maupun realitas yang dapat

berupa fakta untuk sampai pada sebuah kesimpulan. Keterampilan berpikir kreatif merupakan kemampuan untuk mengembangkan dan menghasilkan gagasan-gagasan baru dan dapat melihat suatu masalah dengan sudut pandang berbeda (Mamahit et al., 2020).

Pengembangan kemampuan berpikir kreatif tidak dapat dicapai secara optimal melalui model pembelajaran konvensional yang berpusat pada guru dan bersifat satu arah. Menurut Nurlaela dan Ismayati (2015) keterampilan berpikir kreatif terdapat empat pilar atau komponen pendekatan ilmiah, diantaranya:

- 1) *Associating*, keterampilan menghubungkan berbagai perspektif dari disiplin-disiplin berbeda sehingga membentuk gagasan kreatif.
- 2) *Questioning*, memunculkan pertanyaan-pertanyaan untuk memunculkan gagasan baru dan kreatif.
- 3) *Observing*, keterampilan observasi sehingga menimbulkan ide-ide baru.
- 4) *Experimenting*, melakukan berbagai percobaan dan tidak takut gagal untuk menemukan hal yang ingin diketahui.

b. Aspek dan Indikator Berpikir Kreatif

Kreativitas pencetus ide baru, inovatif solusi pada penyelesaian masalah pertama kali diperkenalkan oleh Torrance. Aspek dan indikator berpikir kreatif menurut Torrance dalam (Nurlaela dan Ismayati, 2015), adalah:

- 1) Kelancaran (*fluency*), yaitu kemampuan dalam mengemukakan beragam ide secara orisinal.
- 2) Keluwesan (*flexibility*), yaitu kemampuan dalam memecahkan masalah dilihat dari berbagai macam cara dengan kreasi yang berbeda atau dilihat dari berbagai sudut pandang.
- 3) Keaslian atau orisinalitas (*originality*), yaitu kemampuan dalam mengagaskan suatu ide dengan kabaharuan yang unik dan tidak bersifat konvensional.
- 4) Penguraian (*elaboration*), yaitu kemampuan dalam menjelaskan faktor pengaruh secara jelas dan mendalam pada setiap pemikiran sehingga lebih kompleks.

Berdasarkan uraian diatas, dapat disimpulkan keempat indikator berpikir kreatif dapat memberikan pandangan mengenai proses kreatif.

Proses kreatif mampu membantu peserta didik dalam menyelesaikan masalah-masalah tertentu pada lingkungan sekitar. Beberapa indikator dapat digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif pada penyelesaian masalah tertentu, misalnya hal ini pada bidang kimia khususnya materi laju reaksi.

c. Ciri-Ciri Berpikir Kreatif

Hasil dari kreativitas akan selalu bersifat baru, berguna dan juga mudah untuk dimengerti atau dipahami. Menurut Manurung, Halim, dan Rosyid (2020) ciri berpikir kreatif yakni, (1) mampu mengembangkan gagasan sederhana; (2) memiliki rasa ingin tahu yang tinggi; (3) mampu menghubungkan dan mengintegrasikan berbagai konsep yang berbeda; (4) mampu menghasilkan ide dalam waktu singkat; (5) responsif dan mandiri; (6) berani mengambil risiko; dan (7) mampu bekerja secara rinci dan sistematis.

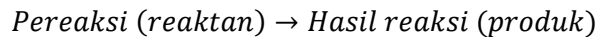
5. Laju Reaksi

a. Pengertian Laju Reaksi

Laju reaksi merupakan ukuran perubahan konsentrasi reaktan atau produk dalam suatu reaksi kimia per satuan waktu. Semakin lambat

suatu reaksi berlangsung, maka jumlah molekul reaktan yang tersisa akan semakin sedikit, sementara jumlah molekul produk yang dihasilkan akan semakin banyak (Chang, 2005).

Adapun persamaan reaksi dari perubahan kimia suatu pereaksi (reaktan) menjadi hasil reaksi (produk) dapat dinyatakan sebagai berikut:



Molekul pada reaktan akan semakin berkurang selama reaktan beraksi, sementara semakin banyak molekul produk yang terbentuk dalam jangka waktu tertentu (Sudarmo, 2017).

laju reaksi merupakan besaran perubahan konsentrasi terhadap waktu. Maka sebab itu, laju reaksi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Laju} = \frac{\text{perubahan konsentrasi}}{\text{waktu reaksi}}$$

Konsentrasi zat yang bereaksi dinyatakan dengan satuan mol per liter (mol. L^{-1}) atau molaritas (M). Sedangkan satuan waktu reaksi (dt). Sehingga satuan besaran laju reaksi adalah mol per liter per detik ($\text{mol. L}^{-1} \cdot \text{dt}^{-1}$ atau M. dt^{-1}).

Jika diketahui persamaan reaksi $A + B \rightarrow AB$. Maka laju reaksi dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$v = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[AB]}{\Delta t}$$

Keterangan:

v = laju reaksi (M. detik⁻¹)

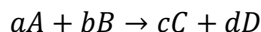
$\Delta[A]$ = konsentrasi reaktan (M)

$\Delta[B]$ = konsentrasi produk (M)

Δt = perubahan waktu (detik)

Catatan : tanda positif (+) menunjukkan penambahan konsentrasi produk, sedangkan tanda minus (-) menunjukkan pengurangan konsentrasi reaktan.

Persamaan laju reaksi dapat ditentukan berdasarkan konsentrasi awal masing-masing zat, di mana setiap konsentrasi dipangkatkan sesuai dengan orde reaksinya. Jika diketahui persamaan reaksi:



Laju reaksi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$v = k[A]^m[B]^n$. “k” sebagai tetapan laju reaksi, “m” sebagai orde reaksi terhadap zat A, sedangkan “n” sebagai orde reaksi terhadap zat B.

Setiap reaksi memiliki nilai tetapan laju reaksi (k) tertentu tergantung sifat pereaksi dan suhu reaksi. umumnya, semakin besar nilai k maka reaksi cepat berlangsung. Sedangkan semakin kecil harga

k reaksi berlangsung lambat. Orde reaksi atau pangkat reaksi dapat ditentukan melalui percobaan dengan cara melakukan percobaan secara berulang terhadap zat yang akan ditentukan orde reaksinya (Wulandari et al., 2022).

b. Teori Tumbukan

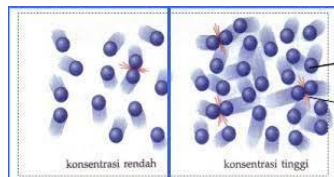
Partikel-partikel zat yang saling bereaksi sehingga menyebabkan tumbukan efektif akan menghasilkan reaksi kimia. Fenomena tumbukan efektif dapat terjadi dengan memenuhi dua persyaratan, yaitu memiliki energi yang cukup besar serta orientasi yang sesuai. Pembentukan zat baru tidak terjadi secara spontan hanya karena tumbukan antar partikel, melainkan didahului oleh pembentukan molekul kompleks teraktivasi sebagai tahap awal dalam proses reaksi kimia. Kondisi teraktivasi reaktan pada reaksi kimia adalah syarat terjadinya reaksi dengan kebutuhan energi aktivasi yang berbeda (E_a). Produk dari reaktan teraktivasi akan melepaskan energi.

c. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Laju Reaksi

Laju reaksi suatu dari reaksi kimia dipengaruhi oleh beberapa faktor (Sudarmo 2017; E. Wulandari, Rahmawati, dan Margono 2022).

1) Konsentrasi

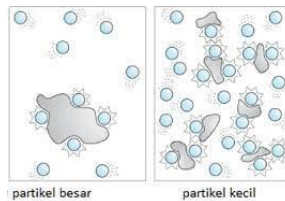
Konsentrasi suatu zat dipengaruhi oleh jumlah partikel yang dikandungnya. Semakin tinggi konsentrasi suatu zat, maka jumlah partikel yang terlibat dalam reaksi akan semakin banyak atau semakin rapat. Akibatnya, peluang terjadinya tumbukan antar partikel pereaksi meningkat, sehingga jumlah tumbukan efektif pun menjadi lebih besar.



Gambar 2.1. Perbandingan konsentrasi zat pereaksi

2) Luas Permukaan

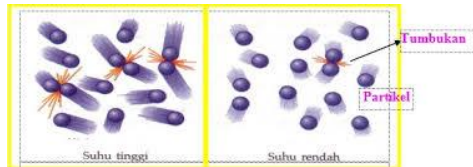
Luas permukaan yang semakin luas akan memicu terjadinya singgungan antar partikel yang semakin tinggi. Tumbukan yang semakin banyak menyebabkan semakin besar kesempatan tumbukan menghasilkan tumbukan efektif atau reaksi sehingga semakin cepat laju reaksi.



Gambar 2.2. Perbandingan pengaruh luas permukaan

3) Suhu

Peningkatan suhu menyebabkan bertambahnya energi kinetik molekul-molekul suatu zat. Energi kinetik yang lebih tinggi mendorong pergerakan molekul menjadi lebih cepat dan acak, sehingga frekuensi tumbukan antar molekul meningkat. Akibatnya, jumlah tumbukan efektif bertambah, yang menyebabkan reaksi berlangsung lebih cepat. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.4, semakin tinggi suhu, maka energi molekul-molekul juga meningkat, sehingga semakin banyak molekul yang mampu mencapai energi aktivasi.

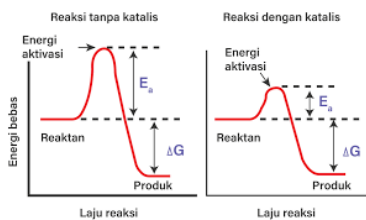


Gambar 2.3. Perbandingan pengaruh suhu

4) Katalis

Katalis merupakan zat yang dapat mempercepat laju reaksi kimia tanpa ikut habis dalam reaksi tersebut. Katalis bekerja dengan membentuk zat antara selama reaksi berlangsung, namun akan kembali dalam bentuk semula pada tahap akhir reaksi. Dengan demikian, katalis mempercepat proses reaksi tanpa mengalami perubahan kimia permanen dan tanpa dikonsumsi. Peran utama katalis adalah menurunkan energi aktivasi reaksi, meskipun tidak memengaruhi perubahan entalpi dari reaksi tersebut. Energi minimal yang dimiliki ataupun diberikan pada partikel atau tumbukan menghasilkan reaksi disebut dengan energi pengaktifan (E_a). Keberadaan katalis menyebabkan terbentuknya tahapan reaksi tambahan yang membagikan jalan lain dengan energi pengaktifan lebih rendah. Tahap

reaksi paling lambat pada mekanisme reaksi adalah tahapan penentu laju reaksi.



Gambar 2.4. Grafik hubungan laju reaksi dan energi dengan katalis dan tanpa katalis

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian ini disusun dengan merujuk pada berbagai hasil penelitian terdahulu yang relevan. Informasi dari penelitian-penelitian tersebut dijadikan sebagai acuan referensi dalam penyusunan skripsi, di mana kelebihan dan kekurangan yang terdapat di dalamnya menjadi bahan evaluasi serta pertimbangan untuk menghasilkan karya ilmiah yang lebih baik dan komprehensif.

Zahirah dan Sulistina (2023) dalam *journal of chemical education* dalam bahasan efektivitas pembelajaran STEM-PJBL pada peningkatan literasi dan berpikir kreatif materi kesetimbangan kimia diperoleh hasil signifikan efektif dengan persentase hasil peningkatan literasi sains sebesar 62,07% sedangkan pada kriteria berpikir kreatif sebesar 86,20%. Penelitian ini menggunakan model pembelajaran PjBL-STEM dan indikator keterampilan berpikir kreatif dan

literasi sains hal ini menjadi acuan pada konsep penelitian. Perbedaan pada penelitian yakni pada indikator penelitian dan materi peneliti yakni indikator berpikir kreatif dan materi laju reaksi. Pembaharuan pada penelitian yang akan dilaksanakan yakni pada materi pembelajaran dan proyek yang akan dilakukan.

Rahayu dan Sutarno (2021) dalam jurnal pendidikan fisika dan sains dalam bahasan peningkatan hasil belajar peserta didik laju reaksi dengan model PjBL-STEM diperoleh hasil yang baik dengan persentase hasil belajar sebelum tindakan sebesar 11,76% dan setelah diberi tindakan sebesar 79,41%. Penelitian ini menggunakan model PjBL-STEM pada laju reaksi dengan konsep penelitian tindakan kelas (PTK) hal ini menjadi acuan pada konsep penelitian. Perbedaan penelitian yakni pada konsep peneliti dan indikator yakni menggunakan konsep eksperimen dan indikator berpikir kreatif. Pembaharuan pada penelitian yang akan dilaksanakan yakni pada konsep penelitian jika pada penelitian sebelumnya menggunakan metode PTK (Penelitian Tindakan Kelas) maka penelitian yang akan dilaksanakan menggunakan metode eksperimen kuantitatif.

Mamahit, Aloysius, dan Suwono (2020) dalam jurnal pendidikan dalam bahasan efektivitas PjBL-STEM pada keterampilan berpikir kreatif diperoleh hasil efektif dengan

hasil persentase berpikir kreatif sebesar 73,63%. Penelitian ini menggunakan model PjBL-STEM indikator berpikir kreatif kelas X pada mata pelajaran biologi keanekaragaman hayati hal ini menjadi acuan pada konsep peneliti. Perbedaan penelitian pada kelas dan mata pelajaran yakni kelas XI pada mata pelajaran kimia laju reaksi. Pembaharuan penelitian yang akan dilaksanakan yakni pada pada *cluster* atau kelas penelitian, materi dan proyek digunakan.

Widaddari dan Zamhari (2021) dalam *journal of tropical chemistry research and education* dalam bahasan efektivitas pembelajaran *treffinger-creative exercise* pada kemampuan berpikir kreatif diperoleh hasil efektif dengan hasil presentase uji N-Gain sebesar 89,94%. Penelitian ini menggunakan indikator berpikir kreatif hal ini menjadi acuan penelitian. Perbedaan penelitian pada model pembelajaran dan materi pembelajaran yakni menggunakan model PjBL-STEM pada materi laju reaksi. Pembaharuan penelitian yang akan dilaksanakan yakni dari segi model pembelajaran dan materi yang diangkat.

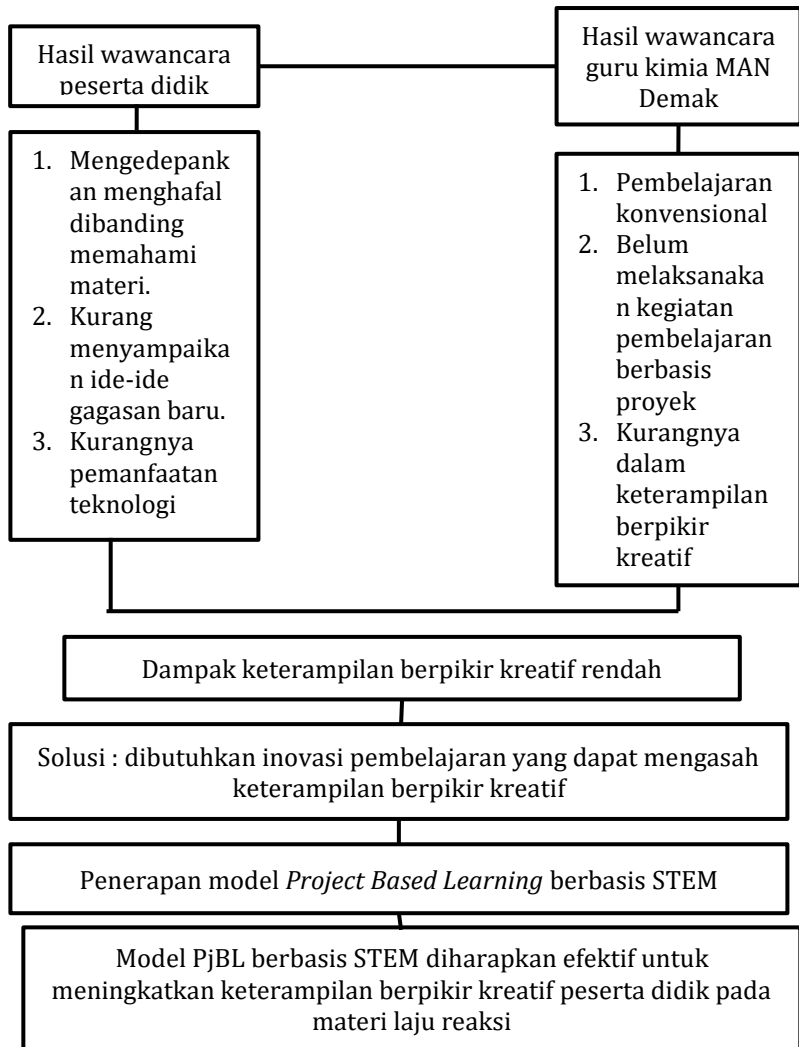
Muliaman (2021) dalam jurnal ilmu pendidikan dalam bahasan efektivitas PJBL berorientasi eXe learning dan motivasi pada hasil belajar diperoleh hasil efektif dengan hasil presentase uji N-Gain 73% pada kelas kelas eksperimen. Penelitian ini model PjBL pada materi laju

reaksi hal ini menjadi acuan dalam penelitian. Perbedaan pada pendekatan model pembelajaran dan indikator penelitian yakni berpendekatan STEM dan indikator berpikir kreatif. Pembaharuan pada penelitian yang akan dilaksanakan yakni pada metode pendekatan yang diangkat dan proyek pada penelitian.

Berdasarkan pengkajian yang dilakukan terhadap penelitian relevan diatas, penelitian ini memiliki perbedaan yang telah dilakukan peneliti terdahulu. Perbedaan tersebut diantaranya adalah jenis penelitian, model pembelajaran, pendekatan penelitian, indikator penelitian, subjek mata pelajaran dan tempat penelitian.

C. Kerangka Berpikir

Proses berpikir kreatif sangat dibutuhkan pada situasi zaman dalam menghadapi persaingan global. Berpikir kreatif menjadi pribadi yang lebih mandiri, memiliki motivasi dan mampu menemukan solusi dalam sebuah permasalahan. Kerangka berpikir kreatif secara singkat dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.5 Bagan Kerangka Berpikir Efektivitas Pembelajaran PjBL berbasis STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif

D. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kajian teoretis yang telah diuraikan, maka hipotesis penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

Ho : Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM tidak efektif terhadap keterampilan berpikir kreatif.

Ha : Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM efektif terhadap keterampilan berpikir kreatif.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah jenis penelitian kuantitatif yang menggunakan pendekatan eksperimen semu (quasi-experimental). Ini dilakukan dengan menyesuaikan kondisi lapangan saat ini, di mana kelompok eksperimen dan kontrol berasal dari kelas yang telah terbentuk secara alami. Untuk melakukan perlakuan eksperimen, subjek dipilih secara acak. Rancangan penelitian yang digunakan *nonequivalent control group design*. Rancangan dua kelas yang dipilih secara acak dijadikan sebagai kelompok eksperimen dan kelas kontrol (Sugiyono, 2019). Guna mengetahui keadaan awal dari masing-masing kelas tersebut maka akan diberikan *pretest*. Hasil *pretest* kelas kontrol menggunakan model pembelajaran konvensional, sementara kelas eksperimen diberi perlakuan penerapan model PjBL berbasis STEM. Setelah itu, kedua kelas melakukan *posttest* yang bertujuan untuk keefektifan dari perlakuan yang diberikan. Tabel 3.1 menunjukkan desain *nonequivalent control group*.

Tabel 3.1. Desain nonequivalent control group

Kelas	<i>Pre Test</i>	Perlakuan	<i>Post Test</i>
Eksperimen	01	X	02
Kontrol	01	-	02

Keterangan:

01 = Nilai rata-rata *pretest*

02 = Nilai rata-rata *posttest*

X = Pembelajaran dengan menggunakan model
PjBL-STEM

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada semester kedua tahun pelajaran 2024/2025 di MAN Demak, yang terletak di Jalan Diponegoro No. 27 Jogoloyo, Kecamatan Wonosalam, Kabupaten Demak, dari 7 Februari hingga 28 Februari 2025.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

1. Populasi

Populasi adalah keseluruhan dari objek penelitian, baik dari hasil kuantitatif ataupun kualitatif berdasarkan karakteristik tertentu yang diberikan generalisasi (Sugiyono, 2019). Penelitian ini menetapkan populasi yaitu seluruh peserta didik kelas XI IPA di MAN Demak.

2. Sampel

Sampel merupakan bagian dari populasi yang dianggap mampu mewakili karakteristik seluruh populasi. Dalam penelitian ini, teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *cluster random sampling*. Pemilihan teknik ini didasarkan pada adanya pembagian populasi ke dalam beberapa kelompok atau klaster yang telah terbentuk secara alami (Sugiyono, 2019). Penelitian ini terdiri atas dua kelompok, yaitu kelas XI F 5 sebagai kelas kontrol yang terdiri dari 38 peserta didik dan kelas XI F 2 sebagai kelas eksperimen yang terdiri dari 36 peserta didik.

D. Definisi Operasional Variabel

Variabel penelitian merupakan elemen atau objek yang memiliki variasi tertentu dan ditetapkan oleh peneliti untuk dianalisis serta ditarik kesimpulannya. Dalam penelitian ini, terdapat dua jenis variabel, yaitu variabel independen (bebas) dan variabel dependen (terikat) (Sugiyono, 2019).

1. Variabel Independen (bebas)

Variabel bebas adalah variabel yang memengaruhi variabel terikat, di mana variabel ini

dipilih dan dimanipulasi oleh peneliti dengan tujuan untuk mengamati serta mengukur dampak atau pengaruh yang ditimbulkannya (Sugiyono, 2019). Penelitian ini yang merupakan variabel bebas adalah penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM.

2. Variabel Dependen (terikat)

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas (Sugiyono, 2019). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah keterampilan berpikir kreatif pada materi laju reaksi.

E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Teknik dan instrument pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yakni:

Tabel 3.2 Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Teknik	Instrumen	Keterangan
Wawancara	Lembar wawancara	Wawancara adalah metode untuk mengumpulkan data secara langsung melalui tanya jawab dengan pihak-pihak yang berkompeten di tempat penelitian. Wawancara dilakukan kepada peserta didik kelas XI dan guru kimia MAN Demak
Tes	<i>Pretest</i> dan <i>posttest</i>	Instrumen <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> dibuat untuk mengukur

		keterampilan berpikir kreatif peserta didik. Jenis tes yang digunakan adalah tes tertulis berbentuk essay.
Dokumentasi	Absensi, data nilai ulangan harian, dan dokumentasi saat penilaian	Teknik dokumentasi merupakan metode pengumpulan data dengan mencari dan memanfaatkan dokumen yang dimiliki sumber data. (Kuniawan & Puspitaningtyas, 2016)

F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Uji coba instrumen dilakukan sebelum instrumen tersebut digunakan dalam penelitian, dengan tujuan untuk mengukur validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, serta daya pembeda butir soal. Langkah ini bertujuan agar diperoleh instrumen yang memenuhi kriteria kelayakan dan dapat digunakan secara tepat dalam penelitian.

1. Uji Validitas Isi

Uji validitas isi dilakukan menggunakan kisi-kisi instrumen, pada kisi-kisi tersebut mengandung variabel yang akan diteliti, pernyataan yang telah dijabarkan indikator atau indikator sebagai tolak ukur dan nomor butir pertanyaan. Adanya bantuan kisi-kisi instrumen akan mempermudah pengujian

validitas dan lebih sistematis (Sugiyono, 2019).

Berikut rumus validitas isi Aiken's V:

$$V = \frac{\sum s}{n(c - 1)}$$

Keterangan:

V = Indeks validitas butir

S = Skor yang ditetapkan setiap ahli
dikurangi skor terendah dalam kategori

n = Jumlah ahli yang memberikan penilaian

c = Jumlah kategori yang dapat dipilih ahli

$\sum s$ = $s_1 + s_2 + \dots$

Kemudian untuk menginterpretasi nilai validitas yang diperoleh dari perhitungan diatas, maka digunakan kriteria pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Kategori validitas isi

Skor Validitas Isi	Kategori
$0,80 < V \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,60 < V \leq 0,80$	Tinggi
$0,40 < V \leq 0,60$	Cukup Tinggi
$0,20 < V \leq 0,40$	Rendah
$0,00 < V \leq 0,20$	Sangat Rendah

2. Uji Validitas Empirik

Uji validitas empirik merupakan proses penilaian ketepatan pengukuran yang didasarkan

pada hasil analisis berbasis data empiris yang diperoleh melalui observasi langsung di lapangan (Budiasuti & Bandur, 2018).

Hasil uji instrumen dihitung dengan uji korelasi. Uji validitas soal essay menggunakan rumus *product moment*. Rumus korelasi *Pearson product-moment* untuk menghitung korelasi setiap butir soal dapat dilihat sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \times \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{\{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2\} \{ \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \}}}$$

r_{xy} = Koefisien korelasi

n = Total responden

X_i = Skor setiap butir soal pada instrument

Y_i = Jumlah skor

Signifikasi koefisien korelasi dapat ditentukan apabila besaran nilai r hitung lebih tinggi dibanding dengan besaran nilai r tabel ($r_i > r_t$) (Yusup, 2018).

3. Uji Reliabilitas

Tujuan menghitung reliabilitas untuk mengetahui ketepatan dan konsisten skor tes. Soal *essay* menggunakan metode konsistensi internal

yaitu menggunakan *Cronbach's Alpha*. Persamaan penghitungan *cronbach's alpha*.

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

Dimana:

r_{11} = Reliabilitas Instrumen

n = Jumlah butir soal

$\sum S_i^2$ = Jumlah varians butir soal

S_t^2 = Varians skor total

Rumus varians item dan varians total,

$$S_i^2 = \left(\frac{JK_i}{n} - \frac{JK_s}{n^2} \right)$$

$$S_t^2 = \left(\frac{\sum X_t^2}{n} - \frac{(\sum X_t)^2}{n^2} \right)$$

Keterangan

S_i^2 = Varians tiap butir soal

JK_i = Jumlah kuadrat seluruh skor pada butir soal

JK_s = Jumlah kuadrat subjek

n = Jumlah responden

S_t^2 = Varians total

X_t = Total skor

Data dinyatakan reliabel jika $r_{11} > r$ tabel. Instrumen yang reliabel dapat digunakan dalam penelitian.

4. Uji Tingkat Sukar

Tingkat kesukaran adalah peluang menjawab benar suatu soal pada kemampuan tertentu, yang umumnya dinyatakan dalam bentuk indeks (Rudyatmi & Rusilowati, 2010). Tingkat kesukaran dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{\text{Mean}}{\text{Skor Maksimum}}$$

Keterangan

P = Tingkat kesukaran

Mean = Rata-rata skor peserta didik

Skor maksimum = Skor maksimum soal

Tabel klasifikasi tingkat kesukaran menurut Purnomo (2016) disajikan pada tabel 3.4.

Tabel 3.4. Konversi tingkat pencapaian

Besarnya P	Kategori
0,00 – 0,30	Terlalu sukar
0,30 – 0,70	Cukup (sedang)
0,70 – 1,00	Mudah

5. Uji Daya Beda

Daya pembeda adalah kemampuan suatu butir soal dapat membedakan peserta didik yang sudah menguasai materi atau belum menguasai materi (Rudyatmi & Rusilowati, 2010). Rumus dalam menjadi daya pembeda adalah sebagai berikut:

$$DP = \frac{\bar{X}KA + \bar{X}KB}{\text{skor maksimum}}$$

Keterangan

D = Daya beda soal

$\bar{X}KA$ = Rata-rata kelompok atas

$\bar{X}KB$ = Rata-rata kelompok bawah

Berdasarkan hasil perhitungan daya pembeda soal, dapat diklasifikasi menjadi 5 kriteria yang ditunjukkan pada tabel disajikan pada tabel 3.3.

Tabel 3.5. Kategori *range* daya beda

Range daya beda	Kategori
Negatif	Tidak baik
0,00 – 0,20	Jelek
0,21 – 0,40	Cukup
0,41 – 0,70	Baik
0,71 – 1,00	Baik sekali

G. Teknik Analisis Data

1. Analisis Data Populasi

a. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui pendistribusian dari data hasil kelompok terjadi dengan normal atau tidak. Uji normalitas bertujuan guna menetapkan teknik analisa data yang sesuai. Model uji normalitas menggunakan uji *kolmogrov-sirnov* karena jumlah sampel > 50 dengan aplikasi SPSS 24 (Andra Ningsih et al., 2019). Adapun pengambilan keputusan dalam uji didasarkan pada nilai signifikansi, dimana apabila nilai nilai signifikansi (sig) $> 0,05$ maka populasi dikatakan normal dan sebaliknya apabila $\text{sig} < 0,05$ maka populasi tidak normal.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk memastikan bahwa data yang dianalisis berasal dari populasi dengan tingkat keberagaman atau variansi yang relatif sama (Budiwato, 2017). Uji homogenitas ini menggunakan SPSS 24.

Pada penelitian ini menggunakan statistik uji *Levene* dengan pengujiannya yaitu:

- Data dinyatakan tidak homogen apabila nilai signifikansi (sig) $< 0,05$.
- Data dinyatakan homogen apabila nilai signifikansi (sig) $> 0,05$.

2. Uji Prasyarat Analisis

Instrumen yang telah melalui tahap uji coba dinyatakan memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas, sehingga layak digunakan dalam penelitian sebagai alat ukur melalui pelaksanaan pretest dan posttest. Selanjutnya, data yang diperoleh akan dianalisis melalui tahapan pengujian sebagai berikut.

a. Uji Normalitas

Instrumen yang telah melalui tahap uji coba dinyatakan memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas, sehingga layak digunakan dalam penelitian sebagai alat ukur melalui pelaksanaan pretest dan posttest. Selanjutnya, data yang diperoleh akan dianalisis melalui tahapan pengujian sebagai berikut.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas penelitian menggunakan aplikasi SPSS 24 dan statistik uji *levene* dengan kriteria pengujiannya yaitu:

- Data dinyatakan tidak homogen apabila nilai signifikansi (sig) < 0,05.
- Data dinyatakan homogen apabila nilai signifikansi (sig) > 0,05.

3. Uji Hipotesis

a. Uji Independent Sample t-test

Uji hipotesis bertujuan untuk mengidentifikasi perbedaan rata-rata dari dua data kelompok dari sumber subjek yang sama. Uji kesamaan dua rata-rata dihitung dengan bantuan SPSS 24. Adapun rumus dalam menghitung t adalah sebagai berikut:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_{\bar{x}-\bar{x}}}$$

Dimana:

t = nilai t hitung

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

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

$S_{\bar{x}-\bar{x}}$ = Standar deviasi gabungan dua kelompok

Hipotesis yang akan diuji yakni:

Ho: Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM tidak efektif terhadap keterampilan berpikir kreatif.

Ha: Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM efektif terhadap keterampilan berpikir kreatif.

b. Effect Size

Effect size adalah uji statistik untuk mengukur besaran suatu variabel terhadap variabel lain pada sebuah penelitian. Ukuran ini mempresentasikan tingkat efektivitas suatu perlakuan, serta memberikan gambaran mengenai signifikansi praktis dari hubungan antar variabel yang diteliti (Khairunnisa et al., 2022). Setelah dianalisis menggunakan uji t dan menunjukkan adanya perbedaan antara kedua kelas, maka analisis dilanjutkan dengan perhitungan *effect size* untuk mengetahui sejauh mana besar efektif perbedaan tersebut, dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Cohen's d = \frac{M_1 - M_2}{SD Pooled}$$

$$SD \text{ Pooled} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)SD_1^2 + (n_2 - 1)SD_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Keterangan:

M_1 = Mean kelompok eksperimen

M_2 = Mean kelompok kontrol

n_1 = Jumlah siswa kelompok eksperimen

n_2 = Jumlah siswa kelompok kontrol

SD_1 = Standar deviasi pada kelompok eksperimen

SD_2 = Standar deviasi pada kelompok kontrol

Tabel 3.6 Kategori Nilai *Cohen's d Effect Size*

<i>Effect Size (ES)</i>	<i>Kategori</i>
ES > 0,8	Tinggi
0,2 < ES ≤ 0,8	Sedang
ES < 0,2	Rendah

(Lakens, 2013)

c. N-Gain

Uji N-gain ditujukan untuk mengetahui besar peningkatan kemampuan peserta didik sebelum dan sesudah dilaksanakan pembelajaran. N-gain diperoleh dari data *pretest* dan *posttest* untuk membandingkan

perubahan skor berpikir kreatif peserta didik.

Rumus N-gain adalah sebagai berikut:

$$N - Gain (G) = \frac{skor\ posttest - skor\ pretest}{skor\ maksimum - skor\ pretest}$$

$$Presentase (\%) = G \times 100\%$$

Tabel 3.7. Kategori Keefektifan N-Gain

Rentang	Kategori
P < 40	Tidak efektif
40 – 55	Kurang efektif
56 – 75	Cukup efektif
P > 75	Efektif

(Thahura et al., 2024)

- d. Analisis ketercapaian keterampilan berpikir kreatif

Aktivitas dalam penelitian kuantitatif meliputi tahapan pengumpulan, pengolahan, analisa dan penyajian data berdasarkan jumlah data angka yang dilaksanakan secara objektif dari penyelesaian masalah atau untuk menguji hipotesis pada pengembangan prinsip-prinsip umum. Data yang telah digunakan kemudian dianalisis dengan cara:

- 1) Memberikan nilai pada setiap jawaban tes tertulis berupa esai berdasarkan standar jawaban yang telah ditetapkan.

- 2) Menghitung nilai total dari tes tertulis untuk masing-masing peserta didik.
- 3) Menentukan nilai persentase keterampilan berpikir kreatif pada setiap indikator.
- 4) Menghitung rerata persentase pada masing-masing kategori.

Hasil tes keterampilan berpikir kreatif peserta didik dapat menggunakan cara mengubah nilai dalam bentuk persentase.

$$P = \frac{\text{jumlah nilai diperoleh peserta didik}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100\%$$

Dengan:

P = persentase yang diharapkan atau dicari
 Persentase keterampilan berpikir kreatif peserta didik dikelompokkan dalam lima kategori. Kategori keterampilan berpikir kreatif dapat dilihat pada tabel 3.8

Tabel 3.8 Persentase Kategori Keterampilan Berpikir Kreatif

Presentase	Kategori
81 - 100	Sangat baik
61 - 80	Baik
41 - 60	Cukup baik
21 - 40	Kurang
0 - 20	Sangat kurang

(Suryaningsih & Aninun, 2021)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Peneliitian

1. Tahap persiapan

Tahapan awal penelitian, persiapan perangkat pembelajaran yang akan digunakan selama penelitian, yaitu lembar kerja peserta didik (LKPD).

a. Penyusunan lembar kerja peserta didik

Tahapan dalam penyusunan lembar kerja peserta didik (LKPD) adalah sebagai berikut:

- 1) Menetapkan tujuan dibuatnya LKPD.
- 2) Menentukan batasan materi yang digunakan sebagai LKPD.
- 3) Menyusun LKPD berlandaskan proses pembelajaran PjBL berbasis STEM dan kesesuaian dengan materi. Peneliti menyusun LKPD pada materi laju reaksi pada sub materi faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dengan sintak pembelajaran PjBL berbasis STEM.
- 4) LKPD di validasi oleh dosen ahli. Hasil validasi diukur menggunakan rumus

Aiken's V yang memperoleh hasil sebesar 0,86 dalam kategori sangat tinggi.

b. Penyusunan instrumen keterampilan berpikir kreatif

Tahapan dalam penyusunan instrumen keterampilan berpikir kreatif adalah sebagai berikut:

- 1) Menetapkan tujuan dibuatnya instrumen.
- 2) Menentukan batasan materi yang digunakan instrumen penelitian.
- 3) Menyusun kisi-kisi setiap butir soal.
- 4) Memutuskan jumlah soal yang akan digunakan untuk uji coba. Peneliti menyusun 15 soal essay untuk selanjutnya diuji kevalidannya kepada validator ahli dan diuji cobakan kepada peserta didik.
- 5) Mengelompokkan setiap soal sesuai dengan indikator berpikir kreatif yaitu: *fluency, flexibility, orisinil, elaboration*.

Tabel 4.1 Indikator Berpikir Kreatif Pada Soal

Indikator Berpikir Kreatif	Nomor Soal
Berpikir lancar (<i>fluency</i>)	1, 7, 10
Berpikir luwes (<i>flexibility</i>)	4, 6, 12, 15
Berpikir orisinalitas (<i>orisinil</i>)	2, 5

Indikator Berpikir Kreatif	Nomor Soal
Mengelaborasi (<i>elaboration</i>)	3, 8, 9, 11, 13, 14
Jumlah	15

- 6) Perolehan data dari uji coba soal di kelas XII MIPA 2 MA Darul Muqarrabin Kendal kemudian dianalisis.

Sejumlah 15 soal esai akan dianalisa dengan uji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran dan daya pembeda.

a) Analisis validitas soal

Kisi-kisi mencakup indikator soal, indikator pencapaian, indikator berpikir kreatif, tingkat kognitif butir soal dan jawaban. Kisi-kisi dievaluasi oleh ahli materi dan guru kimia. Penilaian tersebut mengacu lembar validasi pada lampiran 4. Alat tes diubah berdasarkan saran validator. Hasil analisis validitas menunjukkan kategori sangat valid dengan nilai 0,85. Alat yang dinyatakan valid. Metode penelitian diuji coba pada siswa yang telah menerima materi pembelajaran

berdasarkan kecepatan reaksi mereka. Uji validitas empiris hasil uji coba soal menggunakan rumus korelasi pearson product-moment. Perhitungan dilakukan pada *Microsoft Excel 2013* dengan taraf 0,05, jumlah responden sebesar 26 peserta didik dan $r_{\text{tabel}} = 0,388$. Apabila $r_{\text{hitung}} \geq r_{\text{tabel}}$ maka butir soal dinyatakan valid. Hasil analisis validitas, diperoleh sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil Uji Validitas Instrumen Tes

Kategori	Nomor Soal	Jumlah
Valid	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14	13
Invalid	4, 15	2
	Jumlah	15
Lampiran	8	menunjukkan

perhitungan validitas tes, dan 13 soal dari 15 soal yang disusun dinyatakan valid, dan 2 soal dinyatakan invalid.

b) Analisis reliabilitas

Uji reliabilitas memiliki tujuan guna menetapkan instrumen pengukuran memberikan hasil yang konstan dan kredibel (Arifin, 2016). Uji reliabilitas

menggunakan rumus *cronbach's alpha* dengan *Microsoft Excel 2013*. Hasil diperoleh pada taraf 0,05 adalah $r_i = 0,89$ dengan $r_{\text{tabel}} = 0,388$. Menurut perhitungan $r_i > r_{\text{tabel}}$ dapat dinyatakan bahwa instrumen tes ialah reliable dengan klasifikasi sangat tinggi.

c) Analisis tingkat kesukaran

Tingkat kesukaran merujuk pada ukuran yang menentukan sejauh mana instrumen tes memiliki tingkat kesulitan saat diuji (Arifin, 2016). Hasil dari data tingkat kesukaran dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil Uji Tingkat Kesukaran Instrumen Tes

Kategori	Nomor Soal	Jumlah
Mudah	3,	1
Sedang	1, 2, 4, 6, 7, 8, 10, 12, 13	9
Sukar	5, 9, 11, 14, 15	5
	Jumlah	15

Berdasarkan tabel 4.3 dari 15 soal terdapat 4 kategori mudah, 6 kategori sedang dan 5 kategori sukar.

d) Analisis daya pembeda

Daya pembeda adalah kemampuan seseorang untuk mengklasifikasikan siswa berdasarkan tingkat kemampuan mereka, baik tinggi maupun rendah (Purnomo, 2016). Data daya pembeda soal dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil Uji Daya Pembeda Instrumen Tes

Kategori	Nomor Soal	Jumlah
Jelek	4, 10, 11, 14, 15	5
Cukup	1, 5, 7, 9, 12, 13	6
Baik	2, 3, 6, 8	4
Baik Sekali	0	0
Jumlah		15

Berdasarkan tabel 4.4 dari 15 soal yang disusun peneliti didapatkan kategori jelek sebanyak 5 soal, kategori cukup sebanyak 5 soal, dan kategori baik sebanyak 5 soal.

Hasil analisis uji instrument menunjukkan bahwa beberapa butir soal dipilih untuk digunakan dalam *pretest* maupun *posttest*.

Soal-soal ini memenuhi standar kelayan instrumen seperti validitas, kepercayaan, tingkat kesukaran, dan daya pembeda. Tabel 4.5 memuat rincian butir soal yang digunakan maupun dibuang.

Tabel 4.5 Rekapitulasi Instrumen Tes

Kategori	Nomor Soal	Jumlah
Dipakai	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13	10
Dibuang	4, 10, 11, 14, 15	5
	Jumlah	15

Soal yang digunakan berjumlah 8 soal.

Pada kategori *dipakai* terdapat terdapat 2 soal yang tidak digunakan yaitu pada nomer 3 dan 13.

2. Tahap Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan di MA Negeri Demak dari tanggal 7 hingga 28 Februari 2025. Penelitian ini melibatkan siswa kelas XI F MAN Demak dari tahun akademik 2024/2025. Penelitian menggunakan *nonequivalent control group design* sehingga dibutuhkan 2 kelas sebagai sampel. Pengambilan sampel menggunakan teknik *cluster random sampling*.

a. Analisis Populasi

1) Uji Normalitas

Penelitian ini menggunakan data nilai ulangan siswa dari semester ganjil tahun 2024/2025 dari XI F 1 hingga XI F 6. Pengujian normalitas dilakukan menggunakan program SPSS 24 dan model uji kolmogrov-smirnov. Perhitungan normalitas ditujukan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Uji Normalitas Populasi

No	Kelas	Shapiro-Wilk	Kesimpulan
1	XI F 1	0,140	Normal
2	XI F 2	0,061	Normal
3	XI F 3	0,200	Normal
4	XI F 4	0,200	Normal
5	XI F 5	0,137	Normal
6	XI F 6	0,082	Normal

Signifikansi (Sig.) > 0,05 dinyatakan bahwa populasi normal dan jika signfikansi (Sig.) < 0,05 dinyatakan populasi tidak normal. Berdasarkan tabel 4,6 menyimpulkan bahwa kelas XI F 1- 6 normal.

2) Uji Homogenitas

Uji homogenitas kemudian diuji menggunakan uji Levene. Jika signifikansi (Sig.) > 0,05 menunjukkan varian homogen. Hasil data menunjukkan sig. 0,932.

b. Analisis data *pretest* keterampilan berpikir kreatif

Penelitian yang telah dilaksanakan didapatkan skor *pretest* pada kelas eksperimen dan kontrol. Tabel 4.7 menunjukkan hasil *pretest* pada kedua kelas.

Tabel 4.7 Hasil *Pretest* Kelas Eksperimen dan Kontrol

Keterangan	Hasil <i>Pretest</i>	
	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Jumlah	36	38
Skor Minimum	28	20
Skor Maksimum	80	75
Mean	55,82	45,21
Median	55	43
Modus	63	38
Standar Deviasi	11,78	14,85
Varians	138,82	220,51

c. Proses pembelajaran kelas kontrol

Pada tanggal 8 Februari 2025, kegiatan ini dilakukan di kelas XI F 5. Sebelum pelajaran dimulai, peserta didik diberi tes *pretest* untuk mengetahui kemampuan awal mereka. Kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional (metode ceramah) untuk menyampaikan materi laju reaksi dengan bantuan presentasi PowerPoint. Di akhir pertemuan, soal *posttest* diberikan untuk mengukur kemampuan berpikir peserta didik setelah belajar materi laju reaksi dengan metode konvensional.

d. Proses pembelajaran kelas eksperimen

Kegiatan pembelajaran di kelas eksperimen berlangsung pada di kelas XI F2 pada tanggal 7 Februari 2025. Kegiatan dimulai dengan pemberian soal *pretest* untuk mengetahui keterampilan awal pada peserta didik sebelum diberikan pembelajaran materi laju reaksi berbasis PjBL berbasis STEM.

- e. Analisis data *posttest* keterampilan berpikir kreatif

Hasil *posttest* untuk kelas eksperimen dan kontrol ditunjukkan dalam Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil *Posttest* Kelas Eksperimen dan Kontrol

Keterangan	Hasil <i>Posttest</i>	
	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Jumlah	36	38
Skor Minimum	63	55
Skor Maksimum	100	90
Mean	82,58	73,51
Median	83	73
Modus	85	73
Standar Deviasi	9,74	9,85
Varians	97,62	99,72

- f. N-Gain

Setelah pelaksanaan *pretest*, perlakuan dan *posttest*, dilakukan analisis N-gain untuk mengukur peningkatan keterampilan berpikir kreatif peserta didik pada dua kelas sampel (Wahab et al., 2021). Hasil pengujian N-gain keterampilan berpikir kreatif sebagai berikut:

Tabel 4.9. N-Gain Skor

Kelas	Rata-Rata (%)	Kategori
Eksperimen	63	Cukup Efektif
Kontrol	52	Kurang Efektif

B. Hasil Uji Hipotesis

1. Uji Prasyarat Analisis

a. Uji Normalitas

Uji normalitas menggunakan uji *kolmogrov-smirnov* dengan aplikasi SPSS 24. Data hasil *pretest* diperoleh setelah pelaksanaan pertemuan awal. Tabel 4.10 menunjukkan hasil uji normalitas *pretest* sampel penelitian.

Tabel 4.10 Uji Normalitas *Pretest* Sampel

Kelas	Nilai sig.
Kelas Eksperimen	0,095
Kelas Kontrol	0,200

Tabel 4.10 menunjukkan bahwa kelas kelas memiliki nilai sig > 0,05, yang menunjukkan bahwa kedua kelas tersebut memiliki distribusi normal. Setelah data posttest dari pertemuan ke-6, uji normalitas kembali dilakukan.

Tabel 4.11 Uji Normalitas *Posttest* Sampel

Kelas	Nilai sig.
Kelas Eksperimen	0,153
Kelas Kontrol	0,072

Data dari kedua kelas ditunjukkan berdistribusi normal, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 4.9, dengan nilai sig lebih dari 0,05. Didapatkan juga data dari N-gain yang tertera pada tabel 4.11

Tabel 4.11 Uji Normalitas N-gain Sampel

Kelas	Nilai sig.
Kelas Eksperimen	0,200
Kelas Kontrol	0,214

Dengan demikian, uji hipotesis statistik parametrik dapat dilanjutkan (Sugiyono, 2019).

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dengan uji levene dilakukan menggunakan SPSS 24. Data *pretest* menunjukkan homogenitas dengan nilai signifikansi 0,097 dan data *posttest* menunjukkan nilai signifikansi 0,679. Data homogenitas dari perhitungan N-gain menunjukkan nilai signifikansi 0,064. Oleh karena itu, uji prasyarat homogenitas telah

berhasil. Hasil pengujian lebih lengkap pada lampiran.

2. Uji Hipotesis

a. Uji *Independent Sample T-test*

Penelitian ini, menggunakan uji hipotesis *independent sampel t-test* untuk menentukan perbedaan rata-rata secara signifikan antara dua kelompok sampel yang tidak berpasangan (Sari, Elinda Putri; Fikrati, 2023). Tujuan dari penggunaan uji hipotesis adalah untuk mengetahui seberapa efektif model pembelajaran PjBL berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif pada materi laju reaksi. Kriteria pengujian hipotesis ialah sebagai berikut:

- 1) Jika $\text{sig} > 0,05$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak, sehingga model pembelajaran PjBL berbasis STEM tidak efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik pada materi laju reaksi.
- 2) Jika $\text{sig} < 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima, sehingga model pembelajaran

PjBL berbasis STEM efektif meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik pada materi laju reaksi.

Hasil uji hipotesis menunjukkan nilai sig (2-tailed) 0,002 dan nilai $<0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Berdasarkan hipotesis matematis $\mu_1 > \mu_2$ sehingga H_a diterima. Berdasarkan analisis tersebut model pembelajaran PjBL berbasis STEM efektif meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik pada materi laju reaksi

b. *Effect Size*

Berdasarkan hasil analisis *independent sample t-test*, diketahui bahwa pembelajaran PjBL berbasis STEM efektif terhadap keterampilan berpikir kreatif. Untuk mengetahui tingkat efektivitas pembelajaran tersebut, dilakukan analisis lanjutan melalui uji *effect size*. Hasil uji menunjukkan nilai *effect size* sebesar 0,93, yang termasuk dalam kategori tinggi ($0,8 \leq ES$) (Lakens, 2013). Dengan demikian, pembelajaran PjBL

berbasis STEM dapat dikategorikan efektivitas tinggi terhadap keterampilan berpikir kreatif pada materi laju reaksi.

c. Analisis Ketercapaian Keterampilan Berpikir Kreatif

Penilaian terhadap keterampilan berpikir kreatif peserta didik dilakukan berdasarkan empat indikator, yaitu berpikir lancar, berpikir luwes, berpikir orisinil, berpikir elaboratif (Qomariyah dan Subekti, 2021). Analisis dilakukan melalui hasil *pretest* dan *posttest* yang diberikan pada kelas eksperimen dan kontrol. Data tersebut dapat dilihat pada tabel 4.11 dan 4.12.

Tabel 4.11 Presentase Ketercapaian Keterampilan Berpikir Kreatif per Indikator Kelas Eksperimen

Indikator Berpikir Kreatif	<i>Pretest</i> (%)	<i>Posttest</i> (%)	Kategori
Berpikir Lancar	61,67	75,56	Baik
Berpikir Luwes	66,11	97,78	Sangat Baik
Berpikir Orisinil	48,06	78,06	Baik
Berpikir Elaboratif	48,33	78,33	Baik

Tabel 4.12 Presentase Ketercapaian Keterampilan Berpikir Kreatif per Indikator Kelas Kontrol

Indikator Berpikir Kreatif	Pretest (%)	Posttest (%)	Kategori
Berpikir Lancar	43,42	72,90	Baik
Berpikir Luwes	51,05	83,16	Baik
Berpikir Orisinil	46,84	73,94	Baik
Berpikir Elaboratif	33,47	63,16	Baik

C. Pembahasan

Keterampilan berpikir kreatif merupakan kemampuan peserta didik memperoleh berbagai ide atau gagasan baru dan orisinal untuk mencari solusi dalam memecahkan masalah. Keterampilan berpikir kreatif sangat dibutuhkan dalam pembelajaran (Fadiyah Andirasdini dan Fuadiyah, 2024). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan model pembelajaran PjBL berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif materi laju reaksi di MAN Demak. Peneliti berfokus pada empat indikator yaitu *fluency* (kelancaran), *flexibility*

(keluwesan), *originality* (keaslian), *elaboration* (perincian atau pengembangan).

Permasalahan rendahnya keterampilan berpikir kreatif sejalan dengan penelitian Hidayatulloh, Suyono dan Azizah (2020) bahwa kesulitan peserta didik dalam belajar kimia yaitu dalam mencari solusi dalam memecahkan masalah. Penelitian Suratno, Komaria & Yushardi (2019) kesulitan peserta didik dalam pembelajaran sains kurang mengaitkan materi dengan konteks nyata, kurangnya pengamatan eksperimen dan pembelajaran kolaboratif. Oleh karena itu, dibutuhkan model pembelajaran yang inovatif dan interaktif seperti model PjBL berbasis STEM sebagai upaya dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif.

Model pembelajaran PjBL berbasis STEM merupakan model pembelajaran dengan pendekatan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dengan peserta didik mengerjakan proyek dalam memecahkan masalah (Novitasari et al., 2024). Model pembelajaran PjBL berbasis STEM merupakan pembelajaran kolaboartif karena karakteristik pembelajaran yang mengedepankan peserta didik

belajar secara aktif dan berkelompok serta berbagi informasi sehingga meningkatkan peserta didik dalam berpikir dan membuka wawasan (Ralph, 2015). Sintaks pembelajaran PjBL berbasis STEM adalah *reflection, research, discovery, application, dan communication* (Mamahit et al., 2020). Model pembelajaran PjBL berbasis STEM dilakukan karena jaranganya peserta didik dalam melaksanakan pembelajaran sebuah proyek melalui praktikum, keterbatasan waktu pembelajaran dan bahan-bahan laboratorium.

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 7 – 28 Februari 2025. Kelas XI 2 sebagai eksperimen dengan penerapan model PjBL berbasis STEM dan kelas XI 5 sebagai kontrol dengan menerapkan metode ceramah. Peserta didik eksperimen sebanyak 36 dan kelas kontrol sebanyak 38. Oleh karena itu, total sampel yang digunakan adalah 74.

Penelitian terdiri dari 5 pertemuan pada setiap kelas. Pertemuan pertama dilaksanakan *pretest*, pertemuan ke-2 hingga ke-4 pembelajaran dengan penerapan yang berbeda dan pertemuan ke-5 dilaksanakan *posttest*. Tes digunakan dalam bentuk

soal subjektif sebanyak 8 soal. *Pretest* dilakukan dengan tujuan untuk mengukur tingkat pemahaman peserta didik tentang kemampuan mereka untuk berpikir kreatif tentang materi laju reaksi (Magdalena et al., 2021).

Sekolah menetapkan KKM kelas XI pada pembelajaran kimia adalah 76. Berdasarkan hasil tes kedua kelas, tidak terdapat peserta didik yang tuntas KKM. Hasil tes menunjukkan hasil yang rendah karena peserta didik belum mendapatkan materi laju reaksi. Faktor lain yang memengaruhi yaitu keseriusan peserta didik dalam mengerjakan, konsentrasi dan motivasi yang melatarbelakangi (Muderawan et al., 2019).

Setelah pelaksanaan *pretest*, peneliti membagi kelas eksperimen ke dalam beberapa kelompok guna meningkatkan efisiensi waktu pada pertemuan selanjtnya. Setelah itu, peneliti menjelaskan pada kelas eksperimen bahwa pembelajaran akan dilaksanakan dengan kegiatan proyek. Menurut Novitasary (2023) pembelajaran dengan proyek mendorong peserta didik aktif dalam pembelajaran dan meningkatkan kebebasan dalam menyelesaikan proyek.

Pertemuan ke-2 pada kelas eksperimen dengan menyampaikan materi laju reaksi, memberikan stimulus terkait contoh penerapan laju reaksi dalam sehari-hari. Selanjutnya penyampaian penjelasan terkait pengertian laju reaksi. Pada kelas eksperimen, peneliti membagi 6 kelompok peserta didik dan menyampaikan tujuan pembelajaran dengan membagikan lembar kerja peserta didik (LKPD) untuk dikerjakan secara berkelompok. LKPD mencakup 4 kegiatan pembelajaran untuk masing-masing faktor yang memengaruhi laju reaksi. Setiap kelompok peserta didik mengerjakan 1 kegiatan pembelajaran yang sudah dibagi oleh peneliti. Peserta didik menggunakan internet untuk memahami masalah dan mencari solusinya. Pada pertemuan ini, peserta didik belum terbiasa dengan LKPD yang menggunakan sintaks PjBL berbasis STEM. Peneliti memberikan motivasi, apersepsi, dan bimbingan pada setiap tahapan PjBL berbasis STEM karena keberhasilan pembelajaran bergantung pada guru (Shafiul, Agus dan Nurhadi, 2020) Pembelajaran pada pertemuan ini bertujuan agar peserta didik mencari informasi secara

mandiri melalui media internet mengenai faktor-faktor laju reaksi.

Setiap kelompok diberikan LKPD sebagai bantuan dalam pembelajaran. Pada tahap *reflection*, peserta didik mencari informasi dari berbagai sumber melalui buku, internet mengenai detergent, batu kapur, tablet effervescent, dan tape untuk mengaitkan dengan laju reaksi. Pada tahap ini peneliti melibatkan aspek STEM adalah *science* dengan mencari informasi dari berbagai literatur terkait faktor-faktor laju reaksi. Proses ini mendorong pengembangan keterampilan berpikir kreatif, khususnya pada indikator *elaboration*, yang nampak dalam kemampuan peserta didik untuk mengolah dan mengembangkan informasi dari berbagai referensi, serta indikator *flexibility*, yang terlihat dari kemampuan peserta didik dalam mengaitkan berbagai informasi dari permasalahan ke dalam konsep sains.

Tahap kedua, yaitu *research*, peserta didik mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan faktor-faktor laju reaksi dan mengaitkannya dengan permasalahan detergent, batu kapur, tablet effervescent, dan tape. Informasi yang diperoleh

melalui hasil diskusi didokumentasikan dalam LKPD. Pada tahap ini melibatkan aspek STEM *technology* yaitu mengumpulkan informasi terkait faktor-faktor laju reaksi melalui internet. Proses ini mendorong pengembangan berpikir kreatif, khususnya pada tahap *elaboration*, yang ditandai dengan mengeksplorasi dan menguraikan informasi secara mendalam, indikator *fluency*, yang mencerminkan kemampuan menghasilkan ide gagasan dari berbagai sumber, serta indikator *flexibility* yang tampak dalam kemampuan menghubungkan konsep-konsep dan konteks yang berbeda melalui berbagai pendekatan.

Tahap ketiga, yaitu *discovery*, peserta didik mencari informasi disertai dengan perencanaan rancangan desain berdasarkan faktor-faktor laju reaksi yang telah ditetapkan peneliti. Peserta didik bekerja sama dalam kelompok untuk membuat proyek terkait faktor laju reaksi serta mennggambarkan rancangan yang akan dilaksanakan pada pertemuan selanjutnya. Setiap kelompok memberikan rencana proyek mereka, yang berisi daftar alat dan bahan yang akan digunakan. Peneliti meminta peserta didik menyiapkan semua peralatan yang diperlukan untuk

proyek pada pertemuan berikutnya. Pada tahap ini, peserta didik terlibat dalam aspek STEM, *engineering* dengan peserta didik merancang dan mempersiapkan proyek praktikum. Proses ini membantu meningkatkan keterampilan berpikir kreatif, terutama dalam hal orisinil, yang ditunjukkan oleh kemampuan peserta didik untuk merancang dan membuat ide proyek yang unik dan elaborasi, yang ditunjukkan oleh penjabaran proyek yang rinci, dan *flexibility* terlihat dalam kemampuan peserta didik menyesuaikan dan memodifikasi rancangan sesuai kondisi dan situasi yang ada.

Pertemuan ke-3 peserta didik berkelompok sesuai pada pertemuan ke-2. Peneliti menyampaikan kesiapan peserta didik dalam pelaksanaan proyek dan mengarahkan untuk mempersiapkan alat dan bahan yang akan dilaksanakan. Tahap ke-4 *application* merupakan tahap peserta didik mengeksekusi kegiatan ilmiah pembuatan produk dengan memanfaatkan alat dan bahan sesuai prosedur dan langkah yang telah disusun secara sistematis. Pada tahap ini peserta didik diberi kebebasan dalam mengambil keputusan untuk merancang kerangka

kerja untuk memperoleh data hasil penelitian. Setiap kelompok bertanggung jawab untuk melaksanakan seluruh kegiatan pembelajaran yang terdapat pada LKPD, serta bekerja sama dan saling membantu antarkelompok untuk mencapai hasil pembelajaran maksimal. Hal ini dilakukan dengan tujuan agar peserta didik dapat memahami setiap faktor yang memengaruhi laju reaksi.

Pada tahap *application*, peserta didik melaksanakan proyek, serta bekerja sama untuk memperoleh data yang relevan dengan faktor-faktor laju reaksi. Pelaksanaan tahap ini terintegrasi aspek dalam pendekatan STEM. Aspek *Science* tercermin dalam pemahaman dan penerapan konsep laju reaksi. Aspek *technology* terlihat melalui penggunaan alat bantu seperti *stopwatch* dan termometer untuk mendukung proses pengumpulan data. Aspek *engineering* dengan merancang kerangka kerja eksperimen untuk pelaksanaan proyek. Serta aspek *mathematics*, dalam mengukur, mencatat, menghitung dan mengolah data dari hasil eksperimen. Pada proses ini juga terlibat dalam indikator berpikir kreatif *originality* dengan merancang dan mengambil

keputusan mandiri, *elaboration* dengan melaksanakan eksperimen dengan langkah sistematis dan detail, serta *fluency* dengan menjalankan ide dalam menyelesaikan proyek,

Setelah pelaksanaan proyek, peserta didik mencatat dan mendokumentasikan hasil yang diperoleh ke dalam LKPD. Pada tahap ini melibatkan aspek STEM, *science* yaitu peserta didik mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi. *Technology* yaitu peserta didik dapat mendokumentasikan hasil penelitian berupa foto atau video. *Engineering* yaitu peserta didik menentukan spesifikasi teknis proyek. *Mathematics* yaitu peserta didik mengetahui perhitungan waktu habis reaksi. Selanjutnya, peneliti meminta peserta didik menyiapkan hasil penelitian dalam bentuk poster yang disusun dengan bantuan canva.

Pertemuan ke-4 peneliti menyampaikan tujuan pembelajaran yaitu mempresentasikan hasil poster yang dibuat setiap kelompok. Presentasi dengan menggunakan poster dapat mempermudah dalam penyampaian materi. Hal ini sejalan dengan penelitian Novitasary (2023) bahwa penyajian dengan poster

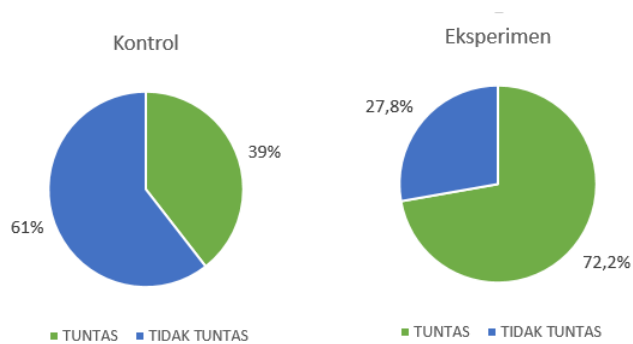
membantu peserta didik dalam mengkomunikasikan materi, sehingga mereka mampu berperan baik sebagai penyaji maupun pendengar. Peserta didik berdiskusi pada faktor yang memengaruhi laju reaksi dan peneliti sebagai fasilitator jalannya diskusi. Akhir dalam pertemuan ke-4 peneliti menguatkan mengenai laju reaksi dan faktor-faktor yang memengaruhinya. Aspek stem pada pertemuan ke-4 yakni *technology* pada penggunaan aplikasi canva dalam pembuatan poster.

Pembelajaran pada kelas kontrol sebagian besar dilakukan oleh peneliti dengan memberikan penjelasan dari awal hingga akhir menggunakan bantuan *power point* (PPT). Setelah itu, beberapa peserta didik aktif melakukan sesi tanya jawab kemudian peserta didik diminta untuk mengerjakan latihan soal pada buku paket kimia. Pada pertemuan ke-5 peneliti kembali menguatkan laju reaksi dan faktor-faktor yang memengaruhinya. Di akhir pembelajaran peneliti memberikan *posttest*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui keterampilan berpikir kreatif setelah mempelajari materi. Selain itu, peneliti

juga mampu mengidentifikasi hasil dari perbandingan *pretest* dan *posttest* (Magdalena et al., 2021).

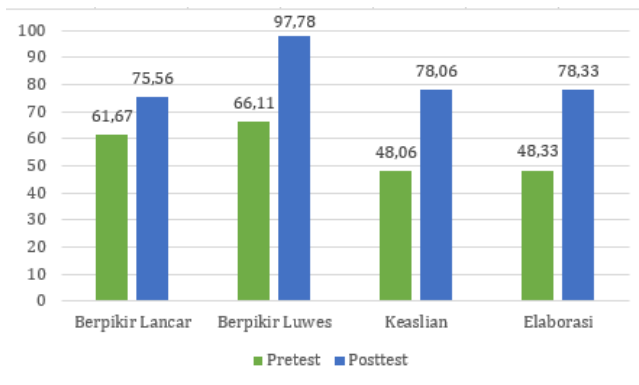
Setelah dilakukan 5 pertemuan, peneliti menilai perkembangan keterampilan berpikir kreatif peserta didik dengan melihat hasil *pretest* dan *posttest* peserta didik. Nilai *pretest* rata-rata kelompok kontrol adalah 45,21, sedangkan kelompok eksperimen adalah 55,82. Setelah kelas eksperimen diberi perlakuan yang berbeda, yaitu penerapan model pembelajaran PjBL berbasis STEM, nilai *posttest* rata-ratanya adalah 82,58, yang lebih tinggi dari nilai kelas kontrol 73,51. Penelitian Magdalena et al (2021), turut menyatakan bahwa pemberian perlakuan yang efektif ditunjukkan dengan tingginya nilai *posttest* dibandingkan *pretest*.

Jika ditinjau dari presentase kriteria ketuntasan minimal data *posttest* melalui gambar 4.2. dimana presentase KKM kelas eksperimen dari 36 peserta didik, terdapat 26 peserta didik yang melewati batas KKM sedangkan 10 peserta didik lainnya nilainya dibawah KKM. Pada kelas kontrol dari 38 peserta didik, terdapat 15 peserta didik nilainya mencapai KKM dan 23 masih dibawah KKM.

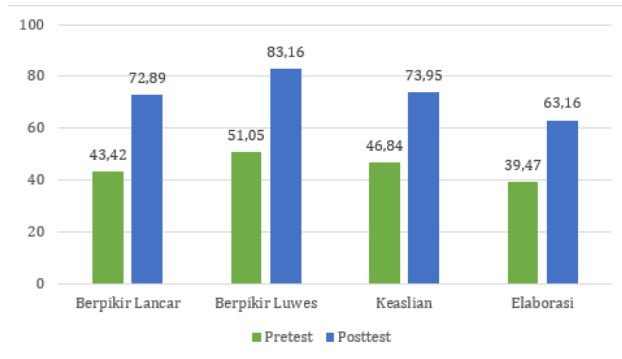


Gambar 4.2 Presentase KKM Kelas Kontrol dan Eksperimen

Berdasarkan hasil *pretest* dan *posttest* apabila ditinjau dari setiap indikator keterampilan berpikir kreatif dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4.3 Presentase *Pretest* dan *Posttest* Kelas Eksperimen Setiap Indikator Berpikir Kreatif



Gambar 4.4 Presentase *Pretest* dan *Posttest* Kelas Kontrol Setiap Indikator Berpikir Kreatif

1) Berpikir Lancar

Berpikir kreatif lancar merupakan kemampuan peserta didik dalam memberikan banyak gagasan dalam memecahkan masalah atau memberikan banyak jawaban dalam menjawab suatu pertanyaan. Dalam PjBL berbasis STEM, kemampuan ini tampak saat peserta didik aktif dalam menyampaikan berbagai pemecahan masalah, baik pada tahap perencanaan atau pelaksanaan proyek (Mardatillah & Kristayulita, 2024). Indikator ini dikembangkan pada sintak *research* dan *application*. Peserta didik mampu menghasilkan ide gagasan dari berbagai sumber

dan mampu mengidentifikasi lebih dari satu faktor yang memengaruhi laju reaksi. peneliti membangun dengan memberikan LKPD dan peserta didik mengemukakan penyelesaian masalah. Indikator ini tersebar pada 2 soal.

Berdasarkan gambar 4.3 dan 4.4 maka indikator berpikir lancar kelas eksperimen 75,56% dengan kategori baik dan kelas kontrol 72,89% dengan kategori baik. Sejalan dengan penelitian Qomariyah dan Subekti (2021) bahwa indikator berpikir kreatif lancar mendapatkan presentase 75% dengan kategori baik. Hasil tersebut diperkuat dengan penelitian Suryaningsih dan Aninun (2021) yang menunjukkan keterlibatan peserta didik dalam proyek STEM dapat meningkatkan kemampuan menghasilkan ide secara variatif melalui pengalaman langsung.

2) Berpikir Luwes

Berpikir luwes yaitu peserta didik menghasilkan penyelesaian masalah bervariasi dan melihat masalah dari sudut pandang berbeda. Dalam pembelajaran PjBL berbasis STEM,

kemampuan berpikir luwes peserta didik terlihat saat mereka dapat mengganti strategi atau menyesuaikan metode eksperimen saat rencana awal tidak berjalan sesuai harapan (Sumarni et al., 2019). Indikator ini dapat dilatih pada tahap *reflection* dan *discovery*. Peserta didik mampu mengaitkan permasalahan kontekstual dengan konsep sains laju reaksi. Pada tahap pelaksanaan proyek, faktor luas permukaan mengalami penyesuaian terhadap rencana awal menggunakan batu kapur diubah menggunakan kulit telur ayam karena keterbatasan bahan. Penyesuaian ini menunjukkan berpikir luwes dan pemahaman bahwa kedua bahan mengandung $CaCO_3$, sehingga dapat dilakukan uji faktor luas permukaan. Indikator ini tersebar pada 2 soal.

Berdasarkan gambar 4.3 dan 4.4 maka indikator berpikir luwes kelas eksperimen 97,78% dengan kategori sangat baik dan kelas kontrol 83,16% dengan kategori sangat baik. Sejalan dengan penelitian Aldy, Sukmawati dan Fatimah (2023) bahwa indikator berpikir kreatif luwes mendapatkan presentase 79,49% dengan

kategori baik. Hasil tersebut diperkuat dengan penelitian Qiara (2024) bahwa penyesuaian strategi pelaksanaan proyek memberikan arah pemikiran yang berbeda berdasarkan penerapan model PjBL.

3) Orisinal

Berpikir orisinal yaitu peserta didik memberikan respon yang tidak biasa. Dalam pelaksanaan PjBL berbasis STEM, kemampuan berpikir orisinal terlihat saat peserta didik merancang sendiri prosedur eksperimen yang mempertimbangkan alat dan bahan yang tersedia serta tujuan reaksi yang akan dicapai (Maliki et al., 2017). Indikator ini dapat dilatih pada tahap *application*. Peserta didik merancang dan mengambil keputusan mandiri dengan guru sebagai fasilitator. Indikator ini tersebar pada 2 soal.

Berdasarkan gambar 4.3 dan 4.4 maka indikator berpikir orisinal kelas eksperimen 78,95% dengan kategori baik dan kelas kontrol 73,95 dengan kategori baik. Sejalan dengan penelitian Aeni, Lestiana dan Toheri (2023)

bahwa indikator berpikir orisinil dengan presentase 88% dengan kategori sangat baik. Hasil tersebut diperkuat penelitian Zahirah dan Sulistina (2023) peserta didik memberikan rancangan desain dan informasi baru pada pelaksanaan proyek.

4) Elaborasi

Berpikir kreatif elaborasi yaitu peserta didik mampu menambahkan atau memerinci gagasan sehingga meningkatkan kualitas gagasan tersebut atau mengembangkan gagasan orang lain. Dalam pembelajaran PjBL berbasis STEM, kemampuan elaborasi dengan peserta didik tidak hanya memberikan gagasan secara umum tetapi menjabarkan langkah kerja, alat dan bahan, dan menyajikan data (Mamahit et al., 2020). Indikator ini dapat dilatih pada tahap *reflection*, *research* dan *communication*. Peserta didik mampu mengembangkan informasi melalui berbagai sumber dan menguraikan informasi secara mendalam. Peserta didik juga menyajikan informasi melalui poster yang berisikan langkah

kerja, alat dan bahan, dan pembahasan mengenai faktor laju reaksi.

Berdasarkan gambar 4.3 dan 4.4 maka indikator berpikir elaborasi kelas eksperimen 78,33% dengan kategori baik dan kelas kontrol 62,16 dengan kategori baik. Sejalan dengan penelitian Aldy, Sukmawati dan Fatimmah (2023) bahwa indikator berpikir orisinil dengan presentase 75% dengan kategori baik. Hasil tersebut diperkuat penelitian Aeni, Lestiana dan Toheri (2023) dengan pelaksanaan proyek mendorong peserta didik untuk berpikir sistematis dan komprehensif setiap kegiatan.

Pengukuran efektivitas atau keberhasilan penelitian dilihat dari uji hipotesis. Berdasarkan asumsi prasyarat analisis data berdistribusi normal dan homogen sehingga pengujian hipotesis melalui program SPSS 24 dengan uji *independent sample t-test* didapatkan nilai sig.(2-tailed) sebesar 0,002, dimana $0,002 > 0,05$ maka dapat diputuskan bahwa H_a diterima dan H_0 ditolak artinya model pembelajaran berbasis STEM efektif terhadap berpikir kreatif dibandingkan pembelajaran dengan model konvensional.

Perhitungan uji *effect size* bertujuan untuk mengukur seberapa besar efek model pembelajaran PjBL berbasis STEM materi laju reaksi didapatkan nilai d sebesar 0,93 dengan kategori tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran PjBL berbasis STEM berdampak besar terhadap keterampilan berpikir kreatif peserta didik. Hal ini dikarenakan karakteristik pembelajaran yang menuntut peserta didik untuk bersikap aktif serta kolaboratif dalam menyelesaikan materi laju reaksi dengan menggunakan proyek. Didukung oleh penelitian Fadhilatunnisa et al., (2022) kemampuan berpikir peserta didik meningkat secara signifikan akibat dari penerapan model pembelajaran berbasis STEM yang efektif.

D. Keterbatasan Penelitian

Penelitian idealnya dapat dilaksanakan dalam cakupan yang lebih luas. Namun, adanya beberapa faktor pembatas menyebabkan penelitian ini memiliki keterbatasan. Adapun keterbatasan dalam penelitian ini yaitu:

1. Penelitian hanya memberikan pembelajaran laju reaksi pada pengertian dan faktor-faktor yang memengaruhinya.
2. Keterbatasan waktu penelitian yang dilaksanakan mendekati Penilaian Tengah Semester (PTS).

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan di MAN Demak, pembelajaran dengan menerapkan model PjBL berbasis STEM efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik pada materi laju reaksi. Berdasarkan analisis hipotesis menggunakan uji *independent sample t-test* didapatkan nilai signifikansi 0,002, yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan. Selain itu, nilai *effect size* sebesar 0,93 termasuk dalam kategori tinggi, yang menunjukkan besarnya pengaruh model pembelajaran terhadap peningkatan keterampilan berpikir kreatif.

B. Implikasi

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan, implikasi penelitian ini adalah pembelajaran dengan menerapkan model PjBL berbasis STEM dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik.

C. Saran

Saran yang dapat diberikan oleh peneliti bagi penelitian lanjutan ialah sebagai berikut:

1. Penyampaian materi laju reaksi perlu disusun secara sistematis, mencakup pemahaman konsep dasar, persamaan laju reaksi, penentuan orde reaksi, serta faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.
2. Dibutuhkan penelitian lanjutan mengenai pembelajaran PjBL-STEM dengan cakupan materi yang lebih luas lagi dan tidak terbatas pada laju reaksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aeni, S. N., Lestiana, H. T., & Toheri. (2023). Penerapan Science, Technology, Engineering, Mathematics-Project Based Learning (Stem-Pjbl) Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Differential: Journal on Mathematics Education*, 1(1), 27–36.
- Aldy, H., Sukmawati, N., & Siti Fatimah. (2023). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif melalui Model Pembelajaran PjBL Materi Industri Non-Bank di SMAN 13 Palembang. *Jurnal Neraca: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Ekonomi Akuntansi*, 7(2), 133–142. <https://doi.org/10.31851/neraca.v7i2.12212>
- Andra Ningsih, D., Nurhasanah, & Fadillah, L. (2019). Efektivitas Pembelajaran Di Luar Kelas Dalam Pembentukan Sikap Percaya Diri Peserta Didik Pada Mata Pelajaran Ipa Di Kelas V Sdn 190 Cening. *Jurnal Pendidikan Dasar Dan Keguruan*, 4(2), 1–12. <https://doi.org/10.47435/jpdk.v4i2.314>
- Arifin, Z. (2016). *Evaluasi Pembelajaran*. PT Remaja Rosdakarya.
- Artikasari, E. A., & Saefudin, A. A. (2017). Menumbuhkan Kembangkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Dengan Pendekatan Contextual Teaching and Learning. *Jurnal Math Educator Nusantara*, 3(2). <https://doi.org/10.29407/jmen.v3i2.800>
- Budiasuti, D., & Bandur, A. (2018). *Validitas dan Reliabilitas Penelitian*. Mitra Wacana Media.
- Budiwato, S. (2017). *Metodologi Penelitian dalam Keolahragaan*. Universitas Negeri Malang.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (2013). STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach, Second Edition. In *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology,*

- Engineering, and Mathematics (STEM) Approach, Second Edition.* <https://doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6>
- Carlisle, D. L., & Weaver, G. C. (2018). STEM education centers: catalyzing the improvement of undergraduate STEM education. *International Journal of STEM Education*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0143-2>
- Chang, R. (2005). *Kimia dasar: konsep-konsep inti jilid 2 edisi ketiga*. Penerbit Erlangga.
- Fadhilatunnisa, N., Sudarti, & Dina, R. (2022). Analisis Komparasi Efektivitas Model Pembelajaran STEM dan PjBL dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4(20), 810–814.
- Fadila, R. N., Lutfiani, E. A., R, I. S., Veronika, N., Rachmanto, D., & Arfinanti, N. (2020). Efektivitas pengelolaan sumber daya sekolah dalam meningkatkan mutu pendidikan. *Jurnal Akuntabilitas Manajemen Pendidikan*, 8(1), 81–88. <https://doi.org/10.21831/jamp.v8i1.28997>
- Fadiyah Andirasdini, I., & Fuadiyah, S. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Baseed Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik Pada Pembelajaran Biologi : Literature Review. *Biodik*, 10(2), 156–161. <https://doi.org/10.22437/biodik.v10i2.33827>
- Hidayatulloh, R., Suyono, S., & Azizah, U. (2020). Analisis Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Sma Pada Topik Laju Reaksi. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 10(1), 1899. <https://doi.org/10.26740/jpps.v10n1.p1899-1909>
- Kemendibudristek. (2022). *Peraturan Menteri Pendidikan, Riset dan Teknologi RI Nomor 16 Tahun 2022*.

- Khairunnisa, K., Sari, F. F., Anggelena, M., Agustina, D., & Nursa'adah, E. (2022). Penggunaan Effect Size Sebagai Mediasi dalam Koreksi Efek Suatu Penelitian. *Jurnal Pendidikan Matematika (Judika Education)*, 5(2), 138–151. <https://doi.org/10.31539/judika.v5i2.4802>
- Kuniawan, A. ., & Puspitaningtyas, Z. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Pandiva Buku.
- Kurniawan, H. (2021). *Pembelajaran Matematika dengan STEM*. Deepublish.
- Lail Isro, A. (2021). Description of Students' Critical Thinking Skills in Integrated PjBL STEM Learning Environmental Change Material. *Journal of Innovative Science Education*, 10(3), 237–243. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jise>
- Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology*, 4(NOV), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00863>
- Magdalena, I., Nurul Annisa, M., Ragin, G., & Ishaq, A. R. (2021). Analisis Penggunaan Teknik Pre-Test Dan Post-Test Pada Mata Pelajaran Matematika Dalam Keberhasilan Evaluasi Pembelajaran Di Sdn Bojong 04. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 3(2), 150–165. <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/nusantara>
- Maliki, F. L., Widodo, W., & Raharjo, R. (2017). Profil Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Kelas Vii Smp Negeri 6 Surabaya. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 5(2), 1057. <https://doi.org/10.26740/jpps.v5n2.p1057-1060>
- Mamahit, J. A., Aloysius, D. C., & Suwono, H. (2020). Efektivitas Model Project-Based Learning Terintegrasi STEM (PjBL-STEM) terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Kelas X. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*,

- 5(9), 1284.
<https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i9.14034>
- Manurung, A. S., Halim, A., & Rosyid, A. (2020). Pengaruh Kemampuan Berpikir Kreatif untuk meningkatkan Hasil Belajar Matematika di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 4(4), 1274–1290.
<https://doi.org/10.31004/basicedu.v4i4.544>
- Mardatillah, B. L. R., & Kristayulita, K. (2024). Pengaruh Pembelajaran STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 4(1), 472–482.
<https://doi.org/10.51574/kognitif.v4i1.1564>
- Mu'minah, I. H. (2021). Studi Literatur: Pembelajaran Abad-21 Melalui Pendekatan Steam (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) dalam Menyongsong Era Society 5.0. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*, 3, 584–594.
- Muderawan, I. W., Wiratma, I. G. L., & Nabila, M. Z. (2019). Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kesulitan Belajar Siswa Pada Materi Kelarutan Dan Hasil Kali Kelarutan. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 3(1), 17.
<https://doi.org/10.23887/jpk.v3i1.20944>
- Muliaman, A. (2021). Efektivitas Model Project Based Learning Berorientasi eXe Learning dan Motivasi terhadap Hasil Belajar pada Materi Laju Reaksi. *Jurnal Ilmu Pendidikan (JIP) STKIP Kusuma Negara*, 13(1), 51–57. <https://doi.org/10.37640/jip.v13i1.956>
- Nindi, D. (2023). Efektivitas model pembelajaran PjBL berbasis STEAM terhapa peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa pada materi bentuk molekul. Repository UIN Syarif Hidayatullah.
- Novitasari, A., Isnaini, L. A., & Supriyadi, S. (2024). The STEM-based project-based learning impact on students ' critical thinking skills. *Inornatus: Biology*

- Educational Journal*, 4(2), 91–102.
<https://doi.org/10.30862/inornatus.v4i2.652>
- Novitasary, R. R. (2023). Penerapan Pembelajaran Berbasis Proyek pada Kurikulum Merdeka Belajar untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Peserta Didik. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi*, 4(2), 100–112. <https://doi.org/10.26740/jipb.v4n2.p100-112>
- Nurfaijah, S., & Sumarni, W. (2021). Pengaruh Project Based Learning Terintegrasi STEM Pada Pembelajaran Hidrolisis Garam Terhadap Keaktifan Siswa. ... in *Education*, 10(2252).
<https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/chemined/article/view/42710%0Ahttps://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/chemined/article/view/42710/20559>
- Nurkholik, M., & Yonata, B. (2020). Implementasi Model Pembelajaran Inkuiri Untuk Melatihkan High Order Thinking Skills Peserta Didik Pada Materi Laju Reaksikelas Xi Ipa Man 2 Gresik Implementation of Inquiry Learning Model To Train High Order Thinking Skills Students on the Reaction Rate C. *Unesa Journal of Chemical Education*, 9(1), 158–164.
- Nurlaela, L., & Ismayati, E. (2015). *Strategi Belajar Berpikir Kreatif*. Penerbit Ombak.
- Nurzen, M. (2022). Teacher Readiness in Implementing the Merdeka Curriculum in Kerinci Regency. *Edunesia: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 3(3), 313–325.
<https://doi.org/10.51276/edu.v3i3.424>
- Priatna, N. (2021). *Pembelajaran Matematika Berbasis Proyek* (Pertama). PT Remaja Rosdakarya.
- Purnomo, E. (2016). *Dasar-dasar dalam perancangan evaluasi pembelajaran*. Media Akademi.
- Qiara, S. (2024). Analisis Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Kemampuan

- Berpikir Kreatif Peserta Didik pada Mata Pelajaran Kimia. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 13(1), 64–71.
<https://doi.org/10.20961/inkuiri.v13i1.81628>
- Qomariyah, D. N., & Subekti, H. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif: Studi Eksplorasi Siswa Di Smpn 62 Surabaya. *PENSA E-JURNAL: Pendidikan Sains*, 9(2), 242–246.
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/pensa/index>
- Qotimah, I., & Rusman, R. (2024). Teacher efforts' to prepare implementation of Kurikulum Merdeka in elementary school. *Inovasi Kurikulum*, 21(1), 27–40.
<https://doi.org/10.17509/jik.v21i1.62003>
- Rahayu, A. S., & Sutarno, J. (2021). Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Konsep Laju Reaksi dengan Model Discovery PjBL Berbasis STEM di SMAN 1 Lemahabang Cirebon. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains (JPFS)*, 4(1), 17–23.
<https://doi.org/10.52188/jpfs.v4i1.104>
- Ralph, R. (2015). Post Secondary Project-Based Learning in Science, Technology, Engineering and Mathematics. *Journal of Technology and Science Education*, 6(1), 26–35.
<http://www.jotse.org/index.php/jotse/article/view/155/176>
- Redhana, I. W. (2019). Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1).
- Rohmawati, A. (2015). Efektivitas Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Usia Dini*, 9(1), 15–32.
<https://doi.org/10.1177/003755007200300206>
- Rudyatmi, E., & Rusilowati, A. (2010). *Bahan Ajar Evaluasi Pembelajaran* (1st ed.). FMIPA UNNES.
- Sari, Elinda Putri; Fikrati, A. N. (2023). *Perbedaan Hasil Belajar Siswa Antara Yang Mengikuti dan Tidak*

- Mengikuti Bimbingan Belajar di MIN 4 Jombang. 15(1), 34–39.*
- Shafiul, M., Agus, D., & Nurhadi, D. (2020). Mengkombinasikan Project-Based Learning dengan STEM untuk Meningkatkan Hasil Belajar Teknikal dan Karakter Kerja Siswa SMK. *Februari, 43(1)*, 41–50.
- Sudarmo, U. (2017). *Kimia : Untuk SMA/MA Kelas XI*. Penerbit Erlangga.
- Sugiyono, P. D. (2019). *Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D (kedua)*. Penerbit Alfabeta.
- Sumarni, W., Wijayati, N., & Supanti, S. (2019). Kemampuan Kognitif Dan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek Berpendekatan Stem. *J-PEK (Jurnal Pembelajaran Kimia), 4(1)*, 18–30. <https://doi.org/10.17977/um026v4i12019p018>
- Suratno, Komaria, N., Yushardi, Dafik, & Wicaksono, I. (2019). The effect of using synectics model on creative thinking and metacognition skills of junior high school students. *International Journal of Instruction, 12(3)*, 133–150. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.1239a>
- Suryaningsih, S., & Aninun, F. (2021). *Kontribusi STEAM Project Based Learning dalam Mengukur Keterampilan Proses Sains dan Berpikir Kreatif Siswa. 2(6)*, 1097–1111.
- Thahura, L. an, Lodang, H., & Saleh, A. R. (2024). Keefektifan Pendekatan Joyfull Learning Berbasis Ice Breaking Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Biologi Tentang Materi Substansi Genetik Pada SMA Kelas XII. *Oryza (Jurnal Pendidikan Biologi), 13(1)*, 116–127. <https://doi.org/10.33627/oz.v13i1.1828>
- Thomas, J. (2000). Whatever Form a Project Takes , It Must Meet These Criteria To Be Gold Standard PjBL. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 22(1)*, 1–18. <http://dx.doi.org/10.1038/s41539-019->

0045-1

- Triana, D., & Anggraito, Y. U. (2020). Effectiveness of Environmental Change Learning Tools Based on STEM-PjBL Towards 4C Skills of Students. *Jise*, 9(2), 181–187.
<http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jise>
- Trianto. (2017). *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif, Progresif, dan Kontekstual-2013*. Prenadamedia Group.
- Utary, N., & Anwar, Y. (2023). STEM-Critical Thinking Skills of Natural Science Students in Kurikulum Merdeka. *Jurnal Atrium Pendidikan Biologi*, 8(2), 30.
<https://doi.org/10.24036/apb.v8i2.14618>
- Wahab, A., Junaedi, J., & Azhar, M. (2021). Efektivitas Pembelajaran Statistika Pendidikan Menggunakan Uji Peningkatan N-Gain di PGMI. *Jurnal Basicedu*, 5(2), 1039–1045.
<https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i2.845>
- Wahid, F. S., & Purnomo, M. A. (2020). Analisis Peran Guru Dalam Pemanfaatan Lingkungan Sekolah Terhadap Kreativitas Belajar Siswa. *Jurnal Ilmiah KONTEKSTUAL*, 2(01), 38–42.
<https://doi.org/10.46772/kontekstual.v2i01.247>
- Widaddari, D. S., & Zamhari, M. (2021). Efektivitas Model Pembelajaran Treffinger Dengan Creative Exercise Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Journal of Tropical Chemistry Research and Education*, 3(1), 28–38. <https://doi.org/10.14421/jtcre.2021.31-04>
- Wulandari, E., Rahmawati, R., & Margono, N. (2022). *Buku Interaktif Kimia SMA/MA Kelas XI*. Penerbit Intan Pariwara.
- Yusup, F. (2018). Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penelitian Kuantitatif. *Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 7,

17-23.

Zahirah, D. F., & Sulistina, O. (2023). Efektifitas Pembelajaran Stem-Project-Based Learning Dalam Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Dan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Kesetimbangan Kimia. *UNESA Journal of Chemical Education*, 12(2), 121-131.
<https://doi.org/10.26740/ujced.v12n2.p121-131>

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1 Modul Ajar Eksperimen

Instansi	:	MAN 2 TEGAL
Fase	:	F (Kelas XI)
Semester	:	2
Capaian Pembelajaran	:	Peserta didik mampu menerapkan operasi matematika dalam perhitungan kimia; mempelajari sifat, struktur dan interaksi partikel dalam membentuk berbagai senyawa; memahami dan menjelaskan aspek energi, laju dan kesetimbangan reaksi kimia; menggunakan konsep asam-basa dalam keseharian; menggunakan transformasi energi kimia dalam keseharian; memahami kimia organik. Peserta didik mampu menjelaskan penerapan berbagai konsep kimia dalam keseharian dan menunjukkan bahwa perkembangan ilmu kimia menghasilkan berbagai inovasi. Peserta didik memiliki pengetahuan Kimia yang lebih mendalam sehingga

		menumbuhkan minat sekaligus membantu peserta didik untuk dapat melanjutkan ke jenjang pendidikan berikutnya agar dapat mencapai masa depan yang baik. Peserta didik diharapkan semakin memiliki pikiran kritis dan pikiran terbuka melalui kerja ilmiah dan sekaligus memantapkan profil pelajar pancasila khususnya jujur, objektif, bernalar kritis, kreatif, mandiri, inovatif, bergotong royong, dan berkebhinekaan global
--	--	--

No	Alur Tujuan Pembelajaran	Perkiraan Jumlah Jam	Kata Kunci	Profil Pelajar Pancasila	Glosarium
11.8	Menganalisis fenomena di lingkungan sekitar yang	10 JP	Laju Reaksi	bernalar kritis, mandiri, inovatif,	Laju reaksi : berubahnya konsentrasi reaktan/pro

	berkaitan dengan laju reaksi.			objektif, gotong royong	duk persatuan waktu
11. 10	Merancang, melaksanakan dan mempresentasikan hasil percobaan ilmiah berdasarkan teori tumbukan dan faktor yang memengaruhi laju reaksi.		Teori tumbukan, suhu, konsent rasi, luas permukaan bidang sentuh, katalis	bernalar kritis, mandiri, inovatif, objektif, gotong royong	Tumbukan : ketika suatu benda-benda dibuat saling bertabrakan Katalis : suatu zat yang dapat mempercepat/memperlambat suatu reaksi kimia tanpa zat sendirinya tersebut berubah

**MODUL AJAR
LAJU REAKSI**

FA SE	JENJA NG	KEL AS	PERKIRAA N JUMLAH PESERTA DIDIK	MODA PEMBALA JARAN	ALOKASI WAKTU
F	SMA	XI	Peserta Didik	Tatap Muka	8 JP (4 Kali Pertemuan)

A. INFORMASI UMUM	
Identitas Umum	Nama Penyusun : Shofia Nurul Farhana Nama Sekolah : MAN 2 TEGAL Tahun Pelajaran : 2024/2025 Modul Ajar : Kimia Fase/ Kelas/ Semester : F/ XI/ 4 Alokasi waktu : 6 X 45 Menit (3 Pertemuan)
Kompetensi Awal	Kompetensi yang harus dimiliki sebelum mempelajari fenomena di lingkungan sekitar yang berkaitan dengan laju reaksi yaitu peserta didik telah mengerti konsep reaksi kimia dan konsep energy dalam reaksi kimia.

Profil Pelajar Pancasila	1. Beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia dengan cara melatih siswa berdoa sebelum dan sesudah belajar. 2. Berkebinekaan global dengan cara melatih siswa tidak membedakan teman ketika pembentukan kelompok diskusi atau praktikum. 3. Mandiri dengan cara melatih siswa untuk mengerjakan soal latihan di setiap akhir kegiatan pembelajaran tanpa bantuan orang lain. 4. Bergotong royong dengan cara melatih siswa untuk saling membantu dalam kerja sama kelompok saat praktikum atau diskusi/ presentasi. 5. Bernalar kritis dengan cara melatih siswa dengan pertanyaan pertanyaan dalam peristiwa keludupan sehari-hari yang berhubungan dengan topik materi. 6. Kreatif dengan cara melatih siswa berinovasi dalam menentukan/ menemukan rumus-rumus yang digunakan dalam pemecahan soal
Sarana dan Prasarana	1. Ruang Kelas 2. Laptop atau IP 3. Buku Paket Kimia dan sumber referensi lain yang relevan 4. Alat tulis 5. Jaringan Internet atau Wi-Fi 6. LCD
Target Peserta Didik	Peserta Didik Kelas XI, maksimal 36 peserta didik

Model Pembelajaran	Pembelajaran tatap muka dengan model <i>Project Based Learning (PjBL)</i> berbasis STEM
B. KOMPONEN INTI	
Tujuan Pembelajaran	TP 1 : Menjelaskan pengertian laju reaksi dan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi TP 2 : Menjelaskan teori tumbukan pada reaksi kimia. TP 3 : Menentukan faktor laju reaksi berdasarkan teori tumbukan TP 4 : Menganalisis faktor laju reaksi berdasarkan teori tumbukan. TP 5 : Merancang percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi. TP 6 : Melakukan percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi. TP 7 : Menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.
Pemahaman Bermakna	Setelah mempelajari materi laju reaksi, peserta didik mampu memahami berbagai fenomena di

	lingkungan sekitar yang berkaitan dengan laju reaksi.
Pertanyaan Pemantik	Perhatikan gambar di bawah, apa hubungan gambar tersebut dengan materi yang akan kita pelajari?  Apa kalian lihat? Apa yang bisa kalian jelaskan dari pengamatan tersebut? Apakah kedua peristiwa tersebut menunjukkan adanya reaksi kimia? Bagaimana kecepatan terjadinya reaksi?
Persiapan Pembelajaran	Guru mengingatkan peserta didik untuk mempersiapkan buku teks, laptop, HP, buku catatan, dan alat tulis untuk kegiatan pembelajaran.

KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pertemuan Pertama (2x45 menit)

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan		Kemampuan Berpikir Kreatif
PjBL-STEM	Guru	Peserta Didik	
Pendahuluan (5 Menit)			
	Memberi salam dan meminta ketua kelas untuk memimpin berdoa sebelum memulai pembelajaran	Menjawab salam dan berdoa bersama	
	Memeriksa kehadiran dengan menanyakan alasan peserta didik jika ada yang tidak hadir	Memberitahukan kehadirannya pada guru	
	Memberikan arahan pelaksanaan	Mendengarkan arahan dari guru terkait	

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan		Kemampuan Berpikir Kreatif
PjBL-STEM	Guru	Peserta Didik	
	<i>pretest</i> pembelajaran materi laju reaksi	pelaksanaan asesmen pembelajaran laju reaksi yang disampaikan	
	Memberikan asesmen pembelajaran laju reaksi	Menerima asesmen pembelajaran laju reaksi	
Kegiatan Inti (70 Menit)			
	Memantau peserta didik dalam pengerjaan asesmen	Mengerjakan asesmen	
Penutup (10 Menit)			
	Menginformasikan kegiatan pembelajaran	Mendengarkan penjelasan dari guru terkait	

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan		Kemampuan Berpikir Kreatif
PjBL-STEM	Guru	Peserta Didik	
	pada pertemuan berikutnya	kegiatan pembelajaran pada pertemuan berikutnya yang disampaikan	
	Membagi peserta didik menjadi 4 kelompok secara acak	Segera mencari kelompok	
	Menyampaikan salam penutup untuk mengakhiri proses pembelajaran	Menjawab salam	

Pertemuan Kedua (2 X 45 menit)

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan		Kemampuan Berpikir Kreatif
PjBL-STEM	Guru	Peserta Didik	
Pendahuluan (5 Menit)			
	Memberi salam dan meminta ketua kelas untuk memimpin berdoa sebelum memulai pembelajaran	Menjawab salam dan berdoa bersama	
	Memeriksa kehadiran dengan menanyakan alasan peserta didik jika ada yang tidak hadir	Memberitahukan kehadirannya pada guru	
	Menyampaikan tujuan pembelajaran	Mendengarkan tujuan pembelajaran yang disampaikan	

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan		Kemampuan Berpikir Kreatif
PjBL-STEM	Guru	Peserta Didik	
	Memotivasi peserta didik agar tertarik pada materi yang disampaikan dengan menjelaskan manfaat belajar laju reaksi pada kehidupan sehari-hari.	Memperhatikan dan mengemukakan pendapat dari pemahaman yang dibentuk oleh peserta didik dari hasil pengamatan gambar yang disajikan	
Kegiatan Inti (70 Menit)			
Fase 1 : <i>Reflection</i>	Membagi peserta didik menjadi 4 kelompok	Segera berkumpul bersama kelompok terpilih	Kelancaran, keluwesan, orisinal,
	Memberikan lembar kerja pada setiap peserta	Menerima dan memulai diskusi	

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan		Kemampuan Berpikir Kreatif
PjBL-STEM	Guru	Peserta Didik	
	didik untuk menyelesaikan secara berkelompok		pengembangan
Fase 2 : <i>Research</i>	Membimbing dan memantau suasana belajar dalam jalannya diskusi lembar kerja	Mencari informasi untuk menghubungkan pengetahuan yang diperoleh sebelumnya dengan materi laju reaksi	
		Menganalisis masalah dan menemukan gagasan pemecahan masalah	

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan		Kemampuan Berpikir Kreatif
PjBL-STEM	Guru	Peserta Didik	
		Mengumpulkan informasi laju reaksi melalui internet untuk memperoleh rancangan proyek pada lembar kerja	
Fase 3 : <i>Discovery</i>	Mengarahkan peserta didik untuk melaksanakan rancangan sesuai pada lembar kerja	Bersama kelompok merumuskan desain proyek yang akan dilaksanakan	
	Memfasilitasi brainstorming peserta didik tentang pilihan alat dan bahan	Bersama kelompok menyusun alat dan bahan serta langkah kerja	

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan		Kemampuan Berpikir Kreatif
PjBL-STEM	Guru	Peserta Didik	
	dalam pelaksanaan proyek	sesuai pada arahan lembar kerja	
	Meminta peserta didik untuk menuliskan semua rencana yang akan dilaksanakan	Menggambarkan rancangan yang akan dilaksanakan sesuai dengan panduan yang terdapat dalam lembar kerja	
Fase 4 : <i>Application</i>	Menyampaikan peserta didik untuk mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam	Mendengarkan penjelasan guru	

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan		Kemampuan Berpikir Kreatif
PjBL-STEM	Guru	Peserta Didik	
	pelaksanaan proyek		
Fase 5 : <i>Communication</i>	Meminta peserta didik untuk menjelaskan rancangan yang akan dilaksanakan pertemuan selanjutnya	Menjelaskan rancangan yang akan dilaksanakan pertemuan selanjutnya	
Penutup (10 Menit)			
	Menginformasikan kegiatan pembelajaran pada pertemuan berikutnya	Mendengarkan penjelasan dari guru terkait kegiatan pembelajaran pada pertemuan berikutnya yang disampaikan	

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan		Kemampuan Berpikir Kreatif
PjBL-STEM	Guru	Peserta Didik	
	Menyampaikan salam penutup untuk mengakhiri proses pembelajaran	Menjawab salam	

Pertemuan Ketiga (2 X 45 menit)

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan		Kemampuan Berpikir Kreatif
PjBL-STEM	Guru	Peserta Didik	
Pendahuluan (5 Menit)			
	Memberi salam dan meminta ketua kelas untuk memimpin berdoa	Menjawab salam dan berdoa bersama	

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan		Kemampuan Berpikir Kreatif
	Guru	Peserta Didik	
PjBL-STEM	sebelum memulai pembelajaran		
	Memeriksa kehadiran dengan menanyakan alasan peserta didik jika ada yang tidak hadir	Memberitahukan kehadirannya pada guru	
	Menyampaikan tujuan pembelajaran	Mendengarkan tujuan pembelajaran yang disampaikan	
	Memotivasi peserta didik agar tertarik pada materi yang disampaikan dengan	Memperhatikan dan mengemukakan pendapat dari pemahaman yang dibentuk oleh	

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan		Kemampuan Berpikir Kreatif
PjBL-STEM	Guru	Peserta Didik	
	menjelaskan manfaat belajar laju reaksi pada kehidupan sehari-hari.	peserta didik dari hasil pengamatan gambar yang disajikan	
Kegiatan Inti (70 Menit)			
Fase 1 : <i>Reflection</i>	Membagi peserta didik menjadi 4 kelompok	Segera berkumpul bersama kelompok terpilih	Kelancaran, keluwesan, orisinal, pengembangan
Fase 2 : <i>Research</i>	Menanyakan persiapan proyek yang akan dilaksanakan	Memberikan informasi mengenai kesiapan proyek	
Fase 3 : <i>Discovery</i>	Mengarahkan peserta didik untuk mempersiapkan alat dan bahan	Bersama kelompok mempersiapkan alat dan bahan	

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan		Kemampuan Berpikir Kreatif
PjBL-STEM	Guru	Peserta Didik	
	yang akan digunakan	yang akan dilaksanakan	
Fase 4 : <i>Application</i>	Memfasilitasi peserta didik pembuatan dan pelaksanaan proyek laju reaksi	Membuat proyek sesuai dengan desain rancangan yang telah dibuat	
Fase 5 : <i>Communication</i>	Meminta peserta didik untuk mempresentasikan hasil proyek melalui poster	Mempresentasikan hasil proyek melalui poster	
	Memfasilitasi diskusi antar kelompok	Secara aktif berdiskusi mengemukakan pendapat	
Penutup (10 Menit)			

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan		Kemampuan Berpikir Kreatif
PjBL-STEM	Guru	Peserta Didik	
	Merefleksi hasil kegiatan pembelajaran	Bersama guru merefleksi hasil kegiatan pembelajaran terkait faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi	
	Memberi penguatan terkait faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi	Mendengarkan penjelasan guru	
	Menyampaikan salam penutup untuk mengakhiri proses pembelajaran	Menjawab salam	

Pertemuan Keempat (2x45 menit)

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan		Kemampuan Berpikir Kreatif
PjBL-STEM	Guru	Peserta Didik	
Pendahuluan (5 Menit)			
	Memberi salam dan meminta ketua kelas untuk memimpin berdoa sebelum memulai pembelajaran	Menjawab salam dan berdoa bersama	
	Memeriksa kehadiran dengan menanyakan alasan peserta didik jika ada yang tidak hadir	Memberitahukan kehadirannya pada guru	
Kegiatan Inti (70 Menit)			
	Menjelaskan dan menguatkan mengenai laju	Mendengarkan penjelasan guru	

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan		Kemampuan Berpikir Kreatif
PjBL-STEM	Guru	Peserta Didik	
	reaksi, teori tumbukan dan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi		
	Memberikan arahan pelaksanaan asesmen pembelajaran materi laju reaksi	Mendengarkan arahan dari guru terkait pelaksanaan asesmen pembelajaran laju reaksi yang disampaikan	
	Memberikan asesmen pembelajaran laju reaksi	Menerima asesmen pembelajaran laju reaksi	

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan		Kemampuan Berpikir Kreatif
	Guru	Peserta Didik	
PjBL-STEM	Memantau peserta didik dalam pengerjaan asesmen	Mengerjakan asesmen	
Penutup (10 Menit)			
	Menginformasikan kegiatan pembelajaran pada pertemuan berikutnya	Mendengarkan penjelasan dari guru terkait kegiatan pembelajaran pada pertemuan berikutnya yang disampaikan	
	Menyampaikan salam penutup untuk mengakhiri proses pembelajaran	Menjawab salam	

Asesmen	
Asesmen Formatif	Terlampir dalam LKPD
Asesmen Sumatif	Terlampir soal <i>pretest dan posttest</i>

Mengetahui,

Guru Mata Pelajaran Kimia

Peneliti

Hj. Azza Khisnu Addiani, M.Pd.

Shofia Nurul Farhana

Lampiran 2 Modul Ajar Kontrol

Instansi	:	MAN Demak
Fase	:	F (Kelas XI)
Semester	:	2
Capaian Pembelajaran	:	Peserta didik mampu menjelaskan konsep laju reaksi dan teori tumbukan serta menganalisis pengaruh berbagai faktor terhadap laju reaksi melalui kegiatan observasi, diskusi, dan pemecahan masalah kontekstual. Peserta didik dapat mengaitkan pemahaman tersebut dengan fenomena dalam kehidupan sehari-hari seperti proses pembusukan makanan, reaksi pembakaran, dan pengawetan bahan. Peserta didik menunjukkan kemampuan berpikir kritis dan logis dalam menganalisis grafik laju reaksi serta menerapkan rumus-rumus matematis sederhana dalam menghitung laju reaksi berdasarkan data eksperimen. Peserta didik juga mampu menyajikan hasil pengamatan dan diskusi dalam bentuk laporan singkat dan menyampaikan ide-idenya secara kreatif. Dengan mempelajari materi laju reaksi, peserta didik memahami bahwa reaksi kimia tidak selalu berlangsung dengan kecepatan yang sama dan dapat dikendalikan melalui berbagai faktor. Hal ini menumbuhkan kesadaran akan pentingnya penguasaan ilmu kimia dalam kehidupan dan teknologi modern, sekaligus menumbuhkan minat untuk melanjutkan studi di bidang sains dan teknologi. Peserta didik diharapkan semakin menunjukkan profil pelajar Pancasila, khususnya dalam hal: Bernalar kritis, Mandiri, Gotong Royong, Kreatif, Beriman dan bertakwa, dan Berkebhinekaan global.

No	Alur Tujuan Pembelajaran	Perkiraan Jumlah Jam	Kata Kunci	Profil Pelajar Pancasila	Glosarium
11.8	Menganalisis fenomena di lingkungan sekitar yang berkaitan dengan laju reaksi.	10 JP	Laju Reaksi	bernalar kritis, mandiri, gotong royong, kreatif, beriman dan bertakwa, berkebhinekaan global	Laju reaksi: berubahnya konsentrasi reaktan/produk per satuan waktu
11.10	Merancang, melaksanakan, dan mempresentasikan hasil percobaan ilmiah berdasarkan teori tumbukan dan faktor yang memengaruhi laju reaksi.		Teori tumbukan, suhu, konsentrasi, luas permukaan, bidang sentuh, katalis	bernalar kritis, mandiri, gotong royong, kreatif, beriman dan bertakwa, berkebhinekaan global	Tumbukan: ketika suatu benda-benda dibuat saling bertabrakan. Katalis: suatu zat yang dapat mempercepat/memperlambat suatu reaksi kimia tanpa zat itu sendiri berubah

MODUL AJAR LAJU REAKSI

FA SE	JENJA NG	KEL AS	PERKIRAAN JUMLAH PESERTA DIDIK	MODA PEMBALAJ ARAN	ALOKASI WAKTU
F	SMA	XI	Peserta Didik	Tatap Muka	10 JP (5 Kali Pertemuan)

A. INFORMASI UMUM	
Identitas Umum	Nama Penyusun : Shofia Nurul Farhana Nama Sekolah : MAN Demak Tahun Pelajaran : 2024/2025 Modul Ajar : Kimia Fase/ Kelas/ Semester : F/ XI/ 2 Alokasi waktu : 10 X 45 Menit (5 Pertemuan)
Kompetensi Awal	Kompetensi yang harus dimiliki sebelum mempelajari fenomena di lingkungan sekitar yang berkaitan dengan laju reaksi yaitu peserta didik telah mengerti konsep reaksi kimia dan konsep energi dalam reaksi kimia.
Profil Pelajar Pancasila	Beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia dengan cara melatih siswa berdoa sebelum dan sesudah belajar. Berkebinekaan global dengan cara melatih siswa tidak membedakan teman ketika pembentukan kelompok diskusi atau praktikum. Mandiri dengan cara melatih siswa untuk mengerjakan soal latihan di setiap akhir kegiatan pembelajaran tanpa bantuan orang lain. Bergotong royong dengan cara melatih siswa untuk saling membantu dalam kerja sama kelompok saat praktikum atau

	diskusi/ presentasi. 5. Bernalar kritis dengan cara melatih siswa dengan pertanyaan pertanyaan dalam peristiwa keludupan sehari-hari yang berhubungan dengan topik materi. 6. Kreatif dengan cara melatih siswa berinovasi dalam menentukan/ menemukan rumus-rumus yang digunakan dalam pemecahan soal
Sarana dan Prasarana	1. Ruang Kelas 2. Laptop atau IP 3. Buku Paket Kimia dan sumber referensi lain yang relevan 4. Alat tulis 5. Jaringan Internet atau Wi-Fi 6. LCD
Target Peserta Didik	Peserta Didik Kelas XI, maksimal 38 peserta didik
Model Pembelajaran	Pembelajaran tatap muka dengan model Konvensional ceramah
B. KOMPONEN INTI	
Tujuan Pembelajaran	TP 1 : Menjelaskan pengertian laju reaksi dan faktor-faktor yang mempengaruhinya TP 2 : Menjelaskan teori tumbukan pada reaksi kimia. TP 3 : Mengamati pengaruh faktor-faktor terhadap laju reaksi melalui tayangan visual. TP 4 : Mengerjakan soal-soal terkait laju reaksi.
Pemahaman Bermakna	Peserta didik memahami bahwa laju reaksi dipengaruhi berbagai faktor dan penting dalam kehidupan sehari-hari.

Pertanyaan Pemantik	1. Mengapa makanan cepat basi saat diletakkan di luar kulkas? 2. Apa yang mempengaruhi cepat lambatnya reaksi kimia terjadi?
Persiapan Pembelajaran	Guru mengingatkan peserta didik untuk mempersiapkan buku teks, laptop, HP, buku catatan, dan alat tulis untuk kegiatan pembelajaran.

KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pertemuan Pertama (2x45 menit)

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	
Konvensional ceramah	Guru	Peserta Didik
Pendahuluan (5 Menit)		
	Memberi salam dan meminta ketua kelas untuk memimpin berdoa sebelum memulai pembelajaran	Menjawab salam dan berdoa bersama
	Memeriksa kehadiran dengan menanyakan alasan peserta didik jika ada yang tidak hadir	Memberi informasi kehadirannya pada guru
	Menjelaskan teknis pelaksanaan posttest	Mendengarkan penjelasan teknis
Kegiatan Inti (70 Menit)		
	Memberikan soal <i>pretest</i>	Menjawab soal <i>pretest</i>

Penutup (10 Menit)		
	Menyampaikan kegiatan pembelajaran yang akan datang	Mencatat informasi untuk pertemuan selanjutnya
	Menyampaikan salam penutup untuk mengakhiri proses pembelajaran	Menjawab salam

Pertemuan Kedua (2 X 45 menit)

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	
Konvensional ceramah	Guru	Peserta Didik
Pendahuluan (5 Menit)		
	Memberi salam dan doa bersama	Menjawab salam dan berdoa bersama
	Memberikan apersepsi tentang fenomena yang berkaitan dengan laju reaksi (misalnya: kenapa makanan cepat basi di luar kulkas?)	Mendengarkan dan menanggapi pertanyaan pemantik
	Menyampaikan tujuan pembelajaran tentang konsep dasar laju reaksi	Mendengarkan tujuan pembelajaran
Kegiatan Inti (70 Menit)		
	Menjelaskan pengertian laju reaksi dan contoh sederhana	Menyimak penjelasan dan menanyakan hal yang belum

		dipahami
	Menayangkan video atau gambar ilustrasi tentang reaksi kimia yang cepat dan lambat	Mengamati dan mendiskusikan isi tayangan
	Memberikan contoh soal sederhana dan grafik laju reaksi	Menjawab pertanyaan dan berdiskusi secara berkelompok
Penutup (10 Menit)		
	Menginformasikan kegiatan pembelajaran pada pertemuan berikutnya	Mendengarkan penjelasan dari guru terkait kegiatan pembelajaran pada pertemuan berikutnya yang disampaikan

Pertemuan Ketiga (2 X 45 menit)

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	
Konvensional ceramah	Guru	Peserta Didik
Pendahuluan (5 Menit)		
	Salam, doa, apersepsi tentang pengaruh es dalam air panas dan sebaliknya	Menjawab salam dan menanggapi apersepsi
	Menyampaikan tujuan pembelajaran tentang faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi	Mencatat dan memahami tujuan

Kegiatan Inti (70 Menit)		
Fase 1 Mengamati	: Menyajikan fenomena: Mengapa reaksi kimia bisa cepat atau lambat?	Menyimak dan merespons fenomena melalui diskusi
Fase 2 Menanya	: Menayangkan video pengaruh konsentrasi, suhu, luas permukaan, katalis, dan tekanan terhadap laju reaksi	Mengamati dan mencatat pengaruh masing-masing faktor dari tayangan
Fase 3: Menalar	Membimbing diskusi kelompok tentang bagaimana masing-masing faktor memengaruhi tumbukan efektif	Berdiskusi dalam kelompok dan menyusun simpulan hubungan faktor terhadap teori tumbukan
Fase 4 Mencoba	: Memberikan soal kontekstual dan grafik laju reaksi untuk dianalisis	Mengerjakan soal dan mempresentasikan hasilnya
	Menyediakan waktu untuk menyampaikan kesimpulan dari hasil diskusi kelompok	Menyajikan pemahaman mereka dalam bentuk lisan/tulisan/poster
Penutup (10 Menit)		
	Memberikan kuis singkat sebagai evaluasi ringan	Menjawab kuis dan memberikan refleksi
	Menyampaikan kegiatan dan tugas untuk pertemuan berikutnya	Mencatat dan mempersiapkan diri
	Memberi salam penutup	Menjawab salam

Pertemuan Keempat (2x45 menit)

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	
Konvensional ceramah	Guru	Peserta Didik
Pendahuluan (5 Menit)		
	Menyapa dan membuka dengan pertanyaan pengingat tentang faktor-faktor laju reaksi	Menjawab dan memberi contoh dari pengalaman
	Menyampaikan tujuan mempelajari teori tumbukan	Mencatat dan memahami tujuan
Kegiatan Inti (70 Menit)		
	Menjelaskan teori tumbukan dan syarat terjadinya reaksi efektif	Mendengarkan dan mencatat, Menyusun logika hubungan antara tumbukan dan laju
	Menyajikan animasi tumbukan antar partikel	Mengamati tayangan dan membuat catatan visual
	Diskusi kelompok tentang bagaimana teori tumbukan menjelaskan kelima faktor	Diskusi aktif dengan argumentasi logis
	Mengerjakan soal latihan berbasis konsep tumbukan	Mengerjakan dan berdiskusi, Menyusun pemecahan kreatif berdasarkan teori
Penutup (10 Menit)		

	Meminta peserta membuat rangkuman singkat konsep hari ini	Menulis poin-poin penting Mengorganisasi informasi secara mandiri
	Memberi arahan untuk tugas rumah: eksperimen sederhana	Mencatat dan merencanakan tugas
	Memberikan salam penutup	Menjawab salam

Pertemuan Kelima (2x45 menit)

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	
Konvensional ceramah	Guru	Peserta Didik
Pendahuluan (5 Menit)		
	Memberi salam, doa, dan motivasi untuk posttest	Menjawab salam dan siap mengikuti posttest
	Menjelaskan teknis pelaksanaan posttest	Mendengarkan penjelasan teknis
Kegiatan Inti (70 Menit)		
	Memberikan soal posttest mencakup seluruh materi	Mengerjakan posttest secara individu, Menunjukkan pemahaman komprehensif
	Membahas soal posttest secara klasikal	Menyimak dan memberi tanggapan

	Review ulang poin-poin penting materi laju reaksi	Mencatat kembali konsep inti, Memperkuat penguasaan konsep
Penutup (10 Menit)		
	Mengajak refleksi: Apa yang telah dipelajari? Apa manfaatnya?	Menyampaikan refleksi lisan atau tertulis
	Memberi motivasi akhir dan mengapresiasi proses belajar peserta didik	Mendengarkan dan menyampaikan kesan belajar
	Memberikan salam penutup	Menjawab salam

Asesmen	
Asesmen Formatif	Terlampir dalam LKPD
Asesmen Sumatif	Terlampir soal <i>pretest dan posttest</i>

Mengetahui,
Guru Mata Pelajaran Kimia

Peneliti

Hj. Azza Khisnu Addiani, M.Pd.

Shofia Nurul Farhana

Lampiran 3 Lembar dan Transkrip Wawancara

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Kurikulum apa yang diterapkan dalam pembelajaran kimia di MAN Demak	Kurikulum merdeka
2	Bagaimana model pembelajaran yang diterapkan dalam pembelajaran kimia?	Selama pembelajaran hanya dengan bercerita untuk masuk dalam materi pembelajaran
3	Apakah selama pembelajaran peserta didik pernah melakukan praktik?	Pembelajaran belum pernah karena waktu yang terbatas dan fasilitas yang kurang memadai
4	Berapa nilai KKM untuk mapel kimia?	Nilai KKM 76 yang ditentukan sekolah
5	Materi apa yang dianggap sulit oleh peserta didik kelas XI?	Semunya sulit bagi peserta didik. Tetapi biasanya yang berkaitan dengan teori, reaksi dan praktek karena peserta didik tidak dapat membuktikan dan hanya bayang-bayang saja jadi susah dipahami.

No	Pertanyaan	Jawaban
6	Bagaimana nilai yang diperoleh peserta didik dalam mapel kimia?	Ada yang bagus namun banyak juga yang belum mencapai KKM
7	Bagaimana cara ibu untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik?	Melakukan diskusi namun itu sangat jarang dilaksanakan. Karena peserta didik ragu, takut dan malu bertanya dan menyampaikan pendapat.
8	Menurut ibu model pembelajaran seperti apa yang mampu meningkatkan nilai dan keaktifan peserta didik?	Menurut saya, model pembelajaran yang diharapkan peserta didik yaitu dengan praktik/pengaplikasian secara langsung.
9	Apakah ibu menggunakan model PjBL atau STEM?	Belum pernah kalau model PjBL atau STEM karena fasilitas yang kurang memadai dan biaya yang tidak sedikit.
10	Kapan dan berapa pertemuan pada materi laju reaksi?	Sebenarnya awal masuk semester genap tetapi terkendala kegiatan HUT MAN Demak dan materi semester sebelumnya belum selesai sehingga diselesaikan, dan baru memasuki laju reaksi

No	Pertanyaan	Jawaban
		tahun ini di bulan februari. Untuk waktunya 3 minggu sudah dengan ulangan harian.

Lampiran 4 Kisi-Kisi Instrumen Tes

LEMBAR KISI-KISI INSTRUMEN TES
KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF MATERI LAJU REAKSI
Kelas/Semester : XI/Genap
Bentuk Soal : Uraian 15 soal

Indikator Pencapaian Kompetensi	Indikator Soal	Indikator Berpikir Kreatif	Level Kognitif	Nomor Soal	Soal	Jawaban
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

Menjelaskan pengertian laju reaksi dan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi	Peserta didik dapat menjelaskan konsep faktor laju reaksi	Berpikir lancar	C3	1	Masyarakat Indonesia yang tinggal di daerah pedesaan masih banyak yang menggunakan kayu bakar untuk memasak. Salah satu cara untuk mempercepat pembakaran dengan menjadikan kayu potongan kecil-kecil. Bagaimana konsep reaksi yang terjadi pada pembakaran pada potongan kayu?	Pembakaran kayu bakar dalam potongan kecil untuk mempercepat pembakaran sesuai dengan konsep laju reaksi, dimana potongan kayu kecil meningkatkan luas permukaan kayu bersentuhan dengan oksigen diudara. Semakin besar luas permukaan, semakin banyak kayu yang dapat bereaksi dengan oksigen.
--	---	-----------------	----	---	---	---

Peserta didik menyimpulkan hasil percobaan	Berpikir orisinil	C5	2	Peserta didik melakukan percobaan untuk menguji pengaruh konsentrasi detergen terhadap waktu yang dibutuhkan untuk menghilangkan noda minyak pada kain. Peserta didik menggunakan larutan detergen dengan berbagai konsentrasi. Data hasil percobaan menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk membersihkan noda sebagai berikut: <table><tr><td>Konsentrasi detergen (%larutan)</td><td>Waktu (s)</td></tr></table>	Konsentrasi detergen (%larutan)	Waktu (s)	Berdasarkan data, semakin tinggi konsentrasi detergen, waktu yang diperlukan pembersihan noda minyak menjadi lebih singkat. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi detergen mempengaruhi laju reaksi dalam proses pembersihan minyak oleh molekul detergen. Contoh lain dari faktor konsentrasi yakni pada penggunaan pemutih, semakin tinggi konsentrasi pemutih maka semakin cepat dalam menghilangkan
Konsentrasi detergen (%larutan)	Waktu (s)						

				<table><tr><td>20</td><td>60</td></tr><tr><td>10</td><td>90</td></tr><tr><td>5</td><td>120</td></tr><tr><td>4</td><td>130</td></tr></table> Berdasarkan data di atas, bagaimana konsentrasi detergen mempengaruhi waktu pembersihan kain. Jelaskan hubungan ini menggunakan prinsip laju reaksi! Berikan contoh konsentrasi dalam kehidupan sehari-hari yang mempengaruhi suatu proses kimia, jelaskan keterkaitan dengan laju reaksi!	20	60	10	90	5	120	4	130	noda, jika konsentrasi rendah, maka waktu yang dibutuhkan dalam menghilangkan noda semakin lama.
20	60												
10	90												
5	120												
4	130												

	Peserta didik menganalisis suatu pernyataan terkait penyimpanan bahan pangan dan mengaitkan dengan laju reaksi	Berpikir terperiinci	C4	3	Pak Budi merupakan seorang produsen daging segar. Untuk mempertahankan kualitas daging perlu disimpan dalam lemari pendingin. Mengapa hal ini dilakukan? Kaitkan dengan konsep laju reaksi!	Karena pada suhu rendah, bakteri pembusukkan daging lebih lambat tumbuh, sehingga menghambat laju pembusukan daging. Berdasarkan faktor laju reaksi pada suhu, bahwa kenaikan suhu meningkatkan laju reaksi, karena lebih banyak molekul yang cukup bereaksi.
Menjelaskan laju reaksi menggunakan teori tumbukan	Peserta didik mengaplikasikan teori tumbukan	Berpikir luwes	C4	4	Pagar besi di rumah Dito mengalami pengkaratan yang cukup parah. Dito ingin memperbaiki kondisi pagar rumahnya agar lebih tahan lama dan tidak mudah	Lingkungan lembap, jumlah molekul air dan oksigen yang bereaksi dengan besi meningkat, berdasar teori tumbukan, semakin banyak partikel, semakin sering terjadi

					berkarat. Lingkungan rumah Dito memiliki kelembapan yang tinggi, sehingga mempercepat pengkaratan. Berdasarkan teori tumbukan, jelaskan bagaimana kelembapan lingkungan dapat mempercepat proses pengkaratan pagar besi? Apa langkah yang dapat dilakukan Dito untuk melindungi pagar dari karat?	tumbukan antarpartikel, sehingga tumbukan efektif meningkat. sehingga laju pengkaratan menjadi lebih cepat. Cara mencegah pengkaratan yaitu, dengan pelapisan cat antikarat, melapisi pagar dengan minyak, dan melakukan pembersihan rutin.
		Berpikir orisinil	C5	5	Dina sedang mencuci piring menggunakan sabun di dapurnya. Suatu hari, Dina menyadari bahwa sabun	Menurut teori tumbukan, suhu yang lebih tinggi maka akan meningkatkan energi kinetik pada partikel dalam sabun dan

					cuci piring lebih cepat menghilangkan minyak di piring ketika airnya hangat daripada saat air dingin. Berdasarkan teori tumbukan, jelaskan mengapa suhu udara mempengaruhi pembersihan minyak tersebut? Berikan dua cara yang dapat dilakukan Dina untuk memanfaatkan suhu air agar pembersihan lebih efisien menggunakan bahan yang tersedia dirumah!	udara, sehingga meningkatkan jumlah tumbukan antara sabun dan minyak. Cara yang dilakukan Dina untuk menggunakan suhu air untuk pembersihan, yakni: 1. Menggunakan air panas dari teko atau termos 2. Mendinginkan piring kotor dengan air hangat sebelum dicuci.
--	--	--	--	--	---	--

menentukan faktor-faktor laju reaksi berdasarkan teori tumbukan	Peserta didik menganalisis wacana teori tumbukan faktor laju reaksi luas permukaan	Berpikir luwes	C4	6	Perhatikan gambar berikut!  Vitamin C sebagai antioksidan yaitu menetralkan racun dan radikal bebas dalam darah maupun sel tubuh. Vitamin C tersedia dalam bentuk tablet, bubuk maupun sirup yang disesuaikan dengan kebutuhan manusia. Jika tablet vitamin C dan serbuk vitamin C dalam massa	Vitamin C yang memiliki reaksi tercepat yang berbentuk serbuk. Hal ini karena serbuk halus memiliki luas permukaan yang lebih besar dibanding tablet atau padatan berbentuk butiran. Keterkaitan dengan teori tumbukan yakni semakin besar luas permukaan, menyebabkan tumbukan makin banyak, karena semakin banyak banyak permukaan yang besentuhan sehingga laju reaksi semakin cepat.
---	--	----------------	----	---	--	--

					yang sama, masing-masing dilarutkan dalam segelas air yang memiliki suhu yang sama, manakah yang memiliki laju reaksi tercepat? Mengapa demikian? Kaitkan pendapatmu dengan teori tumbukan!	
--	--	--	--	--	---	--

	Peserta didik menghitung laju reaksi	Berpikir lancar	C3	7	Sofyan melakukan percobaan pengaruh suhu terhadap laju reaksi. Reaksi yang diujikan pada suhu 20°C berlangsung selama 16 menit, sedangkan pada suhu 60°C reaksi selesai dalam 1 menit. Berapa kali lebih cepat laju reaksi untuk setiap kenaikan 20°C?	Diketahui : $T_1 = 20^\circ\text{C}$ $T_2 = 60^\circ\text{C}$ $t_1 = 16$ menit $t_2 = 1$ menit $\Delta T = 20^\circ\text{C}$ ditanya : v Jawab : $\frac{t_2}{t_1} = (\Delta v)^a$ $\frac{16}{1} = (\Delta v)^a$ $a = \frac{T_2 - T_1}{\Delta T} = \frac{60 - 20}{20} = 2$ $\frac{16}{1} = (\Delta v)^2$ $\Delta v = \sqrt{16}$ $v = 4$ Jadi, laju reaksi untuk setiap kenaikan 20°C yaitu 4 kali
--	--------------------------------------	-----------------	----	---	---	---

	Peserta didik menganalisis wacana faktor katalis terhadap laju reaksi.	Berpikir terperiinci	C4	8	Tape sering kita jumpai pada kalangan masyarakat Indonesia sebagai jajanan yang banyak digemari. Tape merupakan makanan yang dihasilkan melalui fermentasi pangan karbohidrat sebagai substrat oleh ragi. Ragi fermentasi berupa campuran beberapa mikroorganisme, jamur seperti <i>Saccharomyces cerevisiae</i>, <i>Rizhopus oryzae</i>, dll. Bagaimana kaitan ragi dengan faktor yang mempengaruhi laju reaksi?	Ragi dalam pembuatan tape berfungsi sebagai katalis untuk mempercepat reaksi fermentasi melalui aktivitas mikroorganisme dan enzimnya.
--	---	-----------------------------	-----------	----------	--	---

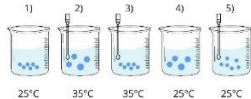
menganalisis faktor-faktor laju reaksi berdasarkan teori tumbukan	Peserta didik menganalisis percobaan faktor laju reaksi	Berpikir terperi ci	C4	9	Praktik pembelajaran di sekolah, peserta didik diminta untuk melakukan percobaan laju reaksi antara 0,25 gram batu kapur dan asam klorida sebagai berikut			Percobaan 2. Karena dilihat dari bentuk kapur yang berupa serbuk sehingga luas permukaan aktif lebih besar, konsentrasi lebih besar/pekat sehingga lebih cepat bereaksi, maka semakin banyak tumbukan sehingga semakin cepat bereaksi.
			Per cob aan		Bentuk batu kapur	Konse ntrasi HCl		
			1		Serbuk	1 M		
			2		Serbuk	2 M		
			3		Bongkah an	1 M		
			4		Bongkah an	2 M		

					Berdasarkan data di atas, tentukan reaksi yang berlangsung paling cepat! dan jelaskan!	
	Peserta didik mengaplikasikan percobaan laju reaksi faktor luas permukaan	Berpikir lancar	C3	10	Rizal melakukan percobaan pada cangkang telur dan asam cuka. Pada percobaan terdapat cangkang telur bentuk kepingan dan serbuk. Cangkang telur bentuk kepingan dan serbuk jika direaksikan dengan asam cuka mana yang lebih cepat bereaksi? Mengapa hal ini dapat terjadi?	Cangkang telur direaksikan dengan asam cuka yang lebih cepat bereaksi berbentuk serbuk dibanding yang kepingan. Hal ini karena dengan massa yang sama, luas permukaan serbuk lebih besar dibanding kepingan.

Menyimpulkan factor-faktor laju reaksi berdasarkan percobaan	Peserta didik dapat menyimpulkan pengaruh suhu berdasarkan data hasil percobaan	Berpikir terperinci	C5	11	Anas melakukan percobaan mengenai pengkaratan besi menggunakan paku. Paku diberi beberapa perlakuan sebagai berikut:  Data hasil percobaan pengkaratan besi, yaitu: <table><tr><td></td><td>Perlakuan</td><td></td></tr><tr><td>Paku 1</td><td>Air</td><td></td></tr><tr><td>Paku 2</td><td>Air Es</td><td></td></tr><tr><td>Paku 3</td><td>Air Panas</td><td></td></tr></table> Menurut pendapat Anda, apa perbedaan		Perlakuan		Paku 1	Air		Paku 2	Air Es		Paku 3	Air Panas		• Perbedaan percobaan tersebut yakni temperatur bahan, sehingga waktu pengkaratan berbeda. • Berdasarkan data percobaan, besi dengan uap air mengalami korosi lebih cepat dibanding dengan air dan air es. Dan besi yang mengalami paling lambat korosi yakni air es. Hal ini naiknya temperatur air dapat menambah kecepatan korosi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu,
	Perlakuan																	
Paku 1	Air																	
Paku 2	Air Es																	
Paku 3	Air Panas																	

					dari ketiga perlakuan pada percobaan diatas? Jelaskan dan berikan kesimpulannya!	maka laju reaksi korosi menjadi lebih cepat.
	Peserta didik memberikan argumentasi pada sebuah percobaan laju reaksi faktor konsentrasi	Berpikir luwes	C4	12	Amel dan Carla melakukan percobaan bersama. Keduanya mereaksikan $Na_2S_2O_3$ dengan HCl . Amel menggunakan 10mL $Na_2S_2O_3$ 0,1 M dan 10mL larutan HCl 0,4 M. Karena ingin mendapatkan reaksi yang lebih cepat, Carla menggunakan 10mL $Na_2S_2O_3$ 0,1 M dan 10mL larutan HCl 0,8 M. Menurut anda benarkah	Ya, langkah kerja yang dilakukan oleh Carla sudah benar. Karena dalam laju reaksi salah satu faktornya yakni konsentrasi, dimana semakin besar konsentrasi maka semakin banyak jumlah partikel yang bertumbukan sehingga reaksi semakin sering terjadi dan reaksi semakin cepat.

				langkah kerja yang dilakukan Carla? Berikan alasannya!									
Peserta didik memberikan argumentasi terkait wacana mengenai pengaruh konsentrasi laju reaksi	Berpikir terperinci	C4	13	Andin melakukan percobaan 1 gram baking soda dan larutan asam cuka dengan konsentrasi berbeda dan dalam volume yang sama, dengan hasil percobaan: <table><tr><td>Asam cuka (M)</td><td>Wa</td></tr><tr><td>0,5</td><td>60</td></tr><tr><td>1,0</td><td>30</td></tr><tr><td>2,0</td><td>15</td></tr></table> Berdasarkan data di atas, bagaimana hubungan antara konsentrasi asam cuka dengan waktu reaksi?	Asam cuka (M)	Wa	0,5	60	1,0	30	2,0	15	Semakin tinggi konsentrasi cuka, semakin cepat waktu reaksi. Hal ini menunjukkan bahwa asam cuka mempengaruhi laju reaksi.
Asam cuka (M)	Wa												
0,5	60												
1,0	30												
2,0	15												

	Peserta didik menentukan variabel-variabel dan faktor laju reaksi berdasarkan data percobaan	Berpikir terperinci	C4	14	Siswa melakukan percobaan laju reaksi antara batu kapur dengan asam klorida dengan setiap gelas memiliki massa batu kapur dan konsentrasi asam klorida sama. Percobaan ditujukan pada gambar sebagai berikut:  Berdasarkan gambar tersebut, tentukan:	a. Variabel bebas : Suhu dan Luas Permukaan $CaCO_3$ atau batu kapur, variabel control : Konsentrasi HCl, variabel terikat : Laju reaksi b. 1) terhadap 4) c. 3) terhadap 5)
--	---	----------------------------	-----------	-----------	---	--

					a. variabel bebas, variabel kontrol, variabel terikat. b. pasangan percobaan yang hanya dipengaruhi oleh luas permukaan. c. pasangan percobaan yang hanya dipengaruhi oleh suhu.	
--	--	--	--	--	--	--

	Peserta didik menganalisis unsur STEM pada proses pembuatan tape ketan	Berpikir luwes	C4	15	Dita melakukan percobaan pembuatan tape singkong di rumah, pertama-tama, ia mencuci singkong yang telah dikupas sebanyak 500 gram, lalu ia potong singkong sesuai selera. Kemudian Dita mengukus singkong hingga matang, angkat dan biarkan singkong dingin hingga mencapai suhu ruang. Setelah dingin Dita menaburkan ragi yang telah dihaluskan secara merata ke seluruh permukaan singkong. Setelah ditaburkan ragi,	Unsur-unsur STEM	
						Science	Memahami konsep laju reaksi faktor katalis, dan proses fermentasi
						Technology	Menggunakan wadah kedap udara untuk fermentasi dan mempertahankan

					Dita memindahkan singkong dalam wadah yang bersih dan kedap udara, lalu ia tutup rapat dan simpan yang hangat selama 3 hari. Setelah 3 hari, dita memeriksa tape singkong. Dari percobaan yang dilakukan oleh Dita, analisislah unsur-unsur STEM (<i>science, technology, engineering, mathematics</i>) yang terdapat di dalam percobaan pembuatan tape singkong tersebut!		kondisi lingkungan fermentasi	
						Engineering	Merancang pengaturan suhu, kelembapan dan waktu fermentasi	
						Mathematic	Menghitung durasi fermentasi	

Lampiran 4 Uji Coba Soal

LEMBAR UJI COBA SOAL TES**KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF PESERTA DIDIK**

Kerjakan soal dibawah ini!

1. Masyarakat Indonesia yang tinggal di daerah pedesaan masih banyak yang menggunakan kayu bakar untuk memasak. Salah satu cara untuk mempercepat pembakaran dengan menjadikan kayu potongan kecil-kecil. Bagaimana konsep reaksi yang terjadi pada pembakaran pada potongan kayu?
2. Peserta didik melakukan percobaan untuk menguji pengaruh konsentrasi detergen terhadap waktu yang dibutuhkan untuk menghilangkan noda minyak pada kain. Peserta didik menggunakan larutan detergen dengan berbagai konsentrasi. Data hasil percobaan menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk membersihkan noda sebagai berikut:

Konsentrasi detergen (%larutan)	Waktu (s)
20	60
10	90
5	120
4	130

Berdasarkan data di atas, bagaimana konsentrasi detergen mempengaruhi waktu pembersihan kain. Jelaskan hubungan ini menggunakan prinsip laju reaksi! Berikan contoh konsentrasi dalam kehidupan sehari-hari yang mempengaruhi suatu proses kimia, jelaskan keterkaitan dengan laju reaksi!

3. Pak Budi merupakan seorang produsen daging segar. Untuk mempertahankan kualitas daging perlu disimpan dalam lemari pendingin. Mengapa hal ini dilakukan? Kaitkan dengan konsep laju reaksi!
4. Pagar besi di rumah Dito mengalami pengkaratan yang cukup parah. Dito ingin memperbaiki kondisi pagar rumahnya agar lebih tahan lama dan tidak mudah berkarat. Lingkungan rumah Dito memiliki kelembapan yang tinggi, sehingga mempercepat pengkaratan. Berdasarkan teori tumbukan, jelaskan bagaimana kelembapan lingkungan dapat mempercepat proses pengkaratan pagar besi? Apa langkah yang dapat dilakukan Dito untuk melindungi pagar dari karat?
5. Dina sedang mencuci piring menggunakan sabun di dapurnya. Suatu hari, Dina menyadari bahwa sabun cuci piring lebih cepat menghilangkan minyak di piring ketika airnya hangat daripada saat air dingin. Berdasarkan teori tumbukan, jelaskan mengapa suhu udara mempengaruhi

pembersihan minyak tersebut? Berikan dua cara yang dapat dilakukan Dina untuk memanfaatkan suhu air agar pembersihan lebih efisien menggunakan bahan yang tersedia dirumah!

6. Perhatikan gambar berikut!



Vitamin C sebagai antioksidan yaitu menetralkan racun dan radikal bebas dalam darah maupun sel tubuh. Vitamin C tersedia dalam bentuk tablet, bubuk maupun sirup yang disesuaikan dengan kebutuhan manusia. Jika tablet vitamin C dan serbuk vitamin C dalam massa yang sama, masing-masing dilarutkan dalam segelas air yang memiliki suhu yang sama, manakah yang memiliki laju reaksi tercepat? Mengapa demikian? Kaitkan pendapatmu dengan teori tumbukan!

7. Sofyan melakukan percobaan pengaruh suhu terhadap laju reaksi. Reaksi yang diujikan pada suhu 20°C berlangsung selama 16 menit, sedangkan pada suhu 60°C reaksi selesai dalam 1 menit. Berapa kali lebih cepat laju reaksi untuk setiap kenaikan 20°C ?

8. Tape sering kita jumpai pada kalangan masyarakat Indonesia sebagai jajanan yang banyak digemari. Tape merupakan makanan yang dihasilkan melalui fermentasi pangan karbohidrat sebagai substrat oleh ragi. Ragi fermentasi berupa campuran beberapa mikroorganisme, jamur seperti *Saccharomyces cerevisiae*, *Rizhopus oryzae*, dll. Bagaimana kaitan ragi dengan faktor yang mempengaruhi laju reaksi?
9. Praktik pembelajaran di sekolah, peserta didik diminta untuk melakukan percobaan laju reaksi antara 0,25 gram batu kapur dan asam klorida sebagai berikut

Percobaan	Bentuk batu kapur	Konsentrasi HCl	Suhu
1	Serbuk	1 M	25
2	Serbuk	2 M	35
3	Bongkahan	1 M	25
4	Bongkahan	2 M	35

Berdasarkan data diatas, tentukan reaksi yang berlangsung paling cepat! dan jelaskan!

10. Rizal melakukan percobaan pada cangkang telur dan asam cuka. Pada percobaan terdapat cangkang telur bentuk kepingan dan serbuk. Cangkang telur bentuk kepingan dan serbuk jika direaksikan dengan asam cuka mana yang lebih cepat bereaksi? Mengapa hal ini dapat terjadi?

11. Anas melakukan percobaan mengenai pengkaratan besi menggunakan paku. Paku diberi beberapa perlakuan

Se



Data hasil percobaan pengkaratan besi, yaitu:

	Perlakuan	Waktu
Paku 1	Air	5 Hari
Paku 2	Air Es	8 Hari
Paku 3	Air Panas	4 Hari

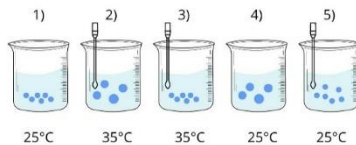
Menurut pendapat Anda, apa perbedaan dari ketiga perlakuan pada percobaan diatas? Jelaskan dan berikan kesimpulannya!

12. Amel dan Carla melakukan percobaan bersama. Keduanya mereaksikan $Na_2S_2O_3$ dengan HCl . Amel menggunakan 10mL $Na_2S_2O_3$ 0,1 M dan 10mL larutan HCl 0,4 M. Karena ingin mendapatkan reaksi yang lebih cepat, Carla menggunakan 10mL $Na_2S_2O_3$ 0,1 M dan 10mL larutan HCl 0,8 M. Menurut anda benarkah langkah kerja yang dilakukan Carla? Jelaskan!
13. Andin melakukan percobaan 1 gram baking soda dan larutan asam cuka dengan konsentrasi berbeda dan dalam volume yang sama, dengan hasil percobaan:

Asam cuka (M)	Waktu reaksi (s)
0,5	60
1,0	30
2,0	15

Berdasarkan data di atas, bagaimana hubungan antara konsentrasi asam cuka dengan waktu reaksi?

14. Siswa melakukan percobaan laju reaksi antara batu kapur dengan asam klorida dengan setiap gelas memiliki massa batu kapur dan konsentrasi asam klorida sama. Percobaan ditujukan pada gambar sebagai berikut:



Berdasarkan gambar tersebut, tentukan:

- variabel bebas, variabel kontrol, variabel terikat.
 - pasangan percobaan yang hanya dipengaruhi oleh luas permukaan.
 - pasangan percobaan yang hanya dipengaruhi oleh suhu.
15. Dita melakukan percobaan pembuatan tape singkong dirumah, pertama-tama, ia mencuci singkong yang telah dikupas sebanyak 500 gram, lalu ia potong singkong sesuai selera. Kemudian Dita mengukus singkong hingga matang,

angkat dan biarkan singkong dingin hingga mencapai suhu ruang. Setelah dingin Dita menaburkan ragi yang telah dihaluskan secara merata ke seluruh permukaan singkong. Setelah ditaburkan ragi, Dita memindahkan singkong dalam wadah yang bersih dan kedap udara, lalu ia tutup rapat dan simpan yang hangat selama 3 hari. Setelah 3 hari, dita memeriksa tape singkong. Dari percobaan yang dilakukan oleh Dita, analisislah unsur-unsur STEM (*science, technology, engineering, mathematics*) yang terdapat di dalam percobaan pembuatan tape singkong tersebut!

Lampiran 5 Rubrik Penskoran

Nomor Soal	Rubrik Penskoran	Skor
1	Memberikan jawaban tepat disertai penjelasan/perincian	5
	Memberikan jawaban kurang tepat disertai penjelasan/perincian	3
	Memberikan jawaban salah disertai penjelasan/perincian atau tidak	1
	Tidak menjawab soal	0
2	Memberikan jawaban tepat dengan bahasa sendiri dan memberikan contoh tepat	5
	Memberikan jawaban kurang tepat dengan bahasa sendiri dan memberikan contoh sesuai atau jawaban tepat contoh kurang tepat	3
	Memberikan jawaban salah dengan bahasa sendiri dan memberikan contoh tidak tepat	1
	Peserta didik tidak menjawab soal	0
3	Memberikan jawaban tepat disertai penjelasan/perincian	5
	Memberikan jawaban kurang tepat disertai penjelasan/perincian	3
	Memberikan jawaban salah disertai penjelasan/perincian atau tidak	1
	tidak menjawab soal	0
4	Memberikan jawaban tepat bervariasi dan memberikan cara dengan tepat	5
	Memberikan jawaban kurang tepat bervariasi dan memberikan contoh tepat	3

Nomor Soal	Rubrik Penskoran	Skor
	atau jawaban tepat dan memberikan cara kurang tepat	
	Memberikan jawaban tidak bervariasi dan memberikan cara tidak tepat	1
	Tidak menjawab soal	0
5	Memberikan jawaban tepat dengan bahasa sendiri dan memberikan contoh tepat	5
	Memberikan jawaban kurang tepat dengan bahasa sendiri dan memberikan contoh sesuai atau jawaban tepat contoh kurang tepat	3
	Memberikan jawaban salah dengan bahasa sendiri dan memberikan contoh tidak tepat	1
	Peserta didik tidak menjawab soal	0
6	Memberikan jawaban tepat bervariasi	5
	Memberikan jawaban kurang tepat bervariasi	3
	Memberikan jawaban tidak bervariasi	1
	Tidak menjawab soal	0
7	Memberikan jawaban tepat disertai penjelasan/perincian	5
	Memberikan jawaban kurang tepat disertai penjelasan/perincian	3
	Memberikan jawaban salah disertai penjelasan/perincian atau tidak	1
	tidak menjawab soal	0
8	Memberikan jawaban tepat disertai penjelasan/perincian	5

Nomor Soal	Rubrik Penskoran	Skor
	Memberikan jawaban kurang tepat disertai penjelasan/perincian	3
	Memberikan jawaban salah disertai penjelasan/perincian atau tidak	1
	Peserta didik tidak menjawab soal	0
9	Memberikan jawaban tepat disertai penjelasan/perincian	5
	Memberikan jawaban kurang tepat disertai penjelasan/perincian	3
	Memberikan jawaban salah disertai penjelasan/perincian atau tidak	1
	Peserta didik tidak menjawab soal	0
10	Memberikan jawaban tepat disertai penjelasan/perincian	5
	Memberikan jawaban kurang tepat disertai penjelasan/perincian	3
	Memberikan jawaban salah disertai penjelasan/perincian atau tidak	1
	Tidak menjawab soal	0
11	Memberikan jawaban tepat disertai penjelasan/perincian	5
	Memberikan jawaban kurang tepat disertai penjelasan/perincian	3
	Memberikan jawaban salah disertai penjelasan/perincian atau tidak	1
	Peserta didik tidak menjawab soal	0
	Memberikan jawaban tepat bervariasi	5

Nomor Soal	Rubrik Penskoran	Skor
12	Memberikan jawaban kurang tepat bervariasi	3
	Memberikan jawaban tidak bervariasi	1
	Tidak menjawab soal	0
13	Memberikan jawaban tepat disertai penjelasan/perincian	5
	Memberikan jawaban kurang tepat disertai penjelasan/perincian	3
	Memberikan jawaban salah disertai penjelasan/perincian atau tidak	1
	tidak menjawab soal	0
14	Memberikan jawaban tepat disertai penjelasan/perincian pada point a, b dan c	5
	Memberikan jawaban tepat disertai penjelasan/perincian pada point a dan point b dan c salah. Memberikan jawaban kurang tepat pada point a, dan point b dan c tepat	3
	Memberikan jawaban salah disertai penjelasan/perincian atau tidak pada point a, b dan c	1
	Peserta didik tidak menjawab soal	0
15	Memberikan jawaban tepat bervariasi	5
	Memberikan jawaban kurang tepat bervariasi	3
	Memberikan jawaban tidak bervariasi	1
	Tidak menjawab soal	0

Lampiran 6 Validasi Ahli

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN TES

Lembar Validasi Instrumen Tes untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Kreatif
Peserta Didik pada Materi Laju Reaksi

Judul Penelitian : Efektivitas Model *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM
Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Pada Materi Laju Reaksi
Nama Mahasiswa : Shofia Nurul Farhana
Validator : Teguh Wibowo
Tanggal Pengisian :

A. PENGANTAR

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak/Ibu terhadap instrument *pretest* dan *posttest* yang akan diujikan kepada peserta didik. Saya ucapkan terima kasih atas keterediaan Bapak/Ibu untuk menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. PETUNJUK

1. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor pada setiap butir pernyataan dengan memberikan tanda (✓) pada kolom dengan skala penilaian sebagai berikut:
1 : Tidak baik
2 : Kurang baik
3 : Baik
4 : Sangat baik
2. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang telah disediakan.

C. ASPEK PENILAIAN

Aspek yang dinilai	Deskripsi	Kriteria
Validitas Isi	Soal sesuai dengan tujuan pembelajaran	1 = soal tidak menunjukkan deskripsi dari aspek yang dinilai
	Butir soal berkaitan dengan materi	

	Butir soal sesuai dengan indikator berpikir kreatif	2 = soal menunjukkan suatu deskripsi dari aspek yang dinilai
Konstruksi	Butir soal dirumuskan dengan jelas	3 = soal menunjukkan dua deskripsi dari aspek yang dinilai
	Butir soal tidak memberikan petunjuk kunci jawaban	4 = soal menunjukkan seluruh deskripsi dari aspek yang dinilai
	Butir soal dibuat mudah dipahami	
Bahasan dan Penulisan Soal	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	
	Menggunakan kata yang jelas, sederhana dan tidak mengandung makna ganda	
	Menggunakan bahasa yang baik dan benar sesuai dengan Pedoman Umum Bahasa Indonesia	

Butir Soal	Validitas Isi				Konstruksi				Bahasa dan Penulisan Soal			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1			✓				✓				✓	
2			✓					✓			✓	
3			✓				✓				✓	
4			✓				✓				✓	
5			✓				✓				✓	
6				✓			✓				✓	✓
7				✓				✓				✓
8			✓				✓					✓
9				✓				✓				✓
10			✓				✓				✓	
11			✓				✓				✓	

12			✓			✓			✓	
13				✓		✓				✓
14			✓			✓			✓	
15			✓				✓			✓
16										
17										

D. CATATAN

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

E. KESIMPULAN

Mohon lingkari nomor yang sesuai dengan kesimpulan penilaian Bapak/Ibu terhadap instrument *pretest* dan *posttest*.

1. Layak digunakan
2. Layak digunakan dengan revisi
3. Tidak layak digunakan

Semarang,

2024

Validator

(*Ilham Wibowo*)

NIP.

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN TES

Lembar Validasi Instrumen Tes untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik pada Materi Laju Reaksi

Judul Penelitian : Efektivitas Model *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Pada Materi Laju Reaksi
 Nama Mahasiswa : Shofia Nurul Farhana
 Validator : Mohammad Agus Prayitno

A. PENGANTAR

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak/Ibu terhadap instrument *pretest* dan *posttest* yang akan diujikan kepada peserta didik. Saya ucapkan terima kasih atas keterediaan Bapak/Ibu untuk menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. PETUNJUK

1. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor pada setiap butir pernyataan dengan memberikan tanda (✓) pada kolom dengan skala penilaian sebagai berikut:
 Skor 1 : Tidak baik
 Skor 2 : Kurang baik
 Skor 3 : Baik
 Skor 4 : Sangat baik
2. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan kritik dan saran perbaikan pada baris yang telah disediakan.

C. ASPEK PENILAIAN

Aspek yang dinilai	Deskripsi	Kriteria
Validitas isi	Soal sesuai dengan tujuan pembelajaran	1 = soal tidak menunjukkan deskripsi dari aspek yang dinilai
	Butir soal berkaitan dengan materi	2 = soal menunjukkan suatu deskripsi dari aspek yang dinilai
	Butir soal sesuai dengan indikator berpikir kreatif	

Konstruksi	Butir soal dirumuskan dengan jelas	3 = soal menunjukkan dua deskripsi dari aspek yang dinilai 4 = soal menunjukkan seluruh deskripsi dari aspek yang dinilai
	Butir soal tidak memberikan petunjuk kunci jawaban	
	Butir soal dibuat mudah dipahami	
Bahasan dan Penulisan Soal	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	
	Menggunakan kata yang jelas, sederhana dan tidak mengandung makna ganda	
	Menggunakan bahasa yang baik dan benar sesuai dengan Pedoman Umum Bahasa Indonesia	

Butir Soal	Validitas Isi				Konstruksi				Bahasa dan Penulisan Soal			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1				✓				✓				✓
2				✓			✓	✗				✓
3				✓			✓	✓				✓
4				✓			✓					✓
5				✓				✓			✓	
6				✓				✓				✓
7				✓			✓					✓
8			✓				✓				✓	
9			✓					✓			✓	
10				✓				✓			✓	
11				✓				✓			✓	
12				✓				✓				✓
13				✓				✓				✓

14			✓				✓			✓	
15			✓				✓			✓	

D. CATATAN

Nomor soal hendaknya ditampilkan pada kiri-kiri soal

.....

.....

.....

E. KESIMPULAN

Mohon lingkari nomor yang sesuai dengan kesimpulan penilaian Bapak/Ibu terhadap instrument *pretest* dan *posttest*.

1. Layak digunakan
2. Layak digunakan dengan revisi
3. Tidak layak digunakan

Validator

[Signature]
 (Mohammad Agus P.)

Lampiran 7 Hasil Validitas, Reliabilitas, Tingkat Kesukaran, Daya Pembeda

Aiken's v LKPD

Butir	Penilai		S_1	S_2	$\sum S$	V	Ket
	I	II					
Butir 1-9	43	37	34	28	62	0,86	Sangat Tinggi

Aiken's V Soal

Butir	Penilai			S_1	S_2	S_3	$\sum S$	V	Ket
	I	II	III						
Butir 1-15	49	56	55	34	41	40	115	0,85	Sangat Tinggi

No	Kode	Soal															Jumlah
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	UC-1	3	3	5	3	3	3	5	5	3	3	3	5	3	1		51
2	UC-2	3	1	3	3	0	1	1	1	0	3	1	5	1	1	1	25
3	UC-3	5	5	5	3	1	5	3	5	1	3	1	5	3	1	0	46
4	UC-4	5	5	5	3	3	5	5	5	3	1	1	5	1	1	1	49
5	UC-5	5	5	5	1	3	5	3	5	3	3	1	5	5	1	3	53
6	UC-6	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	1	3	3	1	1	37
7	UC-7	3	3	5	3	1	3	5	3	1	3	1	3	5	1	1	41
8	UC-8	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	1	1	1	1	1	19
9	UC-9	3	3	3	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	1	3	33
10	UC-10	1	1	3	1	3	1	1	3	3	3	1	1	1	1	3	25
11	UC-11	5	5	5	1	1	5	3	5	1	1	1	5	5	1	1	45
12	UC-12	1	1	1	3	0	1	3	1	0	0	1	1	1	1	1	16
13	UC-13	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1	1	3	1	3	23
14	UC-14	3	3	3	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	1	1	29
15	UC-15	3	3	3	3	0	3	3	3	0	1	1	3	1	1	1	29
16	UC-16	5	3	5	1	3	3	5	3	3	3	3	5	5	3	1	51
17	UC-17	1	1	3	3	0	1	1	1	0	0	0	1	3	0	1	16
18	UC-18	3	3	5	1	3	3	3	3	3	3	1	3	1	1	1	37
19	UC-19	1	1	3	1	0	1	1	1	0	3	1	1	3	1	1	19
20	UC-20	3	3	5	3	1	3	5	3	1	3	1	3	3	1	1	39
21	UC-21	3	3	5	1	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	47
22	UC-22	5	5	5	3	3	5	3	5	3	3	3	5	3	5	1	57
23	UC-23	5	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	1	1	29
24	UC-24	1	1	3	3	0	1	3	1	0	1	1	3	1	1	1	21
25	UC-25	3	3	3	1	0	3	1	3	0	3	1	3	1	1	1	27
26	UC-26	3	3	5	3	3	3	3	3	3	1	0	3	1	0	0	34
Validasi	rxy	0,819	0,856	0,854	0,050	0,706	0,856	0,593	0,887	0,706	0,391	0,609	0,753	0,508	0,610	0,021	
	t hitung	6,368	8,093	8,036	0,247	4,880	8,093	3,613	9,397	4,880	2,079	3,762	5,598	2,892	3,775	0,101	
	t tabel	0,388															
	keterangan	Valid	Valid	Valid	Invalid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Invalid	
Reliabilitas	Varian Item	2,240	2,142	1,625	1,040	1,620	2,142	2,025	2,345	1,620	1,225	0,665	2,394	2,782	1,102	0,782	
	Jumlah Varian Item	25,74461538															
	Jumlah Varian Total	155,46															
	Reliabilitas	0,89															
Interpretasi	Kategori	Reliabel															
	rerata	3,000	2,692	3,769	2,000	1,500	2,692	2,769	2,769	1,500	2,231	1,231	3,077	2,692	1,308	1,308	
	TK	0,600	0,538	0,754	0,400	0,300	0,538	0,554	0,554	0,300	0,446	0,246	0,615	0,538	0,262	0,262	
	Kriteria	Sedang	Sedang	Muda	Sedang	Suar	Sedang	Sedang	Sedang	Suar	Sedang	Suar	Sedang	Sedang	Suar	Suar	

Lampiran 8 Hasil Normalitas Populasi

Uji Normalitas Populasi

Tests of Normality							
	Kelas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil_UH	XI F 1	.129	36	.140	.957	36	.178
	XI F 2	.143	36	.061	.949	36	.097
	XI F 3	.114	36	.200 [*]	.969	36	.398
	XI F 4	.121	36	.200 [*]	.968	36	.365
	XI F 5	.125	38	.137	.962	38	.221
	XI F 6	.134	38	.082	.961	38	.208

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

a. Lilliefors Significance Correction

Uji Homogenitas Populasi

Test of Homogeneity of Variance					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil_UH	Based on Mean	.265	5	214	.932
	Based on Median	.268	5	214	.930
	Based on Median and with adjusted df	.268	5	211.764	.930
	Based on trimmed mean	.266	5	214	.932

Lampiran 9 LKPD

Laju Reaksi PJBL-STEM

Fase F

XI

Nama :

Kelas :

Kelompok :

PENYUSUN
Shofia Nurul Farhana

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

REDAKSI

Lembar Kerja Peserta Didik *Project Based Learning*
Berbasis *Science, Technology, Engineering,*
Mathematics (STEM) Laju Reaksi
Untuk Kelas XI SMA/MA

Penyusun:

Shofia Nurul Farhana

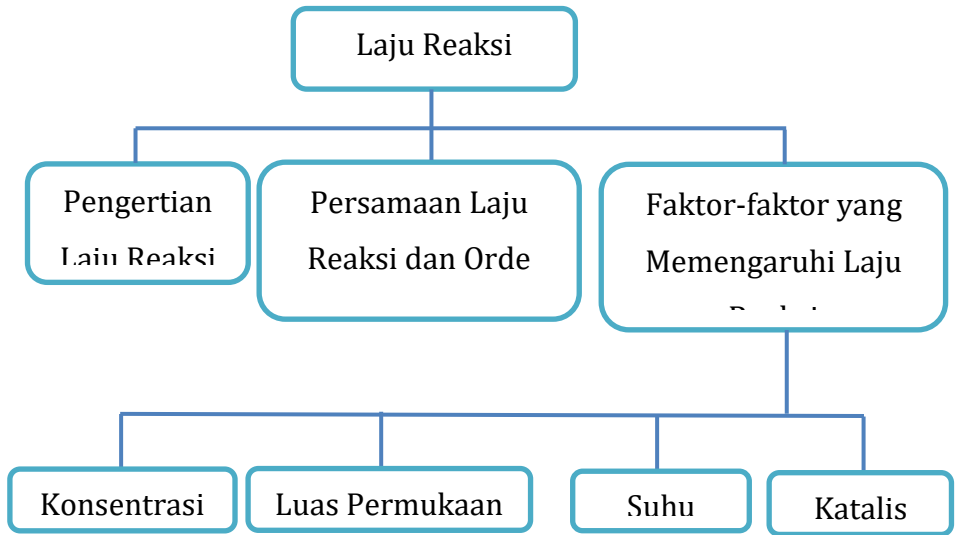
Program Studi Pendidikan Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang
2025

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	184
PETUNJUK BELAJAR.....	186
PETA KONSEP.....	187
PENDAHULUAN.....	188
A. Kompetensi Inti	188
B. Model Pembelajaran PjBL-STEM	188
RINGKASAN MATERI.....	191
A. Pengertian Laju Reaksi	191
B. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Laju Reaksi	192
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1.....	196
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2.....	202
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3.....	208
KEGIATAN PEMBELAJARAN 4.....	214
DAFTAR PUSTAKA.....	220

PETUNJUK BELAJAR

1. Bacalah doa terlebih dahulu sebelum menggunakan LKPD
2. Dengarkan dengan seksama arahan guru sebelum menggunakan LKPD
3. Bacalah capaian pembelajaran pada LKPD
4. Setiap peserta didik dalam kelompok masing-masing mengeksplorasi tentang model yang diberikan dalam LKPD, guru bertindak sebagai fasilitator
5. Setiap kelompok bertanggung jawab untuk memaparkan hasil LKPD sesuai arahan guru

PETA KONSEP

PENDAHULUAN

A. Kompetensi Inti

1. Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase F, peserta didik memahami dan menjelaskan aspek energi, laju dan kesetimbangan reaksi kimia.

2. Tujuan Pembelajaran

- Peserta didik mampu menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.
- Peserta didik terampil merancang, dan menyimpulkan percobaan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.
- Peserta didik menyajikan hasil percobaan melalui video atau poster.

3. Profil pelajar pancasila

- Bernalar kritis
- Mandiri
- Objektif

B. Model Pembelajaran PjBL-STEM

PJBL merupakan model pembelajaran berbasis proyek terdiri dari memulai dengan pertanyaan esensial, merancang dan membuat desain proyek, menyusun jadwal membuat proyek nyata dengan pengawasan guru, menyusun laporan dan mempresentasikan produk, mengevaluasi serta

merefleksi produk. Sedangkan STEM pendekatan pembelajaran yang menciptakan kesiapan peserta didik untuk bersaing dalam menghadapi tantangan dunia kerja abad-21. Pembelajaran antara PjBL dan STEM disebut dengan PjBL-STEM. Pembelajaran STEM-PjBL dapat menunjang karir dimasa depan, meningkatkan literasi sains, meningkatkan pemahaman materi, meningkatkan kemampuan berfikir kreatif, efektivitas dan pembelajaran lebih bermakna (Ma'sumah & Mitarlis, 2021).

Langkah-langkah pembelajaran model PjBL-STEM:

Reflection

Reflection merupakan tahapan membawa peserta didik kedalam konteks materi dan menghubungkan apa yang diketahui dengan apa yang perlu dipelajari. Tahapan ini menerapkan aspek sains.

Research

Research merupakan tahapan peserta didik diminta untuk mengumpulkan sumber informasi yang relevan untuk memecahkan masalah. Setiap kelompok mencari tahu sesuai dengan permasalahan

Discovery

Setiap kelompok merancang percobaan dari salah satu faktor yang mempengaruhi laju reaksi yang telah diidentifikasi pada tahap *research*.

Application

Application merupakan tahapan setiap kelompok melakukan percobaan salah satu faktor yang mempengaruhi laju reaksi sesuai dengan rancangan yang telah di susun dan disetujui oleh guru.

Communication

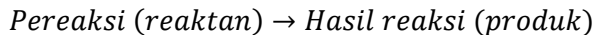
Tahapan ini setiap kelompok menyajikan hasil percobaan melalui bentuk video atau poster, melaporkan hasil, dan menarik kesimpulan bersama.

RINGKASAN MATERI

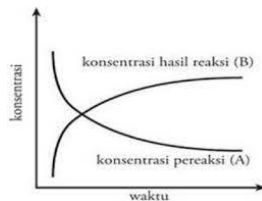
LAJU REAKSI

A. Pengertian Laju Reaksi

Laju reaksi atau kecepatan reaksi diartikan perubahan konsentrasi reaktan atau produk per satuan waktu. Suatu reaksi berlangsung cukup lama memiliki jumlah molekul reaktan sedikit, tetapi memiliki jumlah molekul produk yang dihasilkan semakin banyak (Chang, 2005). Perubahan reaksi kimia dari suatu pereaksi (reaktan) menjadi hasil reaksi (produk) dinyatakan dengan persamaan reaksi:



Saat reaktan bereaksi, maka molekul reaktan semakin berkurang sedangkan molekul produk semakin banyak terbentuk dalam kurun waktu tertentu (Sudarmo, 2017).



Gambar 1. Grafik Laju Reaksi

Sumber: (<https://www.detik.com>)

Berdasarkan gambar, laju reaksi dapat dinyatakan dengan perubahan konsentrasi terhadap waktu. Oleh karena itu, laju reaksi dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Laju} = \frac{\text{perubahan konsentrasi}}{\text{waktu reaksi}}$$

Konsentrasi zat yang bereaksi dinyatakan dalam satuan molaritas (M) atau mol per liter ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$). Sedangkan satuan waktu reaksi (dt). Sehingga satuan besaran laju reaksi adalah mol per liter per detik ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{dt}^{-1}$ atau $\text{M} \cdot \text{dt}^{-1}$).

Jika diketahui persamaan reaksi $A + B \rightarrow AB$. Maka laju reaksi dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$v = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[AB]}{\Delta t}$$

Keterangan:

v = laju reaksi ($\text{M} \cdot \text{detik}^{-1}$)

$\Delta[A]$ = konsentrasi reaktan (M)

$\Delta[B]$ = konsentrasi produk (M)

Δt = perubahan waktu (detik)

Catatan : tanda positif (+) menunjukkan penambahan konsentrasi produk, sedangkan tanda minus (-) menunjukkan pengurangan konsentrasi reaktan.

B. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Laju Reaksi

Laju reaksi suatu dari reaksi kimia dipengaruhi oleh beberapa faktor (Sudarmo 2017; E. Wulandari, Rahmawati, dan Margono 2022).

1. Konsentrasi

Konsentrasi zat dipengaruhi jumlah partikel zat. Semakin besar konsentrasi, maka semakin banyak partikel zat yang bereaksi atau semakin rapat. Sehingga kemungkinan tumbukan antar partikel pereaksi semakin besar dan semakin banyak tumbukan efektif antarpartikel.

Semakin tinggi konsentrasi suatu larutan,
makin besar laju reaksinya

2. Luas Permukaan

Semakin luas permukaan maka semakin banyak kesempatan terjadi singgungan antar partikel. Semakin banyak tumbukan yang terjadi sehingga semakin besar peluang adanya tumbukan menghasilkan reaksi atau terjadinya tumbukan efektif. Maka laju reaksi semakin cepat.

Laju reaksi berbanding lurus dengan luas
permukaan reaktan

3. Suhu

Semakin besar suhu, maka energi kinetik pada molekul semakin bertambah. Energi kinetik tinggi mengakibatkan gerakan antar molekul semakin cepat dan acak. Akibat frekuensi tumbukan terjadi semakin besar dan tumbukan efektif makin banyak sehingga reaksi makin cepat berlangsung. Gambar . semakin tinggi suhu maka energi molekul-molekul makin besar, sehingga molekul yang mencapai energi pengaktifan semakin banyak.

Kenaikan suhu memperbesar laju reaksi

4. Katalis

Katalis merupakan zat yang meningkatkan laju reaksi kimia tanpa ikut terpakai. Katalis dapat bereaksi membentuk zat antara, akan tetapi diperoleh kembali pada tahap reaksi selanjutnya. Sehingga katalis mempercepat reaksi tanpa dikonsumsi dan tanpa mengalami perubahan kimia secara kekal. Katalis berfungsi menurunkan energi pengaktifan, namun katalis tidak mengubah entalpi reaksi. Energi pengaktifan (E_a)

merupakan energi minimal yang dimiliki maupun diberikan pada partikel untuk tumbukan menghasilkan reaksi. Adanya katalis menimbulkan terbentuknya tahap-tahap reaksi tambahan memberikan jalan lain dengan energi pengaktifan lebih rendah. Tahap reaksi paling lambat pada mekanisme reaksi adalah tahapan penentu laju reaksi.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1**Faktor Konsentrasi****Tujuan Pembelajaran**

1. Peserta didik mampu menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.
2. Peserta didik mampu merancang dan melaksanakan percobaan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.
3. Peserta didik menyajikan informasi hasil percobaan melalui video atau poster.



Reflection



Science

Amati Gambar dibawah ini!



Gambar2. Pakaian direndam detergen dan air

Sumber: (<https://id.pngtree.com>)

Detergen berfungsi sebagai bahan kimia yang menghasilkan busa. Detergen berbusa tinggi mengandung surfaktan. Surfaktan merupakan komponen utama dalam detergen. Surfaktan menurunkan tegangan permukaan antara cairan, seperti air dan minyak. Fungsi surfaktan mengangkat kotoran pada pakaian baik yang larut maupun yang tidak larut dalam air. Penggunaan detergen semakin banyak mampu meningkatkan tinggi busa. Tinggi busa pada detergen berfungsi untuk memberikan pembersihan secara optimal, merasa puas dengan tinggi busa karena mampu menunjukkan efektivitas detergen.

Detergen sebagai bahan kimia yang menghasilkan busa. Perubahan konsentrasi detergen memengaruhi jumlah busa yang dihasilkan. Faktor laju reaksi konsentrasi dimana semakin tinggi konsentrasi suatu larutan, maka semakin besar laju reaksi nya.

Berdasarkan gambar tersebut. Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan mencari informasi dari sumber relevan!

1. Bagaimana hubungan masalah diatas dengan pengaruh konsentrasi pada laju reaksi?

2. Detergen mengandung surfaktan berfungsi membersihkan karena sifatnya dapat melebur dengan zat lain. Surfaktan dapat membantu mengangkat kotoran dan melepaskannya. Jelaskan mengapa detergen dapat mengangkat kotoran pada pakaian?

Research

Konsentrasi merupakan salah satu faktor dari laju reaksi. Salah satu contoh faktor konsentrasi yakni pada penggunaan detergen. Cari dan indentifikasi bagaimana keterkaitan detergen terhadap konsentrasi laju reaksi !

Discovery

PERENCANAAN DESAIN

Produk Pelaksanaan:

1. Carilah informasi mengenai penggunaan detergen dalam menentukan pengaruh konsentrasi terhadap tinggi busa.
2. Buatlah rancangan percobaan (proyek) penggunaan detergen untuk menentukan pengaruh konsentrasi terhadap tinggi busa dan tuliskan dalam sebuah rancangan proposal mini.
3. Lakukan pembuatan dan uji coba rancangan proyek yang telah disusun.
4. Amatilah perubahan atau reaksi yang terjadi.
5. Dokumentasikan hasil uji coba rancangan proyek.



Technology

Mengukur tinggi busa untuk membandingkan dan lebih presisi menggunakan kamera sebagai dokumentasi visual dan penggaris dengan wadah yang sama guna

Application

PEMBUATAN DAN HASIL UJI COBA

Tabel Pengamatan:

- a. Tabel hasil pengamatan pengaruh waktu larutan detergen terhadap tingi busa.

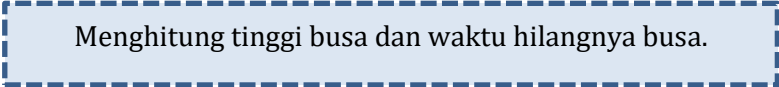
No	Massa Detergen (gram)	Volume Air (mL)	Tinggi Busa (mm)
1			
2			
3			
4			
5			

Engineering

Proses pengadukan dengan konsentrasi, volume, kecepatan dan waktu yang sama.



Mathematics



Menghitung tinggi busa dan waktu hilangnya busa.

Pertanyaan :

1. Apakah hubungan dari percobaan tersebut terhadap konsentrasi?
2. Berikanlah contoh lain dari fenomena faktor konsentrasi yang ada disekitarmu!

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2**Faktor Luas Permukaan****Tujuan Pembelajaran**

1. Peserta didik mampu menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.
2. Peserta didik mampu merancang dan melaksanakan percobaan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.
3. Peserta didik menyajikan informasi hasil percobaan melalui video atau poster.



Reflection



Science

Amati Gambar dibawah ini!



Gambar 3. Tumpukan bongkahan kapur

Sumber: (<https://zonautara.com>)

Batu kapur merupakan senyawa kimia kalsium karbonat (CaCO_3) yang alami di temukan di alam, terutama dalam bentuk batuan sedimen seperti marmer, kapur dan dolmit. Batu kapur digunakan pada bahan bangunan, campuran sedimen, kapur pertanian. Batu kapur tersebar hamper seluruh wilayah Indonesia, sebagian besar terdapat di Sumatera Barat, Jawa Timur, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Timur (Megawati et al., 2019).

Batu kapur sering digunakan pada reaksi kimia karena sifatnya reaktif dengan asam, seperti asam klorida (HCl). Dalam percobaanva

Memahami reaksi CaCO_3 dan HCl , faktor laju reaksi pada luas permukaan.

Berdasarkan gambar tersebut. Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan mencari informasi dari sumber relevan!

1. Bagaimana hubungan wacana diatas dengan pengaruh luas permukaan pada laju reaksi?

2. Tuliskan reaksi kimia pada batu kapur dengan larutan asam klorida?

Research

Luas permukaan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi laju reaksi. Cari tahu melalui sumber lain contoh dari percobaan pada faktor luas permukaan laju reaksi dan indentifikasikan. Catat hasil pada LKPD!

Discovery

PERENCANAAN DESAIN

Produk Pelaksanaan:

1. Carilah informasi dalam menentukan pengaruh luas permukaan pada batu kapur.
2. Buatlah rancangan percobaan (proyek) luas permukaan dan tuliskan dalam sebuah rancangan proposal mini.
3. Lakukan pembuatan dan uji coba rancangan proyek yang telah disusun.
4. Amatilah perubahan atau reaksi yang terjadi.
5. Dokumentasikan hasil uji coba rancangan proyek.



Technology

Menggunakan stopwatch untuk mengukur waktu reaksi,
alat pengukur pH untuk memastikan keasaman

Application

PEMBUATAN DAN HASIL UJI COBA

Percobaan	Waktu	Hasil Pengamatan
Bongkahan $CaCO_3$ + HCl		
Serbuk $CaCO_3$ + HCl		

Engineering

Reaksi $CaCO_3$ dan HCl dengan berbagai $CaCO_3$ terdapat bongkahan dan serbuk

Mathematics

Menganalisis data dengan menghitung massa dan volume
zat bereaksi dan hasil reaksi

Pertanyaan:

1. Jelaskan hubungan percobaan yang telah dilaksanakan terhadap luas permukaan!
2. Pada percobaan yang telah dilaksanakan manakah yang lebih cepat mengalami reaksi?

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3**Faktor Suhu****Tujuan Pembelajaran**

1. Peserta didik mampu menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.
2. Peserta didik mampu merancang dan melaksanakan percobaan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.
3. Peserta didik menyajikan informasi hasil percobaan melalui video atau poster.



Reflection



Science

Amati Gambar dibawah ini!



Gambar 4. Tablet effervescent dalam air

Tablet effervescent adalah sediaan farmasi berbentuk tablet yang dirancang untuk larut dalam air dan melepaskan gas karbon dioksida (CO_2). Tablet effervescent merupakan kombinasi senyawa asam dan basa yang bereaksi melepaskan karbon dioksida ketika ditambahkan air dan menimbulkan larutan yang berbuih.

Komposisi utama pada tablet effervescent terdapat sumber asam dan sumber basa, zat aktif dan pemanis. Sumber asam paling sering digunakan menggunakan asam sitrat, sedangkan pada sumber basa berupa natrium bikarbonat. Asam sitrat banyak digunakan memiliki kelebihan mudah diperoleh dan sangat mudah larut. Natrium bikarbonat sumber basa utama pada

Reaksi kimia dalam tablet effervescent, dan Pengaruh suhu terhadap laju reaksi

Berdasarkan gambar tersebut. Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan mencari informasi dari sumber relevan!

- ➔ Bagaimana hubungan gambar dan wacana diatas dengan pengaruh suhu pada laju reaksi?

Research

Suhu merupakan salah satu faktor dari laju reaksi. Cari referensi proses pembuktian suhu salah satu faktor dari laju reaksi. Gunakan bahan-bahan sederhana. Catat hasil pembuktian pada LKPD!

Discovery

PERENCANAAN DESAIN

Produk Pelaksanaan:

1. Carilah informasi mengenai pengaruh suhu pada tablet effervescent.
2. Buatlah rancangan percobaan (proyek) pengaruh suhu pada laju reaksi dan tuliskan dalam sebuah rancangan proposal mini.
3. Lakukan pembuatan dan uji coba rancangan proyek yang telah disusun.
4. Amatilah perubahan atau reaksi yang terjadi.
5. Dokumentasikan hasil uji coba rancangan proyek.

Engineering

Merancang percobaan tablet effervescent dalam berbagai suhu

Technology

Menggunakan perangkat seperti termometer digital dan stopwatch

Application

PEMBUATAN DAN HASIL UJI COBA

Tabel hasil pengamatan pengaruh suhu pada laju reaksi

Percobaan	Temperatur (°C)	Waktu Reaksi (s)	Hasil Pengamatan
1			
2			
3			

Mathematics

Mengukur waktu reaksi atau waktu tablet larut sepenuhnya

Pertanyaan :

1. Percobaan pada suhu berapa yang lebih cepat reaksi?
2. Setelah melakukan percobaan, bagaimana pengaruh suhu terhadap laju reaksi?

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4**Faktor Katalis****Tujuan Pembelajaran**

1. Peserta didik mampu menjelaskan faktor katalis yang mempengaruhi laju reaksi.
2. Peserta didik mampu merancang dan melaksanakan percobaan mengenai faktor katalis yang mempengaruhi laju reaksi.
3. Peserta didik menyajikan informasi hasil percobaan melalui video atau poster.



Reflection



Science

Amati Gambar dibawah ini!



Gambar 5. Tape singkong

Sumber: (<https://www.orami.co.id>)

Tape adalah produk yang dihasilkan dari proses fermentasi, yaitu terjadi reaksi oksidasi senyawa organik dalam singkong, beras, ketan dengan ragi tape. Kandungan utama dalam senyawa organik tersebut adalah karbohidrat (pati atau polisakarida). Zat pati yang terdapat pada bahan makanan diubah menjadi bentuk sederhana, yaitu gula.

Pembuatan tape dengan fermentasi sudah lama dilakukan masyarakat. Fermentasi merupakan merupakan proses metabolisme yang mengakibatkan perubahan kimia pada substat organik oleh aktivitas enzim yang dihasilkan suatu mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi. Mikroorganisme seperti bakteri, ragi atau jamur mengubah bahan organik (seperti gula) menjadi produk lain seperti alkohol, asam, atau gas. (Wardani et al., 2022).

Ragi tape merupakan sumber mikroba yang membantu proses fermentasi serta mengandung sel protein tunggal. Hidrolisis pati menjadi glukosa dan maltosa yang menciptakan rasa manis. Enzim yang dihasilkan oleh mikroba berperan sebagai katalis biologis yang mempercepat reaksi pemecahan pada hidrolisis sebagian gula alkohol dan asam-asam organik (Devindo et al., 2021).

Menjelaskan konsep laju reaksi dan peran katalis.

Membahas proses fermentasi dan enzim-enzim yang berperan dalam tape

Berdasarkan gambar tersebut. Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan mencari informasi dari sumber relevan!

1. Bagaimana hubungan pernyataan diatas dengan katalis?

2. Apa kandungan utama pada bahan yang digunakan dalam pembuatan tape?

Research

Katalis merupakan salah satu faktor dari laju reaksi. Cari referensi proses pembuktian ragi dalam salah satu faktor yang mempengaruhi laju reaksi. Gunakan bahan-bahan sederhana. Catat hasil pembuktian pada LKPD!

Discovery

PERENCANAAN DESAIN

Produk Pelaksanaan:

1. Carilah informasi mengenai pengaruh katalis pada pembuatan tape.
2. Buatlah rancangan percobaan (proyek) pengaruh katalis pada laju reaksi dan tuliskan dalam sebuah rancangan proposal mini.
3. Lakukan pembuatan dan uji coba rancangan proyek yang telah disusun.
4. Amatilah perubahan atau reaksi yang terjadi.
5. Dokumentasikan hasil uji coba rancangan proyek.

Engineering

Melaksanakan proses fermentasi dengan berbagai variabel, seperti suhu, waktu fermentasi

Application

PEMBUATAN DAN HASIL UJI COBA

Hasil pengamatan pengamatan pada laju reaksi

Percobaan	Hasil Pengamatan
Kematangan	
Rasa	
Aroma	



Technology

Menggunakan alat untuk mengukur pH, suhu dan waktu fermentasi

Mathematics

Menganalisis waktu fermentasi untuk menentukan laju reaksi.

Pertanyaan

1. Apa yang berperan sebagai katalisator pada percobaan ini?
2. Setelah melaksanakan percobaan, bagaimana pengaruh katalis terhadap laju reaksi?

DAFTAR PUSTAKA

- Chang, R. (2005). *Kimia dasar: konsep-konsep inti jilid 2 edisi ketiga*. Penerbit Erlangga.
- Faidah, A., & Na'imah, J. (2024). Pembuatan Dan Evaluasi Granul Effervescent Vitamin C. *JIFI (Jurnal Ilmiah Farmasi Imelda)*, 7(2), 132–139. <https://doi.org/10.52943/jifarmasi.v7i2.1617>
- Ma'sumah, A., & Mitarlis, M. (2021). Pengembangan LKPD Berorientasi STEM dengan Model PjBL Materi Larutan Elektrolit Nonelektrolit dengan Memanfaatkan Bahan Sekitar. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Kimia*, 3(1), 22. <https://doi.org/10.24114/jipk.v3i1.23222>
- Megawati, M., Alimuddin, A., & Abdul Kadir, L. (2019). Komposisi Kimia Batu Kapur Alam dari Indutri Kapur Kabupaten Kolaka Sulawesi Tenggara. *Saintifik*, 5(2), 104–108. <https://doi.org/10.31605/saintifik.v5i2.230w>
- Sudarmo, U. (2017). *Kimia : Untuk SMA/MA Kelas XI*. Penerbit Erlangga.
- Wulandari, E., Rahmawati, R., & Margono, N. (2022). *Buku Interaktif Kimia SMA/MA Kelas XI*. Penerbit Intan Pariwara.

Lampiran 10 Lembar Soal Siswa

LEMBAR SOAL

Kerjakan soal dibawah ini!

1. Masyarakat Indonesia yang tinggal di daerah pedesaan masih banyak yang menggunakan kayu bakar untuk memasak. Salah satu cara untuk mempercepat pembakaran dengan menjadikan kayu potongan kecil-kecil. Bagaimana konsep reaksi yang terjadi pada pembakaran pada potongan kayu?
2. Peserta didik melakukan percobaan untuk menguji pengaruh konsentrasi detergen terhadap waktu yang dibutuhkan untuk menghilangkan noda minyak pada kain. Peserta didik menggunakan larutan detergen dengan berbagai konsentrasi. Data hasil percobaan menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk membersihkan noda sebagai berikut:

Konsentrasi detergen (%larutan)	Waktu (s)
20	60
10	90
5	120
4	130

Berdasarkan data di atas, bagaimana konsentrasi detergen mempengaruhi waktu pembersihan kain. Jelaskan hubungan ini menggunakan prinsip laju reaksi! Berikan contoh konsentrasi dalam kehidupan sehari-hari yang mempengaruhi suatu proses kimia, jelaskan keterkaitan dengan laju reaksi!

3. Dina sedang mencuci piring menggunakan sabun di dapurnya. Suatu hari, Dina menyadari bahwa sabun cuci piring lebih cepat menghilangkan minyak di piring ketika airnya hangat daripada saat air dingin. Berdasarkan teori tumbukan, jelaskan mengapa suhu udara mempengaruhi pembersihan minyak tersebut? Berikan dua cara yang dapat dilakukan Dina untuk memanfaatkan suhu air agar pembersihan lebih efisien menggunakan bahan yang tersedia di rumah!
4. Perhatikan gambar berikut!



Vitamin C sebagai antioksidan yaitu menetralkan racun dan radikal bebas dalam darah maupun sel

tubuh. Vitamin C tersedia dalam bentuk tablet, bubuk maupun sirup yang disesuaikan dengan kebutuhan manusia. Jika tablet vitamin C dan serbuk vitamin C dalam massa yang sama, masing-masing dilarutkan dalam segelas air yang memiliki suhu yang sama, manakah yang memiliki laju reaksi tercepat? Mengapa demikian? Kaitkan pendapatmu dengan teori tumbukan!

5. Sofyan melakukan percobaan pengaruh suhu terhadap laju reaksi. Reaksi yang diujikan pada suhu 20°C berlangsung selama 16 menit, sedangkan pada suhu 60°C reaksi selesai dalam 1 menit. Berapa kali lebih cepat laju reaksi untuk setiap kenaikan 20°C ?
6. Tape sering kita jumpai pada kalangan masyarakat Indonesia sebagai jajanan yang banyak digemari. Tape merupakan makanan yang dihasilkan melalui fermentasi pangan karbohidrat sebagai substrat oleh ragi. Ragi fermentasi berupa campuran beberapa mikroorganisme, jamur seperti *Saccharomyces cerevisiae*, *Rizhopus oryzae*, dll. Bagaimana kaitan ragi dengan faktor yang mempengaruhi laju reaksi?

7. Praktik pembelajaran di sekolah, peserta didik diminta untuk melakukan percobaan laju reaksi antara 0,25 gram batu kapur dan asam klorida sebagai berikut

Percobaan	Bentuk batu kapur	Konsentrasi HCl	Suhu
1	Serbuk	1 M	25
2	Serbuk	2 M	35
3	Bongkahan	1 M	25
4	Bongkahan	2 M	35

Berdasarkan data diatas, tentukan reaksi yang berlangsung paling cepat! dan jelaskan!

8. Amel dan Carla melakukan percobaan bersama. Keduanya mereaksikan $Na_2S_2O_3$ dengan HCl . Amel menggunakan 10mL $Na_2S_2O_3$ 0,1 M dan 10mL larutan HCl 0,4 M. Karena ingin mendapatkan reaksi yang lebih cepat, Carla menggunakan 10mL $Na_2S_2O_3$ 0,1 M dan 10mL larutan HCl 0,8 M. Menurut anda benarkah langkah kerja yang dilakukan Carla? Jelaskan!

Lampiran 10 Jawaban Peserta Didik

Jawaban Peserta Didik Pretest dan Posttest Eksperimen

Nama: Aljo Almalu Hidayah
Kelas : XI.2
Absen : 03

22

1) Penggunaan konsep hasil percobaan

3) Reaksi sabun cuci piring dengan air karbit menghasilkan sabun akan terjadi ~~perubahan~~ ~~yang~~ ~~terjadi~~

1) Konsep reaksi elastisitas yg mengubah obyek ... menjadi karbonhidrat, asam, uap air.

4) Lebih cepat lagi reaksi menggunakan bubuk, karena bubuk berbentuk serbuk yg mudah larut pada air

6) Ragi pada : a. proses pembuatan tape sangat penting untuk proses fermentasi, dan ragi menggunakan ... ~~yang~~ ... yg dapat mempercepat fermentasi ... dari dikehidupkan pada suhu ruang. Menggunakan faktor suhu.

7) 2 - 1 - 4 - 3
Serbuk mudah larut dalam air, menghasilkan perlu waktu yg cukup lama untuk larut dalam air

2) Semakin tinggi konsentrasi dengan yg digunakan, maka semakin cepat proses pembersihan baju.
Contoh : - menggunakan sabun cair
- menggunakan ... sabun bubuk untuk "mencuci baju"

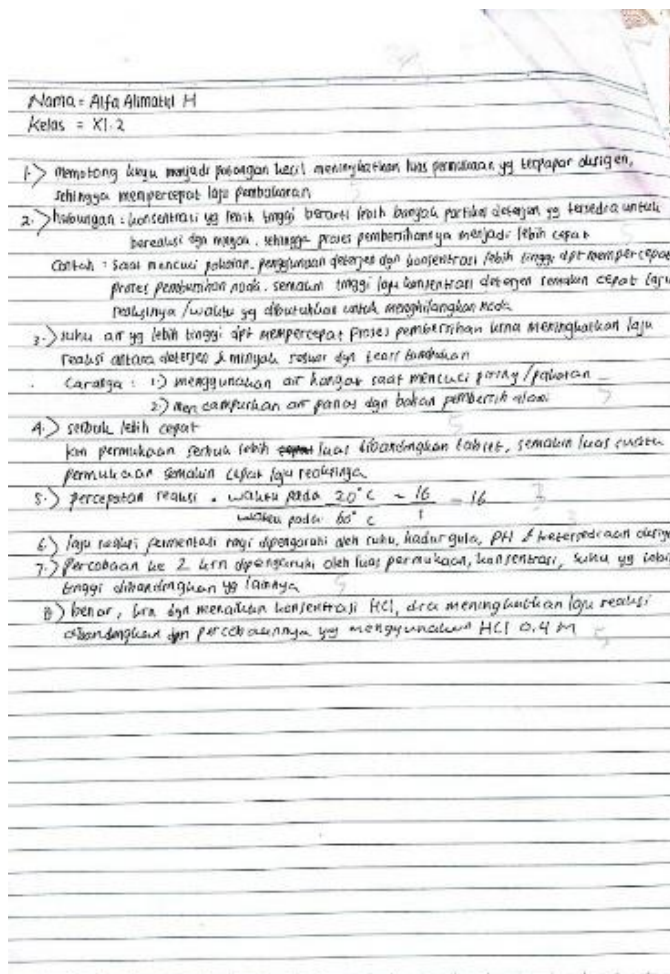
8) Karena reaksi pada sabun cuci piring saat Airnya air hangat akan mengalami konsentrasi pada ... energi kinetik 2 molekul

5) Dari 30°C ke 40°C = 1/5 menit $\rightarrow$ 4 menit (4 x lebih cepat)
Dari 40°C ke 50°C = 1 menit $\rightarrow$ 1 menit (4 x lebih cepat)

8) Berman, Karena Cera & ames menggunakan faktor konsentrasi

SIDU

Jawaban Peserta Didik Posttest Kelas Eksperimen



SIDU

Jawaban Peserta Didik Pretest Kelas Kontrol

Nama : Putri Noviani Pertuwi
Kelas : XI-5

- 1.) reaksi kimia antara kayu dengan oksigen yg menghasilkan panas, cahaya, dan karbon dioksida dan air
- 2.) Pembentukan kopi, konsentrasi kopi yg lebih tinggi dapat meningkatkan laju reaksi antara kopi dan air sehingga rasa dan aroma kopi akan lebih kuat
- 3.) * air dapat menggunakan air panas untuk mencampur pembersih minyak sehingga dapat meningkatkan suhu dan kecepatan molekul pembersih minyak
* dapat memanaskan pembersih minyak di microwave sebelum digunakan
- 4.) Serbuk Vitamin C karena dgn luas permukaan yg lebih besar dan ketersediaan molekul yg lebih mudah serbuk Vitamin C memiliki laju reaksi yg lebih cepat
- 5.) 4 kali lebih cepat
- 6.) ~~air~~ reaksi menghasilkan enzim semakin banyak enzim yg dihasilkan semakin cepat laju reaksi
Reaksi tumbuh dan aktif pada suhu tertentu dan reaksi tumbuh dan aktif pada pH tertentu
semakin suhu dan pH yg optimal semakin untuk pertumbuhan semakin cepat laju reaksi
- 7.) Benar! Karena konsentrasi reaktan yg lebih tinggi dapat meningkatkan laju reaksi

SIDU

CC-BY-SA

Jawaban Peserta Didik Soal Eksperimen

PUTRI NOVIANI PERTIWI (X1-5)

- 1) Pembakaran kayu bakar dan potongan kecil untuk mempercepat pembakaran sesuai dgn konsep laju reaksi dmn potongan kayu kecil meningkatkan luas permukaan kayu bersentuhan dgn oksigen di udara
- 2) a. memanaskan air dari teko atau termos
b. mendidihkan piring kotor dgn air hangat sebelum di cuci
- 3) Berdasarkan data semakin tinggi konsentrasi deterjen waktu yg diperlukan pembersihan roda minyak menjadi lebih singkat
- 4) Vitamin C memiliki reaksi tercepat yg berbentuk serbuk hal ini karena serbuk memiliki luas permukaan lebih besar dibanding tablet
- 5) Diket = $T_1 = 20^\circ\text{C}$ $t_1 = 16 \text{ menit}$ $\Delta T = 20^\circ\text{C}$
 $T_2 = 60^\circ\text{C}$ $t_2 = 1 \text{ menit}$

$$D_{\text{temp}} = \frac{V}{D_{\text{wb}}} = \frac{t_2}{t_1} = (\Delta V)^a$$

$$\frac{16}{1} = (\Delta V)^a$$

$$a = \frac{T_2 - T_1}{\Delta T} = \frac{60 - 20}{20} = 2$$

$$\frac{16}{1} = (\Delta V)^2$$

$$\Delta V = \sqrt{16}$$

$$V = 4 //$$

SIDU

6. Ragi dan pembuatan tape berfungsi sebagai katalis untuk mempercepat reaksi fermentasi melalui aktivitas mikroorganisme dan enzimnya

7.) Percobaan 2 karna dilihat dari bentuk kapur yg berupa serbuk sehingga luas permukaan aktif lebih besar konsentrasi lebih besar sehingga lebih cepat bereaksi

8.) Ya, langkah kerja yg dilakukan oleh carla sudah benar karna dm tape reaksi salah satu faktornya yakni konsentrasi

Lampiran 11 Nilai Hasil Penelitian

Kelas Eksperimen

No	Nama	Pretest eksperimen	Posttest eksperimen
1	Achla Najwa Danya	63	83
2	Aisyah	60	85
3	Alfa Alimatul Hidayah	55	90
4	Anisa Yasca Maura Fabriana	45	63
5	Annisa Zulfa	53	80
6	Ariena Fazira	50	85
7	Diana Fitri Alfiani	45	83
8	Diva Maulina Alana Bilqis	63	80
9	Dzaki Abidin	73	100
10	Eky Aouliyak Ayu Lestari	50	73
11	Hadi Mafaza	50	83
12	Ilayya Nailul Hidayah	63	85
13	Ilham Azizi	50	83
14	Levia Dheanova Bintariana	28	63
15	Luqna Naqiyyatuz Zahra	80	95
16	Mahmid Fatta Addiany Afla	55	83
17	Muhammad Afin Baharudin Surfa	55	90
18	Muhammad Bani Yudhawan	60	75
19	Muhammad Gilang Angger Alfin	75	95
20	Muhammad Naufal Zaki Zaidan	58	80
21	Nala Syarifa	43	75
22	Naula Silha	40	63
23	Nayla Zahar Arrahimy Afla	63	95
24	Naysilla Lutfiana Khoirunnisa	45	68

No	Nama	Pretest eksperimen	Posttest eksperimen
25	Nayzillatul Ayumi Zahra	65	83
26	Nida Azkiya Amalia Husna	63	80
27	Nisrina Nadyatun Najibah	80	100
28	Rindu	53	73
29	Savira Anindhita Putri	63	90
30	Sri Wahyuni	30	73
31	Syifana Salwa Malikha	58	85
32	Ulfa Mazidah	63	95
33	Ulfa Rismawati	63	85
34	Utami Ziana Zien	55	95
35	Zahrotul Habibah	53	85
36	Zakiyatun Nikmah	45	75

Kelas Kontrol

No	Nama	Pretest Kontrol	Posttest Kontrol
1	Adista Rahma Faulia	38	65
2	Adnan Mafudz	50	73
3	Ahmad Fakhriyya Nauf Volda	43	63
4	Ali Rohman Mustiko	38	55
5	Amel Mei Dwi Ariani	53	73
6	Anisa Widia Aprili	65	75
7	Atiyaul Maula	43	73
8	Aufa Firja Ramadhani	65	83
9	Chusna Maulida	70	85
10	Durotun Nasyekha	43	68
11	Heni Dias Nur Safrida	75	90
12	Herfiza Nur Firianisiwi	25	68

No	Nama	Pretest Kontrol	Posttest Kontrol
13	Jannatan Dzawata Afnan	35	63
14	Jihan Nadiya Salsabila	35	73
15	Jihan Sakiya Salsa Bella	50	80
16	Maftukatul Alawiyah	53	80
17	Mahmud Muzaki Nurul Amin	43	75
18	Maulidya Wahyu Syafirani	55	85
19	Muhammad Arif Mahbub Ainul Yaqin	25	55
20	Muhammad Faizul Haq	38	63
21	Muhammad Fajar Ibrahim	25	68
22	Muhammad Hilman Najib Sya'ban	43	68
23	Muhammad Ibnu Simna Arrasy	73	90
24	Naila Izza Nisrina	60	85
25	Nailal Husna	60	85
26	Nelsa Tisani	25	73
27	Nida Khafiyatu Wahda	38	73
28	Nufa Syarifiyah	50	83
29	Putri Novianti Pertiwi	53	80
30	Rafika Erfina Dewi	60	85
31	Rizka Maulidi Amelya	38	73
32	Sabit Imamul Bilad	20	55
33	Shafrita Ardiyanti	50	80
34	Sulis Fitriyani	45	68
35	Sultan Shalahuddin Al Ayyubi	25	55
36	Wafi Diqrullah Maksum	20	65
37	Zahratus Sifa	60	83
38	Zakia Arvin Maulana	38	80

Lampiran 12 Hasil Perhitungan N-Gain Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol
Kelas Eksperimen

No	Kode	Post-Pre	Skor Ideal (100-Pre)	N-Gain Score	N-Gain Score (%)	Kategori
1	UE-01	20	38	0,53	53,33	Sedang
2	UE-02	25	40	0,63	62,50	Sedang
3	UE-03	35	45	0,78	77,78	Tinggi
4	UE-04	18	55	0,33	32,73	Sedang
5	UE-05	27	47	0,57	57,45	Sedang
6	UE-06	35	50	0,70	70,00	Tinggi
7	UE-07	38	55	0,69	69,09	Sedang
8	UE-08	17	37	0,46	45,95	Sedang
9	UE-09	27	27	1,00	100,00	Tinggi
10	UE-10	23	50	0,46	46,00	Sedang
11	UE-11	33	50	0,66	66,00	Sedang
12	UE-12	23	38	0,60	60,00	Sedang
13	UE-13	33	50	0,66	66,00	Sedang
14	UE-14	36	73	0,49	48,97	Sedang
15	UE-15	15	20	0,75	75,00	Tinggi
16	UE-16	28	45	0,61	61,11	Sedang
17	UE-17	35	45	0,78	77,78	Tinggi
18	UE-18	15	40	0,38	37,50	Sedang
19	UE-19	20	25	0,80	80,00	Tinggi
20	UE-20	23	43	0,53	52,94	Sedang
21	UE-21	32	57	0,56	56,14	Sedang

No	Kode	Post-Pre	Skor Ideal (100-Pre)	N-Gain Score	N-Gain Score (%)	Kategori
22	UE-22	23	60	0,38	38,33	Sedang
23	UE-23	32	37	0,86	86,49	Tinggi
24	UE-24	23	55	0,42	41,82	Sedang
25	UE-25	18	35	0,51	51,43	Sedang
26	UE-26	18	38	0,47	46,67	Sedang
27	UE-27	20	20	1,00	100,00	Tinggi
28	UE-28	20	47	0,43	42,55	Sedang
29	UE-29	27	37	0,73	72,97	Tinggi
30	UE-30	43	70	0,61	61,43	Sedang
31	UE-31	28	43	0,65	64,71	Sedang
32	UE-32	33	38	0,87	86,67	Tinggi
33	UE-33	22	37	0,59	59,46	Sedang
34	UE-34	40	45	0,89	88,89	Tinggi
35	UE-35	32	47	0,68	68,09	Sedang
36	UE-36	30	55	0,55	54,55	Sedang

Kelas Kontrol

No	Kode	Post-Pre	Skor Ideal (100-Pre)	N-Gain Score	N-Gain Score (%)	Kategori
1	UK-01	28	63	0,44	44,00	Sedang
2	UK-02	23	50	0,46	46,00	Sedang
3	UK-03	21	58	0,36	35,65	Sedang
4	UK-04	18	63	0,28	28,00	Rendah
5	UK-05	21	48	0,43	43,16	Sedang
6	UK-06	10	35	0,29	28,57	Rendah
7	UK-07	31	58	0,53	53,04	Sedang
8	UK-08	18	35	0,51	51,43	Sedang
9	UK-09	15	30	0,50	50,00	Sedang
10	UK-10	26	58	0,44	44,35	Sedang
11	UK-11	15	25	0,60	60,00	Sedang
12	UK-12	43	75	0,57	57,33	Sedang
13	UK-13	28	65	0,43	43,08	Sedang
14	UK-14	38	65	0,58	58,46	Sedang
15	UK-15	30	50	0,60	60,00	Sedang
16	UK-16	27	47	0,57	57,45	Sedang
17	UK-17	33	58	0,57	56,52	Sedang
18	UK-18	30	45	0,67	66,67	Sedang
19	UK-19	30	75	0,40	40,00	Sedang
20	UK-20	26	63	0,41	40,80	Sedang
21	UK-21	43	75	0,57	57,33	Sedang
22	UK-22	26	58	0,44	44,35	Sedang

No	Kode	Post-Pre	Skor Ideal (100-Pre)	N-Gain Score	N-Gain Score (%)	Kategori
23	UK-23	8	28	0,27	27,27	Rendah
24	UK-24	25	40	0,63	62,50	Sedang
25	UK-25	25	40	0,63	62,50	Sedang
26	UK-26	48	75	0,64	64,00	Sedang
27	UK-27	35	63	0,56	56,00	Sedang
28	UK-28	33	50	0,66	66,00	Sedang
29	UK-29	38	48	0,79	78,95	Tinggi
30	UK-30	25	40	0,63	62,50	Sedang
31	UK-31	36	63	0,57	56,80	Sedang
32	UK-32	35	80	0,44	43,75	Sedang
33	UK-33	30	50	0,60	60,00	Sedang
34	UK-34	23	55	0,42	41,82	Sedang
35	UK-35	30	75	0,40	40,00	Sedang
36	UK-36	45	80	0,56	56,25	Sedang
37	UK-37	23	40	0,58	57,50	Sedang
38	UK-38	43	63	0,68	68,00	Sedang

Lampiran 13 Hasil Normalitas, Homogenitas, Uji t, *Effect Size* Pretest

Tests of Normality

Kelas		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Skor_BK	Pretest Kontrol	.099	38	.200 [*]	.966	38	.289
	Pretest Eksperimen	.135	36	.095	.965	36	.310

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

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Skor_BK	Based on Mean	2.835	1	72	.097
	Based on Median	2.437	1	72	.123
	Based on Median and with adjusted df	2.437	1	70.138	.123
	Based on trimmed mean	2.775	1	72	.100

Posttest

Tests of Normality

Kelas		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Skor_BK	Posttest Kontrol	.136	38	.072	.946	38	.066
	Posttest Eksperimen	.127	36	.153	.954	36	.144

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Skor_BK	Based on Mean	.173	1	72	.679
	Based on Median	.185	1	72	.668
	Based on Median and with adjusted df	.185	1	71.294	.668
	Based on trimmed mean	.197	1	72	.659

N-Gain

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Kelas		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil	Eksperimen	,070	36	,200*	,975	36	,561
	Kontrol	,161	38	,214	,963	38	,241

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

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil	Based on Mean	3,534	1	72	,064
	Based on Median	3,199	1	72	,078
	Based on Median and with adjusted df	3,199	1	67,720	,078
	Based on trimmed mean	3,469	1	72	,067

Uji *Independent sample t-test*

		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	
Hasil	Equal variances assumed	3,534	,064	3,208	72	,002	10,937	3,409	4,141	17,733
	Equal variances not assumed			3,178	62,384	,002	10,937	3,441	4,060	17,815

Lampiran 13 Presentase Indikator Berpikir Kreatif

Presentase Perindikator Pretest Eksperimen

Berpikir Lancar						
Siswa	Nomor	Soal	I	skor	Skor maksimum	Presentase
1	1	5				
1	5	3	8	80	100	80
2	3	3	6	60	100	60
3	1	5	6	60	100	60
4	5	0	5	50	100	50
5	5	3	8	80	100	80
6	3	1	4	40	100	40
7	5	0	5	50	100	50
8	5	3	8	80	100	80
9	5	3	8	80	100	80
10	3	0	3	30	100	30
11	3	1	4	40	100	40
12	5	3	8	80	100	80
13	3	1	4	40	100	40
14	3	1	4	40	100	40
15	5	3	8	80	100	80
16	3	1	4	40	100	40
17	5	3	8	80	100	80
18	3	3	6	60	100	60
19	5	5	10	100	100	100
20	5	3	8	80	100	80
21	5	0	5	50	100	50
22	5	0	5	50	100	50
23	5	3	8	80	100	80
24	5	0	5	50	100	50
25	5	3	8	80	100	80
26	5	3	8	80	100	80
27	5	3	8	80	100	80
28	5	0	5	50	100	50
29	5	3	8	80	100	80
30	3	1	4	40	100	40
31	5	1	6	60	100	60
32	5	0	5	50	100	50
33	3	0	3	30	100	30
34	5	1	6	60	100	60
35	5	3	8	80	100	80
36	5	0	5	50	100	50
Rata-rata						61,67

Berpikir Luwes						
Siswa	Nomor	Soal	I	skor	Skor maksimum	Presentase
1	4	8				
1	3	5	8	80	100	80
2	3	3	6	60	100	60
3	3	3	6	60	100	60
4	1	3	4	40	100	40
5	3	3	6	60	100	60
6	3	5	8	80	100	80
7	1	3	4	40	100	40
8	5	3	8	80	100	80
9	5	5	10	100	100	100
10	3	5	8	80	100	80
11	5	5	10	100	100	100
12	3	5	8	80	100	80
13	3	3	6	60	100	60
14	1	3	4	40	100	40
15	5	5	10	100	100	100
16	3	3	6	60	100	60
17	5	1	6	60	100	60
18	5	3	8	80	100	80
19	3	3	6	60	100	60
20	5	1	6	60	100	60
21	1	3	4	40	100	40
22	1	3	4	40	100	40
23	3	3	6	60	100	60
24	1	3	4	40	100	40
25	3	3	6	60	100	60
26	3	5	8	80	100	80
27	3	5	8	80	100	80
28	3	3	6	60	100	60
29	5	5	10	100	100	100
30	1	1	2	20	100	20
31	5	3	8	80	100	80
32	5	5	10	100	100	100
33	1	5	6	60	100	60
34	5	3	8	80	100	80
35	3	3	6	60	100	60
36	1	3	4	40	100	40
Rata-rata						66,11

Elaborasi

Siswa	Nomor Soal		I	skor	Skor maksimum	Presentase
	6	7				
1	5	1	6	60	100	60
2	3	3	6	60	100	60
3	3	3	6	60	100	60
4	1	5	6	60	100	60
5	1	0	1	10	100	10
6	1	1	2	20	100	20
7	1	5	6	60	100	60
8	5	0	5	50	100	50
9	3	1	4	40	100	40
10	5	0	5	50	100	50
11	1	1	2	20	100	20
12	5	1	6	60	100	60
13	3	1	4	40	100	40
14	0	1	1	10	100	10
15	3	3	6	60	100	60
16	3	3	6	60	100	60
17	3	1	4	40	100	40
18	1	3	4	40	100	40
19	5	1	6	60	100	60
20	5	0	5	50	100	50
21	1	1	2	20	100	20
22	1	3	4	40	100	40
23	5	1	6	60	100	60
24	1	5	6	60	100	60
25	5	3	8	80	100	80
26	5	1	6	60	100	60
27	5	5	10	100	100	100
28	5	1	6	60	100	60
29	1	0	1	10	100	10
30	1	1	2	20	100	20
31	5	0	5	50	100	50
32	5	0	5	50	100	50
33	5	3	8	80	100	80
34	3	1	4	40	100	40
35	1	3	4	40	100	40
36	1	5	6	60	100	60
Rata-rata						48,33333333

Orisinal

Siswa	Nomor Soal		I	skor	Skor maksimum	Presentase
	2	3				
1	3	0	3	30	100	30
2	3	3	6	60	100	60
3	3	1	4	40	100	40
4	0	3	3	30	100	30
5	3	3	6	60	100	60
6	5	1	6	60	100	60
7	0	3	3	30	100	30
8	1	3	4	40	100	40
9	3	5	8	80	100	80
10	3	1	4	40	100	40
11	3	1	4	40	100	40
12	3	0	3	30	100	30
13	5	1	6	60	100	60
14	1	1	2	20	100	20
15	5	3	8	80	100	80
16	5	1	6	60	100	60
17	3	1	4	40	100	40
18	3	3	6	60	100	60
19	5	3	8	80	100	80
20	3	1	4	40	100	40
21	3	3	6	60	100	60
22	0	3	3	30	100	30
23	5	0	5	50	100	50
24	0	3	3	30	100	30
25	3	5	8	80	100	80
26	3	0	3	30	100	30
27	1	5	6	60	100	60
28	1	3	4	40	100	40
29	3	3	6	60	100	60
30	3	1	4	40	100	40
31	3	1	4	40	100	40
32	0	5	5	50	100	50
33	5	3	8	80	100	80
34	3	1	4	40	100	40
35	3	0	3	30	100	30
36	0	3	3	30	100	30
Rata-rata						48,06

Presentase Perindikator Posttest Eksperimen

Berpikir Lancar

Siswa	Nomor Soal		I	Skor	Skor maksimum	Presentase
	1	5				
1	5	5	✓	10	100	100
2	5	3	✓	8	80	100
3	5	3	✓	8	80	100
4	5	1	✓	6	60	100
5	5	3	✓	8	80	100
6	5	3	✓	8	80	100
7	5	5	✓	10	100	100
8	5	3	✓	8	80	100
9	5	5	✓	10	100	100
10	5	0	✓	5	50	100
11	5	0	✓	5	50	100
12	5	3	✓	8	80	100
13	5	0	✓	5	50	100
14	5	3	✓	8	80	100
15	5	5	✓	10	100	100
16	5	0	✓	5	50	100
17	5	3	✓	8	80	100
18	5	1	✓	6	60	100
19	5	5	✓	10	100	100
20	5	3	✓	8	80	100
21	5	1	✓	6	60	100
22	5	0	✓	5	50	100
23	5	3	✓	8	80	100
24	5	0	✓	5	50	100
25	5	5	✓	10	100	100
26	5	3	✓	8	80	100
27	5	5	✓	10	100	100
28	5	0	✓	5	50	100
29	5	3	✓	8	80	100
30	5	0	✓	5	50	100
31	5	3	✓	8	80	100
32	5	3	✓	8	80	100
33	5	3	✓	8	80	100
34	5	5	✓	10	100	100
35	5	3	✓	8	80	100
36	5	1	✓	6	60	100
Rata-rata						75,56

Berpikir Luwes

Siswa	Nomor Soal		I	Skor	Skor maksimum	Presentase
	4	8				
1	5	5	✓	10	100	100
2	5	5	✓	10	100	100
3	5	5	✓	10	100	100
4	3	5	✓	8	80	100
5	5	5	✓	10	100	100
6	5	5	✓	10	100	100
7	5	5	✓	10	100	100
8	5	5	✓	10	100	100
9	5	5	✓	10	100	100
10	5	5	✓	10	100	100
11	5	5	✓	10	100	100
12	5	5	✓	10	100	100
13	5	5	✓	10	100	100
14	3	3	✓	6	60	100
15	5	5	✓	10	100	100
16	5	5	✓	10	100	100
17	5	5	✓	10	100	100
18	5	5	✓	10	100	100
19	5	5	✓	10	100	100
20	5	5	✓	10	100	100
21	5	5	✓	10	100	100
22	3	5	✓	8	80	100
23	5	5	✓	10	100	100
24	5	5	✓	10	100	100
25	5	5	✓	10	100	100
26	5	5	✓	10	100	100
27	5	5	✓	10	100	100
28	5	5	✓	10	100	100
29	5	5	✓	10	100	100
30	5	5	✓	10	100	100
31	5	5	✓	10	100	100
32	5	5	✓	10	100	100
33	5	5	✓	10	100	100
34	5	5	✓	10	100	100
35	5	5	✓	10	100	100
36	5	5	✓	10	100	100
Rata-rata						97,78

Orisinil

Siswa	Nomor Soal		I	Skor	Skor maksimu	Presentase
	2	3				
1	5	3	8	80	100	80
2	5	3	8	80	100	80
3	5	5	10	100	100	100
4	3	3	6	60	100	60
5	3	3	6	60	100	60
6	5	3	8	80	100	80
7	5	3	8	80	100	80
8	3	3	6	60	100	60
9	5	5	10	100	100	100
10	3	5	8	80	100	80
11	5	3	8	80	100	80
12	5	3	8	80	100	80
13	5	3	8	80	100	80
14	5	0	5	50	100	50
15	5	5	10	100	100	100
16	5	3	8	80	100	80
17	5	3	8	80	100	80
18	3	3	6	60	100	60
19	5	5	10	100	100	100
20	3	3	6	60	100	60
21	3	3	6	60	100	60
22	3	3	6	60	100	60
23	5	5	10	100	100	100
24	3	5	8	80	100	80
25	5	3	8	80	100	80
26	3	3	6	60	100	60
27	5	5	10	100	100	100
28	3	5	8	80	100	80
29	5	3	8	80	100	80
30	3	5	8	80	100	80
31	5	3	8	80	100	80
32	5	5	10	100	100	100
33	5	3	8	80	100	80
34	5	3	8	80	100	80
35	5	3	8	80	100	80
36	3	3	6	60	100	60
Rata-rata						78,06

Elaborasi

Siswa	Nomor Soal		I	Skor	Skor maksimu	Presentase
	6	7				
1	5	0	5	50	100	50
2	3	5	8	80	100	80
3	3	5	8	80	100	80
4	0	5	5	50	100	50
5	3	5	8	80	100	80
6	3	5	8	80	100	80
7	5	0	5	50	100	50
8	3	5	8	80	100	80
9	5	5	10	100	100	100
10	3	3	6	60	100	60
11	5	5	10	100	100	100
12	3	5	8	80	100	80
13	5	5	10	100	100	100
14	5	1	6	60	100	60
15	3	5	8	80	100	80
16	5	5	10	100	100	100
17	5	5	10	100	100	100
18	3	5	8	80	100	80
19	3	5	8	80	100	80
20	3	5	8	80	100	80
21	3	5	8	80	100	80
22	1	5	6	60	100	60
23	5	5	10	100	100	100
24	1	3	4	40	100	40
25	5	0	5	50	100	50
26	3	5	8	80	100	80
27	5	5	10	100	100	100
28	3	3	6	60	100	60
29	5	5	10	100	100	100
30	3	3	6	60	100	60
31	3	5	8	80	100	80
32	5	5	10	100	100	100
33	3	5	8	80	100	80
34	5	5	10	100	100	100
35	3	5	8	80	100	80
36	3	5	8	80	100	80
Rata-rata						78,33

Presentase Perindikator Pretest Kontrol

Berpikir Lancar						
Siswa	Nomor Soal		Σ	Skor	Skor maksimum	Presentase
	1	5				
1	3	1	4	40	100	40
2	3	1	4	40	100	40
3	3	0	3	30	100	30
4	3	1	4	40	100	40
5	3	0	3	30	100	30
6	5	1	6	60	100	60
7	3	0	3	30	100	30
8	5	1	6	60	100	60
9	5	3	8	80	100	80
10	3	0	3	30	100	30
11	3	3	6	60	100	60
12	3	1	4	40	100	40
13	3	1	4	40	100	40
14	3	1	4	40	100	40
15	3	1	4	40	100	40
16	3	0	3	30	100	30
17	3	0	3	30	100	30
18	5	1	6	60	100	60
19	3	1	4	40	100	40
20	3	1	4	40	100	40
21	3	1	4	40	100	40
22	3	0	3	30	100	30
23	5	3	8	80	100	80
24	3	3	6	60	100	60
25	3	3	6	60	100	60
26	3	1	4	40	100	40
27	3	1	4	40	100	40
28	3	1	4	40	100	40
29	1	3	4	40	100	40
30	3	3	6	60	100	60
31	3	1	4	40	100	40
32	1	1	2	20	100	20
33	3	1	4	40	100	40
34	3	1	4	40	100	40
35	3	1	4	40	100	40
36	1	1	2	20	100	20
37	3	3	6	60	100	60
38	3	1	4	40	100	40
Rata-rata						43,42

Berpikir Lewes						
Siswa	Nomor Soal		Σ	Skor	Skor maksimum	Presentase
	4	8				
1	1	3	4	40	100	40
2	3	3	6	60	100	60
3	3	3	6	60	100	60
4	1	3	4	40	100	40
5	3	3	6	60	100	60
6	3	3	6	60	100	60
7	3	3	6	60	100	60
8	3	5	8	80	100	80
9	3	5	8	80	100	80
10	3	3	6	60	100	60
11	5	3	8	80	100	80
12	1	1	2	20	100	20
13	1	3	4	40	100	40
14	1	3	4	40	100	40
15	3	3	6	60	100	60
16	3	3	6	60	100	60
17	3	3	6	60	100	60
18	3	3	6	60	100	60
19	1	1	2	20	100	20
20	1	3	4	40	100	40
21	1	1	2	20	100	20
22	3	3	6	60	100	60
23	3	5	8	80	100	80
24	3	3	6	60	100	60
25	3	3	6	60	100	60
26	1	1	2	20	100	20
27	1	3	4	40	100	40
28	3	3	6	60	100	60
29	5	5	10	100	100	100
30	3	3	6	60	100	60
31	1	3	4	40	100	40
32	1	1	2	20	100	20
33	3	3	6	60	100	60
34	1	3	4	40	100	40
35	1	1	2	20	100	20
36	1	1	2	20	100	20
37	3	3	6	60	100	60
38	1	3	4	40	100	40
Rata-rata						51,05

Orisinal

Siswa	Nomor Soal		I	Skor	Skor maksimum	Presentase
	2	3				
1	1	3	4	40	100	40
2	3	3	6	60	100	60
3	3	1	4	40	100	40
4	1	3	4	40	100	40
5	3	3	6	60	100	60
6	3	5	8	80	100	80
7	3	1	4	40	100	40
8	3	3	6	60	100	60
9	5	1	6	60	100	60
10	3	1	4	40	100	40
11	3	5	8	80	100	80
12	1	1	2	20	100	20
13	1	3	4	40	100	40
14	1	3	4	40	100	40
15	3	3	6	60	100	60
16	3	3	6	60	100	60
17	3	1	4	40	100	40
18	3	3	6	60	100	60
19	1	1	2	20	100	20
20	1	3	4	40	100	40
21	1	1	2	20	100	20
22	3	1	4	40	100	40
23	5	3	8	80	100	80
24	3	3	6	60	100	60
25	3	3	6	60	100	60
26	1	1	2	20	100	20
27	1	3	4	40	100	40
28	3	3	6	60	100	60
29	1	3	4	40	100	40
30	3	3	6	60	100	60
31	1	3	4	40	100	40
32	1	1	2	20	100	20
33	3	3	6	60	100	60
34	3	3	6	60	100	60
35	1	1	2	20	100	20
36	1	1	2	20	100	20
37	3	3	6	60	100	60
38	1	3	4	40	100	40
Rata-rata						46,84

Elaborasi

Siswa	Nomor Soal		I	Skor	Skor maksimum	Presentase
	6	7				
1	3	0	3	30	100	30
2	3	1	4	40	100	40
3	1	3	4	40	100	40
4	3	0	3	30	100	30
5	3	3	6	60	100	60
6	3	3	6	60	100	60
7	1	3	4	40	100	40
8	1	5	6	60	100	60
9	5	1	6	60	100	60
10	1	3	4	40	100	40
11	5	3	8	80	100	80
12	1	1	2	20	100	20
13	1	1	2	20	100	20
14	1	1	2	20	100	20
15	3	1	4	40	100	40
16	3	3	6	60	100	60
17	1	3	4	40	100	40
18	3	1	4	40	100	40
19	1	1	2	20	100	20
20	3	0	3	30	100	30
21	1	1	2	20	100	20
22	1	3	4	40	100	40
23	5	0	5	50	100	50
24	3	3	6	60	100	60
25	3	3	6	60	100	60
26	1	1	2	20	100	20
27	3	0	3	30	100	30
28	3	1	4	40	100	40
29	3	0	3	30	100	30
30	3	3	6	60	100	60
31	3	0	3	30	100	30
32	1	1	2	20	100	20
33	3	1	4	40	100	40
34	1	3	4	40	100	40
35	1	1	2	20	100	20
36	1	1	2	20	100	20
37	3	3	6	60	100	60
38	3	0	3	30	100	30
Rata-rata						39,47

Presentase Perindikator Posttest Kontrol

Berpikir Lancar					
Siswa	Nomor Soal		I	Skor	Skor maksimum
1	5	3	8	80	100
2	5	3	8	80	100
3	5	3	8	80	100
4	5	0	5	50	100
5	5	3	8	80	100
6	3	3	6	60	100
7	5	3	8	80	100
8	5	3	8	80	100
9	5	3	8	80	100
10	5	0	5	50	100
11	5	5	10	100	100
12	5	0	5	50	100
13	5	3	8	80	100
14	5	3	8	80	100
15	5	3	8	80	100
16	5	3	8	80	100
17	3	3	6	60	100
18	5	3	8	80	100
19	5	0	5	50	100
20	5	3	8	80	100
21	5	0	5	50	100
22	5	0	5	50	100
23	5	3	8	80	100
24	5	3	8	80	100
25	5	3	8	80	100
26	5	3	8	80	100
27	5	3	8	80	100
28	5	3	8	80	100
29	5	5	10	100	100
30	5	3	8	80	100
31	5	3	8	80	100
32	5	0	5	50	100
33	5	3	8	80	100
34	5	0	5	50	100
35	5	0	5	50	100
36	5	3	8	80	100
37	5	3	8	80	100
38	5	3	8	80	100
Rata-rata					72,8947368

Berpikir Luwes					
Siswa	Nomor Soal		I	Skor	Skor maksimum
1	3	3	6	60	100
2	3	5	8	80	100
3	3	3	6	60	100
4	5	0	5	50	100
5	3	5	8	80	100
6	5	3	8	80	100
7	3	5	8	80	100
8	5	5	10	100	100
9	5	5	10	100	100
10	5	5	10	100	100
11	5	5	10	100	100
12	5	5	10	100	100
13	3	3	6	60	100
14	3	5	8	80	100
15	5	5	10	100	100
16	5	5	10	100	100
17	5	3	8	80	100
18	5	5	10	100	100
19	5	0	5	50	100
20	3	3	6	60	100
21	3	5	8	80	100
22	3	5	8	80	100
23	5	5	10	100	100
24	5	5	10	100	100
25	5	5	10	100	100
26	3	5	8	80	100
27	3	5	8	80	100
28	5	5	10	100	100
29	5	5	10	100	100
30	5	5	10	100	100
31	3	5	8	80	100
32	5	0	5	50	100
33	5	5	10	100	100
34	3	5	8	80	100
35	5	0	5	50	100
36	3	3	6	60	100
37	5	5	10	100	100
38	5	5	10	100	100
Rata-rata					83,1578947

Orisinil

Siswa	Nomor Soal		I	Skor	Skor maksimum	Presentase
	2	3				
1	3	5	✓	80	100	80
2	5	3	✓	80	100	80
3	5	0	✓	50	100	50
4	3	3	✓	60	100	60
5	5	3	✓	80	100	80
6	3	5	✓	80	100	80
7	5	3	✓	80	100	80
8	5	5	✓	100	100	100
9	5	3	✓	80	100	80
10	3	5	✓	80	100	80
11	5	3	✓	80	100	80
12	3	5	✓	80	100	80
13	5	0	✓	50	100	50
14	5	3	✓	80	100	80
15	3	3	✓	60	100	60
16	3	3	✓	60	100	60
17	3	5	✓	80	100	80
18	5	3	✓	80	100	80
19	3	3	✓	60	100	60
20	5	0	✓	50	100	50
21	3	5	✓	80	100	80
22	3	5	✓	80	100	80
23	3	3	✓	60	100	60
24	5	3	✓	80	100	80
25	5	3	✓	80	100	80
26	5	3	✓	80	100	80
27	5	3	✓	80	100	80
28	5	5	✓	100	100	100
29	3	3	✓	60	100	60
30	5	3	✓	80	100	80
31	5	3	✓	80	100	80
32	3	3	✓	60	100	60
33	3	3	✓	60	100	60
34	3	5	✓	80	100	80
35	3	3	✓	60	100	60
36	3	5	✓	80	100	80
37	5	5	✓	100	100	100
38	3	3	✓	60	100	60
Rata-rata						73,9473684

Elaborasi

Siswa	Nomor Soal		I	Skor	Skor maksimum	Presentase
	6	7				
1	1	3	✓	40	100	40
2	5	0	✓	50	100	50
3	5	1	✓	60	100	60
4	3	3	✓	60	100	60
5	5	0	✓	50	100	50
6	5	3	✓	80	100	80
7	5	0	✓	50	100	50
8	0	5	✓	50	100	50
9	3	5	✓	80	100	80
10	1	3	✓	40	100	40
11	3	5	✓	80	100	80
12	1	3	✓	40	100	40
13	5	1	✓	60	100	60
14	5	0	✓	50	100	50
15	3	5	✓	80	100	80
16	3	5	✓	80	100	80
17	5	3	✓	80	100	80
18	3	5	✓	80	100	80
19	3	3	✓	60	100	60
20	5	1	✓	60	100	60
21	3	3	✓	60	100	60
22	3	3	✓	60	100	60
23	3	5	✓	80	100	80
24	3	5	✓	80	100	80
25	3	5	✓	80	100	80
26	5	0	✓	50	100	50
27	5	0	✓	50	100	50
28	0	5	✓	50	100	50
29	5	5	✓	100	100	100
30	3	5	✓	80	100	80
31	5	0	✓	50	100	50
32	3	3	✓	60	100	60
33	3	5	✓	80	100	80
34	3	3	✓	60	100	60
35	3	3	✓	60	100	60
36	1	3	✓	40	100	40
37	0	5	✓	50	100	50
38	3	5	✓	80	100	80
Rata-rata						63,1578947

Lampiran 14 Hasil Poster Peserta Didik

LAJU REAKSI

Faktor Konsentrasi

ALAT	
A1	A2
Reaktor	2 liter
Spindeler	1 buah
Kawat pengaduk	1 buah
Gas flowmeter	1 buah
Gas inlet	1 buah
Stopwatch	1 buah
Gas outlet	1 buah

BAHAN	
asapelin	1 liter
benzene	1 liter

CARA KERJA

- 1) Timbang 1 gram asapelin
- 2) Masukkan ke dalam tabung reaksi
- 3) Berikan laju mixing-masing tabung reaksi
- 4) Tambahkan aquades ke dalam tabung reaksi hingga tergenang
- 5) Tampung reaksi 1 tambahkan 5 ml aquades
- 6) Tampung reaksi 2 tambahkan 10 ml aquades
- 7) Tampung reaksi 3 tambahkan 15 ml aquades
- 8) Kincok tabung reaksi selama 10 detik
- 9) Ukur laju aliran gas
- 10) Ulangi langkah 4 dan 5 untuk reaksi selanjutnya

HASIL PENGAMATAN

PEMBAHASAN

Percobaan dengan 1 gram detergen yang dituangkan air 5 ml menghasilkan tinggi 4,8 cm. percobaan dengan tinggi 5 ml yang ditambahkan air 10 ml menghasilkan tinggi 3,7cm. dari pada percobaan dengan air sebanyak 15 ml menghasilkan tinggi 3,6cm. Hal ini dapat disimpulkan bahwa jika semakin banyak detergen yang dituangkan maka semakin tinggi tinggi busa namun oleh dari lama pengoksidan dapat mempengaruhi tinggi busa sehingga percobaan ini belum sempurna karena tidak memperhatikan waktu untuk mengoksidasi

Kelas XI 2 MAN DEMAK

Laju Reaksi

Faktor Luas Permukaan

Gaya Kerja

1. Tegapan atau tekanan ($MN \cdot m^{-2}$) yang timbul
2. Tegangan, gaya per satuan luas, tegapan atau tekanan, gaya tarik atau gaya tekan
3. Gaya gesek, gaya per satuan luas, tegapan atau tekanan, gaya tarik atau gaya tekan
4. Tekanan atau tegangan (kg/cm^2), (kg/mm^2) atau (kg/m^2) tegapan atau tekanan
5. Tegangan atau tegangan (kg/cm^2) tegapan atau tekanan
6. Tegangan atau tegangan (kg/cm^2) tegapan atau tekanan
7. Tegangan atau tegangan (kg/cm^2) tegapan atau tekanan
8. Tegangan atau tegangan (kg/cm^2) tegapan atau tekanan
9. Tegangan atau tegangan (kg/cm^2) tegapan atau tekanan
10. Tegangan atau tegangan (kg/cm^2) tegapan atau tekanan

Hasil Pengukuran



Klasifikasi Reaksi

1. Reaksi kimia ($MN \cdot m^{-2}$)
2. Reaksi kimia ($MN \cdot m^{-2}$)
3. Reaksi kimia ($MN \cdot m^{-2}$)
4. Reaksi kimia ($MN \cdot m^{-2}$)
5. Reaksi kimia ($MN \cdot m^{-2}$)
6. Reaksi kimia ($MN \cdot m^{-2}$)
7. Reaksi kimia ($MN \cdot m^{-2}$)
8. Reaksi kimia ($MN \cdot m^{-2}$)
9. Reaksi kimia ($MN \cdot m^{-2}$)
10. Reaksi kimia ($MN \cdot m^{-2}$)

Perhitungan

1. Reaksi kimia ($MN \cdot m^{-2}$)

2. Reaksi kimia ($MN \cdot m^{-2}$)

3. Reaksi kimia ($MN \cdot m^{-2}$)

4. Reaksi kimia ($MN \cdot m^{-2}$)

5. Reaksi kimia ($MN \cdot m^{-2}$)

6. Reaksi kimia ($MN \cdot m^{-2}$)

7. Reaksi kimia ($MN \cdot m^{-2}$)

8. Reaksi kimia ($MN \cdot m^{-2}$)

9. Reaksi kimia ($MN \cdot m^{-2}$)

10. Reaksi kimia ($MN \cdot m^{-2}$)

KELompok 2

1. ARIFAH F
2. ARIYAH
3. NUSAFAL
4. NIDA
5. SYAFANA
6. ULFA PADHANI



[illegible]

FAKTOR FAKTALIS

LAJU REAKSI

ALAT DAN BAHAN

Panci 1 buah Kompor 1 buah Nampian 1 buah Kain Penutup 1 buah	Singkong 1 Kg Ragi tape 4 butir Air 2 liter
--	--

CARA KERJA

- 1) Kupas singkong dan cuci bersih singkong
- 2) Rebus singkong sampai 5 menit
- 3) Setelah singkong benar-benar dingin
 a) Siapkan wadah plastik dengan tutup, lapisi wadah plastik dengan plastik
- 4) Hancurkan singkong ragi tape sampai benar-benar halus
- 5) Tambahkan dalam wadah yang telah disiapkan dan pasang
 a) Tabur dengan ragi yang telah diukuskan
- 6) Tutup singkong yang sudah dibuat ragi dengan kain plastik
 a) Tutup dengan wolnet, Singkong harus benar-benar tertutup rapat
- 7) Simpan wadah tertutup rapat, gigit di suhu ruang.
 a) Simpan selama kurang lebih 2-3 hari

PENJELASAN

Pada proses fermentasi tape, ragi berperan sebagai mikroba yang memperpendek rantai pembusakan tape dari bakteri aerobik. Peran utama Ragi mengandarkan ragi yang menggunakan pati dari singkong sebagai media untuk berkembang biak. Setelah itu, ragi akan berakumulasi pada ragi yang akan digunakan. Selain itu, ragi memiliki kemampuan untuk berakumulasi dengan bakteri yang ada di dalam singkong. Sehingga ragi akan berakumulasi dengan bakteri yang ada di dalam singkong. Sehingga ragi akan berakumulasi dengan bakteri yang ada di dalam singkong.

1. Bahan Kebutuhan 4

2. Bahan Reaksi

3. Bahan Asamulsi

4. Bahan Asamulsi

5. Bahan Asamulsi

6. Bahan Asamulsi

7. Bahan Asamulsi

8. Bahan Asamulsi

9. Bahan Asamulsi

10. Bahan Asamulsi

1. Bahan Kebutuhan 4

2. Bahan Reaksi

3. Bahan Asamulsi

4. Bahan Asamulsi

5. Bahan Asamulsi

6. Bahan Asamulsi

7. Bahan Asamulsi

8. Bahan Asamulsi

9. Bahan Asamulsi

10. Bahan Asamulsi

Lampiran 15 Surat Izin Penelitian



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

Nomor : B.1368/Un.10.8/K/SP.01.08/02/2025
 Lamp : Proposal Skripsi
 Hal : Permohonan Izin Riset

Semarang, 6 Februari 2025

Kepada Yth.
 Kepala MA Negeri Demak
 No. 27 Wonosalam, JI. Diponegoro, Jogoloyo, Kabupaten Demak
 di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Shofia Nurul Farhana
 NIM : 1908076080
 Jurusan : PENDIDIKAN KIMIA
 Judul : Efektivitas Model Project Based Learning berbasis STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif pada Materi Laju Reaksi
 Semester : XII (Dua Belas)

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut, Meminta ijin melaksanakan Riset di tempat Bapak / ibu pimpin, yang akan dilaksanakan 07 Februari s.d 28 Februari 2025.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

an, Dekan
 Kabag. Tata Usaha,
 Muh. Kharis, SH, M.H
 NIP. 19691017 199403 1 002

Tembusan Yth.

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

Cp Shofia Nurul Farhana : 0595422631481

Lampiran 16 Surat Penelitian



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KABUPATEN DEMAK
MADRASAH ALIYAH NEGERI DEMAK
 Jalan Diponegoro Nomor 27, Demak 59571
 Telepon (0291) 681219; Faksimile (0291) 681219
 Laman www.mandemak.sch.id

SURAT KETERANGAN
NOMOR: 218/Ma.11.21.01/TL.00/03/2025

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : H. Nur Kamsan, S.Ag., M.Pd.
 NIP : 197006081996031003
 Jabatan : Kepala Madrasah Aliyah Negeri Demak

dengan ini menerangkan bahwa: daftar terlampir

Nama : Shofia Nurul Farhana
 NIM : 1908076080
 Fakultas : Sains dan Teknologi
 Prodi : Pendidikan Kimia
 Perguruan Tinggi: UIN Walisongo Semarang

Telah melaksanakan Observasi di MAN Demak pada tanggal 07 s.d 28 Februari 2025 Dengan Judul "Efektivitas Model Project Based Learning berbasis STEM Terhadap Keterampilan Berfikir Kreatif Pada Materi Laju Reaksi",

Dasar surat a.n Dekan Kabag Tata Usaha Nomor: B.1368/Un.10.8/K/SP.01.08/02/2025 perihal Permohonan Izin Riset, tanggal 6 Februari 2025.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

19 Maret 2025



Lampiran 17 Dokumentasi



RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Shofia Nurul Farhana
2. TTL : Tegal, 27 Agustus 2001
3. Jenis Kelamin : Perempuan
4. Agama : Islam
5. NIM : 1908076080
6. Alamat Rumah : Jl. Mayjen Sutoyo RT 04 RW 02 Kel. Kagok Kec. Slawi Kab. Tegal
7. HP : 0895422831481
8. E-mail : shofianurulfarhana.27@gmail.com

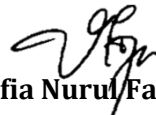
B. Riwayat Pendidikan

Pendidikan Formal

1. SD IT Luqman Al Hakim Slawi (Lulus tahun 2013)
2. MTs Darul Mujahadah (Lulus tahun 2016)
3. MA Darul Mujahadah (Lulus tahun 2019)
4. UIN Walisongo Semarang Angkatan 2019

Semarang, 23 Juni 2025

Penulis



Shofia Nurul Farhana

NIM. 1908076080