

**PENGARUH PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN *PROJECT  
BASED LEARNING* BERBASIS STEM TERHADAP KETERAMPILAN  
PROSES SAINS SISWA PADA MATERI SISTEM KOLOID**

**SKRIPSI**



**OLEH  
DINI ZAMRATUL AULIA  
A1C119009**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA  
PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JAMBI**

**PENGARUH PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN *PROJECT  
BASED LEARNING* BERBASIS STEM TERHADAP KETERAMPILAN  
PROSES SAINS SISWA PADA MATERI SISTEM KOLOID**

Diajukan Kepada Universitas Jambi  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Menyelesaikan Program Studi Pendidikan Kimia

**SKRIPSI**



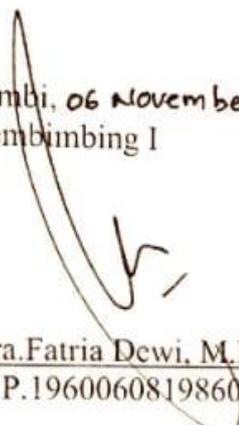
**OLEH  
DINI ZAMRATUL AULIA  
A1C119009**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA  
PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JAMBI**

## HALAMAN PESETUJUAN PEMBIMBING

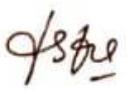
Skripsi yang berjudul "**Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa dalam Materi Sistem Koloid**" yang disusun oleh Dini Zamratul Aulia, Nomor Induk Mahasiswa A1C119009 telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing untuk diujikan dalam sidang dewan penguji

Jambi, 06 November 2023  
Pembimbing I



Dra. Fatria Dewi, M.Pd  
NIP.196006081986092002

Jambi, 13 November 2023  
Pembimbing II



Aulia Sanova, S.T., M.Pd  
NIP.198208032008012015

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa pada Materi Sistem Koloid” yang disusun oleh Dini Zamratul Aulia, NIM A1C119009 telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji pada tanggal 24 November 2023.

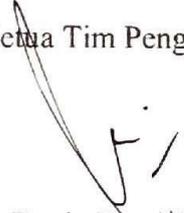
### Tim Penguji

Ketua : Dra. Fatria Dewi, M.Pd

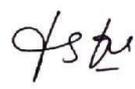
Sekretaris : Aulia Sanova, S.T., M.Pd

Anggota : 1. Drs. Fuldiaratman, M.Pd  
2. Dr. Drs. Haryanto, M.Kes  
3. Afrida, S.Si., M.Si

Ketua Tim Penguji

  
Dra. Fatria Dewi, M.Pd  
NIP.196006081986092002

Sekretaris Tim Penguji

  
Aulia Sanova, S.T., M.Pd  
NIP 198208032008012015

Ketua Program Studi  
Pendidikan Kimia PMIPA FKIP  
Universitas Jambi

  
Aulia Sanova, S.T., M.Pd  
NIP 198208032008012015

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Dini Zamratul Aulia

NIM : A1C119009

Program Studi : Pendidikan Kimia

Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan sesungguhnya bahwa skripsi ini benar-benar karya sendiri dan bukan merupakan jiplakan dari karya orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa skripsi ini merupakan jiplakan atau plagiat, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran dan tanggung jawab.

Jambi, 30 November 2023  
Yang membuat pernyataan



Dini Zamratul Aulia  
NIM. A1C119009

## ABSTRAK

**Aulia, Dini Zamratul. 2023.** Pengaruh penerapan Model Pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa pada Materi Sistem Koloid. Skripsi, Jambi : Program Studi Pendidikan kimia, Jurusan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi. Pembimbing (I): Dra. Fatria Dewi, M.Pd, Pembimbing (II): Aulia Sanova, S.T., M.Pd.

**Kata Kunci :** Model Pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM, Keterampilan Proses Sains, Sistem Koloid.

Model pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM terdiri dari lima tahapan proses belajar yaitu *reflection, Research, Discovery, Application, Communication*. Model ini memberikan kesempatan kepada siswa untuk berpartisipasi aktif dalam pembelajaran melalui pemecahan masalah berbasis proyek yang akan melatih keterampilan proses sains siswa secara mandiri dan kelompok.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui (1) keterlaksanaan model pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM pada materi Sistem Koloid dan (2) pengaruh penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM pada materi system koloid terhadap keterampilan proses sains siswa di SMA Negeri 2 Muaro Jambi.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen semu dengan desain *posttest only control group design*. Populasi adalah seluruh siswa kelas XI MIPA SMA Negeri 2 Muaro Jambi. Sampel yaitu XI MIPA 1 sebagai kelas eksperimen yang diajarkan dengan model pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM dan kelas XI MIPA 2 sebagai kelas control yang diajarkan dengan model pembelajaran *Direct instruction*, dimana kedua sampel menggunakan media belajar LKPD yang sama. Instrumen penelitian ini yaitu lembar observasi keterlaksanaan model pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM oleh guru dan siswa, lembar observasi keterampilan proses sains dan tes esai. Pengujian hipotesis penelitian menggunakan uji t pihak kanan.

Hasil penelitian ini menunjukkan pelaksanaan model pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM oleh guru dan siswa telah terlaksana dengan baik secara keseluruhan. Keterampilan proses sains siswa pada kelas eksperimen memperoleh rata-rata persentase lebih tinggi dari pada kelas control berdasarkan hasil observasi keterampilan proses sains dan tes esai.

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan (1) Keterlaksanaan model pembelajaran *Project Based Learning Berbasis STEM* di kelas XI IPA SMA N 2 Muaro Jambi pada materi Sistem Koloid secara keseluruhan sudah terlaksana dengan baik ditinjau dari aktivitas guru serta diperoleh rata-rata skor 4,21 dan persentase 87,83 % dengan kategori baik ditinjau dari aktivitas siswa (2) Terdapat pengaruh model *Project Based Learning Berbasis STEM* pada materi Sistem Koloid terhadap kemampuan berpikir kritis siswa di SMA N 2 Muaro Jambi, ditinjau dari hasil pengujian hipotesis nilai thitung = 2,705347 > nilai ttabel = 1,67109

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan karunia-Nya berupa ilmu pengetahuan, kesehatan dan petunjuk, sehingga proposal skripsi dengan judul **“Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Pada Materi Sistem Koloid “**. Dapat diselesaikan. Sholawat serta salam disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, para sahabat, dan pengikut pengikutnya yang setia.

Proposal skripsi ini ditulis sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi pada program Strata Satu Jurusan Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jambi guna memperoleh gelar sarjana pendidikan (S.Pd) dalam bidang ilmu pendidikan kimia

Atas bantuan semua pihak dalam proses penyelesaian proposal skripsi ini, tak lupa dihaturkan terima kasih sedalam-dalamnya. Secara rinci ungkapan terimakasih itu disampaikan kepada:

1. Ibu Dra. Fatria Dewi., M.Pd selaku Dosen pembimbing Skripsi I, yang telah banyak memberi masukan, bimbingan, dan arahan dalam penyusunan skripsi ini dan selaku dosen Pendidikan Kimia Universitas Jambi.
2. Ibu Aulia Sanova., S.T., M.Pd selaku Dosen pembimbing Skripsi II, yang telah banyak memberi masukan, bimbingan, dan arahan dalam penyusunan skripsi ini dan selaku dosen Pendidikan Kimia Universitas Jambi.
3. Bapak Drs. Affan Malik M.E selaku Dosen pembimbing akademik yang telah membimbing dan mengarahkan peneliti selama perkuliahan berlangsung hingga saat ini.

4. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jambi.
5. Ketua Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jambi.
6. Segenap Dosen Program Studi Pendidikan Kimia yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama kuliah dan seluruh staf yang selalu sabar melayani segala administrasi selama proses penelitian ini.
7. Bapak Suryadi S.Pd., M.Pd selaku kepala SMA N 2 Muaro Jambi, Bapak Sugeng Tri Wahyudi S.Pd.,M.Pd dan Bapak Idkhom Kholid S.Pd selaku guru kimia SMA N 2 Muaro Jambi yang telah memberikan izin dan waktu kepada penulis untuk melakukan penelitian disekolah tersebut.
8. Teristimewa kepada kedua orang tua saya tercinta bapak Mulyadi dan ibu Desnilawati yang senantiasa memanjatkan do'a, memberikan motivasi, dukungan baik moril maupun materil. Dan kepada seluruh keluarga yang telah memberikan semangat dan dukungannya kepada saya
9. Teman-teman Pendidikan Kimia Angkatan 2019 yang telah banyak memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini

Jambi, 24 November 2023



Dini Zamratul Aulia

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PESETUJUAN PEMBIMBING</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1. Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2. Rumusan Masalah</b> .....	7
<b>1.3. Batasan Masalah</b> .....	7
<b>1.4. Tujuan Penelitian</b> .....	8
<b>1.5. Manfaat Penelitian</b> .....	8
<b>1.6. Definisi Istilah</b> .....	9
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	10
<b>2.1 Penelitian Relevan</b> .....	10
<b>2.2 Teori Belajar</b> .....	11
2.2.1. Teori Kognitivisme .....	11
2.2.2 Teori Konstruktivisme .....	12
<b>2.3 Model Pembelajaran</b> .....	14
<b>2.4 Model pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PjBL)</b> .....	15
2.4.1. Karakteristik Model <i>Project Based Learning</i> .....	17
2.4.2 Langkah – Langkah Model <i>Project Based Learning</i> .....	17
2.4.3 Kelebihan dan kelemahan Model <i>Project Based Learning</i> (PjBL).....	19
<b>2.5 <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i> (STEM)</b> .....	19
<b>2.6 Model <i>Project Based Learning</i> berbasis STEM</b> .....	21
2.6.1 Langkah-langkah model <i>Project Based Learning</i> Berbasis STEM .....	22
2.6.2 Keunggulan model <i>Project Based Learning</i> Berbasis STEM	

.....	23
<b>2.7 Keterampilan Proses Sains</b> .....	24
2.7.1 Pengertian Keterampilan Proses Sains .....	24
2.7.2 Komponen Keterampilan Proses Sains .....	25
2.7.3 Kelebihan dan kekurangan Keterampilan Proses Sains ....	28
<b>2.8 Sistem Koloid</b> .....	29
2.8.1 Jenis Koloid.....	30
2.8.2 Sifat-sifat Koloid .....	31
2.8.3 Koloid dalam kehidupan sehari-hari .....	33
<b>2.9 Kerangka Berpikir</b> .....	35
<b>2.10 Hipotesis Penelitian</b> .....	37
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	39
<b>3.1 Waktu dan Tempat penelitian</b> .....	39
<b>3.2 Rancangan Penelitian</b> .....	39
<b>3.3. Subjek penelitian</b> .....	41
<b>3.4 Variabel Penelitian</b> .....	42
<b>3.5 Teknik Pengumpulan Data</b> .....	43
<b>3.6 Instrumen Penelitian</b> .....	43
3.6.1 Lembar Wawancara.....	44
3.6.2 Lembar Observasi penerapan model pembelajaran <i>Project Based Learning</i> Berbasis STEM oleh guru.....	44
3.6.2 Lembar Observasi Aktivitas Siswa .....	45
3.6.3. Lembar Observasi Keterampilan Proses Sains Siswa .....	46
3.6.4 Tes Esai .....	47
<b>3.7 Teknik Analisis Data</b> .....	48
3.7.1 Analisis lembar observasi penerapan model pembelajaran <i>Project Based Learning</i> Berbasis STEM oleh guru .....	48
3.7.2 Analisis lembar observasi aktivitas siswa .....	48
3.7.3 Analisis lembar observasi keterampilan proses sains siswa .....	49
3.7.4 Analisis Tes Esai .....	50
<b>3.8 Uji Hipotesis</b> .....	51
3.8.1 Uji Normalitas .....	51
3.8.2 Uji Homogenitas .....	52
3.8.3 Uji-t .....	53
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	55
<b>4.1. Hasil Penelitian</b> .....	55

4.1.1	Lembar observasi penerapam model oleh guru.....	55
4.1.2	Lembar observasi aktivitas siswa .....	56
4.1.3	Lembar observasi Keterampilan Proses Sains.....	57
4.1.4	Tes esai .....	61
4.1.5	Pengujian hipotesis.....	62
4.2.	Pembahasan.....	63
4.2.1	Analisis sebab-akibat model <i>Project Based Learning</i> <i>berbasis STEM</i> berpengaruh terhadap keterampilan proses sains siswa .....	64
4.2.2	Penerapan <i>Model Project Based Learning</i> berbasis STEM dan Model Konvensional pada materi Sistem Koloid.....	69
4.2.3	Aspek Keterampilan Proses Sains Siswa model <i>Project</i> <i>Based Learning</i> berbasis STEM dan model konvensional pada materi sistem koloid .....	74
4.3.	Pengujian Hipotesis.....	85
<b>BAB V PENUTUP</b> .....		85
5.1	Kesimpulan .....	85
5.2	Saran .....	85
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		87
<b>LAMPIRAN</b> .....		89

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Literasi STEM .....	22
Tabel 2.2 Aspek-aspek keterampilan proses sains.....	28
Tabel 2.3 Perbedaan Larutan, Koloid dan Suspensi .....	30
Tabel 2.4 Jenis-jenis Dispersi Koloid.....	31
Tabel 3.1 Desain Penelitian.....	41
Tabel 3.2 Jumlah siswa kelas XI MIPA SMA Negeri 2 Muaro Jambi.....	42
Tabel 3.3 Sumber data, Teknik Pengumpulan Data, Instrumen dan Validasi.....	45
Tabel 3.4 Kisi-Kisi Lembar Observasi wawancara guru.....	46
Tabel 3.5 Kisi-kisi lembar observasi penerapan model PjBL berbasis STEM.....	46
Tabel 3.6 Kisi-kisi lembar observasi aktivitas siswa.....	47
Tabel 3.7 Kisi-kisi lembar observasi keterampilan proses sains oleh siswa.....	48
Tabel 3.8 Kisi-kisi Tes Esai.....	50
Tabel 3.9 Kategori penilaian lembar observasi aktivitas siswa.....	51
Tabel 4.1 Hasil observasi keterlaksanaan model Project Based Learning Berbasis STEM oleh siswa.....	57
Tabel 4.2 Data Kontribusi Model Project Based Learning Berbasis STEM persintaks.....	58
Tabel 4.3 Hasil observasi Keterampilan Proses Sains pada kelas eksperimen....	59
Tabel 4.4 Hasil observasi keterampilan proses sains siswa berdasarkan indicator keterampilan proses sains siswa pada kelas eksperimen.....	59
Tabel 4.5 Hasil Observasi Keterampilan Proses Sains Siswa pada Kelas Kontrol.....	60
Tabel 4.6 Hasil Observasi Keterampilan Proses Sains Siswa Berdasarkan indicator Keterampilan Proses Sains pada kelas Kontrol.....	61
Tabel 4.7 Data Kumulatif Observasi Keterampilan Proses Sains Siswa Berdasarkan indicator Keterampilan Proses Sains.....	62
Tabel 4.8 Hasil penilaian kognitif tes esai siswa.....	63
Tabel 4.9 Hasil Uji Normalitas.....	64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sintaks Model Pjbl STEM.....	18
Gambar 3.1	Rancangan penelitian.....	41
Gambar 4.1	Diagram hasil observasi ketererlaksanaan Model pembelajaran Project based Learning berbasis stem oleh siswa.....	57
Gambar 4.2	Diagram kontribusi model pembelajaran project based learning berbasis stem.....	58
Gambar 4.3	Diagram Hasil Observasi Keterampilan proses sains .....	59
Gambar 4.4	Diagram Keterampilan Proses Sains Siswa berdasarkan indicator Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas eksperimen.....	60
Gambar 4.5	Diagram Hasil Observasi Keterampilan Proses Sains Siswa kelas Kontrol.....	60
Gambar 4.6	Diagram Keterampilan Proses Sains Siswa berdasarkan indicator Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas Kontrol.....	61
Gambar 4.7	Diagram Data Kumulatif hasil Observasi Ketrampilan Proses Sains Siswa berdasarkan indicator keterampilan proses sains.....	62
Gambar 4.8	Diagram Hasil Penilaian Kognitif .....	63

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Lembar Wawancara guru .....	89
Lampiran 2 Silabus mata pelajaran Kimia .....	91
Lampiran 3 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran kimia kelas Eksperimen .....	94
Lampiran 4 Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran Kimia Kelas Kontrol .....	103
Lampiran 5 Validasi Instrumen Lembar Observasi Penerapan Model oleh Guru. .....	111
Lampiran 6 Hasil Observasi Penerapan Model oleh Guru.....	115
Lampiran 7 Validasi Instrumen Lembar Observasi Aktivitas Siswa .....	117
Lampiran 8 Hasil Observasi Aktivitas Siswa.....	124
Lampiran 9 Validasi Instrumen Lembar Observasi Keterampilan Proses Sains	129
Lampiran 10 Hasil Observasi Keterampilan Proses Sains Siswa .....	135
Lampiran 11 Soal Tes Esai .....	142
Lampiran 12 Validasi Instrumen Tes Esai .....	146
Lampiran 13 Hasil Tes Esai Siswa Kelas Eksperimen .....	149
Lampiran 14 Hasil Tes Esai Siswa Kelas Kontrol .....	150
Lampiran 15 Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) .....	151
Lampiran 16 Validasi Modifikasi Lembar Kerja Peserta Didik .....	173
Lampiran 17 Rekapitulasi Lembar Observasi Aktivitas Guru pada Penerapan Model pembelajaran Project based learning berbasis stem .....	175
Lampiran 18 Rekapitulasi Lembar Observasi Aktivitas Siswa pada Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning berbasis Stem .....	177
Lampiran 19 Rekapitulasi Hasil Tes Esai Keterampilan Proses Sains pada Kelas Eksperimen .....	183

Lampiran 20 Rekapitulasi Hasil Tes Esai Keterampilan Proses Sains pada Kelas Kontrol.....	185
Lampiran 21 Hasil Penilaian Kognitif Keterampilan Proses Sains Siswa.....	187
Lampiran 22 Rekapitulasi Penilaian Lembar Observasi Keterampilan Proses Sains Siswa pada Kelas Eksperimen .....	188
Lampiran 23 Rekapitulasi Penilaian Lembar Observasi Keterampilan Proses Sains Siswa pada Kelas Kontrol .....	194
Lampiran 24 Uji Normalitas .....	200
Lampiran 25. Uji Homogeneity.....	204
Lampiran 26 Uji t.....	205
Lampiran 27 Tabel Distribusi L.....	207
Lampiran 28 Tabel Uji Fisher .....	208
Lampiran 29 Tabel Distribusi T.....	209
Lampiran 30 Dokumentasi Penelitian.....	210

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Menurut undang-undang sistem Pendidikan Nasional No.22 tahun 2003 menyatakan bahwa Pendidikan merupakan wahana untuk dapat mengembangkan kemampuan individu agar memiliki tanggung jawab untuk dirinya sendiri, kreatif, kritis serta memiliki nalar yang baik untuk mampu mengembangkan potensi moralnya sendiri. Dimasa gempuran era milenial seperti saat ini pendidikan menempati posisi yang sangat penting dalam perkembangan manusia, Negara Republik Indonesia memiliki sebuah sistem pendidikan yang telah dikembangkan sejak tahun 1947 melalui kurikulum yang pertama kali diterapkan yaitu rencana pelajaran 1947. Perkembangan zaman memberikan peluang bagi para pakar pendidikan untuk menyusun sebuah sistem pendidikan yang sesuai dan dapat menjwai semangat Pancasila sebagai dasar negara Indonesia.

Kegiatan pembelajaran dalam kurikulum diarahkan untuk memberdayakan semua potensi yang dimiliki siswa agar mereka dapat memiliki kompetensi yang diharapkan melalui upaya menumbuhkan serta mengembangkan; sikap (*attitude*), pengetahuan (*knowledge*), dan keterampilan (*Skill*). Salah satu sistem pendidikan di negara Indonesia adalah kurikulum 2013, yang tidak hanya berorientasi terhadap hasil dan materi kependidikan melainkan juga memperhatikan proses. Pada tahap pelaksanaannya, kurikulum 2013 berfokus pada kegiatan aktif siswa melalui proses ilmiah dan guru dituntut untuk mampu mengemas proses pembelajaran yang dapat memberikan kesempatan bagi siswa melakukan eksplorasi sederhana mengenai suatu materi

sehingga mereka tidak sekedar menerima dan menghafal. Peran guru dalam kurikulum 2013 bukan hanya sekedar mengajarkan pengetahuan saja, tetapi guru juga harus mampu membimbing dan memberikan pengarahan sehingga peserta didik mampu berperan aktif dalam kegiatan pembelajaran yang dapat menumbuhkan keterampilan seperti mengamati, menanya, mencoba mengolah informasi, dan mengkomunikasikan.

Keterampilan-keterampilan tersebut merupakan komponen dari keterampilan proses sains. Sehingga untuk mencapai suatu proses keberhasilan pembelajaran pada kurikulum 2013 ini, perlu dikembangkannya keterampilan proses sains. Keterampilan proses sains merupakan keterampilan yang melibatkan keterampilan intelektual, fisik, sosial yang digunakan peserta didik dalam proses pembelajaran yang meliputi keterampilan mengamati, merumuskan hipotesis, menafsirkan pengamatan, meramalkan, menerapkan konsep, merencanakan penelitian, menggunakan alat dan bahan berkomunikasi (Ertikanto, 2016). Oleh karena itu, keterampilan proses sains adalah kemampuan peserta didik untuk menerapkan metode ilmiah dalam memahami, mengembangkan dan menemukan, ilmu pengetahuan. Peserta didik secara langsung terlibat aktif dalam membangun pengetahuannya sendiri jika pada pembelajaran peserta didik menerapkan keterampilan proses sains dalam proses pembelajaran.

Ilmu kimia merupakan salah satu mata pelajaran IPA yang mempelajari tentang fenomena yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Menurut Johro (2009) mempelajari ilmu kimia bukan saja hanya menguasai kumpulan pengetahuan berupa fakta, konsep, prinsip tetapi juga belajar kimia merupakan suatu proses penemuan dan penguasaan prosedur atau metode ilmiah.

Pembelajaran kimia memerlukan pemahaman yang baik dalam memahami suatu konsep. Pengetahuan yang diperoleh peserta didik dibangun berdasarkan pengalaman belajarnya masing-masing. Sehingga pada hakikatnya pembelajaran kimia tidak hanya memahami konsep melainkan kemampuannya memecahkan suatu permasalahan yang ada di kehidupan sehari-hari dan dapat menghubungkan satu konsep dengan konsep yang lainnya. Ruang lingkup ilmu kimia yang luas dan baik secara deskriptif maupun teoritis, menyebabkan siswa kesulitan dalam mempelajari kimia.

Sistem koloid merupakan salah satu materi pelajaran kimia yang yang dipelajari dikelas XI semester genap. Dalam Kompetensi dasar (KD) 3.14 siswa dituntut untuk mampu mengelompokkan sifat-sifat koloid dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Dari KD tersebut tergambarlah bahwa materi sistem koloid bersifat konkrit dan banyak berhubungan dengan kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan hasil observasi awal yang dilakukan dengan guru kimia di SMA N 2 Muaro Jambi didapatkan informasi bahwa, standar kriteria kelulusan minimum (KKM) kelas XI pada mata pelajaran kimia adalah 75 dan nilai rata-rata ketuntasan siswa kelas XI dibawah standar KKM yaitu dengan nilai 45. Terutama pada mata pelajaran kimia sistem koloid siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep sistem koloid dan tidak mengetahui contoh sistem koloid dalam kehidupan sehari-hari serta sering terjadi kesalahan dalam penafsiran konsep. Pada mata pelajaran kimia khususnya materi sistem koloid guru menggunakan model *Discovery learning* namun ternyata belum terlaksana dengan baik, terdapat beberapa sintaks atau aspek yang tidak dijalankan oleh guru

terkadang guru juga melakukan model ceramah dimana hal tersebut kurang menarik minat siswa dalam belajar.

Salah satu hal yang masih menjadi kesulitan guru ialah pengukuran keterampilan proses sains hal ini dikarenakan secara umum pembelajaran guru tanpa kegiatan praktik. Dalam pembelajaran guru hanya menjelaskan materi yang diajarkan di depan kelas dan siswa hanya mendengarkan serta memperhatikan penjelasan guru saja tanpa dilatih atau melakukan praktek untuk mendapatkan pengalaman langsung. Hal ini menyebabkan miskonsepsi pada siswa terhadap materi kimia serta kurangnya keterampilan proses sains dari siswa.

Keterampilan proses sains siswa dapat ditingkatkan dengan menerapkan pembelajaran yang mengajarkan metode-metode ilmiah dalam memperoleh pengetahuan baru. Maka diperlukan pemilihan model pembelajaran yang dapat melibatkan siswa secara aktif dan mendorong siswa memunculkan sikap ilmiah serta mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa dalam memecahkan suatu masalah kimia (Khairi dkk, 2021). Oleh sebab itu, solusi untuk meningkatkan keterampilan proses sains yang diinginkan terutama pada materi sistem koloid, peneliti menyarankan untuk menerapkan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL).

Widyasari, Indriyati, dan Mulyani (2018) menyatakan bahwa model *Project Based Learning* (PjBL) memberikan kesempatan kepada siswa untuk aktif dalam pembelajaran dan menghasilkan sebuah produk berdasarkan masalah dari lingkungan sekitar. Pembelajaran berbasis proyek memiliki keunggulan yaitu membantu siswa membuat keputusan dan kerangka kerja, membantu merancang

proses untuk menentukan sebuah hasil, melatih tanggung jawab dan mengelola informasi dan menghasilkan sebuah produk.

Selain model pembelajaran PjBL, salah satu cara yang tepat untuk mengetahui keterampilan proses sains siswa yaitu dengan pendekatan STEM, pembelajaran sains khususnya kimia sangat berkaitan erat dengan teknologi. Dimana teknologi dapat menunjang perkembangan hidup masyarakat khususnya peserta didik. Kondisi tersebut sangat memungkinkan integrasi dalam pembelajaran kimia berorientasi *Science, technology, Engineering, and Mathematics* (STEM). Melalui pendekatan STEM dalam pembelajaran kimia, peserta didik diharapkan memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi dan diharapkan mampu menghadirkan inovasi pembelajaran yang bermakna bagi peserta didik, integrasi pengetahuan, konsep dan keterampilan secara sistematis.

Model *Project Based Learning* berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) merupakan suatu model pembelajaran yang diintegrasikan dengan Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika untuk menumbuhkan keterampilan proses sains peserta didik melalui proses pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari melalui sebuah proyek, terutama pada materi koloid dimana materi koloid sangat dekat hubungannya dengan kehidupan sehari-hari. Berdasarkan tahapan model pembelajaran PjBL berbasis STEM, peserta didik mempunyai kesempatan yang luas untuk bereksplorasi dan mengembangkan keterampilan-keterampilan proses yang dimilikinya. Menurut Maulana (2019) pembelajaran yang model pembelajaran PjBL berbasis STEM diperoleh rata-rata hasil belajar berada dalam kategori baik. Rata-rata hasil belajar pada siswa pada ranah sikap diperoleh sangat baik.

Sedangkan rata-rata hasil belajar pada aspek keterampilan didapat dalam kategori sangat baik.

Penerapan model pembelajaran berbasis STEM-PjBL merupakan pembelajaran yang berbasis project dengan mengintegrasikan bidang-bidang STEM. Pada model pembelajaran STEM-PjBL ini ada lima sintak yang harus dipahami yaitu *Reflection, Research, Discovery, Application, dan Communication* (Laboy-rush, 2011). Pembelajaran dengan menggunakan model STEM-PjBL dapat mengajak peserta didik untuk melakukan pembelajaran yang bermakna dalam memahami sebuah konsep dan bereksplorasi melalui sebuah kegiatan project, sehingga peserta didik terlibat aktif dalam prosesnya serta dapat meningkatkan keterampilan proses sains terutama pada materi sistem koloid yang banyak berkaitan dengan kehidupan sehari-hari, peserta didik diajak menyelesaikan permasalahan mengenai contoh nyata koloid di kehidupan sehari-hari melalui kegiatan proyek yang akan membantu membimbing peserta didik untuk berfikir dan menyelesaikan permasalahan dengan kelompoknya hal ini selaras dengan indicator yang ada pada keterampilan proses sains sehingga pada saat pembelajaran menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM akan menumbuhkan keterampilan proses sains pada peserta didik.

Sehingga integrasi STEM dalam pembelajaran pemecahan masalah berbasis proyek mampu membawa peserta didik menyelesaikan masalah yang diberikan secara berkelompok, sehingga peserta didik dapat bekerja sama menyelesaikan permasalahan dan melakukan pola diskusi yang cocok dengan kelompoknya masing-masing serta peserta didik mampu menyampaikan hasil diskusinya sehingga peserta didik berhasil menghasilkan produk dari

permasalahan yang ditemuinya. Dengan demikian, peserta didik tidak akan berlaku pasif, tetapi memungkinkan peserta didik untuk menemukan penemuan-penemuan baru secara mandiri baik berupa konsep, fakta, maupun prinsip-prinsip. Dengan model pembelajaran PjBL berbasis STEM diharapkan dapat menimbulkan keterampilan proses sains peserta didik.

Berdasarkan latar belakang tersebut, diketahui bahwa model pembelajaran *Project Based learning* (PjBL) berbasis STEM memungkinkan untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul **“Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa pada Materi Sistem Koloid”**

### **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana keterlaksanaan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM pada materi Sistem Koloid dikelas XI MIPA SMA Negeri 2 Muaro Jambi ?
2. Apakah terdapat pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM pada materi Sistem Koloid terhadap keterampilan proses sains siswa di SMA 2 Muaro Jambi ?

### **1.3. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini :

1. Penelitian ini dilakukan pada dua kelas di kelas di SMA Negeri 2 Muaro Jambi, yaitu kelas XI MIPA 1 dan XI MIPA 2
2. Keterampilan proses sains yang diukur dalam penelitian ini mencakup delapan aspek seperti mengamati, menafsirkan pengamatan, menggunakan alat dan bahan, meramalkan, menerapkan konsep, merencanakan penelitian, berkomunikasi, mengajukan pertanyaan.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan penelitian ini, yaitu :

1. Untuk mengetahui keterlaksanaan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM pada materi Sistem Koloid di kelas XI MIPA SMA Negeri 2 Muaro Jambi.
2. Untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM pada materi Sistem Koloid terhadap keterampilan proses sains siswa di SMA 2 Muaro Jambi ?

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian yang ditinjau dari beberapa aspek antara lain sebagai berikut :

1. Bagi peserta didik dengan penelitian ini diharapkan peserta didik mendapatkan pengalaman belajar dan mampu meningkatkan keterampilan proses sains pada pelajaran kimia khususnya pada materi sistem koloid
2. Bagi guru, dengan penelitian ini dapat memotivasi guru dalam proses pembelajaran agar peserta didik mampu meningkatkan keterampilan proses sains.

3. Bagi sekolah, dengan penelitian ini dapat meningkatkan kualitas atau mutu sekolah dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.
4. Bagi peneliti, dengan penelitian ini diharapkan peneliti dapat menambah wawasan dan pengetahuan terkait model *Project Based Learning* berbasis STEM yang tepat dalam proses pembelajaran kimia.

#### **1.6. Definisi Istilah**

Dalam penelitian ini perlu dijelaskan beberapa istilah antara lain sebagai berikut :

1. Model *Project Based Learning* berbasis STEM merupakan model pembelajaran yang berpusat pada siswa dimana siswa diberikan kesempatan untuk menggambarkan pembelajarannya sendiri dan dapat menghasilkan produk yang mengintegrasikan isi keterampilan sains, teknologi, Teknik dan matematika.
2. Keterampilan proses sains adalah keterampilan ilmiah yang melibatkan keterampilan intelektual (baik kognitif maupun psikomotorik), sosial dan personal yang berguna untuk peserta didik dalam menemukan konsep, prinsip dan teori.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Relevan**

Terdapat beberapa penelitian yang mendukung hubungan antara model *Project Based Learning* berbasis STEM terhadap keterampilan proses sains siswa yaitu penelitian yang dilakukan oleh Ernilawati (2020) yang menyatakan bahwa kemampuan keterampilan proses sains siswa SMA melalui model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM termasuk dalam kriteria yang baik dan terdapat pengaruh yang signifikan terhadap keterampilan proses sains siswa.

Dalam penelitian lain, penelitian yang dilakukan oleh Jamtika (2020) menyatakan bahwa model pembelajaran *Project Based Learning* yang terintegrasi dengan STEM mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Peningkatan keterampilan proses sains peserta didik mengalami peningkatan di semua indikator KPS yang diujikan dalam penelitian ini. Respon peserta didik terhadap pembelajaran PjBL terintegrasi STEM menunjukkan kecenderungan positif dengan ditunjukkan rasa senang dan harapan diterapkan di materi lain. Tanggapan peserta didik terhadap penerapan *Project Based Learning* berbasis STEM secara keseluruhan adalah berada dalam kategori baik.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Maulana (2019) menyatakan pembelajaran yang menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM diperoleh rata-rata hasil belajar pada ranah kognitif berada dalam kategori baik. Rata-rata hasil belajar pada siswa pada ranah sikap diperoleh sangat

baik. Sedangkan rata-rata hasil belajar pada aspek keterampilan didapatkan kategori sangat baik.

Penelitian-penelitian di atas telah membuktikan bahwa model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM ternyata dapat membantu meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Model ini sangat baik diterapkan karena siswa dapat bekerja sama dan saling tolong menolong dalam memecahkan masalah dengan menggunakan pengetahuan awal yang dimilikinya serta berguna untuk menumbuhkan keterampilan proses sains siswa.

## **2.2 Teori Belajar**

Teori belajar merupakan suatu kegiatan seseorang untuk mengubah perilaku mereka. Seluruh kegiatan belajar selalu diikuti oleh perubahan yang meliputi kecakapan, keterampilan dan sikap, pengertian dan harga diri, watak, minat, penyesuaian diri dan lain sebagainya. Perubahan tersebut meliputi perubahan kognitif, perubahan psikomotor, dan perubahan afektif. Prinsip — prinsip belajar hakikatnya berkaitan dengan potensi yang bersifat manusiawi dan kelakuan. Belajar membutuhkan proses dan tahapan serta kematangan. Teori belajar yang berhubungan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut :

### **2.2.1. Teori Kognitivisme**

Kognitivisme merupakan salah satu teori belajar yang dalam berbagai pembahasan juga sering disebut model kognitif (*cognitive model*). Menurut teori belajar ini tingkah laku seseorang ditentukan oleh persepsi atau pemahamannya tentang situasi yang berhubungan dengan tujuan-tujuannya (Aunurrahman, 2012). Oleh karena itu belajar menurut teori kognitivisme diartikan sebagai perubahan persepsi dan pemahaman. Teori belajar ini menekankan bahwa bagian-bagian

suatu situasi sering berhubungan dengan konteks seluruh situasi tersebut. Karena teori ini menekankan kebermaknaan keseluruhan sesuatu dari pada bagian-bagian, maka belajar dipandang sebagai proses internal yang mencakup, ingatan, retensi, pengolahan informasi, emosi dan faktor-faktor lain.

Peneliti yang mengembangkan teori kognitif ini adalah Ausubel, Bruner, dan Gagne. Dari ketiga penelitian ini masing-masing memiliki penekanan yang berbeda. Ausubel menekankan pada aspek pengelolaan atau organizer yang memiliki pengaruh utama terhadap belajar. Bruner bekerja pada pengelompokan atau penyediaan bentuk konsep sebagai suatu jawaban atas bagaimana siswa memperoleh informasi dari lingkungan, pada intinya teori ini lebih menekankan pada proses daripada hasil belajar siswa (Thobroni,2015).

Model *Project Based Learning* berbasis STEM mempunyai kesesuaian dengan teori belajar ini, karena siswa diarahkan untuk menyelesaikan permasalahan pada lembar kerja sesuai dengan pengetahuan dan kemampuan sendiri. Setelah itu siswa berdiskusi dengan temannya kemudian siswa dapat menarik kesimpulan sendiri mengenai materi yang diberikan.

### 2.2.2 Teori Konstruktivisme

Konstruktivisme merupakan landasan berpikir atas pembelajaran kontekstual, yaitu bahwa pengetahuan dibangun oleh manusia sedikit demi sedikit yang hasilnya diperluas melalui konteks yang terbatas. Teori belajar konstruktivis Jean Peaget (1971) dalam Dangnga & Muis (2015) menjelaskan bahwa belajar sebagai aktivitas mental. Pengetahuan dibentuk sebagai proses keseimbangan antara pemahaman individual dengan interaksinya terhadap lingkungan dan orang lain. Perseptif belajar teori ini menekankan pada proses memperoleh hasil belajar,

sehingga pembelajaran bersifat generative yakni membangun suatu makna dari apa yang dipelajari. Pembelajaran pada teori ini memfokuskan pada kemampuan siswa pada kemampuan siswa mengorganisasikan atau membangun pemahaman mereka melalui asimilasi dan akomodasi.

*Project Based Learning* berbasis STEM didukung oleh teori belajar konstruktivistik, yang bersandar pada ide bahwa siswa membangun pengetahuannya sendiri di dalam konteks pengalamannya sendiri. *Project Based Learning* berbasis STEM dapat dipandang sebagai salah satu model penciptaan lingkungan belajar yang dapat mendorong siswa mengkonstruksi pengetahuan dan keterampilan secara personal. Ketika *Project Based Learning* berbasis STEM diterapkan dalam pembelajaran kolaboratif kelompok kecil siswa, pembelajaran PjBL berbasis STEM juga mendapat dukungan teoritis yang bersumber dari konstruktivisme sosial Vygotsky yang memberikan landasan pengembangan kognitif melalui peningkatan intensitas interaksi antar personal. Adanya peluang untuk menyampaikan ide, mendengarkan ide orang lain, merefleksikan ide sendiri pada orang lain adalah suatu bentuk pembelajaran individu. Proses interaktif dengan teman sebaya membantu proses konstruksi pengetahuan. Dari preseptif teori model *Project Based Learning* berbasis STEM dapat membantu siswa meningkatkan keterampilan memecahkan masalah secara kolaboratif (Jhons, 2009).

Sejalan dengan itu, R. Rusman (2017) juga menyatakan bahwa model PjBL berbasis STEM termasuk model pembelajaran yang berpijak pada teori belajar konstruktivistik. Strategi pembelajaran yang menonjol dalam pembelajaran konstruktivistik juga terdapat dalam model *Project Based Learning* berbasis

STEM, yaitu strategi belajar kolaboratif, mengutamakan aktivitas siswa, pengalaman lapangan, dan pemecahan masalah. Kegiatan nyata yang dilakukan dalam proyek memberikan pengalaman belajar yang dapat membantu refleksi dan mendekatkan hubungan aktivitas dunia nyata dengan pengetahuan konseptual yang melatarinya yang diharapkan bisa berkembang dengan baik dalam lebih dalam lagi.

### **2.3 Model Pembelajaran**

Model pembelajaran adalah suatu perencanaan atau suatu pola yang digunakan sebagai pedoman dalam merencanakan pembelajaran di kelas. Model pembelajaran mengacu pada pendekatan pembelajaran yang digunakan, termasuk didalamnya tujuan-tujuan pengajaran, tahapan-tahapan dalam kegiatan pembelajaran, lingkungan pembelajaran, lingkungan pembelajaran, dan pengelolaan kelas. Sedangkan menurut Joyce dan Weil (1971) dalam Mulyani Sumantri dkk (1999) model pembelajaran adalah kerangka konseptual yang menggambarkan prosedur yang sistematis dalam mengorganisasikan pengalaman belajar untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu, dan memiliki fungsi sebagai pedoman bagi para perancang pembelajaran dan para guru dalam merencanakan dan melaksanakan aktifitas belajar mengajar, berdasarkan dua pendapat diatas, maka kita dapat menyimpulkan bahwa model pembelajaran adalah kerangka konseptual yang melukiskan prosedur sistematis dalam mengorganisasikan pengalaman belajar untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu dan berfungsi sebagai pedoman bagi perancang pembelajaran dan para guru dalam merancang dan melaksanakan proses belajar mengajar.

Menurut pendapat Wardana (2021) Model pembelajaran merupakan suatu rencana mengajar yang memperhatikan pola pembelajaran tertentu, hal ini sesuai dengan pendapat Briggs yang menjelaskan model adalah “seperangkat prosedur dan berurutan untuk mewujudkan suatu proses” dengan demikian model pembelajaran adalah seperangkat prosedur yang berurutan untuk melaksanakan proses pembelajaran.

#### **2.4 Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL)**

*Project Based Learning* adalah model pembelajaran yang menggunakan proyek sebagai inti pembelajaran. Model ini sangat penting untuk meningkatkan kualitas aktivitas siswa yang berfokus pada pemecahan masalah yang berhubungan dengan kehidupan siswa (Jannah, Mulyani, & Masykuri, 2018). Sejalan dengan itu R. Rusman (2017) juga mengungkapkan bahwa *Project Based Learning* merupakan model pembelajaran sistematis yang melibatkan siswa dalam kegiatan pembelajaran yang bersifat teoritis dan praktik yang kompleks, melalui pertanyaan autentik, perencanaan produk dan penugasan.

Model *Project Based Learning* menghendaki siswa untuk memecahkan masalah nyata, terlibat secara aktif dalam pembelajaran serta menunjukkan secara nyata bahwa siswa telah belajar konsep-konsep dan keterampilan. Proyek memberikan kesempatan kepada siswa untuk menggali materi dengan menggunakan berbagai cara yang bermakna bagi dirinya, dan melakukan eksperimen secara kolaboratif (Addin, Redjeki, & Ariani, 2014). Metode *Project Based Learning* ini mencakup kegiatan menyelesaikan masalah, pengambilan keputusan, keterampilan melakukan investigasi dan keterampilan membuat karya. Siswa harus fokus pada penyelesaian masalah atau pertanyaan yang memandu

mereka untuk memahami konsep dan prinsip yang terkait dengan proyek (Sani, 2019).

Pembelajaran berbasis proyek memiliki potensi yang amat besar untuk membuat pengalaman belajar yang lebih menarik dan memberikan makna untuk siswa serta dapat meningkatkan kinerja ilmiah siswa dalam pembelajaran, sedangkan guru hanya berperan sebagai fasilitator dan mediator, dalam pembelajaran *Project Based Learning* tugas guru adalah memberikan pertanyaan esensial, yaitu pertanyaan yang dapat memberikan penugasan peserta didik dalam melakukan sesuatu. Mahasneh dan Alwan (2018) berpendapat bahwa pembelajaran berbasis proyek menghasilkan kolaborasi antara peserta didik dan pengakuan bahwa sebagai anggota tim, masing-masing memiliki tanggung jawab terhadap anggota lain dengan demikian dapat diungkapkan ciri-ciri model *Project Based Learning* adalah :

1. Dalam pelaksanaannya diawali dengan melakukan pencernaan, dimana yang dilakukan pada tahap ini adalah membuat keputusan dan membuat kerangka kerja.
2. Melakukan perencanaan, dimana yang dilakukan siswa pada tahap ini adalah merancang proses untuk mencapai hasil yang dapat dipertanggung jawabkan.
3. Melakukan pelaksanaan penyelidikan, dimana yang dilakukan siswa adalah melakukan penyelidikan sesuai dengan proses yang telah dirancang untuk mendapatkan dan mengelola informasi yang dikumpulkan.
4. Melakukan pelaporan dimana yang dilakukan mahasiswa adalah melaporkan hasil akhir berupa produk yang telah dievaluasi kualitasnya.

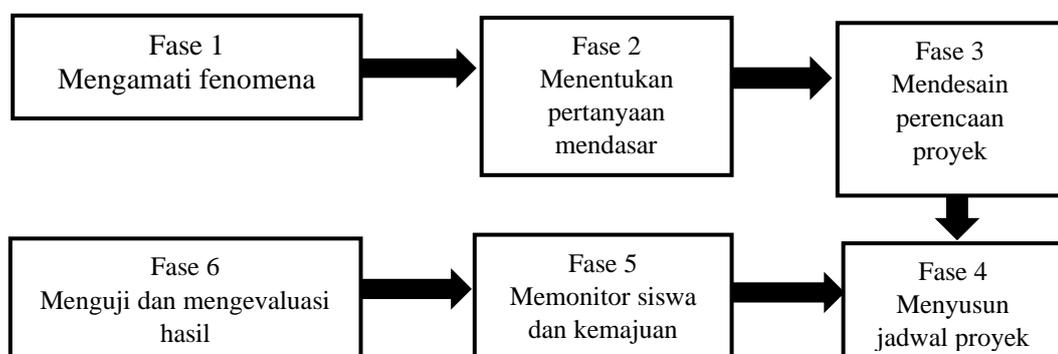
#### 2.4.1. Karakteristik Model *Project Based Learning*

Menurut R. Rusman (2017) beberapa karakteristik model *Project Based Learning* diantaranya sebagai berikut :

1. Siswa membuat keputusan sendiri tentang sebuah kerangka kerja
2. Adanya permasalahan atau tantangan yang diajukan kepada siswa
3. Siswa mendesain proses untuk menentukan solusi atas permasalahan atau tantangan yang diajukan
4. Siswa secara kolaboratif bertanggung jawab untuk mengakses dan mengolah informasi untuk memecahkan permasalahan
5. Proses evaluasi dijalankan kontinu
6. Siswa secara berkala melakukan refleksi atau aktivitas yang sudah dijalankan
7. Produk akhir aktivitas belajar akan dievaluasi secara kuantitatif
8. Situasi pembelajaran sangat toleran terhadap kesalahan dan perubahan

#### 2.4.2 Langkah – Langkah Model *Project Based Learning*

Sujana (2020) secara umum Langkah-langkah pembelajaran dengan model *Project Based Learning* dapat dijelaskan sebagai berikut :



**Gambar 2.1 Sintaks Model Pjbl STEM**

Berdasarkan gambar tersebut, dapat dijelaskan bahwa tahapan model *Project Based Learning* sebagai berikut :

1. Mengamati fenomena, tahapan ini siswa mengamati sumber masalah yang terjadi di lingkungan sekitar atau melalui media pembelajaran dan menanggapi berbagai pertanyaan yang diajukan.
2. Menentukan pertanyaan mendasar, pada tahap ini siswa mengidentifikasi masalah dan membuat rumusan masalah dalam bentuk pertanyaan.
3. Mendesain perencanaan proyek, pada tahap ini secara kolaboratif siswa Menyusun langkah- langkah tepat untuk sebuah proyek yang akan mereka laksanakan.
4. Menyusun jadwal proyek, pada tahap ini siswa menyusun jadwal pelaksanaan proyek.mulai dari jadwal kegiatan proyek, jadwal kunjungan bila perlu dan jadwal lainnya.
5. Memonitor siswa dan kemajuan proyek, pada tahap ini siswa membuat proyek sebagaimana rencana yang telah dilakukan sebelumnya. Sedangkan tugas guru hanya memonitoring kemajuan pengerjaan siswa dalam membuat proyek.
6. Menguji dan mengevaluasi hasil, pada tahap ini siswa mengumpulkan data- data hasil proyek, kemudian dibuat catatan secara singkat ataupun berupa laporan kegiatan sederhana kemudian dipresentasikan Bersama kelompok atau individu. Selain itu, guru dan siswa berkolaborasi untuk mengevaluasi seluruh kegiatan proyek yang telah dilaksanakan.

### 2.4.3 Kelebihan dan kelemahan Model *Project Based Learning* (PjBL)

Kelebihan maupun kekurangan dimiliki setiap model pembelajaran, berikut merupakan kelebihan dan kekurangan yang dimiliki oleh model *Project Based Learning* :

#### 1. Kelebihan

Kelebihan yang dimiliki oleh PjBl dengan pendapat Yalcin *et al* (2009) dalam Navianto *et al.*, (2018) yaitu :

- 1) Menciptakan suasana belajar bervariasi
- 2) Menghindarkan dari atmosfer kebosanan yang biasa
- 3) Membuat lingkungan belajar lebih menarik, menyenangkan, menggairahkan dan membanggakan bagi peserta didik

#### 2. Kelemahan

Kelemahan yang dimiliki oleh *Project Based Learning* Sciani *et al.*, (2018) menyatakan :

- 1) Kondisi kelas sedikit sulit dikondisikan dan menjadi tidak kondusif saat pelaksanaan proyek karena adanya kebebasan pada peserta didik sehingga memberikan peluang untuk rebut dan diperlukan kecakapan guru dalam penguasaan dan pengelolaan kelas yang baik.
- 2) Peserta didik yang memiliki kelemahan dalam percobaan dan pengumpulan informasi akan mengalami kesulitan.
- 3) Adanya kemungkinan peserta didik yang kurang aktif dalam kerja kelompok

### 2.5 *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM)

STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang menghubungkan empat bidang yaitu sains, teknologi, teknik dan matematika menjadi satu kesatuan

yang holistic (Bybee, 2013; Roberts, 2012). STEM difokuskan pada peningkatan sains dan matematika sebagai disiplin ilmu yang terisolasi melalui pengintegrasian dengan dua disiplin lainnya yaitu teknologi dan teknik (Kelley & Knowles, 2016). Tujuan STEM dalam dunia Pendidikan yaitu agar siswa memiliki kreativitas dari membaca, menulis, mengamati, serta mampu mengembangkan kompetensi yang telah dimilikinya untuk diterapkan dalam menghadapi permasalahan di kehidupan sehari-hari yang terkait bidang ilmu STEM.

Menurut Bybee (2013) Pendidikan STEM bertujuan mengembangkan siswa melek STEM yang mempunyai :

1. Pengetahuan, sikap dan keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah dalam situasi kehidupannya menjelaskan fenomena alam, mendesain serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti mengenai isu-isu terkait STEM.
2. Memahami karakteristik fitur-fitur disiplin-disiplin STEM sebagai bentuk-bentuk pengetahuan, penyelidikan, serta desain yang digagas manusia.
3. Kesadaran bagaimana disiplin-disiplin STEM membentuk lingkungan material, intelektual dan kultural.
4. Kemauan terlibat dalam kajian isu-isu terkait STEM (misalnya efisiensi, energi, kualitas lingkungan, keterbatasan sumber daya alam ) sebagai warga Negara yang Konstruktif, peduli, serta reflektif dengan menggunakan gagasan sains teknologi teknik dan matematika.

Tabel 2.1 Literasi STEM (Fathoni, 2020)

Bidang	Literasi
<i>Science</i>	Kemampuan menggunakan pengetahuan ilmiah dan proses untuk memahami dunia alam serta kemampuan untuk berpartisipasi dalam mengambil keputusan untuk mempengaruhinya
<i>Technology</i>	Pengetahuan bagaimana menggunakan teknologi baru, memahami bagaimana teknologi baru dikembangkan, dan memiliki kemampuan untuk menganalisis bagaimana teknologi baru mempengaruhi individu dan masyarakat
<i>Engineering</i>	Penerapan ilmu dan teknologi melalui proses desain menggunakan tema pembelajaran berbasis proyek dengan cara mengintegrasikan dari beberapa mata pelajaran berbeda (interdisipliner)
<i>Mathematic</i>	Kemampuan menganalisis, lasandan mengkomunikasikan ide secara efektif dan dari cara bersikap, merumuskan, memecahkan dan menafsirkan solusi untuk masalah matematika dalam penerapannya

## 2.6 Model *Project Based Learning* berbasis STEM

Pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM merupakan pembelajaran berbasis proyek dengan mengintegrasikan bidang-bidang STEM. Sains memerlukan matematika sebagai alat dan mengolah data, sedangkan teknologi dan teknik merupakan aplikasi dari sains (Stohlmann, Moore, & Roehrig, 2012). Pembelajaran dengan model *Project Based Learning* berbasis STEM mengajak siswa untuk melakukan pembelajaran yang bermakna dalam memahami sebuah konsep dan bereksplorasi melalui sebuah kegiatan proyek, sehingga siswa terlibat aktif dalam prosesnya (Capraro, & Morgan, 2013; Lee, 2014 ) jadi model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM merupakan model pembelajaran yang menuntut siswa untuk terlibat aktif dalam suatu pembelajaran yang menghasilkan suatu proyek yang membuat siswa bisa mengembangkan ide nya untuk menghasilkan suatu produk.

Pembelajaran dengan menggunakan model *Project Based Learning* berbasis STEM menjadi alternatif upaya yang dilakukan guru untuk menyiapkan siswa

agar mampu menyelesaikan masalah yang ditemukan dalam dunia nyata. Pembelajaran ini akan membiasakan siswa berpikir logis dan dapat menggunakan teknologi dalam memecahkan masalah yang ditemukan. Kegiatan dalam pembuatan proyek yang menghasilkan produk menuntut keaktifan siswa dalam belajar menggunakan kompetensinya dibidang STEM (Lydiati, 2019). Mengintegrasikan proyek kedalam STEM atau “belajar dengan melakukan” didasarkan pada teori konstruktivistik yang ditunjukkan untuk meningkatkan prestasi siswa dalam tugas-tugas kognitif tingkat tinggi seperti proses ilmiah dalam pemecahan masalah. *Project Based Learning* berbasis STEM membutuhkan kolaborasi, komunikasi, kemampuan pemecahan masalah dan mengharuskan siswa belajar mandiri (Laboy-Rush, 2011).

#### 2.6.1 Langkah-langkah model *Project Based Learning* Berbasis STEM

Proses pembelajaran menggunakan model *Project Based Learning* berbasis STEM yang terdiri dari lima tahap (Sintak) yang telah dikembangkan oleh Diana Laboy Rush, seorang konsultan Pendidikan STEM di Amerika Serikat. Setiap tahap bertujuan untuk mencapai suatu proses yang spesifik. Tahapan dalam pembelajaran menggunakan model *Project Based Learning* berbasis STEM yang efektif (Labory-Rush, 2011) adalah *reflection*, *research*, *discovery*, *application*, dan *communication*.

##### **Tahap 1 *Reflection***

Tujuan dari tahap pertama untuk membawa siswa ke dalam konteks masalah dan memberikan inspirasi kepada siswa untuk segera mulai menyelidiki/ investigasi. Fase ini juga dimaksudkan untuk menghubungkan apa yang diketahui oleh siswa dengan apa yang perlu dipelajari.

### **Tahap 2 *Research***

Tahap kedua adalah bentuk penelitian siswa. Guru memberikan pembelajaran sains, memilih bacaan atau metode lain untuk mengumpulkan sumber informasi yang relevan. Proses belajar lebih banyak terjadi selama tahap ini, dimana siswa melakukan penelitian terkait dengan proyek yang akan dikerjakan.

### **Tahap 3 *Discovery***

Tahap penemuan umumnya melibatkan proses yang menjembatani *research* dan informasi yang diketahui dalam penyusunan proyek siswa dibagi dalam kelompok kecil untuk menyajikan solusi yang mungkin untuk masalah kolaborasi dan membangun kerjasama antar teman kelompok.

### **Tahap 4 *Application***

Pada tahap aplikasi siswa belajar menghubungkan antar bidang dalam STEM yang bertujuan untuk menguji produk atau solusi dalam memecahkan masalah. Dalam beberapa kasus, siswa menguji produk yang dibuat dari ketentuan yang telah ditetapkan, hasil yang diperoleh digunakan untuk memperbaiki langkah sebelumnya.

### **Tahap 5 *Communication***

Tahap terakhir yaitu mengkomunikasikan produk atau solusi antar siswa melalui presentasi. Presentasi merupakan Langkah penting dalam proses pembelajaran untuk mengembangkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi.

#### **2.6.2 Keunggulan model *Project Based Learning* Berbasis STEM**

Terdapat beberapa keunggulan dari penerapan model *Project Based Learning* berbasis STEM diantaranya sebagai berikut :

1. Siswa mampu memecahkan masalah menjadi lebih baik, inovatif, mandiri, berpikiran logis, dan literasi teknologi (Stohlmann, et al., 2012).
2. Mengharuskan siswa untuk berpikir kritis, kreatif, analisis dan meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Capraro et al., 2013).
3. Memberikan pengalaman siswa menyelesaikan masalah nyata dengan kegiatan praktikum, sehingga dapat meningkatkan efektifitas, pembelajaran bermakna dan menunjang karir dimasa depan (Tseng, Chang, Lou & Chen 2013).

## **2.7 Keterampilan Proses Sains**

### **2.7.1 Pengertian Keterampilan Proses Sains**

Keterampilan merupakan kemampuan menggunakan pikiran, nalar, dan perbuatan secara efisien dan efektif untuk mencapai suatu hasil tertentu, termasuk kreativitas. Proses didefinisikan sebagai perangkat keterampilan kompleks yang digunakan ilmuwan dalam melakukan penelitian ilmiah. Proses merupakan konsep besar yang dapat diuraikan menjadi komponen-komponen yang harus dikuasai seseorang bila akan melakukan penelitian (Ertikanto, 2016).

Menurut Semiawan (1989) menyatakan bahwa alasan yang melandasi perlunya diterapkan pendekatan keterampilan proses sains dalam kegiatan belajar mengajar sehari-hari, yaitu sebagai berikut :

1. Perkembangan ilmu pengetahuan berlangsung semakin cepat sehingga tak mungkin lagi para guru mengajarkan semua fakta dan konsep kepada peserta didik;
2. Peserta didik mudah memahami konsep-konsep yang rumit dan abstrak jika disertai dengan contoh-contoh konkrit, contoh-contoh yang wajar sesuai

dengan situasi dan kondisi yang dihadapi dengan mempraktekkan sendiri upaya penemuan konsep melalui perlakuan terhadap kenyataan fisik;

3. Menggiring peserta didik untuk bertanya, mengamati,, mengadakan eksperimen serta menemukan fakta dan konsep sendiri;
4. Membina peserta didik berpikir dan bertindak kreatif;
5. Dalam proses belajar mengajar, pengembangan konsep tidak dilepaskan dari pengembangan sikap dan nilai dalam peserta didik;

#### 2.7.2 Komponen Keterampilan Proses Sains

Menurut semiawan (1989), keterampilan proses sains dikelompokkan menjadi beberapa komponen yaitu sebagai berikut :

##### 1. Mengamati

Mengamati adalah salah satu keterampilan ilmiah yang mendasar. Dengan mengamati kita memilah-milah mana yang penting dan mana yang kurang penting. Kita menggunakan semua indera untuk melihat, mendengar, merasa, mengecap dan mencium. Dalam pengamatan tercakup berbagai kegiatan seperti menghitung, mengukur, klarifikasi, maupun mencari hubungan antar ruang dan waktu.

##### 2. Merumuskan hipotesis

Kemampuan membuat hipotesis adalah salah satu keterampilan yang sangat mendasar dalam kerja ilmiah. Hipotesis adalah salah satu perkiraan yang beralasan untuk menerangkan suatu kejadian atau pengamatan tertentu. Dalam kerja ilmiah, seorang ilmuwan biasanya membuat hipotesis yang kemudian diuji melalui eksperimen.

##### 3. Perencanaan penelitian/eksperimen

Dalam melakukan eksperimen atau penelitian sederhana, guru perlu melatih peserta didik dalam merencanakan penelitian karena tanpa rencana bisa terjadi pemborosan waktu, tenaga dan hasilnya mungkin tidak sesuai dengan yang diharapkan. Dalam merencanakan, anak-anak perlu menentukan alat dan bahan yang digunakan, objek yang diteliti, faktor atau variabel yang perlu diperhatikan, kriteria keberhasilan, cara langkah kerja serta bagaimana mencatat mengolah data untuk menarik kesimpulan.

#### 4. Pengendalian variabel

Variabel adalah factor yang berpengaruh. Pengendalian variabel adalah suatu aktivitas dimana guru menggunakan kesempatan untuk melatih anak mengontrol dan melakukan variabel.

#### 5. Interpretasi data

Data yang dikumpulkan melalui observasi, penghitungan, pengukuran, eksperimen atau penelitian sederhana dapat disajikan dalam tabel, grafik maupun diagram. Data yang disajikan tersebut dapat diinterpretasikan atau ditafsirkan.

#### 6. Kesimpulan sementara/ inferensi

Data yang dikumpulkan melalui eksperimen terlebih dahulu dibuat kesimpulan sementara berdasarkan informasi yang dimiliki. Kesimpulan tersebut bukan merupakan kesimpulan akhir hanya kesimpulan sementara yang dapat diterima sampai pada saat itu.

#### 7. Peramalan

Para ilmuwan sering membuat ramalan atau prediksi berdasarkan hasil observasi pengukuran atau penelitian yang memperlihatkan kecenderungan gejala tertentu. Para guru dapat melatih peserta didik dalam membuat peramalan

kejadian-kejadian yang akan datang berdasarkan pengetahuan, pengalaman atau data yang dikumpulkan.

#### 8. Penerapan

Peran guru dapat melatih peserta didik untuk menerapkan konsep yang telah dikuasai untuk memecahkan masalah tertentu atau menjelaskan suatu peristiwa baru dengan menggunakan konsep yang dimiliki.

#### 9. Komunikasi

Keterampilan ini meliputi keterampilan grafik, table, atau diagram dari hasil percobaan. Menggambarkan data empiris dengan grafik, table, atau diagram juga termasuk berkomunikasi adalah keterampilan menyampaikan gagasan atau hasil penemuannya kepada orang lain.

Beragam keterampilan yang dikembangkan dalam pendekatan sains dijelaskan dalam tabel 2.2

Tabel 2.2 Aspek-aspek keterampilan proses sains menurut Dahar

No	Keterampilan proses sains	Sub keterampilan proses sains
1	Mengamati	a. Mengamati dengan indera b. Mengumpulkan fakta-fakta yang relevan c. Mencari kesamaan dan perbedaan
2	Menafsirkan pengamatan	a. Mencatat setiap pengamatan b. Menghubungkan setiap hasil pengamatan c. Menentukan suatu pola dalam satu seri pengamatan d. Menarik kesimpulan
3	Meramalkan	a. Berdasarkan hasil pengamatan dapat mengemukakan apa yang mungkin terjadi
4	Menggunakan alat dan bahan	a. Terampil menggunakan alat dan bahan b. Mengetahui konsep dan menggunakan alat dan bahan
5	Menerapkan konsep	a. Menerapkan konsep dalam situasi baru b. Menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk menjalankan apa yang sedang terjadi c. Menyusun hipotesis
6	Merencanakan penelitian	a. Menentukan alat, bahan dan sumber yang digunakan dalam penelitian

		b. Menentukan variabel-variabel c. Menentukan variabel yang dibuat tetap dan mana yang harus berubah d. Menentukan cara dan langkah kerja
7	Berkomunikasi	a. Menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis dan jelas b. Menjelaskan hasil percobaan atau pengamatan c. Mendiskusikan hasil percobaan d. Menggambarkan data dengan tabel grafik
8	Mengajukan Pertanyaan	a. Bertanya apa, bagaimana, dan mengapa b. Bertanya untuk meminta penjelasan c. Mengajukan pertanyaan yang melatarbelakangi hipotesis

### 2.7.3 Kelebihan dan kekurangan Keterampilan Proses Sains

Adapun kelebihan dan kekurangan keterampilan proses sains menurut Samawaton dalam (Triwahyono,2015) yaitu sebagai berikut :

#### 1. **Kelebihannya antara lain :**

- a. Peserta didik terlibat langsung dengan objek nyata sehingga dapat mempermudah pemahaman peserta didik terhadap mata pelajaran.
- b. Peserta didik menemukan sendiri konsep-konsep yang dipelajari.
- c. Melatih peserta didik untuk berpikir lebih aktif dalam pembelajaran.
- d. Mendorong peserta didik untuk menemukan konsep-konsep baru.
- e. Memberi kesempatan kepada peserta didik untuk belajar menggunakan metode ilmiah.

#### 2. **Kekurangannya antara lain :**

- a. Memerlukan banyak waktu sehingga sulit untuk dapat menyelesaikan bahan pengajaran dalam kurikulum.
- b. Memerlukan fasilitas yang cukup baik dan lengkap sehingga tidak semua sekolah dapat menyediakannya.

- c. Merumuskan masalah, Menyusun hipotesis, merancang suatu percobaan untuk memperoleh data yang relevan adalah pekerjaan yang sulit, tidak setiap peserta didik mampu melakukannya.

## 2.8 Sistem Koloid

Koloid merupakan dua zat yang terdiri dari fase terdispersi dan medium pendispersi. Fase terdispersi merupakan zat yang didispersikan, sedangkan medium pendispersi merupakan medium yang digunakan untuk mendispersikan. Partikel koloid mempunyai ukuran yang lebih besar dari pada partikel larutan dan lebih kecil dari partikel suspensi. Adapun perbedaan antara larutan, koloid, dan suspensi dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 2.3 Perbedaan Larutan, Koloid dan Suspensi

No	Larutan	Koloid	Suspensi
1	Ukuran partikel kurang dari $10^7$ cm	Ukuran partikel antara $10^{-7}$ cm - $10^{-5}$ cm	Ukuran partikel lebih besar dari $10^{-5}$ cm
2	Homogen	Antara homogen dan heterogen	Heterogen
3	Satu fasa	Dua fasa	Dua fasa
4	Jernih	Keruh	Keruh
5	Tidak memisah jika didiamkan	Tidak memisah jika didiamkan	Memisah jika didiamkan
6	Tidak dapat disaring dengan saringan biasa	Tidak dapat disaring dengan saringan biasa	Dapat disaring dengan saringan biasa
7	Tidak dapat disaring dengan membran perkamen	Dapat disaring dengan membrane perkamen	Dapat disaring dengan membrane perkamen
8	Berbentuk ion, molekul kecil	Molekul besar, partikel	Partikel besar

Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering menemukan zat yang tergolong larutan, koloid, dan suspensi.

Contoh larutan : Larutan gula, larutan garam dapur, larutan cuka

Contoh Koloid : susu, santan, busa sabun, margarin, lateks, dan asap

Contoh suspense : air sungai yang keruh dan air kapur

### 2.8.1 Jenis Koloid

Sistem koloid ada 3 jenis yaitu sebagai berikut :

- a. Koloid makromolekul, berbentuk koloid karena ukuran molekulnya, misalnya protein, aluminium, dan lateks
- b. Koloid asosiasi, berbentuk koloid karena ukuran molekul ini pada daerah koloid, misalnya molekul-molekul sabun berasosiasi membentuk koloid.
- c. Koloid dispersi, merupakan sistem dispersi antara disperse kasar dan dispersi halus.

Tabel 2.4 Jenis-jenis Dispersi Koloid

No	Fasa Terdispersi	Medium Pendispersi	Fasa Koloid	Nama Koloid	Contoh
1	Gas	Cair	Cair	Busa/buih	Busa sabun
2	Gas	Padat	Padat	Busa padat	Karet busa
3	Cair	Gas	Gas	Aerosol cair	Embun
4	Cair	Cair	Cair	Emulsi	Susu
5	Cair	Padat	Padat	Emulsi padat	Mentega
6	Padat	Gas	Gas	Aerosol padat	Asap
7	Padat	Cair	Cair	Sol	Cat
8	Padat	Padat	Padat	Sol padat	Paduan logam

1. Busa : sistem koloid yang fasa terdispersinya berupa gas dan medium pendispersinya berupa zat cair. Bila medium pendispersinya berupa zat padat disebut busa padat
2. Aerosol: Sistem Koloid yang medium pendispersinya berwujud gas, sedangkan fasa terdispersinya berupa zat cair yang disebut aerosol cair atau zat padat yang disebut aerosol padat
3. Emulsi: sistem koloid yang fasa terdispersi berupa zat cair dan medium pendispersinya berupa zat cair. Bila medium pendispersinya berupa zat padat, disebut emulsi padat.

4. Sol: sistem koloid yang fasa terdispersinya berupa zat padat dan medium pendispersinya berupa zat cair, bila medium pendispersinya berupa zat padat, disebut sol padat.
5. Gel: sistem koloid yang fasa terdispersinya zat cair dan medium pendispersinya zat padat.

### 2.8.2 Sifat-sifat Koloid

Koloid mempunyai sifat-sifat yang khas. Sifat-sifat tersebut sangat berguna dan sering kita temukan dalam kehidupan sehari-hari. Sifat tersebut antara lain Efek Tyndall dan gerak brown, sifat-sifat koloid hanya berlaku sistem koloid sol.

#### 1. Efek Tyndall

Suatu sifat khas yang membedakan sistem koloid dengan larutan adalah dengan eksperimen tyndall. Sifat khas koloid yang dapat menghamburkan berkas cahaya, dikenal dengan efek tyndal. Selain pada koloid jenis sol, efek tyndal juga dapat dilihat pada koloid jenis Aerosol.

Dalam kejadian sehari-hari, efek tyndal dapat kita lihat dalam peristiwa berikut :

- a. Cahaya matahari jelas sekali berkasnya disela-sela pohon yang sekitarnya berkabut. Juga berkas cahaya matahari tampak jelas disela-sela dinding dapur yang banyak asapnya.
- b. Berkas cahaya proyektor tampak jelas digedung bioskop yang banyak asap rokoknya.
- c. Sorot cahaya mobil berkasnya tampak jelas pada daerah berkabut.

#### 2. Gerak Brown

Partikel koloid dapat bergerak lurus tetapi arahnya tidak menentu (gerak zig-zag). Penemu Gerakan partikel koloid seperti itu adalah Robert Brown dan gerak zig-zag partikel koloid disebut gerak Brown, gerak Brown adalah gerak zig-zag dari partikel koloid yang hanya dapat diamati dengan mikroskop ultra. Gerak Brown ini disebabkan adanya tumbukan dari partikel medium pendispersi pada partikel koloid terdispersi. Bila partikel dari sistem koloid dilihat dengan mikroskop, akan tampak senantiasa partikel-partikel koloid bergerak lurus, tetapi arahnya tidak menentu.

### 3. Adsorpsi

Partikel koloid dapat mengadsorpsi ion muatan listrik. Adsorpsi merupakan proses penyerapan dipermukaan. Partikel koloid dari  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  bermuatan positif dalam air karena mengadsorpsi ion positif, sedangkan partikel koloid  $\text{As}_2\text{S}_3$  dalam air bermuatan negatif karena mengadsorpsi ion negatif. Proses penyerapan dipermukaan partikel koloid ini sangat penting karena berdasarkan sifat tersebut banyak manfaat yang dapat dilakukan dalam kehidupan sehari-hari.

### 4. Elektroforesis

Elektroforesis adalah peristiwa pemisahan partikel koloid yang bermuatan dengan menggunakan arus listrik. Oleh karena partikel sol bermuatan listrik, maka partikel ini akan bergerak dalam medan listrik. Pergerakan ini disebut elektroforesis. Jika sistem koloid bermuatan negatif, maka partikel itu akan menuju elektroda positif.

### 5. Koagulasi

Koagulasi adalah penggumpalan partikel koloid yang terjadi karena kerusakan stabilitas sistem koloid atau karena penggabungan partikel koloid yang berbeda muatan.

Koagulasi dapat terjadi melalui 3 cara :

- a. Mekanik, misalnya pengadukan, pemanasan, pendinginan
- b. Penambahan elektrolit
- c. Pencampuran koloid
- d. Elektrolisis

Beberapa proses koagulasi dalam kehidupan sehari-hari sebagai berikut : perebusan telur, pembuatan tahu, pembuatan lateks (pada pembuatan lateks, getah karet digumpalkan dengan penambahan asam formiat atau asam asetat), penjernihan air, pembentukan delta di muara sungai (delta terbentuk karena pencampuran air sungai yang mengandung koloid tanah liat dengan elektrolit yang terdapat air laut, sehingga terkoagulasi dan membentuk delta), pengolahan asap atau debu (asap atau debu dari proses industri dapat diendapkan dengan menggunakan alat Cottrel).

### 2.8.3 Koloid dalam kehidupan sehari-hari

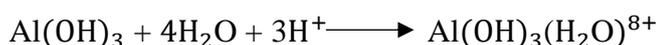
#### 1. Mesin ginjal buatan

Ginjal manusia memurnikan darah secara dialisis melalui membrane alam. Sampah racun seperti urea dan asam urat lewat melalui membrane tersebut, sedangkan partikel protein darah (hemoglobin) yang berupa koloid tetap dalam ginjal. Kegagalan ginjal dapat menyebabkan kematian karena akumulasi racun dalam darah. Saat ini, kegagalan ginjal dapat diatasi dengan menggunakan mesin ginjal buatan.

Dalam mesin ini, darah yang tidak murni dilewatkan melalui suatu tabung selofan yang disusun secara seri yang dikelilingi oleh air. Bahan-bahan beracun seperti urea dan asam urat berdifusi melalui dinding tabung menuju ke air yang bersih dan darah yang telah murni dikembalikan ke pasien.

## 2. Penjernihan air

Air yang kotor yang mengandung partikel-partikel koloid (misalnya air sungai) dan untuk menjernihkannya dapat dilakukan dengan penambahan partikel sol pembawa muatan negatif, misalnya tawas alum,  $KAl(SO_4)_2$  (kalium aluminium sulfat). Pada saat tawas ditambahkan kedalam terbentuklah endapan gelatin aluminium hidrosksida hidrat (flos) yang bermuatan positif.



Muatan positif flos menarik partikel sol yang bermuatan negatif membentuk salah satu koagulan yang mengendap. Sebagian tawas yang tidak larut dalam air mengendap sebagai  $Al(OH)_3$  yang dapat mengurung koloid dan membawanya mengendap. Keuntungan lain terjadinya flokulasi, antara lain zat warna, sedikit fosfat, dan ion-ion logam ikut terendapkan Bersama floks-floks  $Al(OH)_3$

## 3. Penggumpalan darah

Darah mengandung sejumlah koloid protein yang bermuatan negatif. Jika terjadi luka, maka luka tersebut dapat diobati dengan pensil stiptik atau tawas yang mengandung ion-ion  $Al^{3+}$  dan  $Fe^{3+}$  ion-ion tersebut membantu partikel koloid diprotein bersifat netral, sehingga proses penggumpalan darah dapat lebih mudah dilakukan (Suharsini, 2007).

## 2.9 Kerangka Berpikir

Dalam proses pembelajaran, peserta didik dan guru sudah menerapkan kurikulum 2013. Kurikulum 2013 merupakan kurikulum yang menuntut peserta didik untuk berperan aktif dalam proses pembelajaran. Peran guru dalam kurikulum 2013 bukan hanya sekedar mengajarkan pengetahuan saja, tetapi juga mampu membimbing dan memberikan pengarahan sehingga peserta didik mampu berperan aktif dalam kegiatan pembelajaran yang menumbuhkan proses sains.

Pembelajaran kimia pada hakikatnya tidak hanya memahami konsep yang dimiliki peserta didik melainkan keterkaitannya dalam memecahkan suatu permasalahan dalam kehidupan sehari-hari dan dapat menghubungkan satu konsep dengan konsep yang lainnya. Salah satu materi kimia yang dipelajari disekolah adalah koloid. Pada materi koloid, siswa mengalami sedikit kesulitan yang disebabkan materinya yang abstrak dan kebanyakan tentang tulisan, hafalan, dan harus menemukan konsep pemahamannya sendiri. Maka permasalahan ini dapat diatasi dengan menggunakan model pembelajaran yang cocok dengan minat belajar siswa agar siswa tertarik dalam memahami materi walaupun dengan persepsi materi sistem koloid adalah salah satu materi yang sulit.

Sehubungan dengan hal tersebut maka keterampilan mendasar yang dimiliki oleh siswa harus lebih dikembangkan atau ditingkatkan, keterampilan mendasar pada siswa yaitu keterampilan proses sains siswa. Keterampilan proses sains siswa di SMA masih pasif, baik dari segi kognitif, psikomotor, maupun afektif. Maka dari itu pendekatan strategi dengan menggunakan keterampilan proses sains selaras dengan meningkatkan aspek kognitif, psikomotor, dan afektif

siswa, yang didukung dengan adanya contoh yang konkrit dalam proses penyelesaian suatu percobaan kimia.

Keterampilan proses sains siswa yang dimaksudkan yaitu meliputi mengamati, menafsirkan, meramalkan, menggunakan alat dan bahan, menerapkan konsep, merencanakan percobaan, berkomunikasi, dan mengajukan pertanyaan. Indikator keterampilan proses sains siswa selaras dengan sintaks-sintaks yang terdapat didalam model *Project Based Learning berbasis STEM* yang dapat mengembangkan kemampuan siswa dalam melakukan percobaan sehingga siswa dapat memahami konsep-konsep materi kimia dengan adanya percobaan.

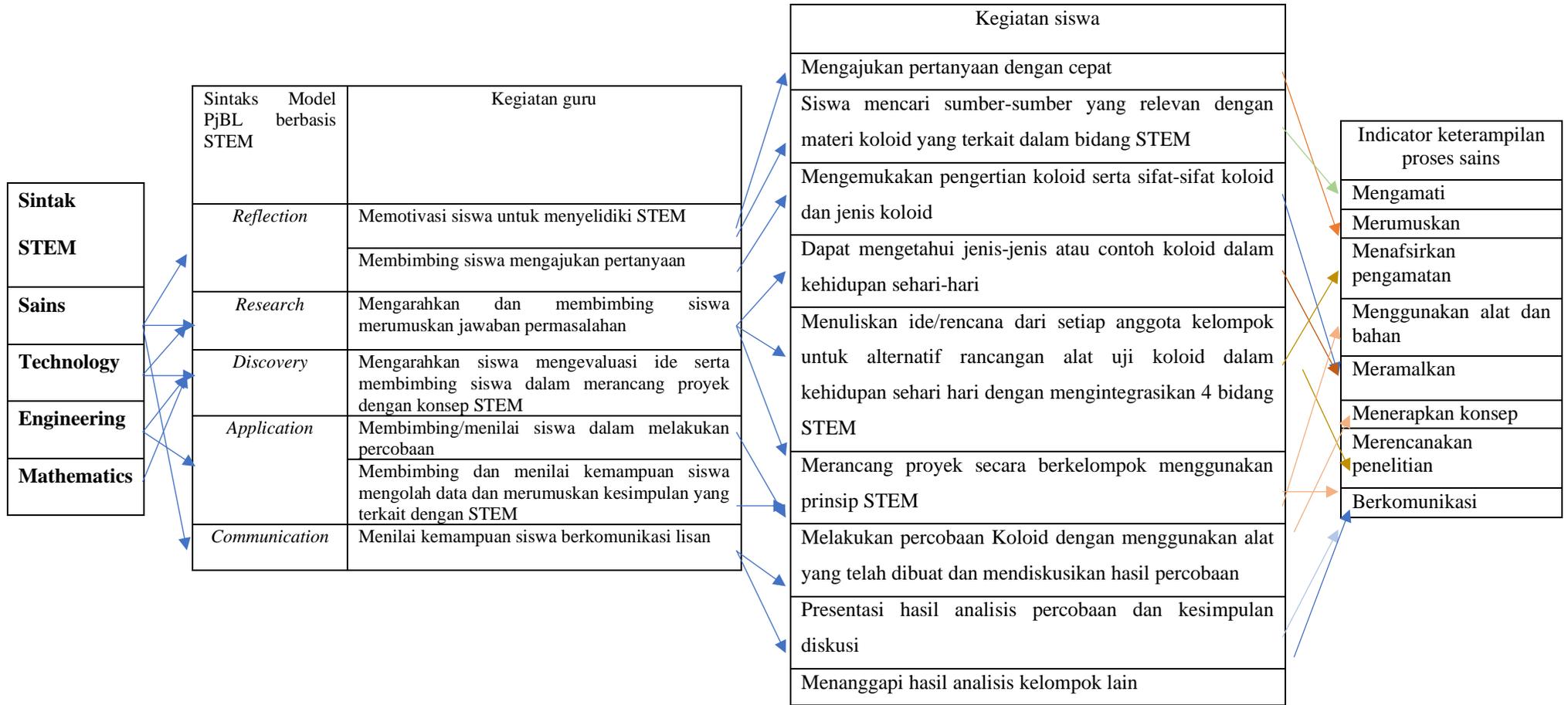
*Project Based Learning berbasis STEM* ialah model pembelajaran yang mengintegrasikan isi dan keterampilan sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam sebuah kegiatan proyek atau percobaan. Dalam pembelajaran siswa diajak untuk melakukan pembelajaran yang bermakna dan memahami sebuah konsep. Siswa diajak bereksplorasi melalui kegiatan proyek, sehingga siswa terlibat aktif dalam prosesnya. Siswa nantinya akan diajak membuat sebuah proyek penjernihan air sederhana siswa dituntut untuk mencari sendiri langkah kerja dan alat penjernihan air nya sendiri bersama kelompoknya sesuai dengan sintaks *Project Based Learning* berbasis STEM karena nantinya siswa mencari tau langkah kerja diinternet ini sesuai dengan sintaks STEM yaitu teknologi, kemudian siswa menghitung perbandingan alat atau bahan yang digunakan dalam proyek ini sesuai dengan sintaks STEM yaitu matematika, kemudian siswa akan bekerja sama untuk menyusun atau merangkai alat penjernihan airnya sendiri hal ini sesuai dengan sintaks STEM yaitu teknik.

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Jamtika (2020) yang menyatakan bahwa model pembelajaran *Project Based Learning* yang terintegrasi dengan STEM mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Peningkatan keterampilan proses sains peserta didik mengalami peningkatan di semua indikator KPS yang diujikan dalam penelitian ini. Respon peserta didik terhadap pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM menunjukkan kecenderungan positif dengan ditunjukkan rasa senang dan harapan diterapkan di materi lain. Tanggapan peserta didik terhadap penerapan *Project Based Learning* berbasis STEM secara keseluruhan adalah berada dalam kategori baik.

Pernyataan ini sesuai juga dengan pendapat Yunita, dkk (2018), yang menyatakan bahwa model *Project Based Learning berbasis STEM* memiliki dampak yang baik pada keterampilan proses sains peserta didik karena model pembelajaran ini memiliki tahap-tahap yang menuntut siswa untuk menggunakan keterampilan-keterampilan proses sains yang dimiliki secara maksimal. Oleh karena itu *Project Based Learning* berbasis STEM dapat menjadi solusi untuk menumbuhkan keterampilan proses sains siswa pada materi Sistem Koloid.

## **2.10 Hipotesis Penelitian**

Hipotesis penelitian ini digunakan sebagai suatu jawaban yang bersifat sementara terhadap permasalahan penelitian sampai terbukti melalui data yang terkumpul. Berdasarkan permasalahan yang diuraikan diatas maka, Hipotesis dalam penelitian ini adalah terdapat pengaruh penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM terhadap Keterampilan proses sains siswa pada materi sistem koloid



Gambar 2.2 Kerangka Berpikir

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat penelitian**

Tempat penelitian ini akan dilaksanakan dikelas XI MIPA I dan XI MIPA 2 SMA Negeri 2 Muaro Jambi yang berlokasi di Jl. Pertamina, No. 27, Rt. 13, Kel. Sengeti, Kec.Sakernan, Kab. Muaro Jambi. Waktu penelitian ini akan dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2022/2023. Jadwal penelitian disesuaikan dengan materi koloid.

#### **3.2 Rancangan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen semu (*quasy experiment*). Desain penelitian yang digunakan yaitu *posttest only control group design*. Terdapat dua sampel yang digunakan yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pada kedua kelas sampel akan diajarkan dengan model pembelajaran yang berbeda dan menggunakan media belajar yang sama berupa LKPD.

Dalam penelitian ini kedua kelas sampel akan diberikan perlakuan yang berbeda, yaitu kelas eksperimen diajarkan menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM dengan media belajar LKPD, sedangkan kelas kontrol diajarkan menggunakan model *Direct Instruction* dengan media belajar LKPD. Selama proses pembelajaran berlangsung akan dilakukan observasi oleh observer untuk mengamati keterampilan proses sains siswa pada kedua kelas sampel. Selain itu, pada kelas eksperimen juga dilakukan observasi oleh observer untuk mngetahui keterlaksanaan model pembelajaran *Project Based Learning*

berbasis STEM sebagai data pendukung menggunakan lembar observer penerapan model Project Based Learning berbasis STEM oleh guru dan lembar observasi aktivitas siswa. Selanjutnya, masing-masing kelas sampel dilakukan *posttest* untuk mengukur dan mengetahui keterampilan proses sains siswa setelah diberikan perlakuan, sehingga dapat diketahui perbedaan pada kedua kelas untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa.

Data utama dalam penelitian ini berupa data kuantitatif yang diperoleh dari tes esai (*posttest*) pada kedua kelas sampel. Data *posttest* tersebut akan diujikan dengan uji t pihak kanan untuk mengetahui perbedaan keterampilan proses sains siswa pada kedua kelas sampel sehingga dapat diketahui pengaruh perlakuan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM terhadap keterampilan proses sains siswa. Sedangkan data pendukung berupa data kualitatif yang diperoleh dari lembar observasi penerapan model oleh guru dan aktivitas siswa untuk mengetahui keterlaksanaan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM.

Adapun desain penelitian ini digambarkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 3.1 Desain Penelitian

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Post test
Ekperimen (PjBL STEM)	O1	X1	O2
Kontrol	O3	X2	O4

Keterangan :

X1 : Perlakuan menggunakan model pembelajaran PjBL Berbasis STEM

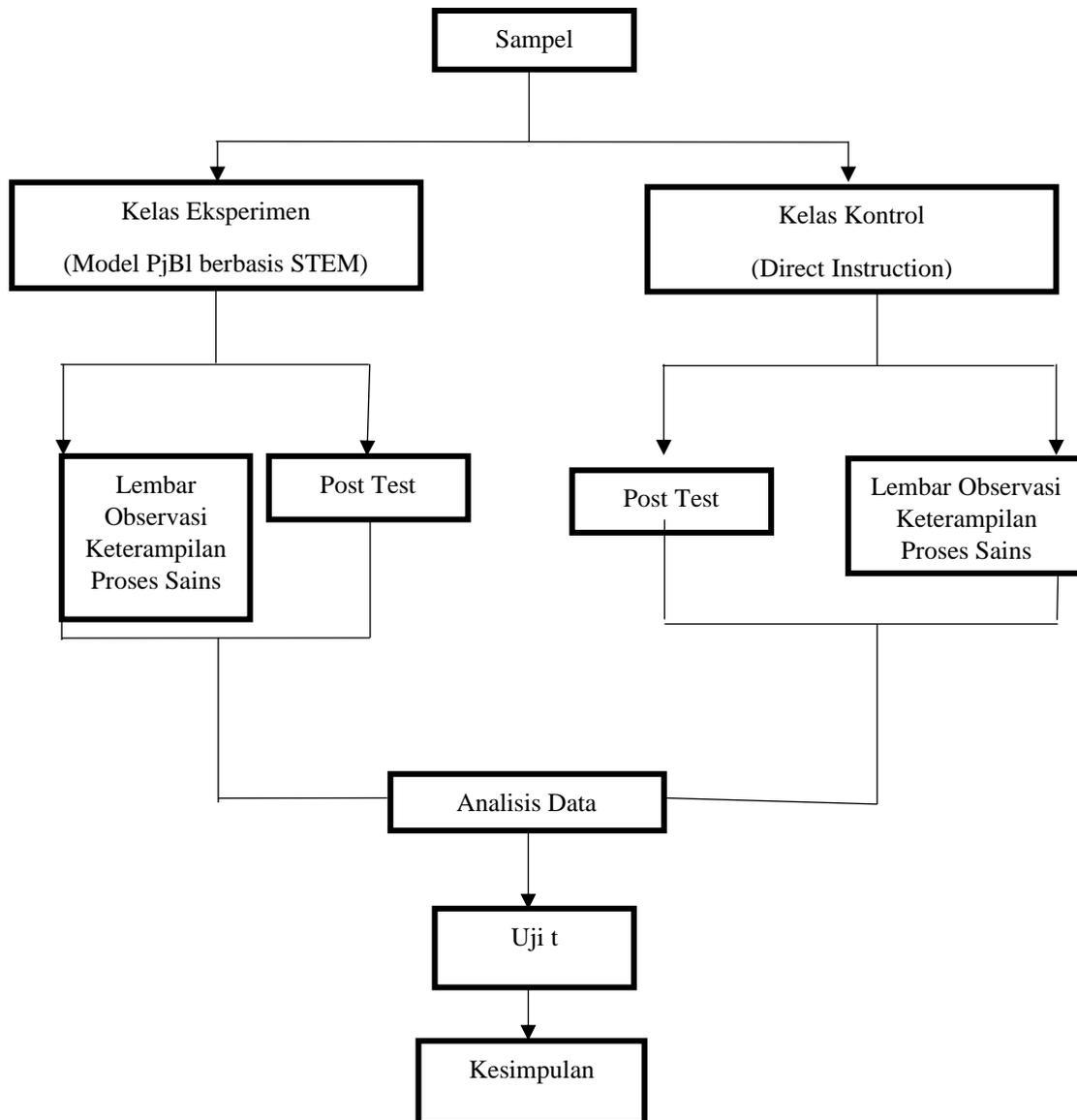
X2 : Perlakuan dengan menggunakan model konvensional

O1 : Pengukuran awal pada kelas eksperimen

O2 : pengukuran awal pada kelas kontrol

O3: pengukuran akhir dikelas eksperimen

O4: pengukuran akhir kelas kontrol



Gambar 3.1 Rancangan Penelitian

### 3.3. Subjek penelitian

Subjek dalam penelitian ini diambil dari populasi siswa kelas XI MIPA SMA N 2 Muaro Jambi. Populasi adalah kelompok besar individu yang mempunyai karakteristik yang sama (Hasnunidah, 2017). Populasi dalam

penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI MIPA SMA N 2 Muaro Jambi. Pada Tabel 3.2 ditampilkan jumlah siswa kelas XI yang menjadi populasi dalam penelitian ini.

**Tabel 3.2** Jumlah siswa kelas XI MIPA SMA Negeri 2 Muaro Jambi

Tabel	Jumlah
XI MIPA 1	30
XI MIPA 2	31
XI MIPA 3	32
XI MIPA 4	30

(Sumber : TU SMA N 2 Muaro Jambi)

Sampel yaitu sebagian dari populasi yang dijadikan subjek penelitian. Sampel dalam penelitian ini diambil dengan menggunakan teknik *Purposive Sampling* karena pembagian siswa pada setiap kelas berdasarkan peringkat. Oleh karena itu, sampel yang dipilih dalam penelitian ini adalah sampel yang memiliki kemampuan yang sama, artinya tidak terlalu tinggi dan juga tidak terlalu rendah keterampilan proses sainsnya. Dengan demikian, sampel yang digunakan terdiri dari dua kelas, yaitu kelas XI MIPA 1 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI MIPA 2 sebagai kelas kontrol

### 3.4 Variabel Penelitian

Variabel adalah objek pengamatan, fenomena atau gejala yang diteliti. Identifikasi variabel harus didasarkan pada permasalahan dan landasan teoritis (Husnunidah, 2017). Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan serta teori yang melandasinya.

- a. Variabel bebas (X) : Model pembelajaran Project Based Learning berbasis STEM.
- b. Variabel terikat (Y) : Keterampilan proses sains.

### 3.5 Teknik Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini berupa data kuantitatif yang terdiri dari lembar observasi keterampilan proses sains siswa dan tes esai pada kedua kelas sampel. Pengumpulan data menggunakan tes esai dilakukan saat sesudah pembelajaran (*posttest*). Tujuannya untuk mengetahui perbedaan keterampilan proses sains siswa pada kedua kelas sampel, sehingga dapat disimpulkan pengaruh penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM dalam pembelajaran terhadap keterampilan proses sains siswa. Adapun lembar observasi penerapan model oleh guru dan aktivitas siswa sebagai data pendukung untuk meninjau proses penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM sudah sesuai dengan sintaks model tersebut. Pengumpulan data menggunakan lembar observasi penerapan model oleh guru dan aktivitas siswa dilakukan pada setiap pertemuan pembelajaran yang diamati oleh observer guru dan observer siswa.

### 3.6 Instrumen Penelitian

Sugiyono (2007) menyatakan bahwa instrumen penelitian adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur fenomena alam maupun sosial yang diamati. Secara spesifik semua fenomena ini disebut variabel penelitian. Pada penelitian ini instrumen yang digunakan adalah lembar wawancara, pedoman observasi penerapan *Project Based Learning* berbasis STEM, pedoman observasi keterampilan proses sains, serta soal tes esai untuk mengamati pengetahuan siswa.

Tabel 3.2 Sumber data, Teknik Pengumpulan Data, Instrumen dan Validasi

Kegiatan	Sumber data	Teknik pengumpulan data	Instrumen	Keterangan
Survey awal penelitian	Guru	Melakukan wawancara	Pedoman wawancara	Diskusi dengan Pembimbing

Penerapan model PjBL berbasis STEM	Guru	Melakukan observasi	Pedoman observasi	Validasi isi
	Siswa	Melakukan observasi	Pedoman observasi	Validasi isi
Keterampilan Proses Sains	Siswa	Melakukan observasi	Pedoman observasi	Validasi isi
	Siswa	Melakukan tes esai	Soal Tes esai	Validasi isi

### 3.6.1 Lembar Wawancara

Survey awal melalui wawancara mendalam dengan guru yang mengajar dikelas XI MIPA SMAN 2 Muaro Jambi. Penelitian ini menggunakan instrumen lembar wawancara dengan indikator berdasarkan kebutuhan data penelitian yang ditampilkan pada tabel 3.4

Tabel 3.3 Kisi-kisi lembar observasi wawancara guru

No	Indikator
1	Kriteria ketuntasan minimum materi kimia
2	Sarana dan prasarana
3	Model pembelajaran yang biasa digunakan
4	Model pembelajaran yang digunakan dalam materi sistem koloid
5	Kesulitan guru saat pembelajaran sistem koloid
6	Kriteria ketuntasan siswa pada materi sistem koloid
7	Rata – rata ketuntasan siswa pada materi sistem koloid
8	Karakteristik model pembelajaran untuk sistem koloid
9	Tingkat pemahaman siswa
10	Cara meningkatkan kemampuan tingkat kognitif
11	Keterampilan proses sains

### 3.6.2 Lembar Observasi penerapan model pembelajaran *Project Based Learning*

Berbasis STEM oleh guru

Instrumen lembar observasi pelaksanaan model oleh guru digunakan hanya sebagai instrumen tambahan agar guru/peneliti benar-benar melaksanakan model pembelajaran yang sesuai dengan sintaks nya. Penggunaan instrumen ini bertujuan sebagai data kualitatif yang dipakai untuk menjelaskan secara deskriptif permasalahan dan kesalahan yang mungkin terjadi dilakukan oleh guru/peneliti dalam melaksanakan proses mengajar. Model pembelajaran *Project Based*

*Learning* berbasis STEM memiliki 5 sintaks. Kisi-kisi lembar observasi penerapan model PjBL berbasis STEM oleh guru ditampilkan pada tabel.

**Tabel 3.4** Kisi-kisi lembar observasi penerapan model PjBL berbasis STEM

No	Sintak	Aspek kegiatan guru	Butir
1	<i>Reflection</i>	• Guru memberikan motivasi agar siswa memiliki kemauan untuk menyelidiki keempat bidang STEM dalam ruang lingkup materi sistem koloid	1
		• Guru membimbing siswa untuk mengajukan pertanyaan	2
2	<i>Research</i>	• Guru mengarahkan siswa mencari informasi/sumber yang relevan dengan materi	3
		• Guru membimbing siswa untuk merumuskan jawaban permasalahan	4
3	<i>Discovery</i>	• Guru mengarahkan siswa untuk mengevaluasi ide/gagasan secara merinci	5
		• Guru membimbing siswa dalam menentukan dan merancang proyek perkelompok	6
4	<i>Application</i>	• Guru memantau siswa melakukan percobaan sistem koloid menggunakan alat uji yang telah dibuat	7
		• Guru mengarahkan setiap kelompok untuk mendiskusikan hasil percobaan	8
		• Guru menilai kemampuan siswa mengolah data dan merumuskan kesimpulan	9
5	<i>Communication</i>	• Guru mengarahkan setiap kelompok untuk menyampaikan hasil analisis dan kesimpulan diskusi	10
		• Guru memotivasi kelompok yang lain untuk menanggapi serta menilai kemampuan siswa berkomunikasi lisan	11
		• Guru menilai keterampilan proses sains serta kemampuan berkomunikasi siswa	12

### 3.6.2 Lembar Observasi Aktivitas Siswa

Instrumen lembar aktivitas siswa digunakan hanya sebagai instrumen tambahan agar siswa benar-benar melaksanakan aktivitas yang sesuai dengan sintak model pembelajaran.

**Tabel 3.5** Kisi-kisi lembar observasi aktivitas siswa

No	Sintak	Aspek yang diamati	Butir
1	<i>Reflection</i>	➤ Siswa mempelajari Sifat-Sifat Koloid dengan mengamati contoh	1
		➤ Siswa mengajukan pertanyaan terkait materi	2
2	<i>Research</i>	➤ Siswa mencari informasi/ sumber-sumber yang relevan	3

No	Sintak	Aspek yang diamati	Butir
		dengan materi ➤ Siswa merumuskan jawaban permasalahan	4
3	<i>Discovery</i>	➤ Siswa mengevaluasi Kembali ide/ gagasan secara merinci ➤ Siswa merancang proyek	5 6
4	<i>Application</i>	➤ Siswa melakukan percobaan sistem koloid menggunakan alat uji yang telah dibuat (proyek) ➤ Masing-masing kelompok mendiskusikan hasil percobaan kemudian menyimpulkan hasil diskusi ➤ Siswa mengolah data dan merumuskan kesimpulan	7 8 9
5	<i>Communication</i>	➤ Perwakilan setiap kelompok menyampaikan hasil analisis dan kesimpulan diskusi ➤ Kelompok lain menanggapi ➤ Menyampaikan kesimpulan pembelajaran	10 11 12

### 3.6.3. Lembar Observasi Keterampilan Proses Sains Siswa

Instrumen lembar observasi keterampilan proses sains yang digunakan dalam penelitian ini merupakan lembar observasi yang telah dikembangkan berdasarkan jurnal Hayati (2017) dengan aspek yang diukur dalam lembar observasi ini terdiri dari tujuh aspek. Menurut aspek-aspek keterampilan proses sains yang sering digunakan dalam proses pembelajaran adalah sebagai berikut : mengamati, merumuskan hipotesis, merencanakan percobaan, melakukan percobaan, menginterpretasikan atau menafsirkan data, menerapkan konsep dan berkomunikasi. Adapun kisi-kisi indikator keterampilan proses sains siswa dapat dilihat pada tabel 3.6

Tabel 3.6 Kisi-kisi lembar observasi keterampilan proses sains oleh siswa

No	Keterampilan proses sains	Indikator	No item
1	Mengamati	Mengamati perubahan yang terjadi pada setiap percobaan	1
2	Menafsirkan Pengamatan	Menghubungkan hasil pengamatan dengan teori	2
3	Meramalkan	Menuliskan berbagai kemungkinan yang terjadi hasil pengamatan Memprediksi jawaban dari pertanyaan-pertanyaan yang ada pada LKPD dengan menggunakan teori/sumber yang relevan	3
4	Merencanakan Percobaan	Menentukan Langkah kerja yang ada pada LKPD yang diberikan oleh guru Menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk	4 5

No	Keterampilan proses sains	Indikator	No item
		menjelaskan apa yang sedang terjadi	
		Menyusun Hipotesis	6
5	Menerapkan konsep	Menerapkan konsep materi pembelajaran pada hasil percobaan	7
6	Menggunakan Alat dan Bahan	Menggunakan alat dan bahan sesuai dengan prosedur yang ada diLKPD	8
7	Berkomunikasi	Mempresentasikan hasil pengamatan secara sistematis dan jelas	9
		Memberikan kesimpulan berdasarkan fakta atau prinsip dalam hasil percobaan	10
8	Mengajukan pertanyaan	Bertanya apa, bagaimana dan mengapa	11
		Mengajukan pertanyaan yang melatar belakangi hipotesis	12

#### 3.6.4 Tes Esai

Tes esai adalah pertanyaan yang menuntut siswa untuk menjawab dalam bentuk menguraikan ,menjelaskan, mendiskusikan, membandingkan, memberikan alasan, dan bentuk lain yang sejenisnya sesuai dengan tuntutan pertanyaan dengan menggunakan kata-kata dalam Bahasa sendiri. Tes esai yang digunakan peneliti yaitu tes esai yang menuntut siswa menjawab sesuai dengan pemahaman siswa menggunakan Bahasa sendiri. Berikut kisi-kisi tes esai

**Tabel 3.7** Kisi-kisi Tes Esai

Kompetensi dasar	Indikator pencapaian	Level	Indikator soal	Nomor soal
Dapat membedakan koloid, larutan dan suspense	Pengelompokan koloid, supensi dan larutan	C4	Soal memberikan kesempatan kepada siswa untuk dapat melakukan pengamatan perbedaan antara larutan, koloid dan suspense dengan salah satu sifat koloid	1,2
Mengelompokan sifat-sifat koloid dalam kehidupan sehari hari	Pengelompokan sifat koloid dalam kehidupan sehari hari	C4	Soal memberikan kesempatan kepada siswa dapat menafsirkan pengamatan mengenai salah satu sifat koloid dan penerapannya dalam bidang industri	3,4
		C4	Menganalisis jenis koloid berdasarkan peristiwa kehidupan sehari-hari	5,6
		C4	Menganalisis proses koagulasi dalam kehidupan sehari hari	7,8
		C4	Menganalisis salah satu contoh koloid dalam kehidupan sehari-hari	9,10

### 3.7 Teknik Analisis Data

Adapun teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut

#### 3.7.1 Analisis lembar observasi penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM oleh guru

Data pada instrumen lembar observasi penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM oleh guru digunakan sebagai data pendukung dalam bentuk data kualitatif. Instrumen ini berisi 12 pertanyaan disertai kolom komentar berupa terlaksana atau tidak terlaksananya proses pembelajaran sesuai sintaks model pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM yang akan diisi oleh observer, selanjutnya dianalisis serta ditarik kesimpulan terhadap terlaksana atau tidak terlaksananya penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM oleh guru. Analisis data pada instrumen ini digunakan sebagai data pendukung mengenai keterlaksanaan model pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM, untuk memastikan guru sudah melakukan proses pembelajaran sesuai dengan sintaks model pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM, serta menguraikan kesalahan atau kendala yang mungkin saja dapat terjadi selama proses penelitian berlangsung

#### 3.7.2 Analisis lembar observasi aktivitas siswa

Analisis dilakukan dengan menghitung perolehan skor pada lembar observasi aktivitas siswa yang telah diamati oleh observer. Analisis ini dilakukan terhadap 12 pertanyaan yang tersedia. Analisis data pada instrumen ini digunakan sebagai data pendukung mengenai keterlaksanaan model pembelajaran *Project*

*Based Learning* Berbasis STEM dan mengetahui aktivitas siswa selama proses pembelajaran yang berlangsung sudah sesuai dengan sintaks model pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM. Adapun interpretasi skor penilaian instrumen ini sebagai berikut :

$$\text{Skor minimum} = 1 \times 12 = 12$$

$$\text{Skor maksimum} = 4 \times 12 = 48$$

$$\text{Kelas interval} = 4$$

$$\text{Jarak kelas interval} = \frac{\text{skor maksimum} - \text{skor minimum}}{\text{jumlah kelas instrumen}} = \frac{48 - 12}{4} = 9$$

Untuk mencari skor aktivitas siswa pada penerapan model *project based learning* menggunakan rumus :

$$\text{Persentase} = \frac{\Sigma \text{ skor hasil observasi}}{\text{skor maksimal}} \times 100 \%$$

Adapun kategori penelitian lembar observasi dapat dilihat pada tabel 3.10

**Tabel 3.8** Kategori penilaian lembar observasi aktivitas siswa

Skor Nilai	Skor	Nilai keterlaksanaan model %	kategori
4	>55,25	> 81,25	Sangat baik
2	>42,5 ≤55,25	> 62,5 ≤81,25	Baik
3	>29,75 ≤42,5	> 43,75 ≤ 62,5	Cukup baik
1	≤ 29,75	> 43,75	Kurang baik

(modifikasi Sugiyono,2013).

### 3.7.3 Analisis lembar observasi keterampilan proses sains siswa

Analisis dilakukan dengan menghitung hasil skor masing-masing lembar observasi yang berisi 12 pertanyaan. Data tersebut dianalisis dengan menjumlahkan skor dari masing-masing item pertanyaan yang telah diamati oleh observer. Interpretasi skor penilaian instrumen ini sebagai berikut :

$$\text{Skor minimum} = 1 \times 12 = 12$$

$$\text{Skor maksimum} = 4 \times 12 = 48$$

$$\text{Kelas interval} = 4$$

$$\text{Jarak kelas interval} = \frac{\text{skor maksimum} - \text{skor minimum}}{\text{jumlah kelas instrumen}} = \frac{48 - 12}{4} = 9$$

Untuk mencari skor aktivitas siswa pada penerapan model *Project Based Learning* menggunakan rumus :

Untuk mencari skor keterampilan proses sains siswa menggunakan rumus :

$$\text{Persentase} = \frac{\Sigma \text{ skor hasil observasi}}{\text{skor maksimal}} \times 100 \%$$

Adapun kategori penelitian lembar observasi dapat dilihat pada tabel 3.10

**Tabel 3.9** Kategori penilaian lembar observasi aktivitas siswa

Skor Nilai	Skor	Nilai keterlaksanaan model %	kategori
4	>55,25	> 81,25	Sangat baik
2	>42,5 ≤55,25	> 62,5 ≤81,25	Baik
3	>29,75 ≤42,5	> 43,75 ≤ 62,5	Cukup baik
1	≤ 29,75	> 43,75	Kurang baik

(modifikasi Sugiyono,2013).

#### 3.7.4 Analisis Tes Esai

Analisis data esai dilakukan untuk mengetahui dan mengukur keterampilan proses sains siswa. Selain itu, untuk mengetahui dan menyimpulkan pengaruh penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM terhadap keterampilan proses sains siswa. Tes esai yang digunakan berupa *posttest*. adapun penilaian terhadap skor yang diperoleh pada tes esai dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Nilai} = \frac{\Sigma \text{ skor soal benar}}{\Sigma \text{ skor soal}} \times 100 \%$$

### 3.8 Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis dalam penelitian ini dilakukan secara parametrik dengan uji-t. Tujuan dari uji-t ini untuk mengetahui adanya perbedaan keterampilan proses sains siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol ditinjau dari data *posttest* siswa, sehingga dapat diketahui pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM terhadap keterampilan proses sains siswa. Adapun syarat uji-t data yang diperoleh harus bersifat normal dan homogen (Sudjana, 2005). Oleh sebab itu, sebelum dilakukan uji-t terlebih dahulu diuji normalitas dan homogenitas data.

#### 3.8.1 Uji Normalitas

Uji normalitas biasanya digunakan untuk mengukur data berskala ordinal, interval, ataupun rasio. Jika analisis menggunakan metode parametrik, maka persyaratan normalitas harus terpenuhi yaitu data berasal dari distribusi yang normal atau jumlah sampel sedikit dan jenis data adalah nominal atau ordinal yang digunakan adalah statistika non parametrik.

Uji normalitas yang telah digunakan adalah uji liliefors dalam buku (Sudjana, 2014) dengan Langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Skor hasil tes esai disusun dari data yang terkecil sampai terbesar
- b. Menghitung rata-rata masing-masing kelompok sampel
- c. Menghitung standar deviasi masing-masing kelompok sampel
- d. Mencari skor baku dari skor mentah dengan rumus  $Z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s}$
- e. Dengan menggunakan daftar distribusi normal baku, dihitung peluang dengan rumus  $F_{Z_i} = P(Z < Z_i)$

- f. Dengan menggunakan proporsi  $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n$  yang lebih kecil dinyatakan dengan :

$$S(Z_i) = \frac{\text{Banyak } Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n}{n}$$

$$S(Z_i) = \frac{FZ_i}{n}$$

- g. Hitung selisih  $F(Z_i) - S(Z_i)$  kemudian ditentukan harga mutlaknya  
 h. Ambil yang terbesar dari harga mutlak tersebut, harga terbesar ini disebut  $L_0$   
 i. Membandingkan  $L_0$  dengan  $L_{tabel}$  dengan tingkat kepercayaan 95% kriteria pengujian adalah :

Jika  $L_0 < L_{tabel}$  maka data berdistribusi normal

Jika  $L_0 > L_{tabel}$  maka data tidak berdistribusi normal

### 3.8.2 Uji Homogenitas

Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah objek yang diteliti mempunyai varian yang sama. Uji yang digunakan adalah uji fisher dalam buku (Sudjana,2014) dengan Langkah-langkah sebagai berikut :

- Bagi data menjadi kelompok dua kelompok
- Menentukan simpangan baku dari masing – masing kelompok
- Menentukan  $F_{hitung}$

$$F \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

Keterangan :

$S_1^2$  = Varians terbesar

$S_2^2$  = Varians terkecil

- d. Jika  $F_{Hitung}$  sudah diketahui, maka harga tersebut selanjutnya dibandingkan harga  $F_{tabel}$  yang terdapat dalam daftar distribusi F pada tingkat kepercayaan 95% atau  $\alpha = 0,05$ . Kriteria pengujiannya, yaitu :
- 1) jika  $F_{Hitung} \geq F_{tabel}$  berarti kelas tersebut mempunyai varians yang tidak homogen
  - 2) jika  $F_{Hitung} \leq F_{tabel}$  berarti kelas tersebut mempunyai varians yang homogen

### 3.8.3 Uji-t

Hipotesis penelitian ini adalah : terdapat pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM terhadap keterampilan proses sains pada materi sistem koloid kelas XI MIPA di SMA N 2 Muaro Jambi. Berdasarkan hipotesis yang dikemukakan maka dilakukan uji t satu pihak yaitu pihak kanan.

Berikut ini hipotesis statistik penelitian ini :

$$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2 \quad H_a : \mu_1 \geq \mu_2$$

Keterangan :

$\mu_1$  : Rata-rata skort es esai pada kelas eksperimen

$\mu_2$  : Rata-rata skort es esai pada kelas kontrol

$H_0$  : Tidak terdapat pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM terhadap keterampilan proses sains siswa dalam materi sistem koloid di SMA Negeri 2 Muaro Jambi

$H_a$  : Terdapat pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM terhadap keterampilan proses sains siswa dalam materi sistem koloid di SMA Negeri 2 Muaro Jambi

Uji – t dilakukan dengan rumus, sebagai berikut :

$$t = \frac{X_1 - X_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \text{ ( jika } n_1 \neq n_2 \text{ dan varians homogen )}$$

$$t = \frac{X_1 - X_2}{s \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \text{ ( jika } n_1 = n_2 \text{ dan varians homogen )}$$

untuk menghitung simpangan baku (s) masing-masing kelompok kelas digunakan rumus :

$$S^2 = \frac{n \sum X_i^2 - (\sum xi)^2}{n(n-1)}$$

Sedangkan untuk menghitung simpangan baku (s) gabungan kedua kelompok kelas dapat diturunkan dari rumus varians ( $S^2$ )

$$S^2 = \frac{(n_1-1)S_1^2 - (n_2-1)S_2^2}{N_1+n_2-2}$$

Keterangan :

$X_1$  = Skor rata-rata kelas eksperimen

$X_2$  = Skor rata-rata kelas kontrol

$S_1^2$  = Varians kelas eksperimen

$S_2^2$  = Varias kelas kontrol

$n_1$  = jumlah siswa kelas eksperimen

$n_2$  = Jumlah siswa kelas kontrol

Adapun kriteria pengujian, sebagai berikut :

- 1) Hipotesis alternatif ( $H_a$ ) diterima jika  $t_{hitung} > t_{tabel}$ , pada taraf nyata 95% ( $\alpha = 0,05$ ) dan derajat kebebasan adalah  $(n_1 + n_2 - 2)$ , maka  $H_0$  ditolak.
- 2) Hipotesis alternatif ( $H_a$ ) ditolak jika  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ , pada taraf nyata 95% ( $\alpha = 0,05$ ) dan derajat kebebasan adalah  $(n_1 + n_2 - 2)$ , maka  $H_0$  diterima.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Hasil Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di SMA N 2 Muaro Jambi pada semester genap dengan menggunakan dua kelas sampel yaitu kelas eksperimen ( XI MIPA 1 ) dan kelas kontrol ( XI MIPA 2 ) dengan jumlah siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol masing – masing 30 dan 31. Pada kelas eksperimen pembelajaran menggunakan model *Project Based Learning* berbasis STEM sedangkan pada kelas kontrol diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran *Direct Learning*, masing-masing sebanyak tiga kali pertemuan disetiap kelas sampel.

Pada sub hasil penelitian ini akan ditampilkan data-data hasil penelitian yang diperoleh dari instrumen penelitian berupa lembar observasi Keterlaksanaan model *Project Based Learning* Berbasis STEM oleh guru dan siswa pada kelas eksperimen, serta lembar observasi keterampilan proses sains dan *posttest* berupa tes esai pada kedua kelas sampel. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti hasil sebagai berikut :

##### **4.1.1 Lembar observasi penerapan model oleh guru**

Data yang diperoleh dari instrumen ini merupakan data kualitatif yang diperoleh dari hasil pengamatan satu orang observer terhadap aktivitas guru dalam penerapan model pembelajaran *Project Based Learning Berbasis STEM* dikelas eksperimen. Adapun hasil penilaian instrumen ini dapat dilihat pada lampiran 17.

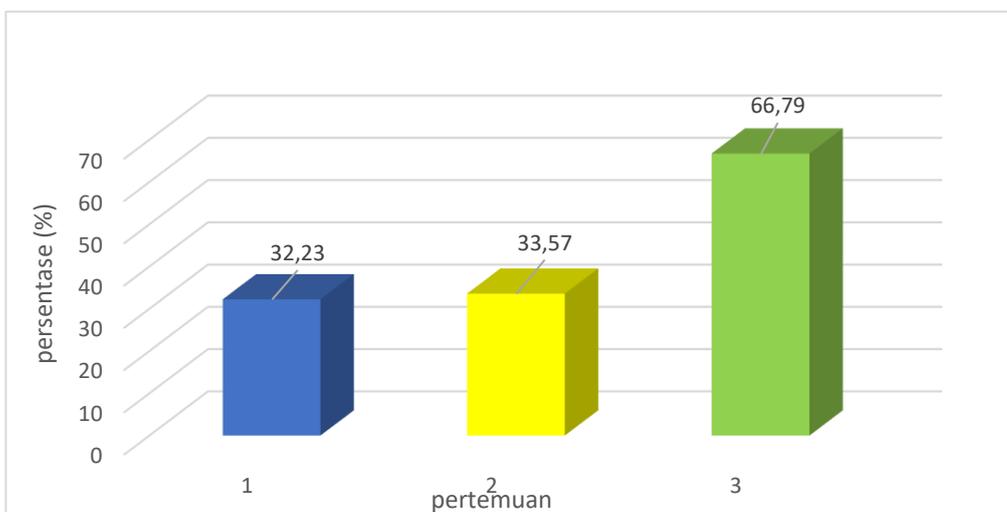
#### 4.1.2 Lembar observasi aktivitas siswa

Data instrumen merupakan data kuantitatif yang diperoleh dari hasil pengamatan 6 orang observer terhadap aktivitas siswa untuk menguraikan keterlaksanaan model pembelajaran *Project Based Learning Berbasis STEM* dikelas eksperimen. Adapun rekapitulasi hasil penilaian instrumen ini dapat dilihat pada lampiran 18. Hasil observasi penilaian aktivitas siswa persintaks dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 4.1** Hasil observasi keterlaksanaan model *Project Based Learning Berbasis STEM* oleh siswa

Sintak	Skor Rerata Aktivitas Siswa			Rata-Rata
	Pertemuan 1	Pertemuan 2	Pertemuan 3	
Reflection	3,93	3,85	7,74	5,17
Research	2,16	2,93	4,45	3,18
Discovery	3,18	3,18	6,22	4,19
Application	3,11	3,33	6,77	4,40
Comunication	3,07	2,94	6,38	4,13
<b>Total</b>	15,472	16,116	32,03	21,08
<b>Rata-rata</b>	3,09	3,22	6,4	42,16
<b>Persentase</b>	32,23	33,57	66,72	87,83
<b>Kategori</b>	Cukup Baik	Baik	Sangat Baik	Baik

Berikut ini diagram hasil observasi keterlaksanaan model pembelajaran *Project Based Learning Berbasis STEM* oleh siswa,



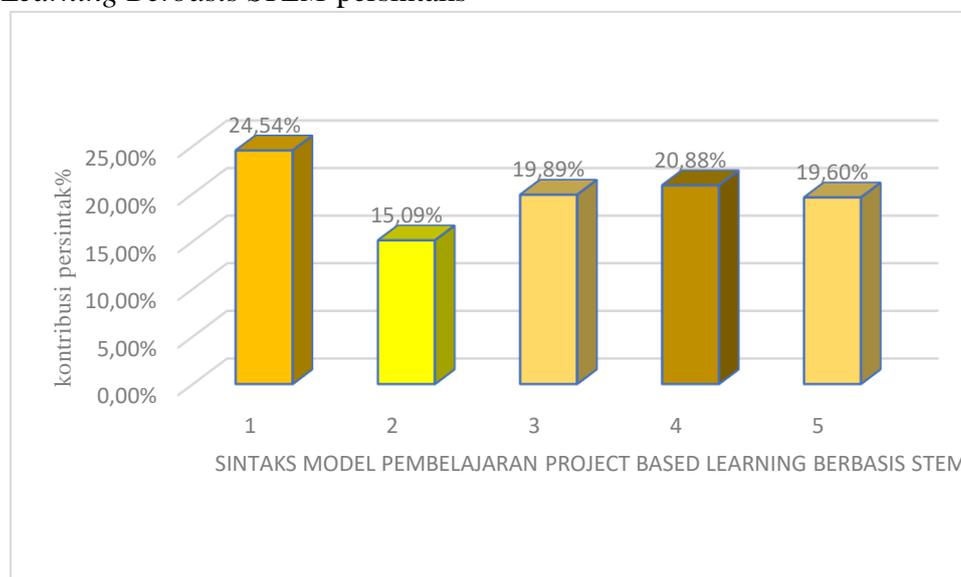
Gambar 4.1 Diagram hasil observasi ketererlaksanaan Model pembelajaran Project based Learning berbasis stem oleh siswa

Berikut ini adalah data kontribusi model pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis *STEM* persintaks

**Tabel 4.2** Data Kontribusi Model *Project Based Learning* Berbasis *STEM* persintaks

Sintaks	Rerata persintaks	Kontribusi Persintaks (%)
Reflection	5,17	24,54
Research	3,18	15,09
Discovery	4,19	19,89
Application	4,4	20,88
Comunication	4,13	19,60
Total	21,07	100,00

Berikut ini adalah diagram kontribusi model pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis *STEM* persintaks



Gambar 4.2 diagram kontribusi model pembelajaran project based learning berbasis stem

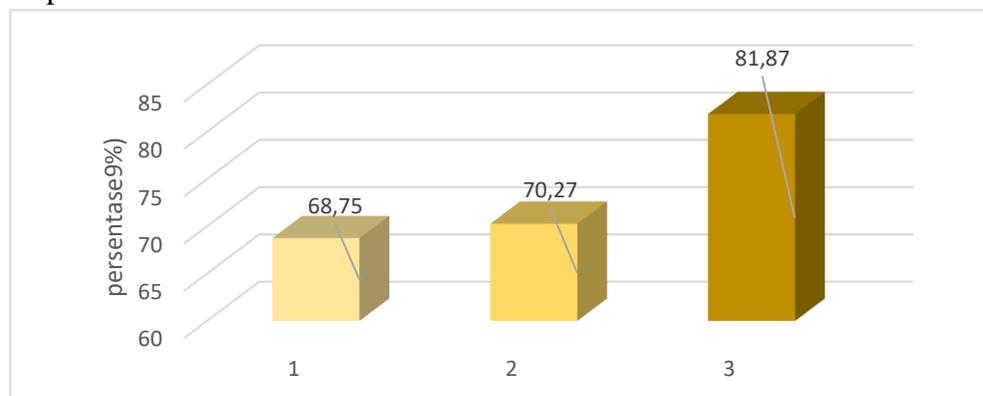
#### 4.1.3 Lembar observasi Keterampilan Proses Sains

Data instrumen ini berupa data kuantitatif yang diperoleh dari hasil pengamatan 6 orang observer selama proses pembelajaran dikelas eksperimen dan kelas kontrol. Adapun rekapitulasi hasil penilaian instrumen ini dapat dilihat pada lampiran 22 dan lampiran 23. Hasil observasi keterampilan proses sains siswa pada kelas eksperimen dapat dilihat pada tabel dibawah ini,

**Tabel 4.3** hasil observasi Keterampilan Proses Sains pada kelas eksperimen

Pertemuan	Rata-rata	Persentase	Kategori
1	2,75	68,75	Cukup baik
2	2,81	70,27	Baik
3	3,27	81,87	Sangat baik
Rata-rata	2,94	73,63	Baik

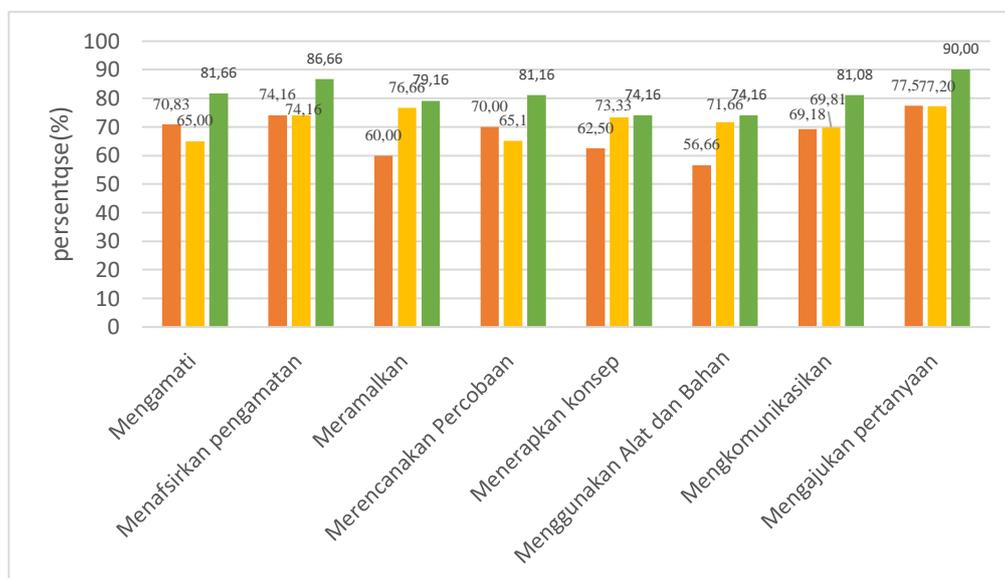
Berikut ini diagram hasil observasi Keterampilan Proses sains pada kelas eksperimen

**Gambar 4.3** Diagram Hasil Observasi Keterampilan proses sains

Adapun hasil observasi keterampilan proses sains siswa pada kelas eksperimen berdasarkan indikator keterampilan proses sains siswa tiap pertemuan dapat dilihat pada tabel dan diagram dibawah ini,

**Tabel 4.4** Hasil observasi keterampilan proses sains siswa berdasarkan indikator keterampilan proses sains siswa pada kelas eksperimen

Point	Indikator keterampilan proses sains	Pertemuan 1		Pertemuan 2		Pertemuan 3		Rata-rata	%
		Rata-rata	%	Rata-rata	%	Rata-rata	%		
1	Mengamati	2,83	70,83	2,60	65,00	3,26	81,66	2,89	60,34
2	Menafsirkan pengamatan	2,96	74,16	2,93	74,16	3,46	86,66	3,11	64,93
3	Meramalkan	2,40	60,00	3,06	76,66	3,16	79,16	2,87	59,86
4,5,6	Merencanakan Percobaan	2,80	70,00	2,64	65,10	3,26	81,16	2,90	60,41
7	Menerapkan konsep	2,50	62,50	2,93	73,33	2,96	74,16	2,79	58,26
8	Menggunakan Alat dan Bahan	2,26	56,66	2,86	71,66	2,96	74,16	2,69	56,11
9,10	Mengkomunikasikan	2,73	69,18	2,70	69,81	3,23	81,08	2,88	60,13
11,12	Mengajukan pertanyaan	3,08	77,50	3,01	77,20	3,60	90,00	3,23	67,29



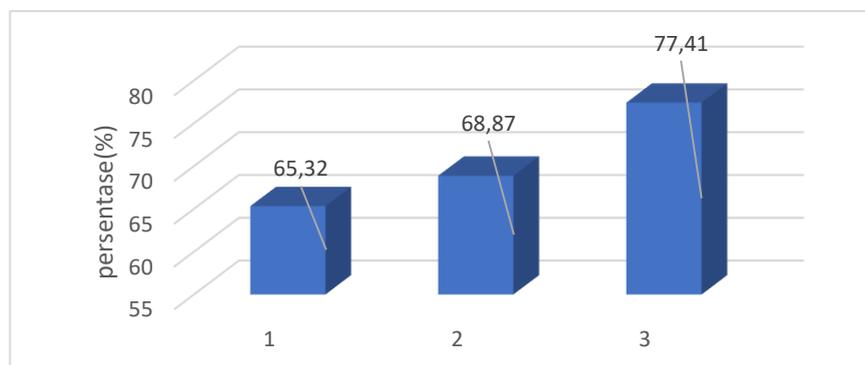
Gambar 4.4 Diagram Keterampilan Proses Sains Siswa berdasarkan indikator Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas eksperimen

Adapun hasil observasi keterampilan proses sains siswa pada kelas kontrol dapat dilihat pada tabel dibawah ini,

**Tabel 4.5** Hasil Observasi Keterampilan Proses Sains Siswa pada Kelas Kontrol

Pertemuan	Rata-rata	Persentase	Kategori
1	2,17	65,32	baik
2	2,29	68,87	Baik
3	2,58	77,41	Baik
Rata-rata	2,34	70,53	Baik

Berikut ini diagram hasil observasi keterampilan proses sains siswa pada kelas kontrol,

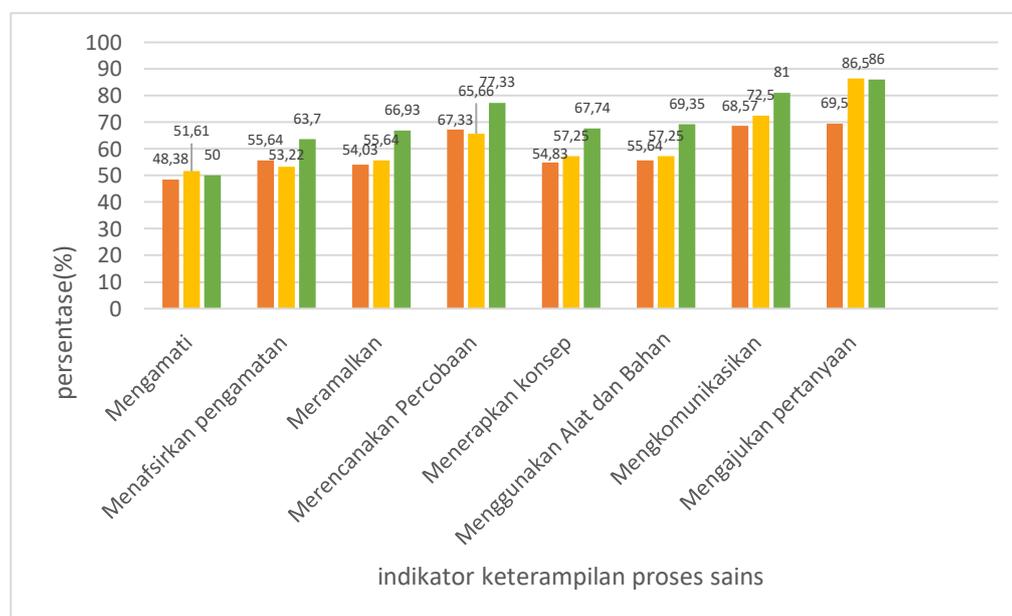


Gambar 4.5 Diagram Hasil Observasi Keterampilan Proses Sains Siswa kelas Kontrol

Adapun hasil observasi keterampilan proses sains siswa pada kelas kontrol berdasarkan indikator keterampilan proses sains siswa tiap pertemuan dapat dilihat pada tabel dan diagram dibawah ini,

**Tabel 4.6** Hasil Observasi Keterampilan Proses Sains Siswa Berdasarkan indicator Keterampilan Proses Sains pada kelas Kontrol

Point	Indicator keterampilan proses sains	Pertemuan 1		Pertemuan 2		Pertemuan 3		Rata-rata	%
		Rata-rata	%	Rata-rata	%	Rata-rata	%		
1	Mengamati	1,93	48,38	2,06	51,61	2,00	50,00	1,99	41,59
2	Menafsirkan pengamatan	2,25	55,64	2,12	53,22	2,54	63,70	2,30	47,98
3	Meramalkan	2,16	54,03	2,22	55,64	2,67	66,93	2,35	48,95
4,5,6	Merencanakan Percobaan	2,17	67,33	2,11	65,66	2,49	77,33	2,25	47,01
7	Menerapkan konsep	2,19	54,83	2,29	57,25	2,70	67,74	2,39	49,86
8	Menggunakan Alat dan Bahan	2,25	55,64	2,29	57,25	2,77	69,35	2,43	50,76
9,10	Mengkomunikasikan	2,73	68,57	2,33	72,50	2,61	81,00	2,55	53,26
11,12	Mengajukan pertanyaan	2,24	69,50	2,79	86,50	2,77	86,00	2,60	54,16

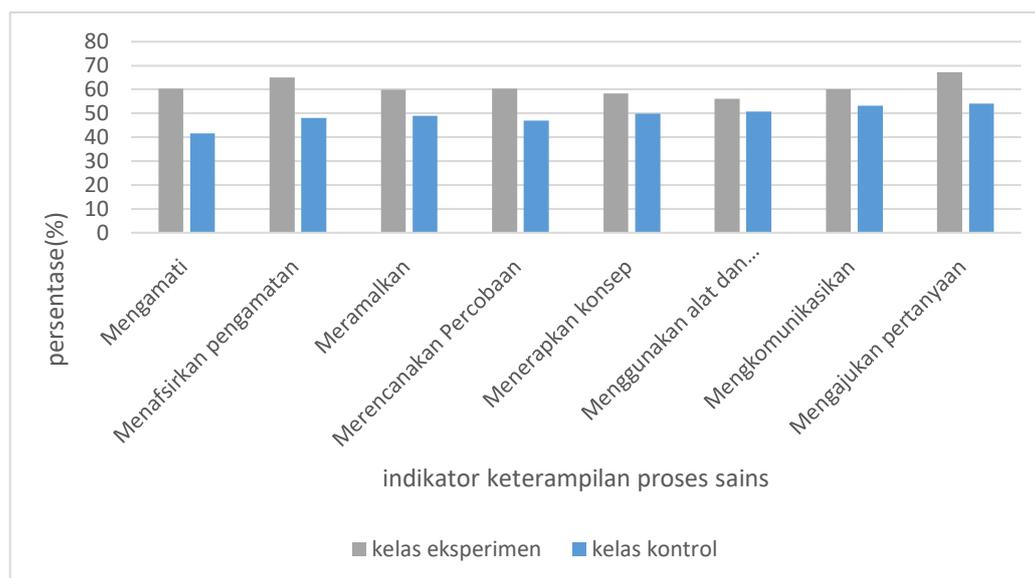


Gambar 4.6 Diagram Keterampilan Proses Sains Siswa berdasarkan indicator Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas Kontrol

Berikut ini disajikan data kumulatif hasil observasi keterampilan proses sains siswa berdasarkan indicator keterampilan proses sains pada kelas eksperimen dan kelas kontrol sebanyak tiga pertemuan pada tabel dan diagram dibawah ini,

**Tabel 4.7** Data Kumulatif Observasi Keterampilan Proses Sains Siswa Berdasarkan indicator Keterampilan Proses Sains

Indicator keterampilan proses sains	No	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
		Rata – rata	%	Rata – rata	%
Mengamati	1	2,89	60,34	1,99	41,59
Menafsirkan pengamatan	2	3,11	64,93	2,30	47,98
Meramalkan	3	2,87	59,86	2,35	48,95
Merencanakan Percobaan	4,5,6	2,90	60,41	2,25	47,01
Menerapkan konsep	7	2,79	58,26	2,39	49,86
Menggunakan alat dan bahan	8	2,69	56,11	2,43	50,76
Mengkomunikasikan	9,10	2,88	60,13	2,55	53,26
Mengajukan pertanyaan	11,12	3,23	67,29	2,60	54,16
<b>Jumlah</b>		23,36	48,73	18,86	39,35
<b>Rata – rata</b>		2,92	60,91	2,37	49,19



Gambar 4.7 Diagram Data Kumulatif hasil Observasi Keterampilan Proses Sains Siswa berdasarkan indicator keterampilan proses sains

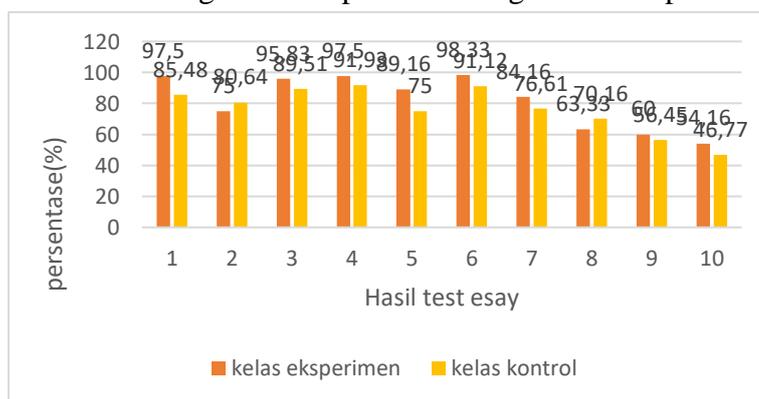
#### 4.1.4 Tes esai

Data ini diperoleh dari nilai kognitif siswa pada akhir pertemuan pembelajaran (*posttest*), dimana instrumen tes esai terdiri dari 10 soal. Adapun rekapitulasi hasil tes esai siswa pada kelas eksperimen dapat dilihat pada lampiran 19 dan pada kelas dapat dilihat pada lampiran 20. Sedangkan hasil penilaian kognitif keterampilan proses sains siswa dapat dilihat pada lampiran 21. Berikut disajikan tabel dan diagram hasil penilaian kognitif siswa berdasarkan indicator keterampilan proses sains pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dibawah ini,

**Tabel 4.8** Hasil penilaian kognitif tes esai siswa

Nomor Soal	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
	Rata-rata	Persentase (%)	Rata-rata	Persentase (%)
1	3,90	97,50	3,41	85,48
2	3,00	75,00	3,22	80,64
3	3,83	95,83	3,58	89,51
4	3,90	97,50	3,67	91,93
5	3,56	89,16	3,00	75,00
6	3,93	98,33	3,64	91,12
7	3,36	84,16	3,06	76,61
8	2,53	63,33	2,80	70,16
9	2,40	60,00	2,25	56,45
10	2,16	54,16	1,87	46,77
Rata-rata	3,25	81,49	3,05	76,36

Berikut ini diagram hasil penelitian kognitif siswa pada kedua kelas sampel,



Gambar 4.8 Diagram Hasil Penilaian Kognitif

#### 4.1.5 Pengujian hipotesis

Uji hipotesis dilakukan untuk membuktikan hipotesis pada penelitian ini yaitu terdapat pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM terhadap keterampilan proses sains siswa pada materi sistem koloid di SMA Negeri 2 Muaro Jambi. Pengujian dilakukan menggunakan uji t dengan syarat data yang diperoleh berdistribusi normal dan homogen. Berikut ini hasil pengujian hipotesis yang diperoleh :

##### 1. Uji Normalitas

Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan data yang diperoleh berdistribusi normal atau tidak. Berikut ini tabel hasil pengujian data menggunakan uji Lilefors,

**Tabel 4.9** Hasil Uji Normalitas

No	Data yang dianalisis	$L_{hitung} (L_0)$	$L_{tabel} (\alpha=0,05)$	Kesimpulan
1	Hasil Posttest kelas eksperimen	0,130250	0,16150	Lhitung < Ltabel, maka data berdistribusi normal
2	Hasil Posttest kelas Kontrol	0,122572	0,159113	Lhitung < Ltabel, maka data berdistribusi normal

## 2. Uji Homogenitas

Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan data yang diperoleh memiliki varian yang homogen dengan menggunakan uji Fisher. Adapun hasil pengujian menunjukkan nilai  $F_{hitung}$  adalah 0,5399 sedangkan nilai  $F_{tabel}$  adalah 0,5792 berdasarkan hasil pengujian tersebut menunjukkan nilai  $F_{hitung} < F_{tabel}$  artinya data yang diperoleh memiliki varian yang homogen.

## 3. Uji t

Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan hipotesis penelitian dengan menggunakan uji t pihak kanan. Adapun hasil pengujian menunjukkan nilai  $t_{hitung}$  adalah 2,705347 sedangkan  $t_{tabel} (\alpha = 0,05; df = 59)$  adalah 1,67109 artinya  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran *Project based Learning* berbasis STEM terhadap keterampilan proses sains siswa dalam materi Sistem Koloid di SMA Negeri 2 Muaro Jambi.

## 4.2. Pembahasan

Penelitian ini dilakukan di SMA N 2 Muaro Jambi dengan tujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh penerapan model *Project Based Learning* berbasis STEM terhadap keterampilan proses sains siswa pada materi sistem koloid di SMA N 2 Muaro Jambi. Masing-masing sampel diberikan LKPD yang sama. Adapun

kelas eksperimen diajarkan dengan model pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM, sedangkan kelas kontrol diajarkan dengan pembelajaran *Direct Instruction*.

Pada kelas eksperimen dilakukan pengamatan terhadap keterlaksanaan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM oleh guru dan siswa yang diamati oleh observer. Untuk mengetahui keterampilan proses sains siswa pada kedua kelas sampel dilakukan pengamatan secara afektif oleh observer menggunakan lembar observasi kemampuan keterampilan Proses Sains dan pelaksanaan *posttest* berupa tes esai pada akhir pertemuan untuk mengukur keterampilan proses sains siswa secara kognitif. Berdasarkan perolehan data yang telah dianalisa dan hasil pengujian hipotesis menunjukkan bahwa terdapat pengaruh penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM terhadap keterampilan proses sains siswa siswa dalam materi Sistem Koloid.

#### **4.2.1 Analisis sebab-akibat model *Project Based Learning* berbasis STEM**

##### **berpengaruh terhadap keterampilan proses sains siswa**

Selama proses pembelajaran, satu orang observer mengamati kegiatan guru dan lima orang observer mengamati kegiatam siswa pada setiap pertemuan. Pada pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM ini siswa dituntut untuk menyelesaikan permasalahan dikehidupannya melalui kegiatan proyek yang terintegrasi oleh empat bidang ilmu yakni *Science, Tehcnology, Engineering* dan *Mathematics* dengan banyak ide/ gagasan/ cara sehingga siswa terbiasa untuk mengembangkan keterampilan proses sains nya.

analisis sintak model *Project Based Learning* berbasis STEM :

- ***Reflection***

Pada tahap ini, guru berperan sebagai subjek yang akan membawa siswa kedalam konteks masalah dan memberikan inspirasi kepada siswa untuk segera mulai menyelidiki/menginvestigasi dengan mengajukan berbagai pertanyaan terkait dengan permasalahan. Namun, berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh bahwa siswa cenderung diam dan menunggu guru yang memberikan permasalahan terlebih dahulu, maka setelahnya siswa akan mulai berpartisipasi dengan memunculkan berbagai pertanyaan berdasarkan keingin tahuan mereka untuk memecahkan permasalahan. Konteks masalah yang diberikan berhubungan dengan kehidupan sehari-hari sehingga siswa dapat berpikir lancar yang dihubungkan dengan pengalaman siswa untuk memunculkan banyak ide/ gagasan baru yang bervariasi, hal ini sejalan dengan teori konstruktivisme yang menyebutkan bahwa pembelajaran akan dirasakan memiliki makna apabila secara langsung ataupun tidak langsung berhubungan dengan pengalaman sehari-hari yang dialami oleh siswa itu sendiri. Artika dan saefudin (2017) menyatakan bahwa kemampuan berpendapat merupakan kemampuan siswa dikelas untuk mengungkapkan apa yang ada dalam pikirannya sehingga menunjang keefektifan pembelajaran dikelas serta mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa

- ***Research***

Setelah melakukan penyelidikan maka diharapkan munculnya dugaan sementara dari siswa untuk menjawab permasalahan yang diberikan. Pada tahap ini siswa diharapkan mencari informasi ataupun sumber yang relevan yang dapat membantu siswa untuk memperoleh ide dengan cara mereka masing-masing kemudian mengungkapkan ide/gagasan tersebut

sebagai solusi untuk memecahkan permasalahan. Sukmawijaya et al.(2019) berpendapat bahwa siswa perlu melakukan beberapa hal seperti menerima tantangan dari masalah, merencanakan strategi penyelesaian masalah, menerapkan strategi dan menguji kembali solusi yang diperoleh. Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan diperoleh bahwa seluruh siswa mencari berbagai sumber yang relevan sehingga mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa pada aspek *mengamati, menafsirkan pengamatan* ditandai dengan banyaknya ide yang muncul untuk menyelesaikan permasalahan yang muncul.

- ***Discovery***

Ide yang telah diperoleh siswa akan diarahkan oleh peneliti untuk dievaluasi kembali secara merinci antar siswa dalam kelompok, hal ini sejalan dengan teori belajar konstruktivisme yang menyebutkan bahwa proses belajar merupakan proses pengkonstruksian pengetahuan dimana siswa akan mampu melihat dan memahami realita, mengembangkan kemampuan berpikir, serta melibatkan perasaan memotivasi mereka untuk berbuat sesuatu yang konkrit. Pada tahap ini adanya peningkatan keterampilan proses sains pada siswa pada aspek merencanakan penelitian dikarenakan adanya kegiatan pembelajaran dimana siswa mengevaluasi ide yang diperoleh sehingga siswa akan mendapatkan kesimpulan untuk memperbaiki ide tersebut dan tidak terdapat kekurangan ketika diterapkan. Hal ini didukung oleh Ismayani (2016) yang menyatakan bahwa siswa dengan kemampuan analisa yang tinggi akan memiliki kemampuan menguraikan dan menghubungkan antar bagian dengan cermat sehingga kesimpulan dapat diambil dengan tepat. Berdasarkan hasil

observasi diperoleh bahwa siswa kesulitan dalam mengevaluasi ide yang diperoleh sehingga tidak ada ide/gagasan yang mereka simpulkan secara merinci. Oleh karena itu aspek merencanakan penelitian kurang terlihat pada tahap ini. Hal ini mungkin terjadi karena kurangnya interaksi aktif antar guru dan siswa. Padahal menurut Fathurohman (2017) bahwa bilamana dalam proses belajar siswa mengalami kesulitan didalam mengolah pesan, maka dapat dikatakan terdapat kendala pembelajaran yang membutuhkan bantuan guru. Bantuan guru tersebut hendaknya dapat mendorong siswa untuk memiliki kemampuan sendiri dalam mengolah bahan belajar. Selain mengevaluasi ide, sintak ini juga menuntut siswa untuk membuat suatu proyek sesuai dengan intruksi yang telah diberikan, kemudian siswa dengan kelompoknya membuat suatu proyek yang belum pernah diciptakan sebelumnya.

- ***Application***

Setelah siswa menyelesaikan proyeknya, maka pada tahap application ini siswa belajar menghubungkan antar bidang dalam STEM yang bertujuan untuk menguji produk yang dibuat. Ketika melakukan uji coba akan terlihat apakah alat tersebut berjalan baik ketika digunakan. Berdasarkan hasil observasi terdapat satu kelompok yang alat uji penjernihan airnya tidak berfungsi dengan baik. Setiap siswa dalam kelompok mempelajari kembali apa yang salah pada alat tersebut untuk diperbaiki dan digunakan tanpa kendala. Dengan adanya kegiatan seperti ini siswa akan belajar untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan sebagai kesempatan mempelajari kesalahan untuk dihindari. Oleh karena itu pada tahap ini dapat dilihat keterampilan proses sains siswa pada aspek

menggunakan alat dan bahan, menerapkan konsep, dan menafsirkan pengamatan.

- ***Comunication***

Tahap terakhir pada model *Project Based Learning* berbasis STEM yaitu mengkomunikasikan produk/ solusi antar siswa melalui presentasi, sama seperti tahap *application*, tahap *communication* juga meningkatkan keterampilan proses sains dari seluruh aspek. sesuai hasil observasi yang telah dilakukan, setiap kelompok mengkomunikasikan produk/solusi yang telah dibuat kemudian dilakukan sesi tanya jawab dimana kegiatan ini merupakan keterampilan komunikasi. Hal ini sesuai dengan pendapat Gasong (2018) menyatakan komunikasi siswa yang terencana berupa penyampaian pendapat, berdiskusi dan memahami masalah dalam kehidupan masyarakat.

Setelah dianalisis setiap sintak , dapat disimpulkan bahwa model *Project Based Learning* berbasis STEM berpengaruh terhadap keterampilan proses sains siswa. Tseng et al. (2013) mengungkapkan bahwa pembelajaran berbasis proyek berbasis STEM meningkatkan minat belajar siswa, belajar menjadi lebih bermakna, membantu siswa dalam menyelesaikan masalah kehidupan nyata dan mendukung karir masa depan. Selain itu *Project Based Learning* berbasis STEM menimbulkan tantangan dan memotivasi siswa untuk melatih pemikiran kritis, analisis dan meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Capraro et al., 2013). Berdasarkan kegiatan pembelajaran yang melibatkan siswa ini lah yang dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa.

#### 4.2.2 Penerapan *Model Project Based Learning* berbasis STEM dan Model

##### Konvensional pada materi Sistem Koloid

Sub bab ini akan membahas bagaimana pengaruh penggunaan model *Project Based Learning* berbasis STEM dikelas eksperimen dan penggunaan model konvensional/biasa dikelas kontrol. Hasil uji t pada data hasil *posttest* tes esai menunjukkan nilai  $t_{hitung}$  adalah 2,705347 sedangkan  $t_{tabel}$  ( $\alpha = 0,05$ ;  $df = 59$ ) adalah 1,67109 artinya  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Disimpulkan bahwa terdapat pengaruh penggunaan model *Project Based Learning* berbasis STEM terhadap keterampilan proses sains.

1. Penerapan model *Project Based Learning* berbasis STEM pada kelas eksperimen

Selama proses pembelajaran, satu orang observer mengamati aktivitas guru dan enam orang observer mengamati aktivitas siswa pada setiap pertemuan. Pada pembelajaran *Project Based Learning berbasis STEM* ini siswa dituntut untuk membuat suatu proyek yang bertujuan agar siswa mampu menyelesaikan permasalahan dikehidupannya dengan banyak ide/gagasan/cara sehingga siswa terbiasa untuk mengembangkan keterampilan proses sainsnya.

Pertemuan pertama pada pembelajaran berdasarkan aktivitas guru terlihat bahwa masih terdapat kendala dalam membimbing siswa mengajukan pertanyaan, sehingga siswa cenderung diam dan menunggu intruksi dari guru kemudian setelahnya terdapat beberapa siswa saja yang mulai berpartisipasi dengan memunculkan berbagai pertanyaan. Saat proses pembelajaran guru belum maksimal dalam mengarahkan siswa untuk merumuskan jawaban permasalahan sehingga masih banyak siswa yang belum mengerti bagaimana menyelesaikan rumusan

masalah yang diberikan berdasarkan tujuan pembelajaran sehingga proses diskusi pada pertemuan pertama menjadi tidak optimal. Menurut Indriani, Suryadharna, dan Yahmin (2017) dalam tahap mengorientasi siswa pada masalah yang harus dilakukan guru adalah menjelaskan tujuan pembelajaran, mengajukan fenomena untuk memunculkan masalah dan memotivasi siswa untuk terlibat dalam pemecahan masalah yang dipilih. Model *Project Based Learning* berbasis STEM mempunyai kesesuaian dengan teori belajar kognitivisme, karena siswa diarahkan untuk menyelesaikan permasalahan pada lembar kerja sesuai dengan pengetahuan dan kemampuan sendiri. Setelah itu siswa berdiskusi dengan temannya kemudian siswa dapat menarik kesimpulan sendiri mengenai materi yang diberikan.

Pada saat pembelajaran berlangsung siswa diarahkan untuk membuat sebuah proyek alat penjernihan air sederhana dimana hal tersebut berhubungan atau terintegrasi dengan sintaks-sintaks STEM, dimana pada sintak *Science* siswa dituntut untuk mencari apa saja kaitan penjernihan air dengan koloid peristiwa koloid apa yang terjadi pada proses penjernihan air, kemudian pada sintaks *technology* siswa akan mencari informasi terkait proses penjernihan melalui teknologi yang ada, yang ketiga untuk sintaks *engineering* dimana siswa menyusun sendiri atau merangkai sendiri alat-alat yang digunakan pada penjernihan air sederhana milik kelompoknya sehingga disini timbul indikator berkomunikasi serta menggunakan alat dan bahan pada keterampilan proses sains karena siswa akan bekerja sama dengan kelompoknya untuk menyelesaikan permasalahan yang ada, terakhir yaitu *mathematic* pada sintaks ini siswa akan menghitung perbandingan bahan-bahan yang digunakan pada alat penjernihan air tersebut sehingga akan menimbulkan pembelajaran yang siswanya hanya memperhatikan

guru saja tetapi siswa dituntut untuk memikirkan sendiri cara penyelesaian masalah yang ada pada kelompoknya.

Selain itu proses pembelajaran dengan model *Project Based Learning berbasis STEM* ini mengacu pada pembelajaran konstruktivisme, yaitu guru berperan sebagai fasilitator yang memberikan fasilitas kepada siswa agar setiap siswa semakin menumbuhkan rasa ingin tahu serta ketertarikan terhadap materi pembelajaran. Hal ini mendorong siswa untuk mengembangkan pengetahuannya sendiri. Uraian tersebut sesuai dengan teori konstruktivis yang mengaplikasikan bagaimana pentingnya sisi keaktifan siswa dalam kegiatan belajar. Menurut Sadia (2014) teori konstruktivisme adalah gagasan bahwa masing-masing pelajar harus bisa mengolah informasi juga menemukan informasi dan menjadikan pengetahuan ini miliknya sendiri.

Pertemuan kedua berdasarkan hasil observasi terlihat guru telah mampu mengarahkan siswa untuk mengevaluasi kembali ide yang telah diperoleh agar tidak terdapat kesalahan dalam penerapan ide tersebut. Hal ini terlihat selama proses pembelajaran sebagian siswa telah mengevaluasi ide secara merinci siswa sudah mulai mampu memberikan jawaban yang beragam dan unik dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan dimana siswa mampu bekerja sama dengan baik selama proses pembelajaran. Selain itu guru juga telah maksimal dalam membimbing siswa merancang proyek sesuai ide yang diperoleh masing-masing kelompok sehingga setiap kelompok mampu menyelesaikan proyek yang berupa alat uji penjernihan air dengan baik dan tepat waktu.

Pertemuan ketiga terlihat guru sudah lebih baik lagi dalam mengarahkan siswa untuk melakukan uji coba alat, presentasi dan berdiskusi dimana guru mampu

meperbaiki kekurangan pada pertemuan sebelumnya. Terjadi peningkatan dari pertemuan sebelumnya karena siswa juga semakin baik dalam pembelajaran dimana siswa dapat melakukan uji coba alat praktikum, mempresentasikan hasil dan mendiskusikan hasil praktikumnya dengan baik pula. Hal ini sejalan dengan pendapat Sani (2019) yang menyatakan bahwa pemberian pertanyaan akan membantu siswa belajar secara mental dan lebih sempurna dalam memberikan informasi. Keterampilan proses sains siswa terlihat dari hasil tes esai yang dilakukan diakhir pertemuan beserta hasil observasi yang diperoleh selama proses pembelajaran.

Model *Project Based Learning berbasis STEM* sudah terlaksana dengan baik. Siswa dapat meningkatkan keterampilan proses sains yang dimilikinya serta menemukan konsep dengan menemukan informasi pada fenomena yang disajikan dalam kehidupan sehari-hari. Seorang siswa harus memiliki kemampuan berpikir divergen yang diperlukannya untuk memecahkan permasalahan dan menemukan konsep baru dalam kegiatan belajarnya serta memiliki kemampuan menggunakan berbagai macam alternatif solusi terhadap permasalahan yang dihadapinya. Pernyataan diatas telah menggambarkan bahwa keterampilan proses sains siswa jelas terlihat pada siswa dikelas eksperimen dimana rata-rata hasil observasi keterampilan proses sains siswa ialah 87,83 dengan kategori sangat baik. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Maulana (2019) menyatakan pembelajaran yang menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM diperoleh rata-rata hasil belajar pada ranah kognitif berada dalam kategori baik. Rata-rata hasil belajar pada siswa pada ranah sikap diperoleh sangat

baik. Sedangkan rata-rata hasil belajar pada aspek keterampilan didapatkan kategori sangat baik.

## 2. Penerapan model *Direct Instruction* pada kelas kontrol

Selama proses pembelajaran, satu orang observer mengamati aktivitas guru dan enam orang observer mengamati aktivitas siswa pada setiap pertemuan, selama proses pembelajaran dilakukan model konvensional atau model biasa digunakan guru saat mengajar materi sistem koloid sehingga ini dapat menjadi kontrol terhadap perlakuan yang diberikan.

Kegiatan pembelajaran diawali dengan penjelasan materi oleh guru secara singkat. Kemudian guru meminta siswa untuk menyimak contoh yang diberikan dan siswa diminta untuk mencoba soal lainnya. Guru juga memberikan bantuan kepada siswa yang mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah. Dalam pelaksanaan model pembelajaran ini aktivitas yang dilakukan siswa sudah baik, namun dalam pelaksanaannya keterampilan proses sains siswa kurang tampak karena faktor-faktor yang mempengaruhinya tidak dilakukan semaksimal mungkin seperti model *Project Based Learning* berbasis STEM. Hal ini dikarenakan siswa mengikuti proses pembelajaran yang berlangsung tahap demi tahap berdasarkan intruksi guru sehingga peran guru tidak mendominasi. Sebagaimana yang disebutkan Citra Ashibudik dan Yonata (2018) bahwa metode ceramah plus diskusi yang digunakan guru merupakan metode mengajar yang membantu siswa untuk mempelajari keterampilan dasar dan memperoleh informasi yang diajarkan tahap demi tahap. Berbeda dengan model *Project Based Learning* berbasis STEM yang pada prinsipnya siswa bekerja sama berkelompok untuk memperoleh pengetahuan secara mandiri sehingga siswa benar-benar mengalami proses pembelajaran dan

diarahkan untuk mengembangkan keterampilan proses sains yang dibangun oleh siswa itu sendiri.

Berdasarkan kedua kondisi tersebut maka dapat ditarik kesimpulan mengapa keterampilan proses sains siswa menjadi berbeda. Pada kelas eksperimen siswa diberi perlakuan sesuai dengan sintak model *Project Based Learning* berbasis STEM yang menuntut siswa bisa mengembangkan keterampilan proses sains nya selama proses pembelajaran, sehingga siswa sudah terbiasa dalam menyelesaikan permasalahan tersebut, siswa terlatih memberikan ide/jawaban yang berbeda, serta mampu merancang percobaan mereka sendiri sesuai dengan cara dan versi mereka masing-masing. Sedangkan pada kelas kontrol siswa diberi perlakuan dengan model konvensional, dimana sintak disetiap model ini sudah biasa dihadapi oleh siswa dan untuk menyelesaikan pemasalahannya siswa dapat melihat acuan pada buku pelajaran atau internet, tanpa harus berupaya memikirkan alternatif jawaban yang lainnya.

#### 4.2.3 Aspek Keterampilan Proses Sains Siswa model *Project Based Learning*

berbasis STEM dan model konvensional pada materi sistem koloid

Keterampilan proses sains diperoleh dari hasil lembar observasi setiap pertemuan pada saat proses pembelajaran berlangsung. Adapun skor yang diperoleh berdasarkan pengamatan observer sejumlah enam orang berdasarkan jumlah kelompok. Menurut Ertikanto (2016) keterampilan proses sains meliputi keterampilan mengamati, menafsirkan pengamatan, meramalkan, menggunakan alat dan bahan, menerapkan konsep, merencanakan penelitian, berkomunikasi, dan mengajukan pertanyaan. Pernyataan ini sesuai dengan paradigma konstruktivis yaitu menekankan pada pentingnya siswa membangun sendiri pengetahuan mereka

melalui keterlibatan aktif pada proses belajar mengajar. Keterampilan proses sains akan terbentuk melalui proses berulang-ulang dan melibatkan aspek kognitif. Berdasarkan hasil observasi keterampilan proses sains siswa, diperoleh peningkatan setiap pertemuannya. Persentase keterampilan proses sains siswa berturut-turut dari pertemuan pertama kedua dan ketiga adalah 68,75; 70,27 ; 81,27 peningkatan keterampilan proses sains siswa pada setiap pertemuan ini dikarenakan peningkatan jumlah skor yang diperoleh masing-masing aspek setiap pertemuannya.

#### 1. Pertemuan 1

Pada pertemuan pertama, diperoleh persentase keterampilan proses sains siswa sebesar 68,75 dengan kategori baik. Pada indikator yang pertama *mengamati*, aspek yang diukur terdiri diukur yaitu mengamati fenomena atau permasalahan yang terdapat pada LKPD maupun video yang ditampilkan guru untuk mengetahui perbedaan larutan, koloid dan suspensi. Pada aspek ini didapatkan skor rata-rata sebesar 2,83, dimana siswa masih kurang teliti dalam mengidentifikasi dan masih terlihat bingung dalam mengamati masalah yang terdapat pada LKPD. Menurut Ertikanto (2016) mengamati merupakan kemampuan mengumpulkan fakta, mengklasifikasi, mencari kesamaan dan perbedaan atau memilah-milah mana yang penting, kurang atau tidak penting, dengan menggunakan semua indera atau melihat, mendengar, merasa, mengecap atau mencium.

Indikator keterampilan proses sains yang kedua yaitu *menafsirkan pengamatan*. Pada indikator ini, ada 2 aspek yang diukur yang pertama menghubungkan hasil pengamatan dengan teori. Pada aspek ini didapatkan skor rata-rata sebesar 2,96 Dimana masih terdapat beberapa siswa yang meminta banyak bimbingan dari guru dalam menghubungkan hasil pengamatan dengan teori. hal ini

sesuai dengan kognitif yang menyatakan dalam proses pembelajaran siswa mengaitkan informasi terbaru dengan konsep yang sudah ada dalam kognitif. Menurut Firman (2000) menafsirkan hasil pengamatan adalah menarik kesimpulan tentatif dari data yang dicatatnya.

Indicator keterampilan sains yang ketiga yaitu *meramalkan*. Pada indicator ini, peneliti membuat satu aspek yang diamati yaitu aspek menuliskan berbagai kemungkinan yang terjadi pada hasil pengamatan tentang cara membedakan larutan, koloid dan suspense. Pada aspek ini didapatkan skor rata-rata sebesar 2,40 dimana siswa hanya mampu menuliskan satu kemungkinan yang terjadi pada hasil pengamatan. Menurut Semiawan, dkk ( 1985 ) menjelaskan bahwa kemampuan membuat hipotesis adalah salah satu keterampilan yang sangat mendasar dan kerja ilmiah, seorang ilmuan biasanya membuat hipotesis yang kemudian diuji melalui eksperimen

Pada indicator keterampilan proses sains yang keempat yaitu *merancang penelitian*. Pada indicator ini dibagi menjadi tiga aspek yaitu, siswa menentukan langkah kerja yang ada pada LKPD yang diberikan oleh guru pada aspek ini didapat rata-rata skor sebesar 2,80 dimana dalam percobaan hanya ada beberapa siswa yang mampu menentukan Langkah kerja yang ada didalam LKPD yang diberikan.

Indicator keterampilan proses sains yang lima yaitu, *menerapkan konsep*, pada indicator ini terdapat dua indicator yang diamati yang pertama yaitu siswa menerapkan konsep materi pembelajaran pada hasil pembelajaran, pada aspek ini didapat skor rata-rata sebesar 2,50 dimana menurut observer masih banyak siswa yang kebingungan untuk menghubungkan konsep pembelajaran yang telah

didapatkan dengan hasil percobaan yang didapatkan atau diamati. dimana hanya Sebagian siswa saja yang memahami dan menggunakan konsep dari sistem koloid.

Indicator keterampilan proses sains yang keenam yaitu, *menggunakan alat dan bahan*. Menurut Firman ( 2000 ) agar siswa dapat memiliki keterampilan merencanakan percobaan maka siswa tersebut harus dapat menentukan alat dan bahan yang akan digunakan dalam percobaan. Pada indicator ini ada satu aspek yang diamati yaitu menggunakan alat dan bahan yang sesuai. Pada indicator ini didapatkan rerata skor sebesar 2,26 hal ini dikarenakan siswa sudah sedikit terampil dalam memilih alat dan bahan yang akan digunakan.

Pada indicator keterampilan proses sains yang ketujuh yaitu *mengkomunikasikan*. Pada indicator ini, peneliti menjabarkan menjadi dua aspek yaitu aspek pertama, mempresentasikan hasil pengamatan dan diskusi. Dimana setiap kelompok akan mengumpulkan hasil percobaannya dan akan dibandingkan dengan hasil percobaan siswa lainnya. Pada aspek ini didapatkan hasil skor rata-rata sebesar 2,40 hal ini dapat dilihat dari beberapa siswa sudah mampu mempresentasikan hasil diskusi namun harus ditunjuk terlebih dahulu dan siswa hanya membaca data pengamatan yang dibuat. Kedua, menyimpulkan. Menurut observer skor rata-rata yang didapatkan pada aspek ini sebesar 3,06 beberapa siswa sudah berani menyimpulkan pembelajaran namun ditunjuk terlebih dahulu oleh guru. Menurut firman (2000), keterampilan berkomunikasi adalah keterampilan menyampaikan gagasan atau hasil penemuannya kepada orang lain.

Indicator keterampilan proses sains siswa yang kedelapan adalah *mengajukan pertanyaan*. Pada indicator ini terdapat dua aspek yang diukur yang pertama bertanya apa, bagaimana dan mengapa pada aspek ini didapat rata-rata skor 3,10

dimana hanya beberapa siswa saja yang mengajukan pertanyaan dan hanya berdiskusi dengan beberapa teman kelompoknya saja. Pada aspek yang kedua yaitu memberikan pertanyaan yang melatar belakangi hipotesis pada aspek ini diapat rata-rata skor yaitu 3,06 terdapat beberapa siswa saja yang memberikan pertanyaan yang melatar belakangi hipotesis yang telah mereka buat dengan tepat selebihnya hanya diam saja.

## 2. Pertemuan 2

Pada pertemuan pertama, diperoleh persentase keterampilan proses sains siswa sebesar 70,25 dengan kategori baik, dimana persentase keterampilan proses sains siswa pada pertemuan kedua ini lebih tinggi dari pada persentase keterampilan proses sains yang pertama, dikarenakan siswa sudah mulai mengikuti pembelajaran pembelajaran dengan baik.

Pada indicator yang pertama *mengamati*, aspek yang diukur yaitu mengamati fenomena atau permasalahan yang terdapat pada LKPD maupun video yang ditampilkan guru untuk mengetahui perbedaan larutan, koloid dan suspense. Pada aspek ini didapatkan skor rata-rata sebesar 2,60 dimana siswa masih kurang teliti dalam mengidentifikasi dan masih terlihat bingung dalam mengamati masalah yang terdapat pada LKPD. Menurut Ertikanto (2016) mengamati merupakan kemampuan mengumpulkan fakta, mengklasifikasi, mencari kesamaan dan perbedaan atau memilah-milah mana yang penting, kurang atau tidak penting, dengan menggunakan semua indera atau melihat, mendengar, merasa, mengecap atau mencium.

Indicator keterampilan proses sains yang kedua yaitu *menafsirkan pengamatan*. Pada indicator ini ada satu aspek yang diukur yaitu menghubungkan hasil

pengamatan dengan teori. Pada aspek ini didapatkan skor rata-rata sebesar 2,96. Pada aspek ini siswa sudah mulai bisa menghubungkan hasil pengamatan yang dilihatnya dengan materi atau teori yang telah didapatkannya.

Indicator keterampilan sains yang ketiga yaitu *meramalkan*. Pada indicator ini, peneliti membuat satu aspek yang diamati yaitu aspek menuliskan berbagai kemungkinan yang terjadi pada hasil pengamatan tentang cara membedakan larutan, koloid dan suspensi. Pada aspek ini didapatkan skor rata-rata sebesar 2,40 dimana sebagian siswa sudah mampu dalam memprediksi jawaban dari permasalahan yang ada dan sudah memberikan lebih dari satu hipotesis awal. Menurut Sanjaya (2010) hipotesis adalah jawaban sementara dari persoalan yang diuji sehingga kebenarannya perlu diuji.

Pada indicator keterampilan proses sains yang keempat yaitu *merancang penelitian*. Pada indicator ini ada tiga aspek yang dikur yaitu, siswa menentukan langkah kerja yang ada pada LKPD yang diberikan oleh guru pada aspek ini didapat rata-rata skor sebesar 2,50 dimana siswa sudah mulai mampu menentukan langkah kerja yang ada didalam LKPD yang diberikan dan sesuai dengan urutannya. Aspek yang kedua menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk dapat menjalankan apa yang sedang terjadi mendapatkan rata-rata skor sebesar 2,93. Aspek yang ketiga menyusun hipotesis mendapatkan rata-rata sebesar 2,96 dimana sebagian besar siswa sudah bisa menyusun hipotesisnya.

Indicator keterampilan proses sains yang kelima yaitu, *menerapkan konsep*, pada indicator ini terdapat satu indicator yang diamati yang pertama yaitu siswa menerapkan konsep materi pembelajaran pada hasil pembelajaran, pada aspek ini didapat skor rata-rata sebesar 2,50 menurut observer pada aspek ini siswa sudah

mulai ada perubahan dimana beberapa siswa sudah mulai bisa menerapkan konsep dengan apa yang diamatinya

Indicator keterampilan proses sains yang enam yaitu, *menggunakan alat dan bahan*. Pada indicator ini ada satu aspek yang diamati yaitu menggunakan alat dan bahan yang sesuai. Pada indicator ini didapatkan rerata skor sebesar 2,26 skor ini sudah lebih baik dari pertemuan pertama. Dimana siswa sudah mulai mampu mengetahui penggunaan dari masing-masing alat dan bahan yang digunakan.

Pada indicator keterampilan proses sains yang ketujuh yaitu *mengkomunikasikan*. Pada indicator ini, peneliti menjabarkan menjadi dua aspek yaitu aspek pertama, mempresentasikan hasil pengamatan dan diskusi. Dimana setiap kelompok akan mengumpulkan hasil percobaannya dan akan dibandingkan dengan hasil percobaan siswa lainnya. Pada aspek ini didapatkan hasil skor rata-rata sebesar 2,70 . hal ini dapat dilihat dari beberapa siswa sudah mampu mempresentasikan hasil diskusi namun harus ditunjuk terlebih dahulu dan siswa hanya membaca data pengamatan yang dibuat. Kedua, menyimpulkan. Menurut observer skor rata-rata yang didapatkan pada aspek ini sebesar 3,06 beberapa siswa sudah berani menyimpulkan pembelajaran namun masih harus ditunjuk terlebih dahulu oleh guru.

Indicator keterampilan proses sains siswa yang kedelapan adalah *mengajukan pertanyaan*. Pada indicator ini terdapat dua aspek yang diukur yang pertama bertanya apa, bagaimana dan mengapa pada aspek ini didapat rata-rata skor 3,06 dimana hanya beberapa siswa saja yang mengajukan pertanyaan dan hanya berdiskusi dengan beberapa teman kelompoknya saja. Pada aspek yang kedua yaitu memberikan pertanyaan yang melatar belakangi hipotesis pada aspek ini diapat

rata-rata skor yaitu 2,96 terdapat beberapa siswa saja yang memberikan pertanyaan yang melatar belakangi hipotesis yang telah mereka buat dengan tepat dan sudah mulai aktif dalam bertanya.

### 3. Pertemuan 3

Pada pertemuan ketiga diperoleh persentase keterampilan proses sains siswa sebesar 81,87 Dengan kategori sangat baik. Pada indikator keterampilan proses sains yang pertama *mengamati*, aspek yang diukur yaitu mengamati fenomena atau permasalahan yang terdapat pada LKPD maupun video yang ditampilkan guru. Pada aspek ini didapatkan skor rata-rata sebesar 3,26 , dimana siswa sudah mampu dalam mengidentifikasi dan mengamati masalah yang terdapat didalam LKPD.

Indikator keterampilan proses sains yang kedua yaitu *menafsirkan pengamatan*. Pada indikator ini ada satu aspek yang diukur yaitu menghubungkan hasil pengamatan dengan teori. Pada aspek ini didapatkan skor rata-rata sebesar 3,46 Pada aspek ini siswa sudah bisa menghubungkan hasil pengamatan yang dilihatnya dengan materi atau teori yang telah didapatkannya.

Indikator keterampilan sains yang ketiga yaitu *meramalkan*. Pada indikator ini, peneliti membuat satu aspek yang diamati yaitu aspek menuliskan berbagai kemungkinan yang terjadi pada hasil pengamatan tentang cara membuat alat penjernih air sederhana. Pada aspek ini didapatkan skor rata-rata sebesar 3,16 menurut observer siswa sudah mampu dalam memprediksi jawaban dari permasalahan yang ada dan sudah memberikan lebih dari satu hipotesis awal.

Pada indikator keterampilan proses sains yang keempat yaitu *merancang penelitian*. Pada indikator ini ada tiga aspek yaitu, siswa menentukan langkah kerja yang ada pada LKPD yang diberikan oleh guru pada aspek ini didapat rata-rata skor sebesar 3,06 dimana Sebagian besar siswa sudah mampu menentukan langkah kerja yang

ada didalam LKPD yang diberikan dan sesuai dengan urutannya. Aspek yang kedua menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk dapat menjalankan apa yang sedang terjadi mendapatkan rata-rata skor 3,36, aspek yang terakhir yaitu menyusun hipotesis rata-rata skor sebesar 3,36.

Indicator keterampilan proses sains yang kelima yaitu, *menerapkan konsep*, pada indicator ini terdapat satu indicator yang diamati yang yaitu siswa menerapkan konsep materi pembelajaran pada hasil pembelajaran, pada aspek ini didapat skor rata-rata sebesar 2,96 menurut observer pada aspek ini siswa sudah banyak perubahan dimana sebagian besar siswa sudah mulai bisa menerapkan konsep dengan apa yang diamatinya .

Indicator keterampilan proses sains yang enam yaitu, *menggunakan alat dan bahan*. Pada indicator ini ada satu aspek yang diamati yaitu menggunakan alat dan bahan yang sesuai. Pada indicator ini didapatkan rerata skor sebesar 2,96 skor ini sudah lebih baik dari pertemuan pertama dan kedua. Dimana siswa sudah mulai mampu mengetahui penggunaan dari masing-masing alat dan bahan yang digunakan.

Pada indicator keterampilan proses sains yang ketujuh yaitu *mengkomunikasikan*. Pada indicator ini, peneliti menjabarkan menjadi dua aspek yaitu aspek pertama, mempresentasikan hasil pengamatan dan diskusi. Dimana setiap kelompok akan mengumpulkan hasil percobaannya dan akan dibandingkan dengan hasil percobaan siswa lainnya. Pada aspek ini didapatkan hasil skor rata-rata sebesar 3,40 hal ini dapat dilihat dari beberapa siswa sudah mampu mempresentasikan hasil diskusi namun harus ditunjuk terlebih dahulu dan siswa hanya membaca data pengamatan yang dibuat. Kedua, menyimpulkan. Menurut

observer skor rata-rata yang didapatkan pada aspek ini sebesar 3,60 beberapa siswa sudah berani menyimpulkan pembelajaran namun masih tanpa harus ditunjuk terlebih dahulu oleh guru.

Indicator keterampilan proses sains siswa yang kedelapan adalah *mengajukan pertanyaan*. Pada indicator ini terdapat dua aspek yang diukur yang pertama bertanya apa, bagaimana dan mengapa pada aspek ini didapat rata-rata skor 3,60 menurut observer pada aspek ini sudah lebih baik dari pertemuan sebelumnya karna semua siswa sudah bisa berdiskusi dengan semua teman kelompoknya untuk mengajukan pertanyaan. Pada aspek yang kedua yaitu memberikan pertanyaan yang melatar belakangi hipotesis pada aspek ini didapat rata-rata skor yaitu 3,60 dimana Sebagian besar siswa sudah memberikan pertanyaan yang melatar belakangi hipotesis yang telah mereka buat dengan tepat dan sudah mulai aktif dalam bertanya.

Jumlah rata-rata hasil penilaian kognitif dan observasi berdasarkan aspeknya menunjukkan bahwa aspek keterampilan proses sains siswa pada materi Sistem Koloid mengalami peningkatan yang lebih besar pada kelas eksperimen dibandingkan pada kelas kontrol. Guru pada kelas eksperimen menerapkan model *Project Based Learning* berbasis STEM sedangkan pada kelas kontrol menerapkan model *Direct Instruction*. Hal ini mengindikasikan bahwa pada kelas eksperimen selama diterapkan perlakuan pada pembelajaran mempengaruhi keterampilan proses sains siswa. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh hanim dkk (2018) yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEM terhadap keterampilan proses sains siswa.

Berdasarkan hasil skor rata-rata penelitian kognitif pada kelas eksperimen dan kelas kontrol terlihat bahwa rata-rata aspek kemampuan keterampilan proses sains yang rendah dari aspek lainnya terdapat pada aspek meramalkan dan menafsirkan pengamatan untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol terlihat pada saat diskusi siswa belum mampu mengembangkan ide dari ide yang sudah ada namun siswa cenderung mengungkapkan pendapat yang sama dengan temannya. Selain itu siswa belum mampu merincikan masalah yang muncul menjadi lebih sederhana dan mudah untuk dimengerti karena siswa tidak berani dalam mengungkapkan jawaban yang berbeda dengan temannya sehingga cenderung diam dan mengikuti apa yang telah disampaikan oleh temannya.

Hasil penilaian kognitif pada kelas eksperimen dan kontrol terlihat bahwa rata-rata aspek keterampilan proses sains yang tinggi dari aspek lainnya yaitu mengkomunikasikan dan mengajukan pertanyaan terlihat dimana siswa sangat antusias dalam pembelajaran dan terlibat aktif dalam pembelajaran sehingga menimbulkan rasa keingintahuan dari siswa itu sendiri dan siswa menjadi lebih bisa berkerjasama dengan kelompoknya.

Hal ini tentunya sesuai dengan teori belajar konstruktivisme yang menyatakan bahwa ketika model *Project Based Learning* berbasis STEM diterapkan dalam pembelajaran maka terdapat peluang bagi siswa untuk bertanya, menanggapi pertanyaan, menggunakan ide dan saran, mengembangkan serta merealisasikan ide-ide baru dalam memecahkan setiap permasalahan yang tentunya akan meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Jamtika (2020) menyatakan bahwa model pembelajaran *Project Based Learning* yang terintegrasi dengan STEM mampu

meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Peningkatan keterampilan proses sains peserta didik mengalami peningkatan di semua indikator KPS yang diujikan dalam penelitian ini. Respon peserta didik terhadap pembelajaran PjBL terintegrasi STEM menunjukkan kecenderungan positif dengan ditunjukkan rasa senang dan harapan diterapkan di materi lain. Tanggapan peserta didik terhadap penerapan *Project Based Learning* berbasis STEM secara keseluruhan adalah berada dalam kategori baik.

#### 4.3. Pengujian Hipotesis

Untuk mengetahui keterampilan proses sains siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dalam materi sistem koloid, maka pada akhir pertemuan kedua kelas sampel diberikan soal *posttest* berupa tes esai yang sama. Berdasarkan hasil analisa data *posttest* menunjukkan bahwa pada kelas eksperimen diperoleh nilai rata-rata adalah 81,50 dengan nilai tertinggi adalah 95 dan nilai terendah adalah 70. Sedangkan pada kelas kontrol diperoleh nilai rata-rata adalah 76,37 dengan nilai tertinggi adalah 90 dan nilai terendah adalah 60. Data ini menunjukkan bahwa nilai rata-rata *posttest* kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol. Perbedaan nilai rata-rata *posttest* pada siswa yang mengikuti pembelajaran dengan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM lebih tinggi daripada siswa yang mengikuti pembelajaran dengan model *Direct Instruction* didukung dengan hasil pengujian hipotesis. Berdasarkan hasil uji normalitas pada kelas eksperimen diperoleh nilai  $L_{hitung} (0,1302) < L_{tabel} (0,1615)$  yang menunjukkan bahwa sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Sedangkan pada kelas kontrol diperoleh nilai  $L_{hitung} (0,12257) < L_{tabel} (0,15913)$  yang menunjukkan bahwa sampel juga berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Untuk

memperkuat hasil pengujian maka dilakukan uji Kolmogorov-Smirnov menggunakan SPSS Statistics 20 dan diperoleh nilai signifikansi *posttest* kelas eksperimen adalah 0,200 serta *posttest* kelas kontrol adalah 0,200. Hal ini menunjukkan nilai signifikansi  $> \alpha$ , sehingga disimpulkan data *posttest* kedua kelas berdistribusi normal.

Berdasarkan hasil uji homogenitas pada kedua kelas diperoleh artinya data memiliki varian yang sama (homogen). Berdasarkan hasil pengujian menggunakan SPSS Statistics 20 menunjukkan nilai based on mean yang diperoleh adalah 0,384, artinya nilai signifikansi  $> \alpha$  sehingga dapat disimpulkan data memiliki varian yang homogen. Dengan demikian, uji prasyarat pada data ini terpenuhi.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis menggunakan uji t pihak kanan dengan  $\alpha = 0,05$  dan  $df = 59$  menunjukkan bahwa nilai  $t_{hitung} = 2,705347$  dan nilai  $t_{tabel} = 1,67109$ . Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa nilai  $t_{hitung} > t_{tabel}$ , hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada kedua kelas sampel, dimana nilai rata-rata keterampilan proses sains siswa yang diajarkan dengan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM lebih besar daripada nilai rata-rata kemampuan keterampilan proses sains siswa yang diajarkan dengan model pembelajaran Direct instruction, sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan SPSS Statistics 20 menunjukkan nilai sig.2-tailed diperoleh 0,001 artinya  $< \alpha$  sehingga disimpulkan  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEM terhadap keterampilan proses siswa dalam materi sistem koloid di SMA Negeri 2 Muaro Jambi.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan penelitian yaitu :

1. Keterlaksanaan model pembelajaran *Project Based Learning Berbasis STEM* di kelas XI IPA SMA N 2 Muaro Jambi pada materi Sistem Koloid secara keseluruhan sudah terlaksana dengan baik ditinjau dari aktivitas guru serta diperoleh rata-rata skor 4,21 dan persentase 87,83 % dengan kategori baik ditinjau dari aktivitas siswa
2. Terdapat pengaruh model *Project Based Learning Berbasis STEM* pada materi Sistem Koloid terhadap kemampuan berpikir kritis siswa di SMA N 2 Muaro Jambi, ditinjau dari hasil pengujian hipotesis dengan taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$  dan  $df = 59$  diperoleh nilai thitung = 2,705347 dan nilai ttabel = 1,67109

#### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka penulis menyarankan :

1. Perlu adanya pengenalan Langkah-langkah model pembelajaran *Project Based Learning berbasis STEM* terlebih dahulu kepada siswa, agar siswa nantinya dapat terbiasa dengan Langkah model pembelajaran tersebut pada saat pembelajaran berlangsung dan mendapatkan hasil yang maksimal.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh model *Project Based Learning berbasis STEM* terhadap keterampilan proses sains siswa pada materi lainnya, sehingga dapat dilihat dan diukur sejauh mana

keterlaksanaan model *Project Based Learning berbasis STEM* digunakan dalam pembelajaran kimia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Addiin, I., Redjeki, T., & Ariani, S. (2014). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) pada materi Pokok Larutan Asam dan Basa di Kelas XI IPA 1 SMA Negeri 2 Karanganyar Tahun Ajaran 2013/2014. *Jurnal Pendidikan kimia (JPK)*, 3(4), 7-16
- Anurahman, (2012) belajar dan pembelajaran. Bandung: Alfabeta
- Brown, R. Brown, J. Readon, K. Merrill, C., 2011, *Understanding STEM: Current Perception, technology and Engeneering Teacher*, 70(6)
- Bybee, r.w (2013) *The case for STEM education. Challenges and apportunnites*. NSTA prease
- Capraro, R. M., Capraro, M.M., & Morgan, J.. (2013). *STEM project – based learning: An integrated Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*: Springer Science & Business Media
- Erlinawati.C.E (2020). Pengaruh model pembelajaran project based learning (PjBL) berbasis STEM terhadap keterampilan proses sains dan penguasaan konsep siswa disma
- Ertikanto, C., (2016), *Teori Belajar dan pembelajaran*, Yogyakarta: Media akademi
- Fhatoni, A. (2020) STEM innovation in Vacational learning. *Jurnal Pendidikan teknologi dan kejuruan*, 17 (1), 33-42
- Jannah, A. M., Mulyani, B., & Masykuri., M. (2018). Peningkatan aktivitas dan pretasi belajar siswa menggunakan model pembelajaran project based learning (pjbl) pada larutan elektrolit dan non elektrolit kelas x mia 4 sma negeri 4 surakarta tahun pelajaran 2016/2017. *Jurnal Pendidikan kimia*, 7 (2), 190-197
- Jamtika,S., Lestari,S., Rahmatullah., Pujianto., Dwandaru.W.S.B., (2020). Integrasi Project Based Learning dalam Science Technology Engineering and Mathematics untuk meningkatkan Keterampilan proses Sains dalam pembelajaran fisika.*Jurnal Pendidikan fisika dan keilmuan (JPFK)*, 6 (2) 107-119
- Jhons, B.C (2009) Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer. *Jakarta* : Pt Bumi Aksara
- Kelley, k.R., & Knoeless,J.G (2016) A conceptual framework for integrate STEM education. *International journal of STEM education*, 3 (91),11
- Labory-Rush, D. (2011). Integreted STEM education through project-based learning. *Portland, United States of America* : Sematinticscholar.org

- Lydiati, I. (2019). Enhancing the Creativity Of Students in Statistic Materials throughout the PjBL-STEM Learning Model Class XII MIPA 6 SMA Negeri 7 Yogyakarta. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 4(2), 51-60
- Mahasneh, A.M., & Alwan, A.F. (2018). *The effect of project based learning on student teacher self-effcacy and achievement. International Journal Of Instruction*, 11(3), 511-524. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11335a>.
- Maulana (2019). Penerapan mode Project based learning berbasis STEM pada pembelajaran fisika siapkan kemandirian belajar peserta didik. *Jurnal TEKNODIK 24 (1)*
- Mulyani., sumantri dan johar permana. 1999 *Strategi Pembelajaran* . Jakarta : direktorat Jendral Pendidikan Tinggi
- Navianto, N.K., Masykuri, M., & Sukarmin, S, 2018. Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis proyek (*Project Based Learning*) Pada Materi Fluida Statis Untuk Meningkatkan Kreativitas Belajar Siswa Kelas X Sma/ma. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 7(1), 81
- Rusman. (2017). *Model-model pembelajaran: mengembangkan profesionalisme guru* : Rajawali Pers/PT Raja Grafindo Persada
- Semiawan, C., 1989, *Pendekatan Keterampilan Proses Sains*, Jakarta: PT Gramedia
- Stohlmann,,M., Moore, T.J., & Roehrig,G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1),4
- Sudjana (2014). *Metode Statistika* : Bandung . tarsido
- Sugiyono, M (2007). *Kualitatif dan R&D*, Bandung : AlfaBeta
- Thobiri, m. (2015) *Belajar dan pembelajaran teori dan praktik*. Yogyakarta : ar ruzz media
- Triwahyonto, T., (2015), *Pengantar Pendidikan*, Jakarta: Bumi Aksara
- Tseng, K.H., Chang, C, C., Lou, S,J., & Chen W. P (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project based learning (PjBL) environment, *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87-10

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Hasil Lembar Wawancara guru

**Lembar wawancara Guru**

Nama Sekolah : SMAN 2 MUARA JAMBI  
Nama Guru : idkhom leholid., s.pd  
Hari/ Tanggal : 26 September 2022  
Tujuan : Untuk mengetahui proses pembelajaran kimia pada materi system koloid

1. Kurikulum apa yang bapak/ibu gunakan saat mengajar kimia disekolah?  
Jawaban: 2013 / Kurikulum 2013
2. Menurut bapak/ibu, apakah kurikulum yang bapak /ibu gunakan sudah sesuai dengan sarana dan prasarana yang ada disekolah?  
Jawaban: sudah sesuai
3. Dalam mengajar kimia, apakah bapak/ibu telah menggunakan model pembelajaran? Jika iya, model pembelajaran apa saja yang biasa bapak/ibu gunakan?  
Jawaban: iya, discovery learning, ceramah
4. Model pembelajaran apa yang bapak/ibu gunakan pada materi system koloid?  
Jawaban: discovery learning
5. Dari model tersebut kesulitan belajar apa yang ibu/bapak hadapi pada materi system koloid?  
Jawaban: siswa tidak mengetahui tentang koloid  
kurangnya teknik guru
6. Berapa standar kriteria ketuntasan minimum (KKM) pada materi system koloid?  
Jawaban: 75

7. Bagaimana rata-rata ketuntasan siswa pada materi system koloid tersebut?  
Jawaban: sebelum ini rata-rata ketuntasan nya di angka 85
8. Menurut bapak/ibu karakteristik model pembelajaran seperti apa yang cocok digunakan untuk mengajar system koloid?  
Jawaban: yang langsung mengaitkan koloid dalam kehidupan sehari-hari dan langsung praktik
9. Menurut bapak/ibu menilai tingkat pemahaman siswa terhadap materi system koloid? Alat evaluasi apa yang bapak/ibu gunakan?  
Jawaban: test tulis
10. Bagaimana cara bapak/ibu merangsang kemampuan siswa untuk dapat mencapai tingkat kognitif dari (pengetahuan, pemahaman, analisis dan sintesis)?  
Jawaban: dengan cara memberikan pertanyaan
11. Selama bapak/ibu mengajar apakah pernah menerapkan keterampilan proses sains sebagai sarana evaluasi pembelajaran? Jika iya, bagaimana dengan ketuntasannya?  
Jawaban: tidak

Jambi, September 2022  
Guru mata pelajaran kimia

  
Idkhon kholid

## Lampiran 2 Silabus mata pelajaran Kimia

### Silabus

Satuan Pendidikan : SMA N 2 Muaro Jambi  
 Mata Pelajaran : Kimia  
 Kelas : XI IPA/ Genap (Kelas Eksperimen)  
 Materi Pokok : Sistem Koloid  
 Alokasi Waktu : 6 x 45 Menit (3 Pertemuan )

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian (IPK)	Materi Pelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu
3.14 Mengelompokkan berbagai tipe sistem koloid dan menjelaskan kegunaan koloid dalam kehidupan sehari-hari berdasarkan sifat-sifatnya	3.14.1 Menganalisis konsep larutan, koloid dan suspensi 3.14.2 Membedakan konsep jenis koloid berdasarkan fase terdispersi dan fase pendispersi 3.14.3 Menganalisis konsep sifat-sifat koloid ( efek tyndal, gerak brown, elektroforesis, adsorpsi, koagulasi, dialysis) 3.14.4 Menganalisis konsep koloid liofil dan	Sistem koloid ➤ Pengertian sistem Koloid ➤ Sifat-sifat Koloid ➤ Pembuatan Koloid ➤ Kegunaan Koloid dalam kehidupan sehari-hari	<b>Pendahuluan</b> ➤ Guru memberikan salam ➤ Guru mengabsen kehadiran siswa dan menanyakan kesiapan belajar siswa ➤ Gurumenyampaikan tujuan pembelajaran Inti <b>1. Reflection (refleksi)</b> ➤ Guru memotivasi siswa untuk menyelidiki STEM ➤ Siswa mengajukan pertanyaan terkait masalah <b>2. Research ( Penelitian)</b> ➤ Siswa Mencari Sumber-sumber yang relevan dengan	Aspek : 1. Pengetahuan 2. Keterampilan Teknik Penilaian : 1. Tes tertulis 2. Observasi Bentuk penilaian : 1. Uraian 2. Check list Instrumen Penilaian : 1. Lembar soal tertulis 2. Lembar observasi keterampilan proses sains Rubrik Penilaian : 1. Terlampir	9 X 25 Menit (3 Pertemuan)

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian (IPK)	Materi Pelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu
	liofob 3.14.5 Menganalisis konsep peranan koloid dalam kehidupan sehari-hari.		materi ➤ Guru membimbing siswa mengajukan rumusan permasalahan <b>3. Discovery (Penemuan)</b> ➤ Siswa menuliskan ide/rencana dari setiap anggota untuk alternatif berbagai rancangan terkait percobaan sistem koloid dan sifat koloid ➤ Siswa merancang proyek secara berkelompok <b>4. Application (Aplikasi)</b> ➤ Siswa melakukan percobaan sistem koloid dan sifat-sifat koloid ➤ Masing-masing kelompok mendiskusikan hasil percobaan kemudian menyimpulkan mengenai sistem koloid dan sifat-sifat koloid <b>5. Communication (Komunikasi)</b> ➤ Perwakilan Setiap kelompok menyampaikan hasil analisis dan kesimpulan diskusi ➤ Kelompok yang lain menanggapi serta menyampaikan kesimpulan <b>Penutup</b> ➤ Guru memberi umpan balik pembelajaran yang telah	2. Terlampir	

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian (IPK)	Materi Pelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu
			dilakukan <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ketua kelas menyiapkan kelas dan berdo'a</li> <li>➤ Guru mengakhiri pembelajaran dan memberi salam</li> </ul>		
4.14 Membuat makanan atau produk lain yang berupa koloid atau melibatkan prinsip koloid	4.14.1 Merancang percobaan membedakan larutan, koloid dan suspensi 4.14.2 Merancang percobaan prosedur penjernihan air dengan konsep koagulasi dan adsorpsi 4.14.3 Membuat rumusan masalah atas permasalahan yang diberikan. 4.14.4 Memprediksi hipotesis atau dugaan sementara tentang proyek yang akan dilakukan. 4.14.5 Menyajikan data hasil percobaan dan diskusi mengenai proyek penjernihan air.				

### Lampiran 3 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran kimia kelas Eksperimen

#### RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Satuan Pendidikan : SMA N 2 Muaro Jambi

Mata Pelajaran : Kimia

Kelas/ Semester : XI IPA/Genap (Kelas Eksperimen)

Materi Pokok : : Sitem Koloid

Alokasi Waktu : 6 X 45 Menit (3 Pertemuan)

#### A. Kompetensi Inti

KI 1 dan KI 2	
Kompetensi sikap spiritual yaitu , “mengahayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya”. Kompetensi sikap sosial yaitu, “Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsive, dan pro aktif sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia”.	
K3	K4
Memahami , menerapkan, menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan faktual, Konseptual, procedural, dan metakognitif pada tingkat teknis, spesifik, detail, dan kompleks berdasarkan rasa ingin tahnya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humoria dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradapan terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan pada biang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah	Menunjukkan keterampilan menalar, mengolah, dan menyaji secara : efektif, kreatif, produktif, kritis, mandiri, kolaboratif, komunikatif, dan solutif dalam ranah konkret dan abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya disekolah, serta mampu menggunakan metoda susai dengan kaidah keilmuan

#### B. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Dasar	Indicator	Tujuan pembelajaran
3.14 Mengelompokan berbagai tipe sistem koloid dan menjelaskan kegunaan koloid dalam kehidupan sehari-hari berdasarkan sifat-sifatnya	3.14.1 Menganalisis konsep larutan, koloid dan suspense 3.14.2 Membedakan konsep jenis koloid berdasarkan fase terdispersi dan fase pendispersi 3.14.3 Menganalisis konsep sifat-sifat koloid ( efek tyndal, gerak brown, elektroforesis, adsopsi, koagulasi, dialysis) 3.14.4 Menganalisis konsep koloid liofil dan liofob 3.14.5 Menganalisis konsep peranan koloid dalam kehidupan sehari-hari.	1. Siswa dapat Menganalisis konsep larutan, koloid dan suspense 2. Siswa dapat membedakan konsep berdasarkan fase terdispersi dan fase pendispersi 3. Siswa dapat Menganalisis konsep sifat-sifat koloid ( efek tyndal, gerak brown, elektroforesis, adsopsi, koagulasi, dialysis) dan koloid liofil dan liofob 4. Siswa dapat menganalisis konsep peranan koloid dalam kehidupan sehari-hari.
4.14 Membuat makanan atau produk lain yang berupa	4.14.1 Merancang percobaan membedakan larutan, koloid	5. Siswa dapat merancang percobaan membedakan

koloid atau melibatkan prinsip koloid	<p>dan suspensi</p> <p>4.14.2 Merancang percobaan prosedur penjernihan air dengan konsep koagulasi dan adsorpsi</p> <p>4.14.3 Membuat rumusan masalah atas permasalahan yang diberikan.</p> <p>4.14.4 Memprediksi hipotesis atau dugaan sementara tentang proyek yang akan dilakukan.</p> <p>4.14.5 Menyajikan data hasil percobaan dan diskusi mengenai proyek penjernihan air.</p>	<p>larutan, koloid dan suspensi dan Merancang percobaan prosedur penjernihan air dengan konsep koagulasi dan adsorpsi</p> <p>6.Siswa dapat membuat rumusan masalah atas permasalahan yang diberikan</p> <p>7.Siswa dapat memprediksi hipotesis atau dugaan sementara tentang proyek yang akan dilakukan.</p> <p>8. Siswa dapat menyajikan data hasil percobaan dan diskusi mengenai proyek penjernihan air</p>
---------------------------------------	--	--

### C. Materi Pembelajaran

<p><b>Sains</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Faktual Analisis perbedaan larutan, koloid dan suspensi dan sifat koloid dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari serta cara penjernihan air dengan konsep koagulasi dan adsorpsi</li> <li>2. Konseptual Sistem Koloid : Campuran yang terdiri atas dua komponen, yakni fase pendispersi dan fase terdispersi dimana partikel-partikel berukuran koloid tersebar/terdispersi merata dalam medium pendispersi. • Sol : Sol merupakan suatu sistem koloid yang fase terdispersinya padat dan fase pendispersinya bukan gas. • Emulsi : Emulsi merupakan suatu sistem koloid yang fase terdispersinya cair dan fase pendispersinya bukan gas. • Busa : Busa merupakan suatu sistem koloid yang fase terdispersinya gas. • Aerosol : Aerosol merupakan suatu sistem koloid yang fase pendispersinya gas. Efek Tyndall merupakan gejala pemantulan dan penghamburan cahaya oleh partikel koloid. • Koagulasi merupakan peristiwa penggumpalan partikel koloid. • Sol liofil adalah sol yang fase terdispersinya mempunyai kemampuan menarik medium pendispersinya. Contoh: agar-agar • Sol liofob adalah sol yang fase terdispersinya tidak menarik medium pendispersi. Contoh: <math>As_2S_3</math> dalam air, garam sulfida dalam air, dan belerang dalam air. • Dialisis merupakan proses pemisahan ion-ion pengganggu dari partikel koloid.</li> <li>3. Prosedural Prosedur percobaan penjernihan air</li> <li>4. Metakognitif Membuat rancangan praktikum penjernihan</li> </ol>	<p><b>Teknologi</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Untuk mencari referensi siswa bisa menggunakan internet untuk mencari tahu tentang perbedaan larutan, koloid, suspensi, sifat koloid dan mencari tau tentang bagaimana cara melakukan percobaan yang akan dilaksanakan</li> </ol>
--	---

air	
<b>Engineering</b> 1. Merancang prosedur percobaan Penjernihan air 2. Merancang alat dan bahan percobaan penjernihan air 3. Menguji coba, menganalisis dan membuat kesimpulan tentang percobaan penjernihan air	<b>Mathematics</b> 1. Menghitung volume dari masing-masing bahan

**D. Pendekatan/Model/Metode Pengajaran**

Pendekatan : STEM  
Model : PjBI-STEM  
Metode : Diskusi, Percobaan

**E. Media/Alat dan Bahan Pembelajaran**

**1. Alat Bantu**

Lembar kerja peserta didik (LKPD)

**2. Alat dan bahan eksperimen/praktikum**

➤ Alat

a. Botol air mineral

b. Pasir

c. Kerikil

➤ Bahan

a. Aquadest c. Serabut kelapa/ijuk

b. Garam d. Susu Bubuk

**F. Sumber Belajar**

- Buku Lks (lembar kerja siswa)
- Lembar kerja peserta didik
- Sumber belajar lainnya (internet)

**G. Langkah-langkah Pembelajaran**

**Pertemuan Ke 1 :**

No	Tahap pembelajaran	Sintaks model pembelajaran	Kegiatan	Estimasi Waktu
1	Pendahuluan		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberi salam</li> <li>• Mengajak siswa untuk berdo'a</li> <li>• Mengecek kehadiran siswa</li> <li>• Melakukan apresiasi terkait pengetahuan awal siswa tentang campuran dan larutan</li> <li>• Guru memberikan motivasi dengan menyampaikan bahwa pembelajaran hari ini sangat erat dengan kehidupan sehari-hari. Bahwa koloid adalah salah satu zat yang keberadaannya banyak di kehidupan nyata, seperti asap, batu apung, tinta, susu, dll yang berguna bagi kita</li> <li>• Menyampaikan tujuan pembelajaran</li> <li>• Mengarahkan siswa membentuk kelompok yang terdiri atas 3-4 orang</li> </ul>	10 menit

No	Tahap pembelajaran	Sintaks model pembelajaran	Kegiatan	Estimasi Waktu
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Membagi lembar kerja peserta didik (LKPD)</li> </ul>	
		<i>Reflection</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengajak peserta didik unntuk mengamati gambar/video tiga buah zat yang terdiri atas larutan, koloid dan suspense. Memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengajukan pertanyaan</li> </ul> <p>Pertanyaan yang diharapkan :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Yang manakah larutan, koloid dan suspense?</li> <li>2) Bagaimanakah cara membedakan ketiga zat tersebut?</li> <li>3) Apakah itu koloid tersebut</li> <li>4) Apa saja jenis-jenis koloid ?</li> <li>5) Apa itu medium pendispersi dan terdispersi pada koloid?</li> </ol>	10 Menit
2	Inti	<i>Research</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peserta didik diminta berdiskusi dan menentukan masalah terutama dikaitkan dengan konsep yang sedang dipelajari, yaitu membedakan larutan, koloid, dan suspense serta mengetahui jenis-jenis koloid</li> <li>Peserta didik mencari informasi tentang membedakan larutan, koloid, dan suspense</li> </ul>	45 menit
		<i>Discovery</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bersama kelompoknya peserta didik membuat rancangan penelitian untuk membedakan larutan, koloid dan suspansi</li> <li>Guru menekankan bahwa alat dan bahan yang digunakan sudah tersedia dilaboratorium</li> <li>Peserta didik melakukan presentasi rancangan yang dibuat dan alat bahan yang digunakan</li> </ul> <p>Guru mengajak peserta didik memperbaiki kekurangan yang ada</p>	
		<i>Application</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peserta didik Bersama</li> </ul>	

No	Tahap pembelajaran	Sintaks model pembelajaran	Kegiatan	Estimasi Waktu
			<p>kelompoknya menguji rancangan percobaan yang sudah dibuat</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru memonitor aktivitas yang penting dari peserta didik selama menyelesaikan praktik menggunakan rubrik yang telah disampaikan</li> <li>• Peserta didik menguji coba sampai mendapatkan prosedur yang tepat dan rangkaian alat yang efektif dan efisien serta hasil yang sesuai literatur tentang perbedaan larutan, koloid dan suspensi</li> <li>• Peserta didik mengerjakan lembar peserta didik (LKPD) yang sudah diberikan</li> </ul>	
		<i>Communication</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik mempresentasikan tugas proyek dan menerima feedback dari teman dan guru</li> <li>• Guru menilai presentasi rancangan penelitian, dan LKPD yang sudah dibuat oleh peserta didik</li> </ul>	
	Penutup		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik menyimpulkan bagaimana cara membedakan larutan, koloid dan suspensi</li> <li>• Peserta didik juga menyimpulkan konsep koloid, fase pendispersi dan terdispersi, serta jenis-jenis koloid beserta contohnya</li> <li>• Pemberian tugas mempelajari sifat-sifat koloid untuk pembelajaran pada pertemuan selanjutnya</li> </ul>	10 menit

**Pertemuan ke 2**

No	Tahap	Sintaks Model Pembelajaran	Kegiatan	Estimasi Waktu
1	Pendahuluan		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru memberi salam dilanjutkan dengan menanyakan kabar siswa dan kesiapan belajar dan berdoa</li> <li>• Guru memberikan pertanyaan terkait pelajaran yang akan dipelajari yaitu</li> </ul>	10 Menit

No	Tahap	Sintaks Model Pembelajaran	Kegiatan	Estimasi Waktu
			sifat-sifat koloid yang sudah dipelajari dirumah • Guru memberikan apresiasi dan memberikan pertanyaan tentang sifat-sifat koloid yang sudah dipelajari peserta didik	
		<i>Reflection</i>	• Guru memberikan LKPD untuk lebih memantapkan pengetahuan awal siswa tentang sifat-sifat koloid dan meminta siswa untuk mengisinya • Peserta didik diminta mengamati video air sungai yang keruh • Guru mengajukan pertanyaan : 1) Apakah dampak negative kekeruhan air sungai? 2) Bagaimana cara menanggulangi dampak negative tersebut? 3) Apakah air sungai keruh bisa dijernihkan?	10 menit
2	Inti	<i>Research</i>	• Peserta didik diminta berdiskusi dan menentukan masalah terutama dikaitkan dengan konsep yang sedang dipelajari yaitu sifat-sifat koloid (koagulasi dan adsorpsi) • Peserta didik mempelajari proses koagulasi dengan mengamati video pembentukan delta • Peserta didik mempelajari proses adsorpsi dengan mengamati video percobaan penyerapan warna pada air • Peserta didik diharapkan menanya, contoh pertanyaan : 1) Mengapa bisa terjadi pembentukan delta pada muara sungai? 2) Mengapa warna air bisa menghilang? 3) Apakah proses tersebut bisa digunakan untuk menjernihkan air keruh? • Peserta didik mencari	45 Menit

No	Tahap	Sintaks Model Pembelajaran	Kegiatan	Estimasi Waktu
			<p>informasi penting tentang peristiwa penjernihan air yang menggunakan prinsip koagulasi dan adsorpsi</p> <p>Misalnya :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Bahan – bahan apa yang bisa digunakan untuk mengendapkan dan menyerap kotoran/lumpur pada air keruh</li> <li>Bagaimana urutan penyusun bahan-bahan tersebut?</li> <li>Bagaimana set alat penjernihan air yang efektif dan efisien?</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>Presentasi hasil diskusi dan penyamaan persepsi tentang penjernihan air</li> </ul>	
3	Penutup		<ul style="list-style-type: none"> <li>Peserta didik menyimpulkan proses penjernihan air yang dilakukan, prinsip koagulasi dan adsorpsi diterapkan dan rangkaian alat yang baik untuk melakukan penjernihan air</li> <li>Siswa melakukan post test terkait materi yang telah dipelajari</li> <li>Pemberian tugas mempelajari proses penjernihan air untuk merancang prosedur dan alat penjernihan air untuk dibawa, dipresentasikan, serta dipraktikan pada pertemuan selanjutnya</li> <li>Prosedur dan alat rancangan boleh diuji coba dirumah, untuk didiskusikan pada pertemuan selanjutnya</li> </ul>	20 Menit

**Pertemuan ke-3**

No	Tahap	Sintaks model pembelajaran	Kegiatan	Estimasi waktu
1	Pendahuluan		<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru memberi salam, berdo'a , dan dilanjutkan dengan menanyakan kabar tugas merancang prosedur dan set alat penjernihan air</li> <li>Melakukan apersepsi dengan memberikan pertanyaan tentang</li> </ul>	10 menit

			<p>penjernihan air</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menyampaikan tujuan pembelajaran</li> </ul>	
2	Inti	Discovery	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik diminta berdiskusi menentukan masalah yang berkaitan dengan bahan-bahan yang digunakan untuk menjernihkan air, misalnya : bagaimana susunan bahan yang efektif dan efisien dalam proses penjernihan?</li> <li>• Peserta didik secara kelompok mendiskusikan rancangan prosedur penjernihan air secara efektif dan efisien dengan variabel percobaan yang telah ditugaskan sebelumnya</li> <li>• Presentasi rancangan prosedur</li> <li>• Peserta didik secara kelompok memperbaiki prosedur dan setalat berdasarkan masukan yang ada</li> </ul>	45 menit
		<i>Application</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik menguji rancangan percobaan penjernihan air</li> <li>• Guru memonitor aktivitas yang penting dari peserta didik selama menyelesaikan proyek menggunakan rubrik yang telah disiapkan</li> <li>• Peserta didik menguji coba sampai mendapatkan prosedur yang tepat dan rangkaian alat yang efektif dan efisien</li> </ul>	

		<i>Communication</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik mempresentasikan tugas proyek dan menerima feedback dari teman dan guru</li> <li>• Guru menilai presentasi laporan tugas proyek, laporan rancangan tugas proyek laporan praktik sesuai rancangan dan produk penjernihan air</li> </ul>	
3	Penutup		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik dan guru mereview hasil pembelajaran sifat-sifat koloid</li> <li>• Refleksi terhadap hasil uji coba rancangan</li> <li>• Guru melakukan post test untuk materi penjernihan air</li> <li>• Pemberian tugas membuat laporan rancangan penjernihan air</li> <li>• Salam penutup</li> </ul>	10 menit

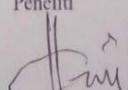
#### Penilaian

No	Aspek	Teknik penilaian	Bentuk penilaian	Istrumen penilaian	Rubrik penilaian
1	Pengetahuan	Tes Tertulis	Uraian	Lembar soal tes tertulis	Terlampir
2	Keterampilan	Observasi	Chekslist	Lembar Observasi	Terlampir

Mengetahui  
Guru Mata Pelajaran Kimia

  
Idkhom Kholid, S.Pd  
NIP.

Jambi, 15 Mei 2023  
Peneliti

  
Dini Zamratu Aulia  
NIM. A1C119009

## Lampiran 4 Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran Kimia Kelas Kontrol

### RANCANGAN PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP) KELAS KONTROL

**Identitas Sekolah : SMA Negeri 2 Muaro Jambi**

**Mata Pelajaran : Kimia**

**Kelas/Semester : XI/2**

**Materi Pokok : Sistem Koloid**

**Alokasi Waktu : 6 x 45 menit (3 x Pertemuan)**

#### A. Kompetensi Inti

<b>KI-1</b>	Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
<b>KI-2</b>	Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam sertadalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia
<b>KI-3</b>	Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah
<b>KI-4</b>	Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan

#### B. Kompetensi Dasar dan indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Dasar	Indicator
------------------	-----------

<p><b>3.14</b> Mengelompokan berbagai tipe sistem koloid, dan menjelaskan kegunaan koloid dalam kehidupan berdasarkan sifat-sifatnya</p> <p><b>4.14</b> Membuat makanan atau produk lain yang berupa koloid atau melibatkan prinsip koloid</p>	<p>3.14.1 Menganalisis Perbedaan larutan, koloid, dan suspensi  3.14.2 Memutuskan Perbedaan larutan, koloid, dan suspensi  3.14.3 Merumuskan Sifat-sifat koloid (efek tyndal, gerak brown, elektroforesis, adsorpsi, koagulasi, dialisis)  3.14.4 Menelaah Sifat-sifat koloid (efek tyndal, gerak brown, elektroforesis, adsorpsi, koagulasi, dialisis)  4.14.1 percobaan prosedur penjernihan air dengan konsep koagulasi dan adsorpsi</p>
<p><b>C. Tujuan Pembelajaran</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa mampu menganalisis Perbedaan larutan, koloid, dan suspensi</li> <li>2. Siswa mampu menentukan Perbedaan larutan, koloid, dan suspensi</li> <li>3. Siswa mampu merumuskan Sifat-sifat koloid (efek tyndal, gerak brown, elektroforesis, adsorpsi, koagulasi, dialisis)</li> <li>4. Siswa mampu menelaah Sifat-sifat koloid (efek tyndal, gerak brown, elektroforesis, adsorpsi, koagulasi, dialisis)</li> <li>5. Siswa mampu melakukan percobaan prosedur penjernihan air dengan konsep koagulasi dan adsorpsi</li> </ol>	
<p><b>D. Materi Pembelajaran</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. larutan, koloid, dan suspensi</li> <li>2. Sifat-sifat koloid (efek tyndal, gerak brown, elektroforesis, adsorpsi, koagulasi, dialisis)</li> <li>3. penjernihan air dengan konsep koagulasi dan adsorpsi</li> </ol>	
<p><b>E. Model dan metod pembelajaran</b>  Metode pembelajaran : Direct Instruction  Metode Pembelajaran : Ceramah, diskusi, tanya jawab  Pendekatan : Saintifik</p>	
<p><b>F. Media dan Sumber Belajar</b>  Media belajar : lkp  Sumber Belajar : Buku paket Kimia kelas XI erlangga dan internet</p>	

<b>G. Langkah – Langkah Pembelajaran</b>			
Pertemuan I			
<b>Kegiatan Pembelajaran</b>	<b>Sintak</b>	<b>Deskripsi Kegiatan Pembelajaran</b>	<b>Alokasi Waktu</b>

Pendahuluan	Menyampaikan tujuan dan mempersiapkan siswa	<p><b><u>Persiapan :</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru mengucapkan salam pembuka dan berdoa</li> <li>2. Guru memeriksa kehadiran siswa</li> </ol> <p><b><u>Apersepsi :</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Guru mengajukan pertanyaan dan mengaitkan pengetahuan siswa sebelumnya dengan materi yang akan diajarkan</li> </ol> <p><b><u>Motivasi :</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Guru memberikan motivasi kepada siswa mengenai manfaat mempelajari materi sistem koloid pembelajaran hari ini sangat erat dengan kehidupan sehari-hari. Bahwa koloid adalah salah satu zat yang keberadaannya banyak di kehidupan nyata, seperti asap, batu apung, tinta, susu, dll yang berguna bagi kita</li> <li>5. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran</li> </ol>	10 menit
Kegiatan inti	Mendemonstrasikan pengetahuan dan keterampilan	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Guru menjelaskan dan mendemonstrasikan contoh perbedaan koloid, suspensi, dan larutan</li> <li>7. Guru meminta siswa membuat ringkasan dengan bahasanya sendiri mengenai materi tersebut</li> </ol>	65 menit
	Membimbing pelatihan	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Guru membagi siswa menjadi 6 kelompok dan meminta siswa untuk duduk sesuai kelompoknya</li> <li>9. Guru memberikan LKPD yang berisi materi dan permasalahan mengenai sistem koloid</li> <li>10. Guru meminta siswa untuk mengerjakan permasalahan pada LKPD dengan baik dan benar</li> <li>11. Guru membimbing siswa dalam mengerjakan permasalahan pada LKPD dan melakukan percobaan yang ada pada LKPD</li> </ol>	

	Mengecek pemahaman dan memberikan umpan balik	<p>12. Guru meminta perwakilan kelompok untuk menjelaskan jawaban permasalahan pada LKPD yang telah mereka kerjakan</p> <p>13. Guru meminta siswa lain untuk memberikan tanggapan atas jawaban permasalahan pada LKPD yang telah dijelaskan</p> <p>14. Guru membimbing siswa dalam memberikan penjelasan dan tanggapan terhadap jawaban permasalahan pada LKPD</p> <p>15. Guru memberikan umpan balik atas jawaban dan tanggapan siswa terhadap jawaban permasalahan pada LKPD</p>	
Kegiatan penutup	Memberikan kesempatan untuk latihan mandiri	<p>16. Guru bersama siswa menyimpulkan hasil pembelajaran</p> <p>17. Guru merefleksikan dan mengevaluasi hasil pembelajaran</p> <p>18. Guru menginformasikan siswa untuk mempelajari sub bab materi selanjutnya yaitu sifat-sifat koloid</p> <p>19. Guru menutup pembelajaran dengan mengucapkan salam penutup</p>	15 menit
<b>Pertemuan 2</b>			
<b>Kegiatan pembelajaran</b>	<b>Sintaks</b>	<b>Deskripsi Kegiatan Pembelajaran</b>	
Pendahuluan	Menyampaikan tujuan dan mempersiapkan siswa	<p><b><u>Persiapan :</u></b></p> <p>1. Guru mengucapkan salam pembuka dan berdoa</p> <p>2. Guru memeriksa kehadiran siswa</p> <p><b><u>Apersepsi :</u></b></p> <p>3. Guru mengajukan pertanyaan dan mengaitkan pengetahuan siswa sebelumnya dengan materi yang akan diajarkan</p> <p><b><u>Motivasi :</u></b></p> <p>4. Guru memberikan motivasi kepada siswa mengenai manfaat mempelajari materi ajar</p> <p>5. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran</p>	10 menit

Kegiatan inti	Mendemonstrasikan pengetahuan atau keterampilan	6. Guru menjelaskan dan mendemonstrasikan contoh soal sub bab materi tentang sifat-sifat koloid 7. Guru meminta siswa membuat ringkasan dengan bahasanya sendiri mengenai materi tersebut	
	Membimbing pelatihan	8. Guru membagi siswa menjadi 6 kelompok dan meminta siswa untuk duduk sesuai kelompoknya 9. Guru memberikan LKPD yang berisi materi dan permasalahan mengenai sifat-sifat koloid 10. Guru meminta siswa untuk mengerjakan permasalahan pada LKPD dengan baik dan benar 11. Guru membimbing siswa dalam mengerjakan permasalahan pada LKPD	
	Mengecek pemahaman dan memberikan umpan balik	12. Guru meminta perwakilan kelompok untuk menjelaskan jawaban permasalahan pada LKPD yang telah mereka kerjakan 13. Guru meminta siswa lain untuk memberikan tanggapan atas jawaban permasalahan pada LKPD yang telah dijelaskan 14. Guru membimbing siswa dalam memberikan penjelasan dan tanggapan terhadap jawaban permasalahan pada LKPD 15. Guru memberikan umpan balik atas jawaban dan tanggapan siswa terhadap jawaban permasalahan pada LKPD	

Penutup	Memberikan kesempatan untuk latihan mandiri	16. Guru bersama siswa menyimpulkan hasil pembelajaran 17. Guru merefleksikan dan mengevaluasi hasil pembelajaran 18. Guru menginformasikan siswa untuk mempelajari sub bab materi proses penjernihan air untuk merancang prosedur dan alat penjernihan air 19. Guru menutup pembelajaran dengan mengucapkan salam penutup	
Pertemuan III			
<b>Kegiatan Pembelajaran</b>	<b>Sintak</b>	<b>Deskripsi Kegiatan Pembelajaran</b>	<b>Alokasi Waktu</b>
Pendahuluan	Menyampaikan tujuan dan mempersiapkan siswa	<b><u>Persiapan :</u></b> 1. Guru mengucapkan salam pembuka dan berdoa 2. Guru memeriksa kehadiran siswa <b><u>Apersepsi :</u></b> 3. Guru mengajukan pertanyaan dan mengaitkan pengetahuan siswa sebelumnya dengan materi yang akan diajarkan <b><u>Motivasi :</u></b> 4. Guru memberikan motivasi kepada siswa mengenai manfaat mempelajari materi ajar 5. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran	10 menit
Kegiatan Inti	Mendemonstrasikan pengetahuan dan keterampilan	6. Guru menjelaskan dan mendemonstrasikan sub bab materi tentang proses penjernihan air untuk merancang prosedur dan alat penjernihan air 7. Guru meminta siswa membuat ringkasan dengan bahasanya sendiri mengenai materi tersebut	65 menit

	Membimbing pelatihan	8. Guru membagi siswa menjadi 6 kelompok dan meminta siswa untuk duduk sesuai kelompoknya 9. Guru memberikan LKPD yang berisi materi dan permasalahan mengenai penjernihan air 10. Guru meminta siswa untuk mengerjakan permasalahan pada LKPD dengan baik dan benar 11. Guru membimbing siswa dalam mengerjakan permasalahan pada LKPD dan melakukan percobaan mengenai proses penjernihan air	
	Mengecek pemahaman dan memberikan umpan balik	12. Guru meminta perwakilan kelompok untuk menjelaskan jawaban permasalahan pada LKPD yang telah mereka kerjakan 13. Guru meminta siswa lain untuk memberikan tanggapan atas jawaban permasalahan pada LKPD yang telah dijelaskan 14. Guru membimbing siswa dalam memberikan penjelasan dan tanggapan terhadap jawaban permasalahan pada LKPD 15. Guru memberikan umpan balik atas jawaban dan tanggapan siswa terhadap jawaban permasalahan pada LKPD	

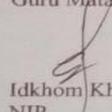
2

Penutup	Memberikan kesempatan untuk latihan mandiri	16. Guru bersama siswa menyimpulkan hasil pembelajaran 17. Guru merefleksikan dan mengevaluasi hasil pembelajaran 18. Guru menginformasikan siswa mengenai pelaksanaan <i>posttest</i> pada pertemuan selanjutnya dan meminta siswa untuk mempelajari materi sistem koloid yang telah dipelajari 19. Guru menutup pembelajaran dengan mengucapkan salam penutup	10 menit
---------	---	--	----------

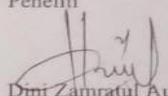
**F. Penilaian**

No	Aspek	Teknik penilaian	Bentuk penilaian	Istrumen penilaian	Rubrik penilaian
1	Pengetahuan	Tes Tertulis	Uraian	Lembar soal tes tertulis	Terlampir
2	Keterampilan	Observasi	Chekslist	Lembar Observasi	Terlampir

Mengetahui  
Guru Mata Pelajaran Kimia

  
Idkhom Kholid, S.Pd  
NIP.

Jambi, 15 Mei 2023  
Peneliti

  
Dini Zamratul Aulia  
NIM.A1C119009

**Lampiran 5** Validasi Instrumen Lembar Observasi Penerapan Model oleh Guru.

**Lampiran 5. Validasi instrumen Lembar Observasi Kegiatan Guru Pada Penerapan model PjBl-STEM**

**VALIDASI INSTRUMEN**

**LEMBAR PENILAIAN AKTIVITAS GURU PADA PENERAPAN MODEL PjBl-STEM**

Nama sekolah : SMA N 2 Muaro Jambi

Materi : Sistem Koloid

Kelas/Semester : XI MIPA 1/ 2

Petunjuk :Berilah tanda ceklis (✓) pada kolom penilaian sesuai dengan aspek kegiatan guru yang diamati!

No	Sintak	No item	Aspek kegiatan Guru	Penelitian
Pertemuan 1				
1	<i>Reflection</i>	1	Memberikan motivasi agar siswa memiliki kemauan untuk menyelidiki keempat bidang STEM dalam ruang lingkup materi sistem koloid	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Saran lainnya .....
		2	Membimbing siswa untuk mengajukan pertanyaan	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Saran lainnya .....

No	Sintak	No item	Aspek kegiatan Guru	Penelitian
2	<i>Research</i>	3	Mengarahkan siswa mencari informasi/ sumber-sumber yang relevan dengan materi	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Saran lainnya .....
		4	Membimbing siswa untuk merumuskan jawaban permasalahan	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Saran lainnya .....
Pertemuan 2				
3	<i>Discovery</i>	5	Mengarahkan siswa untuk mengevaluasi ide/solusi	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Saran lainnya .....
		6	Membimbing siswa dalam menentukan dan merancang proyek secara berkelompok	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Saran lainnya .....

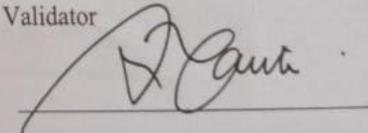
No	Sintak	No item	Aspek kegiatan Guru	Penelitian
Pertemuan 3				
4	<i>Application</i>	7	Memantau siswa melakukan percobaan sistem koloid menggunakan alat dan bahan yang telah dipersiapkan sebelumnya	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Saran lainnya .....
		8	Mengarahkan setiap kelompok untuk mendiskusikan hasil percobaan	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Saran lainnya .....
		9	Menilai kemampuan siswa mengolah data dan merumuskan kesimpulan	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Saran lainnya .....
		10	Mengarahkan setiap kelompok untuk mempresentasikan hasil rancangan proyek, cara kerja, biaya produksi, hasil dan kesimpulan hasil percobaan sistem koloid	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Saran lainnya .....

No	Sintak	No item	Aspek kegiatan Guru	Penelitian
5	Communication	11	Memotivasi kelompok lain yang lain untuk menanggapi	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Saran lainnya .....
		12	Menilai keterampilan proses sains siswa serta kemampuan berkomunikasi siswa	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Saran lainnya .....

Saran keseluruhan

Sudah layak digunakan untuk penelitian

Jambi...15 Februari.....2023  
 Validator



**Lampiran 6.** Hasil Observasi Penerapan Model oleh Guru

**Lampiran 6.** Lembar Observasi Kegiatan Guru pada Penerapan Model PjBl-STEM

**INSTRUMEN PENILAIAN**

**LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS GURU PADA PENERAPAN MODEL PjBl-STEM**

Nama sekolah : SMA N 2 Muaro Jambi

Materi : Sistem Koloid

Kelas/Semester : XI MIPA 1/2

Petunjuk Berilah komentar pada kolom penilaian sesuai dengan aspek kegiatan guru yang diamati!

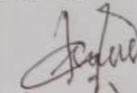
No	Sintak	No item	Aspek Kegiatan Guru	Komentar
1	<i>Reflection</i>	1	Memberikan motivasi agar siswa memiliki kemauan untuk menyelidiki keempat bidang STEM dalam ruang lingkup materi sistem koloid	terlaksana
		2	Memberikan motivasi agar siswa memiliki kemauan untuk menyelidiki keempat bidang STEM dalam ruang lingkup materi sistem koloid	terlaksana
2	<i>Research</i>	3	Mengarahkan siswa mencari informasi/ sumber-sumber yang relevan dengan materi	terlaksana
		4	Membimbing siswa untuk merumuskan jawaban permasalahan	terlaksana
Pertemuan 2				
3	<i>Discovery</i>	5	Mengarahkan siswa untuk mengevaluasi ide/solusi secara merinci	terlaksana
		6	Membimbing siswa dalam menentukan dan merancang proyek secara berkelompok	terlaksana

No	Sintak	No item	Aspek Kegiatan Guru	Komentar
Pertemuan 3				
4	<i>Application</i>	7	Memantau siswa melakukan percobaan sistem koloid menggunakan alat dan bahan yang telah dipersiapkan sebelumnya	terlaksana
		8	Mengarahkan setiap kelompok untuk mendiskusikan hasil percobaan	terlaksana
		9	Menilai kemampuan siswa mengolah data dan merumuskan kesimpulan	terlaksana
5	<i>Communication</i>	10	Mengarahkan setiap kelompok untuk mempresentasikan hasil rancangan proyek, cara kerja, biaya produksi, hasil dan kesimpulan hasil percobaan sistem koloid	terlaksana
		11	Memotivasi kelompok lain yang lain untuk menanggapi	terlaksana
		12	Menilai keterampilan proses sains siswa serta kemampuan berkomunikasi siswa	terlaksana

Saran keseluruhan

Jambi...15...mei.....2023

Observer

  
Desma Linda

**Lampiran 7** Validasi Instrumen Lembar Observasi Aktivitas Siswa

Lampiran 4. Validasi instrumen Lembar Observasi Kegiatan Siswa pada penerapan PjBl-STEM

**VALIDASI INSTRUMEN**  
**LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS SISWA PADA PENERAPAN MODEL PJBL-STEM**

Nama sekolah : SMA N 2 Muaro Jambi  
 Materi : Sistem Koloid  
 Kelas/Semester : XI MIPA 1/ 2  
 Petunjuk :Berilah tanda ceklis (✓) pada kolom penilaian sesuai dengan aspek kegiatan guru yang diamati!

No	Sintak	No Item	Aspek Kegiatan siswa	Kriteria	Penilaian
Pertemuan 1					
1	Reflection	1	Mempelajari sifat-sifat koloid dengan mengamati contoh yang diberikan guru	Skor 4 jika siswa mengamati dengan seksama sekaligus menuliskan apa yang ia pelajari Skor 3 jika siswa kurang mengamati namun menuliskan apa yang ia pelajari Skor 2 jika siswa hanya mengamati saja Skor 1 jika siswa tidak mengamati dan tidak menuliskan	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Kriteria tidak sesuai dengan aspek <input checked="" type="checkbox"/> Kriteria sesuai dengan aspek Saran lainnya .....

No	Sintak	No Item	Aspek Kegiatan siswa	Kriteria	Penilaian
		2	Mengajukan pertanyaan terkait materi	Skor 4 jika siswa mengajukan pertanyaan lebih dari satu yang terkait dengan materi Skor 3 jika siswa mengajukan satu pertanyaan Skor 2 jika siswa mengajukan pertanyaan yang tidak sesuai dengan materi Skor 1 jika siswa tidak mengajukan pertanyaan	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Kriteria tidak sesuai dengan aspek <input checked="" type="checkbox"/> Kriteria sesuai dengan aspek Saran lainnya .....
2	Research	3	Mencari informasi/sumber-sumber yang relevan dengan materi	Skor 4 jika siswa mencari <5 informasi /sumber yang relevan dengan materi Skor 3 jika siswa mencari 3 < 5 informasi/sumber-sumber yang relevan dengan materi Skor 2 jika siswa mencari 1 < 3 informasi/sumber-sumber yang relevan dengan materi Skor 1 jika siswa tidak mencari informasi/sumber-sumber yang relevan dengan materi	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Kriteria tidak sesuai dengan aspek <input checked="" type="checkbox"/> Kriteria sesuai dengan aspek Saran lainnya .....
		4	Merumuskan jawaban permasalahan	Skor 4 jika siswa merumuskan > 3 jawaban permasalahan Skor 3 jika siswa merumuskan 2 jawaban permasalahan	

No	Sintak	No Item	Aspek Kegiatan siswa	Kriteria	Penilaian
				Skor 2 jika siswa merumuskan 1 jawaban permasalahan Skor 1 jika siswa tidak merumuskan jawaban permasalahan	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Kriteria tidak sesuai dengan aspek <input checked="" type="checkbox"/> Kriteria sesuai dengan aspek Saran lainnya .....
Pertemuan 2					
3	<i>Discovery</i>	5	Mengevaluasi ide/solusi dalam jawaban permasalahan	Skor 4 jika siswa mengevaluasi ide secara merinci serta memperbaiki ide Skor 3 jika siswa mengevaluasi ide tetapi tidak merinci serta memperbaiki ide Skor 2 jika siswa hanya mengevaluasi ide tetapi tidak merinci Skor 1 jika siswa tidak mengevaluasi	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Kriteria tidak sesuai dengan aspek <input checked="" type="checkbox"/> Kriteria sesuai dengan aspek Saran lainnya .....
		6	Merancang alat dan bahan sistem koloid	Skor 4 jika siswa merancang alat dan bahan sesuai ide, tetapi teradapat kendala dalam merancang dan dapat berfungsi dengan baik	

No	Sintak	No Item	Aspek Kegiatan siswa	Kriteria	Penilaian
				Skor 3 jika siswa merancang alat dan bahan sesuai ide, tidak terkendala dan dapat berfungsi dengan baik Skor 2 jika siswa merancang alat dan bahan tidak sesuai ide Skor 1 jika siswa tidak merancang alat uji	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Kriteria tidak sesuai dengan aspek <input checked="" type="checkbox"/> Kriteria sesuai dengan aspek Saran lainnya .....
Pertemuan 3					
4	<i>Application</i>	7	Melakukan percobaan sistem koloid menggunakan alat dan bahan yang telah dirancang sebelumnya	Skor 4 jika siswa melakukan percobaan suseai dengan LKPD dan tepat waktu Skor 3 jika siswa melakukan sesuai dengan LKPD tetapi tidak tepat waktu Skor 2 jika siswa melakukan percobaan tidak sesuai LKPD dan tidak tepat waktu Skor 1 jika siswa tidak melakukan percobaan sistem koloid	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Kriteria tidak sesuai dengan aspek <input checked="" type="checkbox"/> Kriteria sesuai dengan aspek Saran lainnya .....
		8	Masing – masing kelompok mendiskusikan hasil percobaan	Skor 4 jika siswa berdiskusi dengan cepat dan sesuai materi Skor 3 jika siswa berdiskusi sesuai materi	

No	Sintak	No Item	Aspek Kegiatan siswa	Kriteria	Penilaian
				Skor 2 jika siswa berdiskusi dengan cepat tetapi tidak sesuai dengan materi	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Kriteria tidak sesuai dengan aspek <input checked="" type="checkbox"/> Kriteria sesuai dengan aspek Saran lainnya .....
				Skor 1 jika siswa tidak mengamati dan tidak menuliskan	
		9	Mengolah data dan merumuskan kesimpulan	Skor 4 jika siswa mengamati dengan seksama sekaligus menuliskan apa yang ia pelajari Skor 3 jika siswa kurng mengamati namun menuliskan apa yang ia pelajari Skor 2 jika siswa hanya mengamati saja Skor 1 jika siswa tidak berdiskusi	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Kriteria tidak sesuai dengan aspek <input checked="" type="checkbox"/> Kriteria sesuai dengan aspek Saran lainnya .....
5	Communication	10	Setiap kelompok mempresentasikan hasil rancangan, cara kerja, biaya produksi, hasil uji coba dan	Skor 4 jika siswa dengan lancar dan tepat menyampaikan hasil eksperimen Skor 3 jika siswa dengan lancar namun kurang tepat menyampaikan hasil eksperimen	

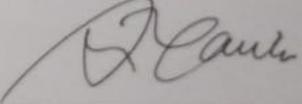
No	Sintak	No Item	Aspek Kegiatan siswa	Kriteria	Penilaian
			kesimpulan hasil percobaan sistem koloid	Skor 2 jika siswa kurang lancar dan kurang tepat menyampaikan hasil ekperimen Skor 1 jika siswa tidak lancar dan tidak tepat menyampaikan hasil diskusi	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Kriteria tidak sesuai dengan aspek <input checked="" type="checkbox"/> Kriteria sesuai dengan aspek Saran lainnya .....
		11	Menanggapi hasil percobaan dari kelompok yang presentasi	Skor 4 jika siswa menanggapi dengan memberikan > 3 gagasan Skor 3 jika siswa menanggapi dengan memberikan 2 gagasan Skor 2 jika siswa menanggapi hanya dengan memberikan 1 gagasan Skor 1 jika siswa tidak memberikan gagasan	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Kriteria tidak sesuai dengan aspek <input checked="" type="checkbox"/> Kriteria sesuai dengan aspek Saran lainnya .....
		12	Menyampaikan kesimpulan pembelajaran	Skor 4 jika siswa menyampaikan kesimpulan dengan lancar dan benar Skor 3 jika siswa menyampaikan kesimpulan dengan kurang lancar namun benar	

No	Sintak	No Item	Aspek Kegiatan siswa	Kriteria	Penilaian
				Skor 2 jika siswa menyampaikan kesimpulan dengan tidak lancar dan tidak benar	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Kriteria tidak sesuai dengan aspek <input checked="" type="checkbox"/> Kriteria sesuai dengan aspek Saran lainnya .....
				Skor 1 jika siswa tidak menyampaikan kesimpulan	

Saran keseluruhan

Sudah layak diterbitkan untuk penelitian

Jambi, 15 Februari ..... 2023  
 Validator



Lampiran 8 Hasil Observasi Aktivitas Siswa

Lampiran 7. Lembar Observasi Kegiatan Siswa pada Penerapan Model PJBL-STEM

**LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS SISWA PADA PENERAPAN MODEL PJBL-STEM**

Nama sekolah : SMA N 2 Muaro Jambi

Materi : Sistem Koloid

Kelas/Semester : XI MIPA 1/2

Nama Siswa :

1. m. ridwan 20  
 2. hanani putridhatoko 15  
 3. aya anajayu 1  
 4. Reva Gardhika 22  
 5. Vasyurroni 20  
 6. Shindy Septi 25

Petunjuk : Berilah tanda ceklis (v) pada kolom penilaian sesuai dengan aspek kegiatan guru yang diamati!

No	Sintak	No Item	Aspek kegiatan	Kriteria	Nomor Siswa				
					1	2	3	4	5
Pertemuan 1									
1		1	Mempelajari sifat-sifat dan jenis-jenis sistem koloid	Skor 4 jika siswa mengamati dengan seksama sekaligus menuliskan apa yang ia pelajari	✓	✓	✓	✓	✓

No	Sintak	No Item	Aspek kegiatan	Kriteria	1	2	3	4	5
	<i>Reflection</i>		dengan mengamati contoh yang diberikan oleh guru	Skor 3 jika siswa kurng mengamati namun menuliskan apa yang ia pelajari					
				Skor 2 jika siswa hanya mengamati saja					
				Skor 1 jika siswa tidak mengamati dan tidak menuliskan					
		2	Mengajukan pertanyaan terkait materi	Skor 4 jika siswa mengajukan pertanyaan lebih dari satu yang terkait dengan materi	✓	✓	✓	✓	✓
				Skor 3 jika siswa mengajukan 1 pertanyaan terkait materi					
				Skor 2 jika siswa mengajukan pertanyaan yang sesuai dengan materi					
				Skor 1 jika siswa tidak mengajukan pertanyaan					
2	<i>Research</i>	3	Mencari informasi/sumber-sumber yang relevan dengan materi	Skor 4 jika siswa mencari > 5 informasi /sumber -sumber yang relevan dengan materi		✓			
				Skor 3 jika siswa mencari 3 < 5 informasi /sumber -sumber yang relevan dengan materi			✓	✓	
				Skor 2 jika siswa mencari 1 < 3 informasi /sumber -sumber yang relevan dengan materi	✓			✓	
				Skor 1 jika siswa tidak informasi /sumber -sumber yang relevan dengan materi					
		4	Merumuskan jawaban permasalahan	Skor 4 jika siswa merumuskan > 3 jawaban permasalahan					

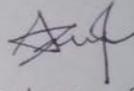
No	Sintak	No Item	Aspek kegiatan	Kriteria	Nomor Siswa					
					1	2	3	4	5	
				Skor 3 jika siswa merumuskan 2 jawaban						
				Skor 2 jika siswa merumuskan 1 jawaban	✓		✓	✓	✓	
				Skor 1 jika siswa tidak merumuskan jawaban		✓				
Pertemuan 2										
3	Discovery	5	Mengevaluasi ide/solusi dalam menjawab permasalahan	Skor 4 jika siswa mengevaluasi ide secara merinci dan memperbaiki ide			✓			
				Skor 3 jika siswa mengevaluasi ide tetapi tidak merinci serta memperbaiki ide	✓			✓		
				Skor 2 jika siswa hanya mengevaluasi ide tetapi tidak merinci						
				Skor 1 jika siswa tidak mengevaluasi ide dan tidak mendapatkan kesimpulan						
		6	Merancang alat dan bahan yang digunakan untuk percobaan sistem koloid	Skor 4 jika siswa merancang alat dan bahan sesuai ide, tetapi teradapat kendala dalam merancang dan dapat berfungsi dengan baik	✓					
				Skor 3 jika siswa merancang alat dan bahan sesuai ide, tidak terkendala dan dapat berfungsi dengan baik			✓	✓	✓	
				Skor 2 jika siswa merancang alat dan bahan tidak sesuai ide		✓				
				Skor 1 jika siswa tidak merancang alat uji						
Pertemuan 3										
		7	Melakukan percobaan sistem koloid	Skor 4 jika siswa melakukan percobaan suseai dengan LKPD dan tepat waktu	✓		✓			

No	Sintak	No Item	Aspek kegiatan	Kriteria	Nomor Siswa				
					1	2	3	4	5
4	Application		menggunakan alat dan bahan yang telah dirancang sebelumnya	Skor 3 jika siswa melakukan sesuai dengan LKPD tetapi tidak tepat waktu					✓
				Skor 2 jika siswa melakukan percobaan tidak sesuai LKPD dan tidak tepat waktu		✓			
				Skor 1 jika siswa tidak melakukan percobaan sistem koloid					
		8	Masing – masing kelompok mendiskusikan hasil percobaan	Skor 4 jika siswa berdiskusi dengan cepat dan sesuai materi					✓
				Skor 3 jika siswa berdiskusi sesuai materi	✓		✓	✓	
				Skor 2 jika siswa berdiskusi dengan cepat tetapi tidak sesuai dengan materi		✓			
				Skor 1 jika siswa tidak mengamati dan tidak menuliskan					
		9	Mengolah data dan merumuskan kesimpulan	Skor 4 jika siswa mengamati dengan seksama sekaligus menuliskan apa yang ia pelajari	✓				
				Skor 3 jika siswa kurng mengamati namun menuliskan apa yang ia pelajari		✓		✓	✓
				Skor 2 jika siswa hanya mengamati saja			✓		
Skor 1 jika siswa tidak berdiskusi									
		10	Setiap kelompok mempresentasikan hasil rancangan, cara kerja, biaya produksi, hasil uji	Skor 4 jika siswa dengan lancar dan tepat menyampaikan hasil eksperimen			✓	✓	
				Skor 3 jika siswa dengan lancar namun kurang tepat menyampaikan hasil eksperimen	✓				

Saran keseluruhan

Sudah baik

Jambi... 15 Mei ..... 2023  
Observer

  
 bintang Nugraha

**Lampiran 9** Validasi Instrumen Lembar Observasi Keterampilan Proses Sains

3

**VALIDASI INSTRUMEN**

**LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS SISWA PADA PENERAPAN KETERAMPILAN PROSES SAINS**

Nama sekolah : SMA N 2 Muaro Jambi  
Materi : Sistem Koloid  
Kelas/Semester : XI MIPA 1/ 2

No	Aspek Keterampilan Proses Sains	Aspek kegiatan	Kriteria	Penilaian
1	Mengamati	Siswa mengamati perubahan yang terjadi pada percobaan	Skor 4 jika siswa dapat mengamati seluruh perubahan yang terjadi pada percobaan	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Kriteria tidak sesuai dengan aspek <input checked="" type="checkbox"/> Kriteria sesuai dengan aspek <input type="checkbox"/> Saran lainnya  .....
			Skor 3 jika siswa dapat mengamati setengah perubahan yang terjadi pada percobaan	
			Skor 2 jika siswa dapat memahami Sebagian kecil perubahan yang terjadi pada percobaan	
			Skor 1 jika siswa tidak dapat mengamati perubahan yang terjadi pada percobaan	
2	Menafsirkan Pengamatan	Siswa menghubungkan pengamatan dengan materi pembelajaran	Skor 4 jika siswa dapat menuliskan seluruh hasil pengamatan dengan menghubungkan pada materi pembelajaran	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Kriteria tidak sesuai dengan aspek <input checked="" type="checkbox"/> Kriteria sesuai dengan aspek <input type="checkbox"/> Saran lainnya
			Skor 3 jika siswa dapat menuliskan setengah hasil pengamatan dengan menghubungkan dengan materi	

No	Aspek Keterampilan Proses Sains	Aspek kegiatan	Kriteria	Penilaian
			pembelajaran Skor 2 jika siswa dapat menuliskan Sebagian kecil hasil pengamatan dengan menghubungkan dengan materi pembelajaran Skor 1 jika siswa tidak dapat menuliskan seluruh hasil pengamatan dengan menghubungkan dengan materi pembelajaran	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Meramalkan	Siswa dapat membuat kemungkinan yang terjadi pada hasil pengamatan dalam percobaan	Skor 4 jika siswa dapat menyebutkan 4 kemungkinan yang terjadi pada hasil pengamatan Skor 3 jika siswa dapat menyebutkan 3 kemungkinan yang terjadi pada hasil pengamatan Skor 2 jika siswa dapat menyebutkan 2 kemungkinan yang terjadi pada hasil pengamatan Skor 1 jika siswa tidak dapat menyebutkan kemungkinan yang terjadi pada hasil pengamatan	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Kriteria tidak sesuai dengan aspek <input checked="" type="checkbox"/> Kriteria sesuai dengan aspek <input type="checkbox"/> Saran lainnya
4	Merencanakan percobaan	Siswa menentukan Langkah kerja yang ada pada LKPD yang diberikan oleh	Skor 4 jika siswa dapat menerapkan Langkah kerja pada LKPD dengan berdiskusi dengan anggota kelompok Skor 3 jika siswa menerapkan langkah kerja pada LKPD tetapi kurang berdiskusi dengan anggota kelompok	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

No	Aspek Keterampilan Proses Sains	Aspek kegiatan	Kriteria	Penilaian
		guru	Skor 2 jika siswa kurang menerapkan Langkah kerja pada LKPD dan kurang berdiskusi dengan anggota kelompok Skor 1 jika siswa tidak dapat menerapkan Langkah kerja pada LKPD dan tidak berdiskusi dengan anggota kelompok	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak Aspek sesuai dengan sintak Kriteria tidak sesuai dengan aspek Kriteria sesuai dengan aspek Saran lainnya .....
		Menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk dapat menjalankan apa yang sedang terjadi	Skor 4 jika siswa dapat menggunakan konsep sistem koloid Skor 3 jika siswa Sebagian dapat menggunakan konsep sistem koloid	<input checked="" type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Kriteria tidak sesuai dengan aspek <input checked="" type="checkbox"/> Kriteria sesuai dengan aspek Saran lainnya .....
			Skor 2 jika siswa kurang dapat menggunakan konsep sistem koloid Skor 1 jika siswa tidak dapat menggunakan konsep sistem koloid	
		Menyusun Hipotesis	Skor 4 jika siswa dapat menyusun hipotesis dengan berdiskusi dengan seluruh anggota kelompok Skor 3 jika siswa dapat Menyusun hipotesis dengan berdiskusi dengan beberapa anggota kelompok Skor 2 jika siswa kurang dapat	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Kriteria tidak sesuai dengan aspek <input checked="" type="checkbox"/> Kriteria sesuai dengan aspek Saran lainnya

No	Aspek Keterampilan Proses Sains	Aspek kegiatan	Kriteria	Penilaian
			Menyusun hipotesis dengan berdiskusi dengan Sebagian anggota kelompok Skor 1 jika siswa tidak dapat menyusun hipotesis dengan tidak berdiskusi antar Sebagian kelompok	.....
5	Menerapkan konsep	Siswa menerapkan konsep materi pembelajaran pada hasil percobaan	Skor 4 jika siswa dapat menerapkan konsep dengan menyebutkan hubungan materi pembelajaran dengan data hasil percobaan Skor 3 jika siswa sedikit dapat menerapkan konsep dengan menyebutkan hubungan materi pembelajaran dengan data hasil percobaan Skor 2 jika siswa kurang dapat menerapkan konsep dengan menyebutkan hubungan materi pembelajaran dengan data hasil percobaan Skor 1 jika siswa tidak dapat menerapkan konsep dengan menyebutkan hubungan materi pembelajaran dengan data hasil percobaan	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Kriteria tidak sesuai dengan aspek <input checked="" type="checkbox"/> Kriteria sesuai dengan aspek <input type="checkbox"/> Saran lainnya .....
6	Menggunakan Alat dan Bahan	Siswa dapat menggunakan alat dan bahan sesuai	Skor 4 jika siswa dapat menggunakan alat dan bahan sesuai dengan prosedur Skor 3 jika siswa sedikit dapat	<input type="checkbox"/>

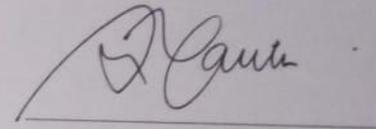
No	Aspek Keterampilan Proses Sains	Aspek kegiatan	Kriteria	Penilaian
			kesimpulan berdasarkan dengan hasil yang didapat	.....
			Skor 1 jika siswa tidak dapat memberikan kesimpulan berdasarkan dengan hasil yang didapat	
8	Mengajukan pertanyaan	Bertanya apa, bagaimana dan mengapa	Skor 4 jika siswa mengajukan pertanyaan dengan berdiskusi terlebih dahulu dengan seluruh anggota kelompok	<input type="checkbox"/> Aspek tidak sesuai dengan sintak <input checked="" type="checkbox"/> Aspek sesuai dengan sintak <input type="checkbox"/> Kriteria tidak sesuai dengan aspek <input checked="" type="checkbox"/> Kriteria sesuai dengan aspek <input type="checkbox"/> Saran lainnya .....
			Skor 3 jika siswa mengajukan pertanyaan dengan berdiskusi hanya dengan Sebagian anggota kelompok saja	
			Skor 2 jika siswa mengajukan pertanyaan dengan tidak berdiskusi dahulu dengan beberapa anggota kelompok	
			Skor 1 jika siswa mengajukan pertanyaan dengan tidak berdiskusi terlebih dahulu dengan seluruh anggota kelompok	
		Memberikan pertanyaan yang melatar belakangi hipotesis	Skor 4 jika siswa dapat memberikan pertanyaan yang melatarbelakangi hipotesis dengan tepat	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
			Skor 3 jika siswa Sebagian dapat memberikan pertanyaan yang melatarbelakangi hipotesis dengan	

Saran keseluruhan

Sudah layak digunakan untuk penelitian

Jambi, 10 Februari 2023

Validator



**Lampiran 10 Hasil Observasi Keterampilan Proses Sains Siswa**

10

**INSTRUMEN PENELITIAN**

**LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS SISWA PADA PENERAPAN KETERAMPILAN PROSES SAINS**

Nama sekolah : SMA N 2 Muaro Jambi  
 Materi : Sistem Koloid  
 Kelas/Semester : XI MIPA 1/ 2  
 Petunjuk : Berilah tanda ceklis (✓) pada kolom penilaian sesuai dengan aspek kegiatan guru yang diamati!  
 Nama Siswa : 1. m. fidwan                      5. Shindy septi  
                   2. harani putri                    6. Vanya ktrani  
                   3. aura anajasya  
                   4. rusa fardhila

No	Aspek Keterampilan Proses Sains	Aspek kegiatan	Kriteria	Nomor Siswa					
				1	2	3	4	5	6
1	Mengamati	Siswa mengamati perubahan yang terjadi pada percobaan	Skor 4 jika siswa dapat mengamati seluruh perubahan yang terjadi pada percobaan		✓	✓		✓	✓
			Skor 3 jika siswa dapat mengamati setengah perubahan yang terjadi pada percobaan	✓			✓		
			Skor 2 jika siswa dapat memahami Sebagian kecil perubahan yang terjadi pada percobaan						
			Skor 1 jika siswa tidak dapat mengamati perubahan yang terjadi pada percobaan						

No	Aspek Keterampilan Proses Sains	Aspek kegiatan	Kriteria	Nomor Siswa						
				1	2	3	4	5	6	
2	Menafsirkan Pengamatan	Siswa menghubungkan pengamatan dengan materi pembelajaran	Skor 4 jika siswa dapat menuliskan seluruh hasil pengamatan dengan menghubungkan pada materi pembelajaran		✓	✓			✓	✓
			Skor 3 jika siswa dapat menuliskan setengah hasil pengamatan dengan menghubungkan dengan materi pembelajaran	✓			✓			
			Skor 2 jika siswa dapat menuliskan Sebagian kecil hasil pengamatan dengan menghubungkan dengan materi pembelajaran							
			Skor 1 jika siswa tidak dapat menuliskan seluruh hasil pengamatan dengan menghubungkan dengan materi pembelajaran							
3	Meramalkan	Siswa dapat membuat kemungkinan yang terjadi pada hasil pengamatan dalam percobaan	Skor 4 jika siswa dapat menyebutkan 4 kemungkinan yang terjadi pada hasil pengamatan		✓					✓
			Skor 3 jika siswa dapat menyebutkan 3 kemungkinan yang terjadi pada hasil pengamatan	✓		✓	✓	✓		
			Skor 2 jika siswa dapat menyebutkan 2 kemungkinan yang terjadi pada hasil pengamatan							
			Skor 1 jika siswa tidak dapat menyebutkan kemungkinan yang terjadi pada hasil pengamatan							

No	Aspek Keterampilan Proses Sains	Aspek kegiatan	Kriteria	Nomor Siswa						
				1	2	3	4	5	6	
4	Merencanakan percobaan	Siswa menentukan Langkah kerja yang ada pada LKPD yang diberikan oleh guru	Skor 4 jika siswa dapat menerapkan Langkah kerja pada LKPD dengan berdiskusi dengan anggota kelompok	✓	✓					✓
			Skor 3 jika siswa menerapkan langkah kerja pada LKPD tetapi kurang berdiskusi dengan anggota kelompok			✓	✓			
			Skor 2 jika siswa kurang menerapkan Langkah kerja pada LKPD dan kurang berdiskusi dengan anggota kelompok							
			Skor 1 jika siswa tidak dapat menerapkan Langkah kerja pada LKPD dan tidak berdiskusi dengan anggota kelompok							
	Menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk dapat menjalankan apa yang sedang terjadi	Menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk dapat menjalankan apa yang sedang terjadi	Skor 4 jika siswa dapat menggunakan konsep sistem koloid	✓	✓					✓
			Skor 3 jika siswa Sebagian dapat menggunakan konsep sistem koloid			✓	✓	✓		
			Skor 2 jika siswa kurang dapat menggunakan konsep sistem koloid							
			Skor 1 jika siswa tidak dapat menggunakan konsep sistem koloid							
	Menyusun Hipotesis	Menyusun Hipotesis	Skor 4 jika siswa dapat menyusun hipotesis dengan berdiskusi dengan seluruh anggota kelompok	✓	✓			✓	✓	
			Skor 3 jika siswa dapat Menyusun hipotesis dengan berdiskusi dengan beberapa anggota kelompok			✓				

No	Aspek Keterampilan Proses Sains	Aspek kegiatan	Kriteria	Nomor Siswa							
				1	2	3	4	5	6		
			Skor 2 jika siswa kurang dapat Menyusun hipotesis dengan berdiskusi dengan Sebagian anggota kelompok								
			Skor 1 jika siswa tidak dapat menyusun hipotesis dengan tidak berdiskusi antar Sebagian kelompok								
5	Menerapkan konsep	Siswa menerapkan konsep materi pembelajaran pada hasil percobaan	Skor 4 jika siswa dapat menerapkan konsep dengan menyebutkan hubungan materi pembelajaran dengan data hasil percobaan				✓	✓			
			Skor 3 jika siswa sedikit dapat menerapkan konsep dengan menyebutkan hubungan materi pembelajaran dengan data hasil percobaan	✓	✓	✓			✓		
			Skor 2 jika siswa kurang dapat menerapkan konsep dengan menyebutkan hubungan materi pembelajaran dengan data hasil percobaan								
			Skor 1 jika siswa tidak dapat menerapkan konsep dengan menyebutkan hubungan materi pembelajaran dengan data hasil percobaan								
6	Menggunakan Alat dan Bahan	Siswa dapat menggunakan alat dan bahan sesuai dengan prosedur yang ada pada LKPD	Skor 4 jika siswa dapat menggunakan alat dan bahan sesuai dengan prosedur		✓			✓	✓		

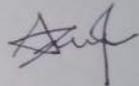
No	Aspek Keterampilan Proses Sains	Aspek kegiatan	Kriteria	Nomor Siswa					
				1	2	3	4	5	6
			Skor 3 jika siswa sedikit dapat menggunakan alat dan bahan sesuai dengan prosedur	✓	✓	✓			
			Skor 2 jika siswa kurang menggunakan alat dan bahan sesuai dengan prosedur	✓	✓	✓	✓		
			Skor 1 jika siswa tidak dapat menggunakan alat dan bahan sesuai dengan prosedur						
7	Mengkomunikasikan	Siswa mempresentasikan hasil percobaan dengan sistematis dan jelas	Skor 4 jika siswa dapat mempresetasikan hasil percobaan dengan sistematis dan jelas		✓			✓	✓
			Skor 3 jika siswa dapat mempresentasikan Sebagian hasil percobaan dengan sistematis dan jelas	✓		✓			
			Skor 2 jika siswa kurang dapat mempresentasikan hasil percobaan dengan sistematis dan jelas						
			Skor 1 jika siswa tidak dapat mempresentasikan hasil percobaan dengan sistematis dan jelas						
		Memberikan kesimpulan sesuai fakta atau prinsip dalam suatu percobaan	Skor 4 jika siswa dapat memberikan 4 kesimpulan berdasarkan dengan hasil yang didapat		✓			✓	
			Skor 3 jika siswa dapat memberikan 3 kesimpulan berdasarkan dengan hasil yang didapat	✓		✓	✓		✓
			Skor 2 jika siswa dapat memberikan 2 kesimpulan berdasarkan dengan hasil yang didapat						

No	Aspek Keterampilan Proses Sains	Aspek kegiatan	Kriteria	Nomor Siswa						
				1	2	3	4	5	6	
			Skor 1 jika siswa tidak dapat memberikan kesimpulan berdasarkan dengan hasil yang didapat		✓		✓			
8	Mengajukan pertanyaan	Bertanya apa, bagaimana dan mengapa	Skor 4 jika siswa mengajukan pertanyaan dengan berdiskusi terlebih dahulu dengan seluruh anggota kelompok	✓	✓	✓		✓	✓	
			Skor 3 jika siswa mengajukan pertanyaan dengan berdiskusi hanya dengan Sebagian anggota kelompok saja							
			Skor 2 jika siswa mengajukan pertanyaan dengan tidak berdiskusi dahulu dengan beberapa anggota kelompok							
			Skor 1 jika siswa mengajukan pertanyaan dengan tidak berdiskusi terlebih dahulu dengan seluruh anggota kelompok							
		Memberikan pertanyaan yang melatar belakangi hipotesis	Skor 4 jika siswa dapat memberikan pertanyaan yang melatarbelakangi hipotesis dengan tepat		✓	✓		✓	✓	
			Skor 3 jika siswa Sebagian dapat memberikan pertanyaan yang melatarbelakangi hipotesis dengan tepat	✓						
			Skor 2 jika siswa kurang dapat memberikan pertanyaan yang melatarbelakangi hipotesis dengan tepat							
			Skor 1 jika siswa tidak dapat memberikan pertanyaan yang melatar belakangi hipotesis dengan tepat							

Saran keseluruhan

Sudah bank

Jambi 15 Mei ..... 2023  
Observer

  
  bintang  nugraha

**Lampiran 11. Soal Tes Esai****LEMBAR TES ESAI**

Nama :

Kelas :

Petunjuk Pengerjaan tes Esai

**a. Petunjuk Umum**

- 1) Tuliskan nama, kelas dan kelengkapan identitas siswa pada lembar jawaban
- 2) Tuliskan jawaban secara sistematis dan jelas
- 3) Dilarang menggunakan alat bantu selain kalkulator

**b. Petunjuk Khusus**

- 1) Berdo'a terlebih dahulu sebelum mengerjakan soal
- 2) Kerjakan soal dengan semaksimal mungkin. Mulailah dengan mengerjakan soal yang menurut Anda lebih mudah terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan ke soal yang lebih rumit
- 3) Periksa kembali jawaban sebelum dikumpulkan

**SOAL**

1. Dari ketiga gambar dibawah ini manakah yang termasuk larutan, suspense, dan koloid paparkan perbedaannya menurut pendapatmu!



2. Seorang praktikan memiliki tiga buah campuran. Praktikan tersebut ingin membedakan antara larutan, suspensi, dan koloid dari beberapa campuran tersebut. Dari hasil pengamatan praktikan, ketiga larutan tersebut memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

Campuran A	Campuran B	Campuran c
Tidak dapat disaring	Dapat disaring	Tidak dapat disaring
Stabil	Tidak stabil	Stabil
Homogen	Heterogen	Homogen

Dari ciri-ciri fisik tersebut praktikan belum bisa mengidentifikasi campuran manakah yang termasuk koloid, larutan dan suspensi

- a. Berdasarkan uraian diatas, identifikasi dan tulislah masalah yang ada

b. Buatlah analisis penyelesaian masalah yang akan kamu lakukan pada campuran A, campuran B dan campuran c uraikan pendapatmu bagaimana cara membedakan koloid dengan suatu larutan dengan efektyndal

3. Asap pabrik merupakan salah satu penyebab pencemaran udara. Gas yang dihasilkan dari asap pabrik adalah karbon monoksida (CO). karbon monoksida mempunyai dampak negatif yang besar terhadap lingkungan dan Kesehatan manusia. Semua pabrik seharusnya menggunakan metode pengolaan asap yang baik sehingga asap yang keluar dari cerobong bebas dari kandungan CO. analisislah metode yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut !

4. menurut pendapatmu sifat koloid apa saja yang terjadi pada saat proses penjernihan air

5. Permasalahan yang paling umum dihadapi masyarakat perkotaan adalah air bersih. Banyak sekali ditemui sungai-sungai dipertanian yang airnya kotor sehingga tidak bisa dikonsumsi. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan melakukan proses penjernihan air yang memanfaatkan salah satu sifat koloid yaitu koagulasi.

a. Koagulan apakah yang digunakan dalam proses penjernihan air?

b. Bagaimanakah terjadinya koagulasi

6. Agar-agar merupakan salah satu makanan yang digemari banyak orang selain teksturnya yang kenyal, agar-agar juga memiliki banyak manfaat karena mengandung serat. Agar-agar merupakan salah satu contoh koloid yang ada disekitar kita.

7. Iza mengalami diare yang menyebabkan dia berkali-kali buang air besar. Dokter memberikan resep berupa norit untuk memberhentikan diare. Norit merupakan salah satu contoh koloid.

a. Bagaimanakah cara kerja norit tersebut

b. Norit merupakan salah satu karbon aktif, sedangkan karbon aktif adalah arang yang diaktifkan dengan pemanasan dan pengemasan, apakah arang yang biasa kita jumpai dapat dijadikan sebagai obat diare? Jelaskan

8. berdasarkan materi yang telah kita pelajari emulsi merupakan salah satu jenis dari koloid , apa saja faktor penyebab terjadinya emulsi
9. Aerosol merupakan jenis-jenis koloid, apakah yang dimaksud dengan aerosol dan apa saja kegunaan aerosol dalam kehidupan sehari-hari
10. Analisis lah fungsi dari setiap bahan yang dibawa pada proses penjernihan air

## Lampiran 12 Validasi Instrumen Tes Esai

17

**VALIDASI INSTRUMEN  
TES ESSAI**

Nama Instrumen : Tes Esai  
 Desainer : Dini Zamratul Aulia  
 Nama validator : Dr. Drs. Haryanto, M.Kes  
 Hari/Tanggal : 15 Februari 2013  
 Petunjuk :

Isilah penilaian sesuai pendapat bapak dengan cara tanda centang pada kolom penilaian dan mengisi saran perbaikan instrumen ini pada kolom yang telah tersedia, atas kesediaan dan waktu bapak, saya ucapkan terimakasih.

Keterangan Penilaian :

1 = Tidak Baik  
 2 = Kurang baik  
 3 = Cukup baik  
 4 = Baik  
 5 = Sangat baik

a. **Ranah substansi**

No	Aspek Yang Dinilai	Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Pertanyaan pada instrumen tes esai sesuai dengan kompetensi dasar yang diinginkan				✓	✓
2	Pertanyaan pada instrumen tes esai sesuai dengan indikator yang diukur				✓	
3	Pertanyaan pada instrumen tes esai mencakup aspek keterampilan proses sains yang dinilai				✓	
4	Pertanyaan pada instrumen tes esai sesuai dengan jenjang dan jenis sekolah					✓

18

5	Pertanyaan pada instrumen tes esai sesuai dengan materi sistem koloid					✓
6	Jawaban dari pertanyaan pada instrumen tes esai sesuai dengan materi sistem koloid					✓

**b. Ranah konstruksi**

No	Aspek Yang Dinilai	Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Ada rumus kalimat dan bentuk kalimat tanya				✓	
2	Ada petunjuk soal yang jelas mengenai cara mengerjakan soal					✓

**c. Ranah bahasa**

No	Aspek Yang Dinilai	Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Pertanyaan pada instrumen tes esai menggunakan bahasa yang jelas dan mudah dipahami				✓	
2	Rumus kalimat tidak menimbulkan penafsiran ganda				✓	
3	Kalimat menggunakan bahasa yang baik dan benar					✓
4	Menggunakan bahasa atau yang bersifat umum				✓	
5	Rumusan pertanyaan tidak mengandung unsur yang menyinggung SARA( suku,agama,ras dan antar golongan					✓

Total skor yang diperoleh =

Untuk kesimpulan, mohon diisi dengan tanda centang

Skor 1-23 : tidak layak digunakan

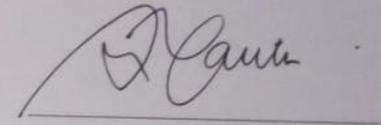
Skor 24-27 : layak digunakan dengan perbaikan

Skor 58-70 : layak digunakan

Saran keseluruhan

Sudah layak digunakan untuk penelitian

Jambi 18 Februari 2023  
Validator



Lampiran 13. Hasil Tes Esai Siswa Kelas Eksperimen

Nama : Vika Triyani  
 kelas : XI IPA 1

Solusi

1. Dari percobaan yang telah dilakukan, lakukan sifat koloid yang terlihat dalam penyirihan air.
2. Amati sifat fungsi dari setiap bahan yang terdapat dalam percobaan penyirihan air.
3. Analisislah proses koagulasi dan adsorpsi dalam penyirihan air yang dilakukan.

Jawaban:

1. yaitu : adsorpsi koagulasi.
2. - Arang sebagai penyaring partikel yang halus, penyaring bau dan warna yang terdapat di air.  
 - Batu koral untuk menyaring  
 - Pasir untuk menahan endapan  
 - Sabut kelapa sebagai alat penyaring sekunder.  
 - kapas dan tisu sebagai penyaring partikel.
3. Proses koagulasi : proses penggabungan air dimana zat padat melayang ukuran sangat kecil dan koloid digabungkan dan membentuk flok.  
 Proses adsorpsi : penyaringan zat padat antar muka diantara dua fase.

Nama : Vika Triyani  
 kelas : XI IPA 1

Solusi

1. Berdasarkan gambar diatas gambar <sup>termasuk</sup> 1) disebut .... gambar 2) termasuk gambar 3) termasuk ..
2. Sebutkan contoh lantan, koloid, dan suspensi dalam kehidupan sehari-hari.
3. Sebutkan jenis-jenis koloid yang kamu ketahui.

Jawaban:

1. gambar 1 termasuk lantan  
 gambar 2 termasuk suspensi  
 gambar 3 termasuk koloid.

NO.	lantan	koloid	suspensi
1.	lantan gula	susu	kopi
2.	lantan garam	semam	air keruh
3.	Tanah	debu	cat.

3. - koloid makromolekul  
 - koloid dispersi  
 - koloid dispersi

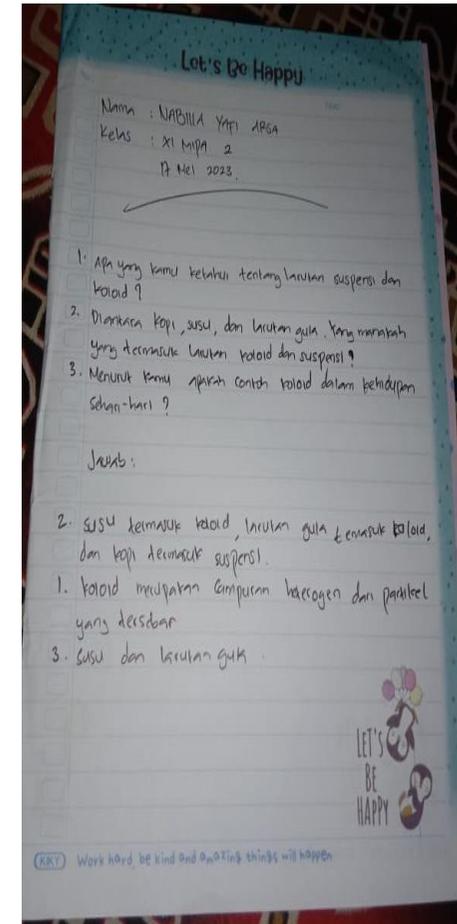
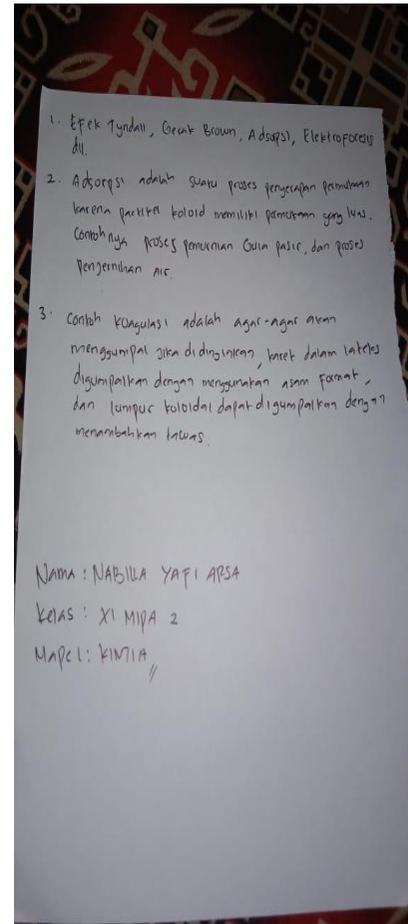
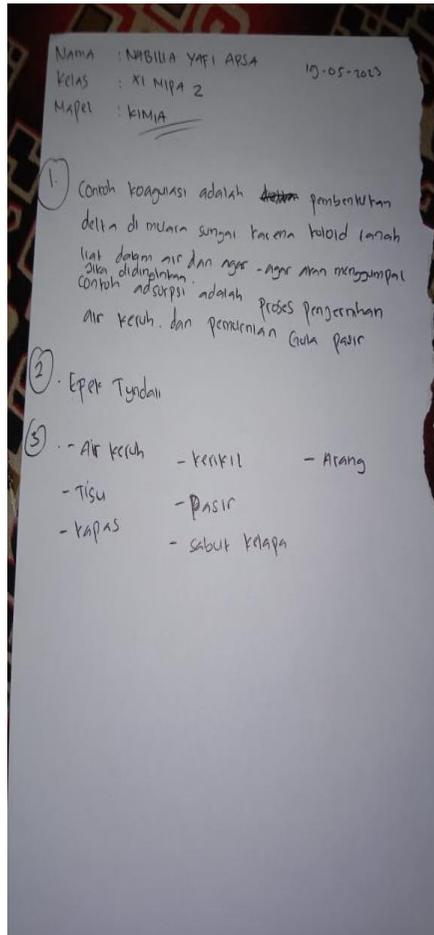
Nama : Vika Triyani  
 kelas : XI IPA 1

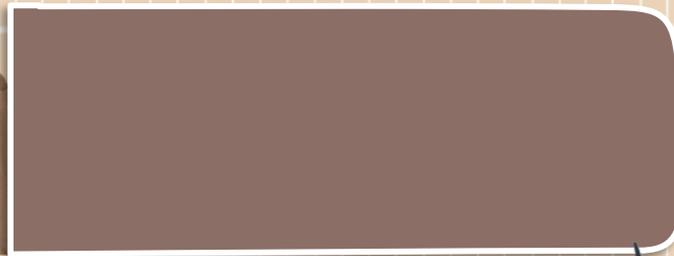
1. Apa yang kamu ketahui tentang lantan, suspensi dan koloid.
2. Menurut kamu diantara kopi, susu, dan lantan gula yang manakah lantan, koloid, dan suspensi.
3. Menurut kamu apakah contoh koloid didalam kehidupan sehari-hari.

Jawaban:

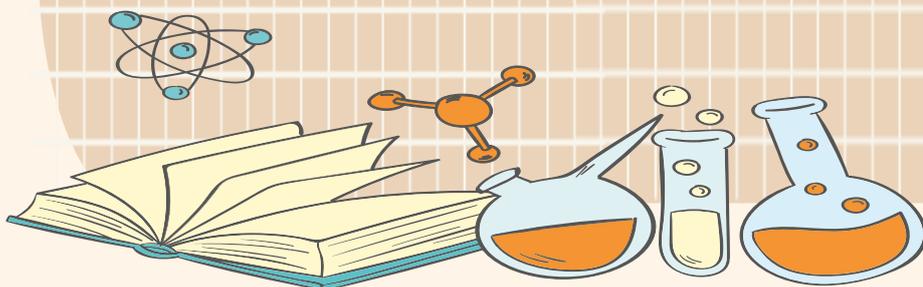
1. lantan adalah homogen, tidak dapat diamati dengan mikroskop.  
 koloid adalah antara campuran homogen dan heterogen, memiliki sifat dispersi yang dapat diamati dengan mikroskop.
2. suspensi adalah campuran heterogen, memiliki sifat diendapkan.
3. yang termasuk lantan → lantan gula.  
 koloid → susu  
 suspensi → kopi.
3. santan.

### Lampiran 14 Hasil Tes Esai Siswa Kelas Kontrol



**Lampiran 15** Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)**LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)  
UNTUK SMA KELAS XI MIPA  
"SISTEM KOLOID"**

KELAS	
NAMA KELOMPOK:	
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	



## KOMPETENSI DASAR

**Mengelompokkan berbagai tipe sistem koloid dan menjelaskan sifat-sifat koloid dan penerapannya**

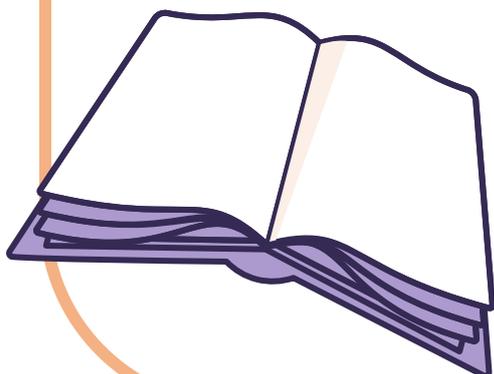
## INDIKATOR

**3.14.1 Menganalisis konsep larutan, koloid dan suspense**

**3.14.2 Membedakan konsep jenis koloid berdasarkan fase terdispersi dan fase pendispersi**

## TUJUAN PEMBELAJARAN

- 1. Siswa dapat Menganalisis konsep larutan, koloid dan suspense**
- 2. Siswa dapat membedakan konsep berdasarkan fase terdispersi dan fase pendispersi**



## FENOMENA (reflection)



**selama ini kita dapat memahami bahwa terdapat 2 macam campuran, yaitu heterogeny dan homogen diantara kedua keadaan ini, ada satu jenis campuran yang menyerupai larutan sejati maupun suspense. Berikut ini terdapat tiga bahan yaitu susu bubuk, kopi, gula pasir. Jika masing-masing zat dilarutkan kedalam air apa yang akan terjadi? Apa yang akan terjadi jika masing-masing larutan tersebut disaring? Manakah yang termasuk koloid, larutan dan suspense?**

### Mengamati

Minuman dawet ayu merupakan minuman segar. dawet ayu ini dapat dibuat dengan cara melarutkan tepung tapioca dan tepung beras dengan air. Sari daun pandan, garam dan air kapur didihkan, kemudian adonan tepung dituangkan secara perlahan. Adonan dimasak dengan dilakukan pengadukan secara perlahan sehingga mengental. Setelah matang adonan dituangkan pada saringan khusus agar terbentuk buliran cendol (dawet). Buliran cendol ditampung dalam wadah berisi air matang dan bongkahan es batu. Setelah mengeras, cendol disaring kemudian disisihkan. Larutan gula merah dan disiapkan santan cair untuk dijadikan kuah dawet. Dawet dapat disajikan dengan menuangkan dua sendok air gula merah kedalam gelas, lalu ditambahkan cendol dan es batu



### Research (meramalkan)

Berdasarkan proses pembuatan dawet ayu tersebut menurut pendapatmu analisis tiga jenis campuran apa saja yang terdapat pada fenomena tersebut berdasarkan fenomena diatas, masalah apakah yang ingin kalian selesaikan? Buatlah pertanyaan yang memuat masalah tersebut.

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

### Hipotesis (meramalkan, mengajukan pertanyaan)

Buatlah jawaban sementara atau hipotesis dari rumusan masalah yang telah kalian buat

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

### Research (meramalkan)

Untuk membuktikan hipotesismu, kajilah beberapa sumber buku/ internet



### Sistem Koloid

Koloid merupakan dua zat yang terdiri dari fasa terdispersi dan medium pendispersi. Fasa terdispersi merupakan zat yang didispersikan, sedangkan medium pendispersi merupakan medium yang digunakan untuk mendispersikan. Partikel koloid mempunyai ukuran yang lebih besar dari pada partikel larutan dan lebih kecil dari partikel suspensi. Adapun perbedaan antara larutan, koloid, dan suspensi dapat dilihat sebagai berikut :

**Tabel 1.1** Perbedaan Larutan, Koloid dan Suspensi

No	Larutan	Koloid	Suspensi
1	Ukuran partikel kurang dari $10^7$ cm	Ukuran partikel antara $10^{-7}$ cm - $10^{-5}$ cm	Ukuran partikel lebih besar dari $10^{-5}$ cm
2	Homogen	Antara homogen dan heterogen	Heterogen
3	Satu fasa	Dua fasa	Dua fasa
4	Jernih	Keruh	Keruh
5	Tidak memisah jika didiamkan	Tidak memisah jika didiamkan	Memisah jika didiamkan
6	Tidak dapat disaring dengan saringan biasa	Tidak dapat disaring dengan saringan biasa	Dapat disaring dengan saringan biasa
7	Tidak dapat disaring dengan membrane perkamen	Dapat disaring dengan membrane perkamen	Dapat disaring dengan membrane perkamen
8	Berbentuk ion, molekul kecil	Molekul besar, partikel	Partikel besar

Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering menemukan zat yang tergolong larutan, koloid, dan suspensi.

Contoh larutan : Larutan gula, larutan garam dapur, larutan cuka

Contoh Koloid : susu, santan, busa sabun, margarin, lateks, dan asap

Contoh suspensi : air sungai yang keruh dan air kapur

## 2. Jenis Koloid

Sistem koloid ada 3 jenis yaitu sebagai berikut :

- d. Koloid makromolekul, berbentuk koloid karena ukuran molekulnya, misalnya protein, aluminium, dan lateks
- e. Koloid asosiasi, berbentuk koloid karena ukuran molekul ini pada daerah koloid, misalnya molekul-molekul sabun berasosiasi membentuk koloid.
- f. Koloid disperse, merupakan sistem disperse antara disperse kasar dan disperse halus

**Tabel 2.1** Jenis-jenis Dispersi Koloid

No	Fasa Terdispersi	Medium Pendispersi	Fasa Koloid	Nama Koloid	Contoh
1	Gas	Cair	Cair	Busa/buih	Busa sabun
2	Gas	Padat	Padat	Busa padat	Karet busa
3	Cair	Gas	Gas	Aerosol cair	Embun
4	Cair	Cair	Cair	Emulsi	Susu
5	Cair	Padat	Padat	Emulsi padat	Mentega
6	Padat	Gas	Gas	Aerosol padat	Asap
7	Padat	Cair	Cair	Sol	Cat
8	Padat	Padat	Padat	Sol padat	Paduan logam

6. Busa : sistem koloid yang fasa terdispersinya berupa gas dan medium pendispersinya berupa zat cair

. Bila medium pendispersinya berupa zat padat disebut busa padat

7. Aerosol: Sistem Koloid yang medium pendispersinya berwujud gas, sedangkan fasa terdispersinya berupa zat cair yang disebut aerosol cair atau zat padat yang disebut aerosol padat

8. Emulsi: sistem koloid yang fasa terdispersi berupa zat cair dan medium pendispersinya berupa zat cair. Bila medium pendispersinya berupa zat padat, disebut emulsi padat.

9. Sol: sistem koloid yang fasa terdispersinya berupa zat padat dan medium pendispersinya berupa zat cair, bila medium pendispersinya berupa zat padat, disebut sol padat.

10. Gel: sistem koloid yang fasa terdispersinya zat cair dan medium pendispersinya zat padat.



## Ayo bereksperimen



Discovery (meramalkan)



### Alat dan bahan

alat	Bahan
Gelas kimia (3 buah)	1 sdm gula pasir
Corong (3 buah)	Air (600ml)
Sendok untuk pengaduk (3 buah)	1 sdm sdm kopi
Labu Erlenmeyer (3 buah )	1 sdm susu bubuk
Kertas saring (3 lembar )	

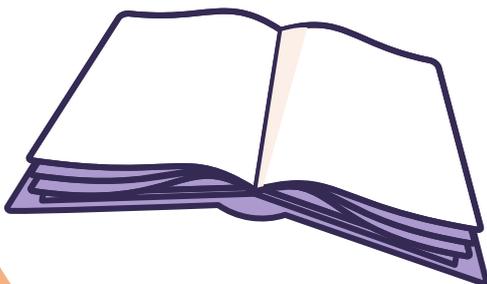
Menggunakan alat dan bahan

### Langkah Kerja

1. **Buatlah 3 buah campuran, yaitu :**
  - A. 1 sdm gula pasir dilarutkan dalam 200 ml air
  - B. 1 sdm susu bubuk dilarutkan dalam 200 ml air
  - C. 1 sdm kopi dilarutkan dalam 200 ml air
2. **Amati ketiga campuran tersebut dan catat hasil pengamatan yang terjadi**
3. **Saring ketiga campuran tersebut dengan menggunakan kertas saring**
4. **Amati yang terjadi setelah ketiga campuran disaring dan catat data hasil pengamatan pada tabel pengamatan**

**Data pengamatan (menafsirkan pengamatan)****Tuliskan hasil pengamatan anda pada tabel dibawah ini**

No	Campuran	Hasil pengamatan	
		Sebelum disaring	Setelah disaring
1	Campuran 1 (susu)		
2	Campuran 2 (kopi)		
3	Campuran 3 (gula)		



## Menganalisis data (menafsirkan pengamatan)

**Nah sekarang coba kalian hubungkan teori yang telah kalian dapatkan sesuai dengan hipotesis awal atau tidak? Jika berbeda beri alasannya?**

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

## Kesimpulan (berkomunikasi)

**Buatlah kesimpulan dari jawaban-jawaban yang anda buat kemudian presentasikan jawaban didepan kelas**

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



## KOMPETENSI DASAR

**Mengelompokkan berbagai tipe sistem koloid dan menjelaskan sifat-sifat koloid dan penerapannya**

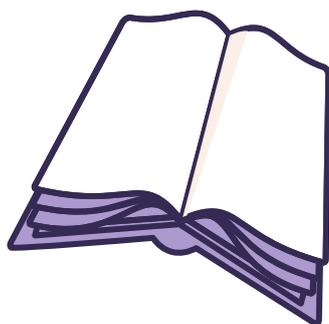
## INDIKATOR

**3.14.3 Menganalisis konsep sifat-sifat koloid ( efek tyndal, gerak brown, elektroforesis, adsopsi, koagulasi, dialysis)**

**3.14.4 Menganalisis konsep koloid liofil dan liofob**

## TUJUAN PEMBELAJARAN

**Siswa dapat Menganalisis konsep sifat-sifat koloid ( efek tyndal, gerak brown, elektroforesis, adsopsi, koagulasi, dialysis) dan koloid liofil dan liofob**



## FENOMENA (reflection) (mengamati)



**Pernahkah kalian memperhatikan suasana Ketika menonton film dibioskop?saat proyektor dinyalakan, akan tampak jelas Ketika ada asap atau debu yang melewatinya, sehingga layer menjadi kabur alias tidak jelas. Hal itu disebabkan adanya hamburan cahaya yang datang dari partikelpartikel asap atau debu yang menyebarkan daya tembus lampu protector menjadi berkurang**



**Research (meramalkan)**

**berdasarkan fenomena diatas, masalah apakah yang ingin kalian selesaikan? Buatlah pertanyaan yang memuat masalah tersebut.....**

.....

.....

.....

.....

**Hipotesis (meramalkan, mengajukan pertanyaan)**

**Buatlah jawaban sementara atau hipotesis dari rumusan masalah yang telah kalian buat**

.....

.....

.....

.....

.....

**Research (meramalkan)**

**Untuk membuktikan hipotesismu, kaji beberapa sumber buku/ internet**

## Sifat-sifat koloid

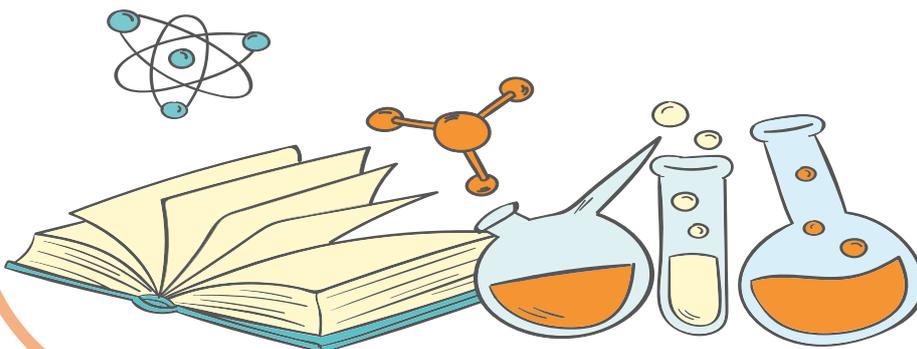
**Koloid mempunyai sifat-sifat yang khas. Sifat-sifat tersebut sangat berguna dan sering kita temukan dalam kehidupan sehari-hari. Sifat tersebut antara lain Efek Tyndall dan gerak brown, sifat-sifat koloid hanya berlaku sistem koloid sol.**

**1. Efek Tyndall Suatu sifat khas yang membedakan sistem koloid dengan larutan adalah dengan eksperimen tyndall. Sifat khas koloid yang dapat menghamburkan berkas cahaya, dikenal dengan efek tyndal. Selain pada koloid jenis sol, efek tyndal juga dapat dilihat pada koloid jenis Aerosol. Dalam kejadian sehari-hari, efek tyndal dapat kita lihat dalam peristiwa berikut :**

**a. Cahaya matahari jelas sekali berkasnya disela-sela pohon yang sekitarnya berkabut. Juga berkas cahaya matahari tampak jelas disela-sela dinding dapur yang banyak asapnya.**

**b. Berkas cahaya proyektor tampak jelas digedung bioskop yang banyak asap rokoknya. c. Sorot cahaya mobil berkasnya tampak jelas pada daerah berkabut.**

**2. Gerak Brown Partikel koloid dapat bergerak lurus tetapi arahnya tidak menentu (gerak zig-zag). Penemu Gerakan partikel koloid SIFAT-SIFAT KOLOID seperti itu adalah Robert brown dan gerak zig-zag partikel koloid disebut gerak brown, gerak brown adalah gerak zig-zag dari partikel koloid yang hanya dapat diamati dengan mikroskop ultra. Gerak brown ini disebabkan adanya tumbukan dari partikel medium pendispersi pada partikel koloid terdispersi**



ersi. Bila partikel dari sistem koloid dilihat dengan mikroskop, akan tampak senantiasa partikel-partikel koloid bergerak lurus, tetapi arahnya tidak menentu.

**3. Adsorpsi Partikel koloid dapat mengadsorpsi ion muatan listrik. Adsorpsi merupakan proses penyerapan dipermukaan. Partikel koloid dari  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  bermuatan positif dalam air karena mengadsorpsi ion positif, sedangkan partikel koloid  $\text{As}_2\text{S}_3$  dalam air bermuatan negatif karena mengadsorpsi ion negatif. Proses penyerapan dipermukaan partikel koloid ini sangat penting karena berdasarkan sifat tersebut banyak manfaat yang dapat dilakukan dalam kehidupan sehari-hari.**

**4. Elektroforesis Elektroforesis adalah peristiwa pemisahan partikel koloid yang bermuatan dengan menggunakan arus listrik. Oleh karena partikel sol bermuatan listrik, maka partikel ini akan bergerak dalam medan listrik. Pergerakan ini disebut elektroforesis. Jika sistem koloid bermuatan negatif, maka partikel itu akan menuju elektroda positif.**

**5. Koagulasi Koagulasi adalah penggumpalan partikel koloid yang terjadi karena kerusakan stabilitas sistem koloid atau karena penggabungan partikel koloid yang berbeda muatan. Koagulasi dapat terjadi melalui 3 cara :**

**a. Mekanik, misalnya pengadukan, pemanasan, pendinginan**

**b. Penambahan elektrolit**

**c. Pencampuran koloid d. Elektrolisis Beberapa proses koagulasi dalam kehidupan sehari-hari sebagai berikut : perebusan telur, pembuatan tahu, pembuatan lateks (pada pembuatan lateks, getah karet digumpalkan dengan penambahan asam formiat atau asam asetat), penjernihan air, pembentukan delta dimuara sungai (delta terbentuk karena pencampuran air sungai yang mengandung koloid tanah liat dengan elektrolit yang terdapat air laut, sehingga terkoagulasi dan membentuk delta), pengolahan asap atau debu (asap atau debu dari proses industri dapat diendapkan dengan menggunakan alat Cottrel.**

## Menganalisis data (menafsirkan pengamatan)

**1. Bahan – bahan apa yang bisa digunakan untuk mengendapkan dan menyerap kotoran /lumpur pada air yang keruh**

**Jawab .....**

**2. Bagaimana urutan penyusun bahan-bahan tersebut ?**

**jawab.....**

**3. Bagaimana set alat penjernihan air yang efektif dan efisien ?**

**jawab .....**

## Kesimpulan (berkomunikasi)

**Buatlah kesimpulan dari jawaban-jawaban yang anda buat kemudian presentasikan jawaban didepan kelas**

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



## KOMPETENSI DASAR

**Mengelompokkan berbagai tipe sistem koloid dan menjelaskan sifat-sifat koloid dan penerapannya**

## INDIKATOR

**4.14.2 Merancang percobaan prosedur penjernihan air dengan konsep koagulasi dan adsorpsi**

**4.14.3 Membuat rumusan masalah atas permasalahan yang diberikan.**

**4.14.4 Memprediksi hipotesis atau dugaan sementara tentang proyek yang akan dilakukan.**

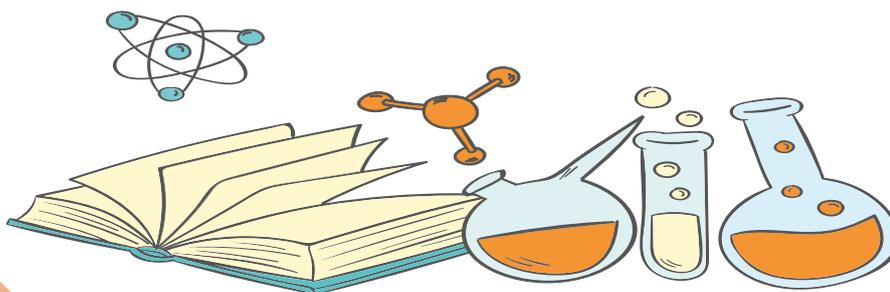
## TUJUAN PEMBELAJARAN

**Siswa dapat Merancang percobaan prosedur penjernihan air dengan konsep koagulasi dan adsorpsi**

**Siswa dapat membuat rumusan masalah atas permasalahan yang diberikan**

**Siswa dapat memprediksi hipotesis atau dugaan sementara tentang proyek yang akan dilakukan.**

**Siswa dapat menyajikan data hasil percobaan dan diskusi mengenai proyek penjernihan air**



## FENOMENA (reflection) (mengamati)



**BASARUDIN (39)** sudah sangat muak dengan kondisi air Sungai Batang Masumai. Beberapa tahun terakhir, dia dan warga lainnya di Desa Pulau Layang, dipaksa mandi di air yang seperti kubangan kerbau. Ya, sungai ini sudah tercemar sejak tahun 2010 lalu, sejak banyaknya aktifitas Penambang Emas Tanpa Izin (PETI) yang menjamur di hulu sungai. Bukan saja keruh, warga juga menilai airnya mengandung merkuri yang berdampak bagi pencemaran disepanjang aliran sungai. Kamis (12/4/2018) siang, pria yang bekerja sebagai penyadap karet itu berkeluh-kesah kepada Jurnaljambi.co. Dia bercerita panjang lebar terhadap penderitaan warga Desa Pulau Layang yang kesulitan mendapatkan air bersih. "Warga di sini masih menggunakan sungai sebagai wadah untuk mandi dan mencuci. Sejak tahun 2010 lalu rasanya kami ini dipaksa mandi di sungai yang keruh ini (batangmasumai),"ujarnya membukacerita. Basarudin sempat termenung sesaat, wajahnya seolah memperlihatkan senyum sumringah seperti orang yang sedang melamunkan sebuah kenangan indah. Tidak salah, mimik wajah senang yang dia tampilkan itu rupanya tengah membayangkan masa-masa indah masa lalu. Lamunannya membayangkan rutinitas warga setempat di sungai yang kala itu masih belum tercemar dan masih bening alami. "Dulu, setiap pagi sebelum beraktifitas, dan sore setelah bekerja, warga disini sangat ramai turun ke sungai. Sungai ini dijadikan tempat aktifitas mandi, mencuci bagi kaum ibu dan sarana bermain anak-anak kami,". "Anak-anak kami berenang dengan riang setiap hari, kamipun juga menggantungkan sungai ini untuk mencari ikan, menjala disiang hari dan menyelam menembak ikan pada malam harinya,"terangnya. Kini, aktifitas tersebut sudah mulai tergerus. Bahkan, sejak air sungai Batang Masumai keruh bertahun-tahun, ada aktifitas warga yang tidak lagi bisa dilakukan. Aktifitas itu adalah menembak ikan dengan alat tembak tradisional pada malam hari. "Dulu setiap rumah selalu ada bedil ikan dan serampang (alat tembak ikan tradisional). Kalau sekarang sudah tidak ada lagi. Yang masih bisa kami lakukan hanya menjala, itupun hasilnya tidak seperti dulu. Ikannya juga sudah mulai berkurang,"tuturnya. Keruhnya air ini juga berdampak pada kesehatan masyarakat. Basarudin mengaku, banyak warga yang terserang gatal-gatal

## Research (meramalkan)

**berdasarkan fenomena diatas, masalah apakah yang ingin kalian selesaikan?Buatlah pertanyaan yang memuat masalah tersebut..**

.....

.....

.....

## Hipotesis (meramalkan,mengajukan pertanyaan)

**Buatlah jawaban sementara atau hipotesis dari rumusan masalah yang telah kalian buat**

.....

.....

.....

.....

## **Research (meramalkan)**

**Untuk membuktikan hipotesismu, kajilah beberapa sumber buku/ internet**

### **Membuat alat penjernih air sederhana**

**Salah satu sifat-sifat sistem koloid adalah peristiwa adsorpsi. Adsorpsi adalah peristiwa penyerapan partikel atau ion atau enyaawa lain pada permukaan partikel koloid yang disebabkan oleh luasnya permukaan partikel. Penyerapan partikel atau ion oleh permukaan koloid atau yang disebut peristiwa adsorpsi ini dapat menyebabkan koloid mrnjadi bermuatan listrik alat penjernih air ini menerapkan sistem koloid yaitu koagulasi (penggumpalan) dan adsorpsi (penyerapan)**

## Ayo bereksperimen



Discovery (meramalkan)

**Ayo rancang percobaan penjernihan air mu sendiri  
diskusikan bersama kelompokmu**

.....

.....

.....

.....

### Alat dan bahan

- Air keruh
  - Kerikil
  - Pasir
  - Cutter / gunting
  - Gelas plastic
  - Arang
- Tisu/Kapas
  - Batu
  - Botol bekas 600 MI
  - Stopwatch
  - Sabut kelapa

**Langkah Kerja****Menggunakan alat dan bahan**

1. **Dicuci bersih semua bahan dan dikeringkan**
2. **Bagian dasar botol air mineral dipotong dengan menggunakan cutter sehingga botol serupa tabung terbuka**
3. **Tutup botol dilubangi, kemudian botol dibalik. Bahan-bahan sebagai media penyaringan disusun dalam botol seperti pada gambar) , selapis demi selapis demi selapis sehingga memenuhi botol**
4. **Dimasukan air keruh kedalam alat penjernihan air. Amati perubahan yang terjadi (catatan : saat air keruh dimasukan hidupka stopwatch )**

**Data pengamatan (menafsirkan pengamatan)**

**Tuliskan hasil pengamatan anda pada tabel dibawah ini**

Pengamatan	Sebelum penyaringan	Sesudah penyaringan
Air keruh		

## Menganalisis data (menafsirkan pengamatan)

**Nah sekarang coba kalian hubungkan teori yang telah kalian dapatkan sesuai dengan hipotesis awal atau tidak? Jika berbeda beri alasannya?**

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

## Kesimpulan (berkomunikasi)

**Buatlah kesimpulan dari jawaban-jawaban yang anda buat kemudian presentasikan jawaban didepan kelas**

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



### Lampiran 16 Validasi Modifikasi Lembar Kerja Peserta Didik

**LEMBAR VALIDASI**  
**LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)**

Nama Instrumen : Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)  
Desainer : Dini Zamratul Aulia  
Nama Validator : Dr.Drs. Haryanto, M.Kes  
Hari/Tanggal :  
Petunjuk :

Pada lembaran ini terdapat 8 pertanyaan. Istilah penilaian sesuai pendapat bapak dengan cara memberikan saran atau komentar perbaikan LKPD pada kolom yang telah tersedia. Atas kesediaan dan waktu bapak, saya ucapkan terimakasih.

**A. Ranah Substansi**

No	Aspek yang dinilai	Saran/komentar
1	LKPD disajikan secara sistematis	sudah sesuai
2	Masalah yang diangkat sesuai dengan materi dan kompetensi dasar serta indikator yang ingin dicapai pada materi sistem koloid	sudah sesuai
3	Ada petunjuk yang jelas untuk mengerjakan LKPD	sudah sesuai
4	Penyusunan LKPD sesuai sintaks model project based learning berbasisi stem	sudah sesuai

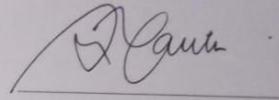
**B. Ranah Bahasa**

No	Aspek yang dinilai	Saran/komentar
1	Bahasa yang digunakan sudah sesuai dengan EYD dan komunikatif	sudah sesuai
2	Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat kognitif siswa	sudah sesuai
3	Pertanyaan pada LKPD menggunakan bahasa yang jelas dan mudah dipahami	sudah sesuai
4	Menggunakan bahasa atau kata yang umum (bukan bahasa lokal)	sudah sesuai

Saran keseluruhan

Sudah layak digunakan untuk penelitian

Jambi, 18 Februari 2023  
Validator



**Lampiran 17** Rekapitulasi Lembar Observasi Aktivitas Guru pada Penerapan Model pembelajaran Project based learning berbasis stem

Sintak	Aspek yang Diamati	Komentar Observer		
		Pertemuan 1	Pertemuan 2	Pertemuan 3
<i>Reflection</i>	Guru Memberikan motivasi agar siswa memiliki kemauan untuk menyelidiki keempat bidang STEM dalam ruang lingkup materi sistem koloid	Terlaksana	Terlaksana	Terlaksana
	Membimbing siswa untuk mengajukan pertanyaan	Terlaksana	Terlaksana	Terlaksana
<i>Research</i>	Mengarahkan siswa mencari informasi/ sumber-sumber yang relevan dengan materi	Terlaksana	Terlaksana	Terlaksana
	Membimbing siswa untuk merumuskan jawaban permasalahan	Terlaksana	Terlaksana	Terlaksana
<i>Discovery</i>	Mengarahkan siswa untuk mengevaluasi ide/solusi	Terlaksana	Terlaksana	Terlaksana
	Membimbing siswa dalam menentukan dan merancang proyek secara berkelompok	Terlaksana	Terlaksana	Terlaksana
<i>Application</i>	Memantau siswa melakukan percobaan sistem koloid	Terlaksana	Terlaksana	Terlaksana

	menggunakan alat dan bahan yang telah dipersiapkan sebelumnya			
	Mengarahkan setiap kelompok untuk mendiskusikan hasil percobaan	Terlaksana	Terlaksana	Terlaksana
	Menilai kemampuan siswa mengolah data dan merumuskan kesimpulan			
	Mengarahkan setiap kelompok untuk mempresentasikan hasil rancangan proyek, cara kerja, biaya produksi, hasil dan kesimpulan hasil percobaan sistem koloid	Terlaksana	Terlaksana	Terlaksana
	Memotivasi kelompok lain yang lain untuk menanggapi	Terlaksana	Terlaksana	Terlaksana
	Menilai keterampilan proses sains siswa serta kemampuan berkomunikasi siswa	Terlaksana	Terlaksana	Terlaksana
Kesimpulan dan saran observer		Sudah cukup baik, intonasi suara lebih diperbesar agar terdengar oleh siswa di bagian belakang kelas	Sudah cukup baik, intonasi suara saat mengajar diperbesar karena tidak terdengar oleh siswa di belakang kelas	Guru diharapkan dapat mengelola waktu pembelajaran lebih baik lagi

**Lampiran 18** Rekapitulasi Lembar Observasi Aktivitas Siswa pada Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning berbasis Stem

Pertemuan 1

Nomor siswa	Sintaks												Skor seluruh sintak	Rerata seluruh sintak	% Seluruh Sintak	Kategori
	Reflection		Research		Discovery		Application			Communication						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
1	4	4	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	30	2,50	62,5	B
2	3	4	2	3	3	3	3	2	4	3	2	3	35	2,91	72,91	B
3	4	4	2	2	4	3	4	2	4	4	3	2	38	3,16	79,16	B
4	4	4	2	2	3	3	3	2	4	2	3	3	35	2,91	72,91	B
5	4	4	1	2	4	3	4	2	4	4	4	4	40	3,33	83,33	SB
6	4	4	2	3	4	3	4	2	4	4	3	3	40	3,33	83,33	B
7	4	4	2	2	3	2	2	2	4	2	3	2	32	2,66	66,66	B
8	4	4	2	2	3	2	1	1	4	2	1	1	27	2,25	56,25	CB
9	4	4	2	1	4	3	4	2	4	4	4	4	40	3,33	83,33	SB
10	4	4	3	3	4	3	4	2	4	4	4	4	43	3,58	89,58	SB
11	4	4	2	3	3	3	2	2	4	2	2	2	33	2,75	68,75	B
12	4	4	2	3	3	3	2	2	4	2	2	2	33	2,75	68,75	B
13	4	4	2	2	3	3	3	2	4	2	3	3	35	2,91	72,91	B
14	4	4	2	2	3	3	3	2	4	2	3	3	35	2,91	72,91	B
15	4	4	2	2	4	3	4	2	4	4	4	4	41	3,41	85,41	SB
16	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	45	3,75	93,75	SB
17	4	4	1	2	4	3	4	2	4	4	4	4	40	3,33	83,33	SB
18	3	4	2	2	2	2	2	2	4	3	2	2	30	2,50	62,50	B
19	4	4	1	2	3	4	3	3	4	3	3	3	37	3,08	77,08	B

20	4	4	3	3	3	3	3	2	4	2	3	3	37	3,08	77,08	B
21	4	4	2	2	4	3	4	3	4	4	4	4	42	3,50	87,50	SB
22	3	4	1	2	3	2	2	2	4	2	2	2	29	2,41	60,41	CB
23	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	46	3,83	95,83	SB
24	4	4	3	3	3	4	3	3	4	2	3	3	39	3,25	81,25	SB
25	4	4	2	2	4	3	4	2	4	4	4	4	41	3,41	85,41	SB
26	4	4	2	3	4	3	4	2	4	4	4	4	42	3,50	87,50	SB
27	4	4	2	2	4	3	4	2	4	4	4	4	41	3,41	85,41	SB
28	4	4	1	2	3	4	3	3	4	4	3	3	38	3,16	79,166	B
29	3	4	2	2	3	3	3	2	4	3	3	3	35	2,91	72,91	B
30	4	4	3	2	3	3	2	2	4	2	3	3	35	2,91	72,91	B
Skor persintak	116	120	61	69	101	90	94	66	120	92	93	92	3,09			
Rerata Persintak	3,86	4,00	2,03	2,30	3,36	3,00	3,13	2,20	4,00	3,06	3,10	3,06				
% Persintak	96,66	100	50,83	57,50	84,16	75,00	78,33	55,00	100	76,66	77,50	76,66	92,23			

## Pertemuan 2

Nomor Siswa	Sintaks												Skor seluruh sintak	Rerata seluruh sintak	% Seluruh Sintak	kategor i
	Reflection		Research		Discovery		Application			Communication						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
1	4	4	2	3	3	2	2	2	4	2	2	2	32	2,66	66,66	B
2	3	3	2	3	2	2	3	3	4	2	3	3	33	2,75	68,75	B
3	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	40	3,33	83,33	SB
4	3	4	2	3	3	3	3	3	4	2	3	3	36	3,00	75,00	SB
5	4	3	3	4	3	2	3	2	4	2	3	3	36	3,00	75,00	SB
6	4	4	2	3	3	3	4	2	4	3	3	3	38	3,16	79,16	SB
7	4	4	3	3	4	3	3	2	4	2	2	2	36	3,00	75,00	SB
8	4	4	3	3	3	3	3	3	4	2	3	3	38	3,16	79,16	B
9	4	4	4	4	3	3	4	3	4	3	4	4	44	3,66	91,66	SB
10	4	4	2	2	3	2	2	2	4	2	2	2	31	2,58	64,58	B
11	4	4	2	3	3	3	3	3	4	2	3	3	37	3,08	77,08	B
12	3	4	2	3	3	2	3	3	4	3	3	3	36	3,00	75,00	B
13	4	3	3	4	3	3	2	2	4	3	2	2	35	2,91	72,91	B
14	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4	43	3,58	89,58	SB
15	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	45	3,75	93,75	SB
16	4	4	2	3	3	3	3	3	4	2	3	3	37	3,08	77,08	B
17	4	4	2	3	3	2	2	2	4	2	2	2	32	2,66	66,66	B
18	4	4	2	3	3	4	3	4	4	4	3	3	41	3,41	85,41	SB
19	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48	4,00	100	SB
20	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	45	3,75	93,75	SB
21	4	4	1	2	2	1	2	2	4	2	2	2	28	2,33	58,33	CB

22	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	46	3,83	95,83	SB
23	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	45	3,75	93,75	SB
24	4	4	2	2	3	3	3	3	4	2	3	3	36	3,00	75,00	B
25	4	4	2	3	3	3	4	3	4	2	4	4	40	3,33	83,33	SB
26	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	45	3,75	93,75	SB
27	4	4	2	2	3	4	3	4	4	4	3	3	40	3,33	83,33	SB
28	3	4	2	3	3	4	3	4	4	4	3	3	40	3,33	83,33	SB
29	4	4	3	3	3	3	3	3	4	2	3	3	38	3,16	79,16	B
30	4	4	3	3	3	2	2	2	4	2	2	2	33	2,75	68,75	B
Skor persintak	115	116	81	95	94	92	94	86	120	80	92	89	3,20			
Rerata Persintak	3,83	3,86	2,70	3,16	3,13	3,06	3,13	2,86	4,00	2,66	3,06	2,96				
% Persintak	95,83	96,66	67,50	79,16	78,33	76,66	78,33	71,66	100	66,66	76,66	74,16	96,16			

## Pertemuan 3

Nomor siswa	sintaks												Skor seluruh sintak	Rerata seluruh sintak	% Seluruh Sintak	kategorori
	Reflection		Research		Discovery		Application			Communication						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
1	4	4	2	2	3	4	4	3	4	3	4	3	40	3,33	83,33333333	SB
2	4	4	2	2	3	3	3	3	4	3	3	3	37	3,08	77,08333333	B
3	4	4	2	2	3	2	3	3	4	3	3	3	36	3,00	75	B
4	4	4	3	2	4	4	4	3	4	3	4	4	43	3,58	89,58333333	SB
5	4	4	2	2	3	3	4	3	4	4	4	4	41	3,41	85,41666667	SB
6	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	40	3,33	83,33333333	SB
7	4	4	2	2	3	4	4	3	4	3	4	4	41	3,41	85,41666667	SB
8	4	4	2	2	3	3	3	3	4	3	3	3	37	3,08	77,08333333	B
9	4	4	2	2	3	3	4	3	4	4	4	4	41	3,41	85,41666667	SB
10	4	4	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	43	3,58	89,58333333	SB
11	4	4	1	1	3	3	3	2	4	2	3	3	33	2,75	68,75	B
12	4	4	2	2	3	3	4	3	4	3	3	3	38	3,16	79,16666667	B
13	4	4	2	1	4	4	4	3	4	4	4	4	42	3,50	87,5	SB
14	4	4	3	2	3	2	3	2	4	2	3	3	35	2,91	72,91666667	B
15	4	4	3	2	4	3	4	3	4	3	4	4	42	3,50	87,5	SB
16	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48	4,00	100	SB
17	4	4	2	2	3	3	4	3	4	4	4	4	41	3,41	85,41666667	SB
18	4	4	2	2	3	3	3	3	3	4	3	3	37	3,08	77,08	B
19	4	4	2	2	4	3	4	3	4	3	4	4	41	3,41	85,41	SB

20	4	4	2	2	3	3	3	3	4	3	3	3	37	3,08	77,08	B
21	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	45	3,75	93,75	SB
22	4	4	2	2	4	3	3	3	4	3	4	4	40	3,33	83,33	SB
23	4	4	1	1	2	2	2	2	4	3	2	2	29	2,41	60,41	CB
24	4	4	3	2	3	3	3	3	4	4	4	4	41	3,41	85,41	SB
25	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	42	3,81	87,50	SB
26	4	4	3	2	3	3	4	3	4	4	4	4	42	3,50	87,50	SB
27	4	4	3	2	3	3	4	3	4	4	4	4	42	3,50	87,50	SB
28	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	3	4	44	3,66	91,66	SB
29	4	4	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	40	3,33	83,33	SB
30	4	4	3	2	3	3	4	3	4	4	4	4	42	3,50	87,50	SB
Skor persintak	116	120	74	64	98	95	107	89	119	102	108	108	6,47			
Rerata Persintak	7,73	7,74	4,77	4,12	6,32	6,12	6,90	5,74	7,67	6,58	6,96	6,96				
% Persintak	96,66	100	61,66	53,33	81,66	79,16	89,16	74,16	99,16	85,00	90,00	90,00	1000			

**Lampiran 19** Rekapitulasi Hasil Tes Esai Keterampilan Proses Sains pada Kelas Eksperimen

Nomor siswa	Nomor Soal										Total Skor	Nilai Posttest
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	4	0	4	4	4	4	4	2	2	2	30	75
2	4	4	4	4	4	4	2	1	2	2	31	77.5
3	4	2	4	4	4	4	0	3	4	4	33	82.5
4	4	4	4	4	2	4	2	1	3	2	30	75
5	4	0	4	4	1	4	4	4	2	1	28	70
6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	38	95
7	4	4	4	4	4	2	4	1	3	4	34	85
8	4	3	4	4	4	4	2	1	2	2	30	75
9	4	4	4	4	4	4	2	1	2	2	31	77.5
10	4	4	4	4	0	4	4	4	2	2	32	80
11	3	4	3	3	2	4	4	4	1	1	29	72.5
12	4	1	4	4	4	4	4	1	2	2	30	75
13	4	2	4	3	4	4	2	4	2	2	31	77.5
14	4	3	4	3	4	4	4	4	2	2	34	85
15	4	2	4	4	3	4	4	3	2	2	32	80
16	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	38	95
17	4	3	4	4	4	4	2	3	1	2	31	77.5
18	4	3	4	4	4	4	2	1	2	2	30	75
19	4	4	4	4	3	4	4	4	4	2	37	92.5

20	4	3	4	4	4	4	4	3	2	2	34	85
21	4	4	4	4	4	4	3	1	2	2	32	80
22	4	0	4	4	4	4	4	4	2	2	32	80
23	4	3	4	4	4	4	4	1	2	1	31	77.5
24	4	4	2	4	4	4	4	4	2	2	34	85
25	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	37	92.5
26	3	2	4	4	4	4	4	1	4	4	34	85
27	4	3	2	4	4	4	4	2	2	4	33	82.5
28	4	4	4	4	4	4	4	3	2	2	35	87.5
29	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	34	85
30	4	4	4	4	4	4	4	1	2	2	33	82.5
Jumlah	117	90	115	117	107	118	101	76	72	65	978	1465
Rata-rata	3,90	3,00	3,83	3,90	3,56	3,93	3,36	2,53	2,40	2,16	32,6	81,38
Persentase (%)	97,50	75,00	95,83	97,50	89,16	98,33	84,16	63,33	60,00	54,16		

**Lampiran 20** Rekapitulasi Hasil Tes Esai Keterampilan Proses Sains pada Kelas Kontrol

Nomor siswa	Nomor Soal										Total Skor	Nilai Posttest
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	4	3	4	4	0	4	3	4	2	2	30	75
2	4	3	4	4	2	4	4	1	2	2	30	75
3	4	4	4	4	4	4	4	2	2	0	32	80
4	4	2	4	4	0	4	4	2	2	3	29	72.5
5	4	3	4	4	4	2	0	0	1	4	26	65
6	4	3	2	4	4	4	3	4	3	0	31	77.5
7	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	32	80
8	3	3	1	4	4	1	3	4	2	1	26	65
9	2	3	4	4	2	4	3	4	3	2	31	77.5
10	4	4	4	4	2	4	3	4	2	3	34	85
11	4	2	4	2	1	4	4	0	2	3	26	65
12	4	3	4	4	0	4	4	1	2	4	30	75
13	4	3	4	4	4	4	4	4	2	2	35	87.5
14	4	4	4	4	4	0	0	0	4	4	28	70
15	2	3	4	4	4	4	3	4	2	0	30	75
16	2	3	4	4	4	4	3	4	4	4	36	90
17	3	3	4	4	4	4	4	4	2	1	33	82.5
18	4	3	4	4	3	2	2	0	2	0	24	60
19	3	4	4	4	4	4	4	4	4	1	36	90

20	4	3	4	4	4	4	4	4	2	2	35	87.5
21	4	4	4	4	0	4	4	3	2	2	31	77.5
22	2	3	1	4	4	4	3	4	3	2	30	75
23	2	3	4	4	4	4	0	4	4	2	31	77.5
24	4	3	0	0	4	4	4	4	4	3	30	75
25	2	3	4	4	4	4	3	4	3	3	34	85
26	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	36	90
27	4	4	4	4	4	4	4	1	0	0	29	72.5
28	4	4	4	1	2	4	3	4	2	0	28	70
29	2	4	4	4	4	4	3	4	0	0	29	72.5
30	4	2	4	4	2	4	0	0	1	4	25	62.5
31	4	3	4	4	4	4	4	1	2	0	30	75
Jumlah	106	100	111	114	93	113	95	87	70	58	947	1520
Rata-rata	3,41	3,22	3,58	3,67	3,00	3,64	3,06	2,80	2,25	1,87	30,54	76,00
Persentase (%)	85,48	80,64	89,51	91,93	75,00	91,12	76,61	70,16	56,45	46,77		

**Lampiran 21** Hasil Penilaian Kognitif Keterampilan Proses Sains Siswa

No	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
	total skor	Nilai Kelas Eksperimen	total skor	Nilai kelas kontrol
1	30	75	30	75
2	31	78	30	75
3	33	83	32	80
4	30	75	29	73
5	28	70	26	65
6	38	95	31	78
7	34	85	32	80
8	30	75	26	65
9	31	78	31	78
10	32	80	34	85
11	29	73	26	65
12	30	75	30	75
13	31	78	35	88
14	34	85	28	70
15	32	80	30	75
16	38	95	36	90
17	31	78	33	83
18	30	75	24	60
19	37	93	36	90
20	34	85	35	88
21	32	80	31	78
22	32	80	30	75
23	31	78	31	78
24	34	85	30	75
25	37	93	34	85
26	34	85	36	90
27	33	83	29	73
28	35	88	28	70
29	34	85	29	73
30	33	83	25	63
31	–	–	30	75
	Jumlah	24,4		23,6
	Rata-rata	81,51		76,37

**Lampiran 22** Rekapitulasi Penilaian Lembar Observasi Keterampilan Proses Sains Siswa pada Kelas Eksperimen

Pertemuan 1

Nomor Siswa	jumlah pertanyaan lembar observasi												Total Skor	Rerata Skor	% Skor	Kategori
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	2,00	50,00	CB
2	2	3	3	2	2	2	3	2	2	3	2	3	29	2,41	60,41	CB
3	2	3	3	3	3	2	3	2	3	4	3	2	33	2,75	68,75	B
4	3	3	2	2	3	3	2	3	2	2	3	3	31	2,58	64,58	B
5	4	4	2	3	4	4	3	2	2	4	4	4	40	3,33	83,33	SB
6	3	3	3	3	2	2	3	2	3	4	3	3	34	2,83	70,83	B
7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	25	2,08	52,08	CB
8	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	15	1,25	31,25	KB
9	3	4	2	3	2	4	2	2	2	4	4	4	36	3,00	75,00	B
10	3	4	3	3	3	2	2	2	2	4	4	4	36	3,00	75,00	B
11	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	26	2,16	54,16	CB
12	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	27	2,25	56,25	CB
13	3	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3	29	2,41	60,41	CB
14	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3	28	2,33	58,33	CB
15	4	3	3	3	4	4	3	2	3	4	4	4	41	3,41	85,41	SB
16	4	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	43	3,58	89,58	SB
17	4	3	2	3	4	4	2	2	2	4	4	4	38	3,16666667	79,16	B
18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	25	2,08333333	52,08	CB
19	3	3	2	3	3	4	3	3	3	3	3	3	36	3	75,00	B

20	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	34	2,83	70,83	B
21	4	4	2	3	4	4	3	4	3	4	4	4	43	3,58	89,583	SB
22	1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	21	1,75	43,75	KB
23	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	46	3,83	95,83	SB
24	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	35	2,91	72,91	B
25	4	4	2	2	4	4	2	2	3	4	4	4	39	3,25	81,25	SB
26	4	4	3	2	4	4	2	2	3	4	4	4	40	3,33	83,33	SB
27	4	4	3	3	4	4	3	2	3	4	4	4	42	3,50	87,50	SB
28	3	3	2	3	3	3	3	3	3	4	3	3	36	3,00	75,00	B
29	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	28	2,33	58,33	CB
30	2	3	3	2	3	3	2	2	2	2	3	3	30	2,50	62,50	B
Skor perindikator	85	89	72	75	88	89	75	68	72	92	93	92	2,75			
Rerata Perindikator	2,83	2,96	2,40	2,50	2,93	2,96	2,5	2,26	2,40	3,06	3,1	3,0666667				
% Perindikator	70,83	74,16	60,00	62,50	73,33	74,16	62,5	56,66	60,00	76,66	77,50	76,66	687,5			

## Pertemuan 2

Nomor Siswa	Jumlah pertanyaan lembar observasi												Total skor	Rerata Skor	% Skor	Kategori
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
1	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	26	2,16	54,16	CB
2	2	2	3	3	3	2	4	3	3	2	3	3	33	2,75	68,75	B
3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	34	2,83	70,83	B
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	35	2,91	72,91	B
5	2	3	3	2	3	2	4	2	3	2	3	3	32	2,66	66,66	B
6	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	34	2,83	70,83	B
7	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	26	2,16	54,16	CB
8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	35	2,91	72,91	B
9	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	40	3,33	83,33	SB
10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	2,00	50,00	CB
11	3	3	3	2	2	2	2	3	2	2	3	3	30	2,50	62,50	CB
12	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	32	2,66	66,66	B
13	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	26	2,16	54,16	CB
14	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	3	39	3,25	81,25	B
15	4	4	3	3	3	4	4	3	4	3	4	4	43	3,58	89,583	SB
16	2	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	32	2,66	66,66	B
17	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	2,00	50,00	CB
18	3	3	3	3	3	3	2	4	2	4	3	3	36	3,00	75,00	B
19	3	4	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	42	3,50	87,50	SB
20	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	39	3,25	81,25	SB

21	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	22	1,83	45,83	CB
22	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	44	3,66	91,66	SB
23	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	44	3,66	91,66	SB
24	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	35	2,91	72,91	B
25	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	38	3,16	79,16	B
26	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3	40	3,33	83,33	SB
27	2	3	3	3	2	2	3	4	2	4	3	3	34	2,83	70,83	B
28	2	3	2	3	2	2	3	4	2	4	3	3	33	2,75	68,75	B
29	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	34	2,83	70,83	B
30	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	26	2,16	54,16	CB
Skor perindikator	78	88	92	82	79	77	88	86	81	80	92	89	2,81			
Rerata Perindikator	2,60	2,93	3,06	2,73	2,63	2,56	2,93	2,86	2,70	2,66	3,06	2,96				
% Perindikator	65,00	73,33	76,66	68,33	65,83	64,16	73,33	71,66	67,00	66,66	76,66	74,16	70,27			

## Pertemuan 3

Nomor Siswa	Jumlah pertanyaan lembar observasi												Total skor	Rerata Skor	% Skor	Kategori
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
1	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3	40	3,33	83,33	SB
2	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	39	3,25	81,25	SB
3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	37	3,08	77,08	B
4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	45	3,75	93,75	SB
5	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	44	3,66	91,66	SB
6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36	3,00	75,00	B
7	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	39	3,25	81,25	SB
8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36	3,00	75,00	B
9	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	40	3,33	83,33	SB
10	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4	42	3,50	87,50	SB
11	3	3	3	3	2	2	2	2	3	2	3	3	31	2,58	64,58	B
12	2	3	3	2	3	2	2	2	3	3	3	3	31	2,58	64,58	B
13	3	3	3	3	4	4	2	3	3	4	4	4	40	3,33	83,33	SB
14	2	3	3	3	2	2	2	2	3	2	3	3	30	2,50	62,50	B
15	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	40	3,33	83,33	SB
16	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	47	3,91	97,91	SB
17	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	40	3,33	83,33	SB
18	3	2	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	37	3,08	77,08	B
19	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	38	3,166	79,16	B
20	3	3	3	3	3	4	2	3	4	3	3	3	37	3,08	77,08	B

21	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	45	3,75	93,75	SB
22	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	4	4	38	3,16	79,16	B
23	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	26	2,16	54,16	CB
24	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	43	3,58	89,58	SB
25	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	46	3,83	95,83	SB
26	4	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	43	3,58	89,58	SB
27	4	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	43	3,58	89,58	SB
28	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	40	3,33	83,33	SB
29	3	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	42	3,50	87,50	SB
30	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	44	3,66	91,66	SB
Skor perindikator	98	104	95	92	101	101	89	89	92	102	108	108	3,27			
Rerata Perindikator	3,26	3,46	3,16	3,06	3,36	3,36	2,96	2,96	3,06	3,40	3,60	3,60				
% Perindikator	81,66	86,66	79,16	76,66	84,16	84,16	74,16	74,16	76,66	85,00	90,00	90,00	81,87			

**Lampiran 23** Rekapitulasi Penilaian Lembar Observasi Keterampilan Proses Sains Siswa pada Kelas Kontrol

Pertemuan 1

Nomor Siswa	Jumlah pertanyaan lembar observasi												Total skor	Rerata Skor	% Skor	Kategori
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
1	1	2	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	26	2,16	54,16	CB
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	25	2,08	52,08	CB
3	2	2	2	3	3	2	2	2	3	2	3	2	28	2,33	58,33	CB
4	2	3	2	2	3	2	2	2	3	3	2	2	28	2,33	58,33	CB
5	2	3	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3	31	2,5833	64,58	B
6	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	3	2	23	1,91	47,91	CB
7	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	26	2,16	54,16	CB
8	2	2	2	2	2	2	2	3	2	1	2	2	24	2,00	50,00	CB
9	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	26	2,16	54,16	CB
10	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	26	2,16	54,16	CB
11	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	26	2,16	54,16	CB
12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	2,00	50,00	CB
13	1	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	24	2,00	50,00	CB
14	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	26	2,16	54,16	CB
15	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	3	1	23	1,91	47,91	CB
16	2	3	4	3	2	3	4	3	2	3	4	3	36	3,00	75,00	B
17	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	26	2,16	54,16	CB
18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	2,00	50,00	CB
19	1	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	36	3,00	75,00	B
20	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	25	2,083	52,08	CB

21	2	1	2	1	2	2	2	2	2	4	3	2	25	2,08	52,083	CB
22	1	2	2	2	1	1	1	2	1	2	2	1	18	1,50	37,50	KB
23	2	2	2	2	2	1	3	2	2	2	4	1	25	2,083	52,08	CB
24	2	3	2	2	3	2	2	2	3	3	2	2	28	2,33	58,33	B
25	3	1	2	3	2	3	3	2	2	2	2	3	28	2,33	58,33	B
26	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	2,00	50,00	CB
27	2	2	2	2	2	3	2	1	2	2	1	3	24	2,00	50,00	CB
28	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	3	2	28	2,33	58,33	CB
29	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	2,00	50,00	CB
30	2	3	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	28	2,33	58,33	CB
31	3	2	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	25	2,08	52,08	CB
Skor perindikator	60	69	67	68	69	65	68	69	69	67	74	65	2,17			
Rerata Perindikator	1,93	2,22	2,16	2,19	2,22	2,09	2,19	2,22	2,22	2,16	2,38	2,09				
% Perindikator	48,38	55,64	54,03	54,83	55,64	52,41	54,83	55,64	55,64	54,03	59,67	52,41	65,32			

## Pertemuan 2

Nomor Siswa	Jumlah pertanyaan lembar observasi												Total skor	Rerata Skor	% Skor	Kategori
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
1	3	2	2	3	2	3	2	3	3	2	3	2	30	2,50	62,50	B
2	2	2	2	1	2	1	3	2	1	2	2	2	22	1,83	45,83	CB
3	2	2	2	1	2	1	3	2	2	3	3	4	27	2,25	56,25	CB
4	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	25	2,08	52,00	CB
5	2	2	1	2	1	2	2	1	2	2	3	2	22	1,83	45,83	CB
6	2	3	3	3	2	3	2	2	3	3	2	3	31	2,58	64,58	B
7	1	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	26	2,16	54,16	CB
8	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	3	3	29	2,41	60,41	CB
9	2	2	2	2	1	2	2	2	2	3	2	3	25	2,083	52,08	CB
10	1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	25	2,08	52,08	CB
11	2	2	3	2	1	3	3	3	2	3	2	3	29	2,41	60,41	CB
12	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	32	2,66	66,66	B
13	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	33	2,75	68,75	B
14	2	2	2	2	2	3	4	3	3	2	1	4	30	2,5	62,50	SB
15	2	3	3	3	2	2	3	2	3	2	4	4	33	2,75	68,75	B
16	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	3	23	1,91	47,91	CB
17	3	2	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	29	2,41	60,41	CB
18	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	4	28	2,33	58,33	CB
19	1	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	4	29	2,41	60,41	CB
20	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2	4	22	1,83	45,83	CB
21	1	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2	1	26	2,16	54,16	CB

22	3	2	3	3	2	2	4	3	3	2	2	4	33	2,75	68,75	B
23	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	27	2,25	56,25	CB
24	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	26	2,16	54,16	CB
25	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	3	3	24	2,00	50,00	CB
26	2	2	3	3	2	3	3	3	3	2	2	4	32	2,66	66,66	B
27	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	3	4	24	2,00	50,00	CB
28	3	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	4	30	2,50	62,50	B
29	2	2	3	2	2	3	2	3	3	2	2	3	29	2,41	60,41	CB
30	3	2	3	3	2	2	2	2	3	3	3	2	30	2,50	62,50	B
31	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	3	23	1,91	47,91	CB
Skor Perindikator	64	66	69	66	60	71	71	69	74	71	78	95	2,29			
Rerata Perindikator	2,06	2,12	2,22	2,12	1,93	2,29	2,29	2,22	2,38	2,29	2,51	3,06				
% Perindikator	51,61	53,22	55,64	53,22	48,38	57,25	57,25	55,64	59,67	57,25	62,90	76,61	68,87			

## Pertemuan 3

Nomor Siswa	Jumlah pertanyaan lembar observasi												Total skor	Rerata Skor	% Skor	Kategori
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
1	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	32	2,66	66,66	B
2	2	2	4	3	3	3	3	3	4	3	3	2	35	2,91	72,91	B
3	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	4	28	2,33	58,33	CB
4	2	2	3	4	2	3	2	3	2	2	3	2	30	2,50	62,50	B
5	2	2	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	31	2,58	64,58	B
6	2	2	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2	27	2,25	56,25	CB
7	2	3	4	3	3	2	3	3	2	4	3	2	34	2,83	70,83	B
8	2	4	3	2	4	3	2	3	3	3	3	2	34	2,83	70,83	B
9	2	3	3	2	2	3	4	3	3	2	2	2	31	2,58	64,583	B
10	2	4	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2	32	2,66	66,66	CB
11	2	2	3	2	2	3	2	3	3	2	2	3	29	2,41	60,41	CB
12	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	4	29	2,41	60,41	CB
13	2	2	3	4	2	2	3	4	2	4	3	3	34	2,83	70,83	B
14	2	3	2	3	2	2	4	3	4	3	2	2	32	2,66	66,66	B
15	2	3	2	3	2	2	2	3	2	4	3	2	30	2,50	62,50	B
16	2	3	4	3	2	2	2	3	2	4	4	2	33	2,75	68,75	B
17	2	3	2	2	2	2	2	3	2	4	3	4	31	2,58	64,58	B
18	2	3	3	2	2	3	2	3	2	3	3	3	31	2,58	64,58	B
19	2	3	4	2	4	3	2	3	2	4	2	4	35	2,91	72,91	B
20	2	2	3	2	3	2	2	3	2	3	3	2	29	2,41	60,41	CB
21	2	2	3	2	2	2	3	3	3	2	2	2	28	2,33	58,33	CB
22	2	2	2	3	2	2	4	3	2	3	3	4	32	2,66	66,66	B

23	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	30	2,50	62,50	B
24	2	2	2	3	2	3	4	3	2	3	3	4	33	2,75	68,75	B
25	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	4	3	30	2,50	62,50	B
26	2	2	2	3	2	2	4	2	2	3	3	3	30	2,50	62,50	B
27	2	3	3	3	2	3	3	2	2	2	3	3	31	2,58	64,58	B
28	2	3	2	1	2	3	2	2	2	2	3	4	28	2,33	58,33	CB
29	2	3	3	3	2	2	3	2	2	3	3	3	31	2,58	64,58	B
30	2	3	2	1	3	2	2	2	3	2	3	4	29	2,41	60,41	CB
31	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	31	2,58	64,583	B
Skor Perindikator	62	79	83	79	77	76	84	86	78	84	85	87	2,58			
Rerata Perindikator	2,00	2,54	2,67	2,54	2,48	2,45	2,70	2,77	2,51	2,70	2,74	2,80				
% Perindikator	50,00	63,70	66,93	63,70	62,06	61,29	67,74	69,35	62,90	67,74	68,54	70,16	77,41			

## Lampiran 24 Uji Normalitas

### Pengujian dengan uji Liliefors

#### a. Kelas Eksperimen

No	X	Z	F(Z)	S(Z)	F(Z)-S(Z)
1	70	-1,764019474	0,03886435	0,033333333	0,005531017
2	72,5	-1,38053698	0,083710686	0,066666667	0,017044019
3	75	-0,997054486	0,159369032	0,233333333	0,073964301
4	75	-0,997054486	0,159369032	0,233333333	0,073964301
5	75	-0,997054486	0,159369032	0,233333333	0,073964301
6	75	-0,997054486	0,159369032	0,233333333	0,073964301
7	75	-0,997054486	0,159369032	0,233333333	0,073964301
8	77,5	-0,613571991	0,269749098	0,4	0,130250902
9	77,5	-0,613571991	0,269749098	0,4	0,130250902
10	77,5	-0,613571991	0,269749098	0,4	0,130250902
11	77,5	-0,613571991	0,269749098	0,4	0,130250902
12	77,5	-0,613571991	0,269749098	0,4	0,130250902
13	80	-0,230089497	0,409011113	0,533333333	0,12432222
14	80	-0,230089497	0,409011113	0,533333333	0,12432222
15	80	-0,230089497	0,409011113	0,533333333	0,12432222
16	80	-0,230089497	0,409011113	0,533333333	0,12432222
17	82,5	0,153392998	0,560955817	0,633333333	0,072377517
18	82,5	0,153392998	0,560955817	0,633333333	0,072377517
19	82,5	0,153392998	0,560955817	0,633333333	0,072377517
20	85	0,536875492	0,70432319	0,833333333	0,129010144
21	85	0,536875492	0,70432319	0,833333333	0,129010144
22	85	0,536875492	0,70432319	0,833333333	0,129010144
23	85	0,536875492	0,70432319	0,833333333	0,129010144
24	85	0,536875492	0,70432319	0,833333333	0,129010144
25	85	0,536875492	0,70432319	0,833333333	0,129010144
26	87,5	0,920357987	0,821307142	0,866666667	0,045359525
27	92,5	1,687322975	0,954229367	0,933333333	0,020896034
28	92,5	1,687322975	0,954229367	0,933333333	0,020896034
29	95	2,07080547	0,980811511	1	0,019188489
30	95	2,07080547	0,980811511	1	0,019188489
rata-rata	81,5				
s	6,519202405				
max	95				
min	70				
rentang	25				
L hitung	0,130250902				
L tabel	0,161				
kesimpulan	Lhitung < Ltabel maka data berdistribusi normal				

## b.Kelas Kontrol

No	X	Z	F(Z)	S(Z)	F(Z)-S(Z)
1	60	-1,99979134	0,0227614	0,032258065	0,009496664
2	62,5	-1,694404485	0,045094224	0,064516129	0,019421905
3	65	-1,389017631	0,082413694	0,161290323	0,078876628
4	65	-1,389017631	0,082413694	0,161290323	0,078876628
5	65	-1,389017631	0,082413694	0,161290323	0,078876628
6	70	-0,778243921	0,218212614	0,225806452	0,007593837
7	70	-0,778243921	0,218212614	0,225806452	0,007593837
8	72,5	-0,472857066	0,318157579	0,322580645	0,004423066
9	72,5	-0,472857066	0,318157579	0,322580645	0,004423066
10	72,5	-0,472857066	0,318157579	0,322580645	0,004423066
11	75	-0,167470211	0,433500042	0,548387097	0,114887054
12	75	-0,167470211	0,433500042	0,548387097	0,114887054
13	75	-0,167470211	0,433500042	0,548387097	0,114887054
14	75	-0,167470211	0,433500042	0,548387097	0,114887054
15	75	-0,167470211	0,433500042	0,548387097	0,114887054
16	75	-0,167470211	0,433500042	0,548387097	0,114887054
17	75	-0,167470211	0,433500042	0,548387097	0,114887054
18	77,5	0,137916644	0,554846852	0,677419355	0,122572503
19	77,5	0,137916644	0,554846852	0,677419355	0,122572503
20	77,5	0,137916644	0,554846852	0,677419355	0,122572503
21	77,5	0,137916644	0,554846852	0,677419355	0,122572503
22	80	0,443303499	0,671226887	0,741935484	0,070708596
23	80	0,443303499	0,671226887	0,741935484	0,070708596
24	82,5	0,748690354	0,772978071	0,774193548	0,001215478
25	85	1,054077209	0,854076215	0,838709677	0,015366538
26	85	1,054077209	0,854076215	0,838709677	0,015366538
27	87,5	1,359464064	0,913000209	0,903225806	0,009774402
28	87,5	1,359464064	0,913000209	0,903225806	0,009774402
29	90	1,664850919	0,952028749	1	0,047971251
30	90	1,664850919	0,952028749	1	0,047971251
31	90	1,664850919	0,952028749	1	0,047971251
rata-rata	76,37096774				
s	8,18633795				
max	90				
min	60				
rentang	30				
L hitung	0,122572503				
L tabel	0,159130297				
kesimpulan	Lhitung < Ltabel maka data berdistribusi normal				

pengujian dengan SPSS *Statistics 20*

### Case Processing Summary

Kelas	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Hasil Nilai PostTest kelas Eksperimen	30	100.0%	0	0.0%	30	100.0%
Nilai Posttest Kelas Kontrol	31	100.0%	0	0.0%	31	100.0%

### Descriptives

Kelas	Statistic	Std. Error	
Hasil Nilai PostTest kelas Eksperimen	Mean	81.50	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound 79.07 Upper Bound 83.93	
	5% Trimmed Mean	81.34	
	Median	80.00	
	Variance	42.500	
	Std. Deviation	6.519	
	Minimum	70	
	Maximum	95	
	Range	25	
	Interquartile Range	8	
	Skewness	.547	.427
	Kurtosis	-.233	.833
	Nilai Posttest Kelas Kontrol	Mean	76.37
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound 73.37 Upper Bound 79.37
5% Trimmed Mean		76.47	
Median		75.00	
Variance		67.016	
Std. Deviation		8.186	
Minimum		60	
Maximum		90	
Range		30	
Interquartile Range		10	
Skewness		-.014	.421
Kurtosis		-.514	.821

Kelas		Tests of Normality			Shapiro-Wilk		
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Statistic	df	Sig.
Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.		
Hasil	Nilai PostTest kelas Eksperimen	.130	30	.200 <sup>*</sup>	.943	30	.108
	Nilai Posttest Kelas Kontrol	.123	31	.200 <sup>*</sup>	.957	31	.239

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

a. Lilliefors Significance Correction

**Kriteria pengujian :**

- a. Sig. >  $\alpha$ , maka data berdistribusi normal
- b. Sig. <  $\alpha$ , maka data tidak berdistribusi normal

pengujian :

- a. *Posttest* kelas eksperimen : Sig (0,121) > 0,05 maka data berdistribusi normal.
- b. *Posttest* kelas kontrol : Sig (0,200) > 0,05 maka data berdistribusi normal.

Kesimpulan : Data berdistribusi normal.

**Lampiran 25.** Uji Homoskedastisitas

Pengujian dengan uji Fisher

F-Test Two-Sample for Variances

	<i>Nilai Kelas Eksperimen</i>	<i>Nilai kelas kontrol</i>
Mean	81,51666667	76,37096774
Variance	42,88764368	67,01612903
Observations	30	31
df	29	30
<b>F</b>	<b>0,539960026</b>	
P(F<=f) one-tail	0,116379107	
<b>F Critical one-tail</b>	<b>0,579289097</b>	

<b>Keterangan :</b>	Fhitung = 0.539960026
	Ftabel = 0.579289097
<b>Kesimpulan :</b>	
<b>Fhitung &lt; Ftabel, maka data mempunyai varians yang homogen</b>	

Pengujian dengan SPSS *Statistics 20*

		<b>Test of Homogeneity of Variance</b>			
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil	Based on Mean	.894	1	59	.348
	Based on Median	.713	1	59	.402
	Based on Median and with adjusted df	.713	1	55.378	.402
	Based on trimmed mean	.928	1	59	.339

**Kriteria pengujian :**

- Sig. *based on mean* >  $\alpha$ , maka data memiliki varian homogen
- Sig. *based on mean* <  $\alpha$ , maka data memiliki varian tidak homogen

Hasil pengujian : Sig *based on mean* (0,348) > 0,05 maka data memiliki varian homogen.

Kesimpulan : Data memiliki varian homogen.

## Lampiran 26 Uji t

Independent samples test

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances		
	Nilai Kelas Eksperimen	Nilai kelas Kontrol
Mean	81,51666667	76,37096774
Variance	42,88764368	67,01612903
Observations	30	31
Pooled Variance	55,15636504	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	59	
t Stat	2,705347826	
P(T<=t) one-tail	0,004452782	
t Critical one-tail	1,671093032	
P(T<=t) two-tail	0,008905564	
t Critical two-tail	2,000995378	

<b>Keterangan :</b>	thitung = 2,705347826
	ttabel = 1,671093032
<b>Kesimpulan :</b>	
thitung > ttabel, maka H <sub>0</sub> ditolak dan H <sub>a</sub> diterima	

Pengujian dengan SPSS *Statistics 20*

Group Statistics					
	Kelas	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Hasil Posttest	Nilai Posttest Kelas Eksperimen	30	81.50	6.519	1.190
	Nilai Posttest Kelas Kontrol	31	76.37	8.186	1.470

Keterangan :

thitung = 2,701

ttabel = 1,899 Kriteria

pengujian :

Sig. (2-tailed) > 0,05 maka H<sub>0</sub> diterima dan H<sub>a</sub> ditolak

a. Sig. (2-tailed) < 0,05 maka H<sub>0</sub> ditolak dan H<sub>a</sub> diterima

Hasil pengujian : Sig. (2-tailed) (0,001) < 0,05 maka H<sub>0</sub> ditolak dan H<sub>a</sub> diterima.

Kesimpulan : Ha diterima, maka terdapat pengaruh model pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEM terhadap keterampilan proses sains siswa dalam materi sistem koloid di SMA Negeri 2 Muaro Jambi

## Lampiran 27 Tabel Distribusi L

Tabel Nilai Kritis Untuk Uji Lilliefors

Ukuran Sampel	Taraf Nyata ( $\alpha$ )				
	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20
n = 4	0.417	0.381	0.352	0.319	0.300
5	0.405	0.337	0.315	0.299	0.285
6	0.364	0.319	0.294	0.277	0.265
7	0.348	0.300	0.276	0.258	0.247
8	0.331	0.285	0.261	0.244	0.233
9	0.311	0.271	0.249	0.233	0.223
10	0.294	0.258	0.239	0.224	0.215
11	0.284	0.249	0.230	0.217	0.206
12	0.275	0.242	0.223	0.212	0.199
13	0.268	0.234	0.214	0.202	0.190
14	0.261	0.227	0.207	0.194	0.183
15	0.257	0.220	0.201	0.187	0.177
16	0.250	0.213	0.195	0.182	0.173
17	0.245	0.206	0.189	0.177	0.169
18	0.239	0.200	0.184	0.173	0.166
19	0.235	0.195	0.179	0.169	0.163
20	0.231	0.190	0.174	0.166	0.160
25	0.200	0.173	0.158	0.147	0.142
30	0.187	0.161	0.144	0.136	0.131
n > 30	<u>1.031</u>	<u>0.886</u>	<u>0.85</u>	<u>0.768</u>	<u>0.736</u>
	$\sqrt{n}$	$\sqrt{n}$	$\sqrt{n}$	$\sqrt{n}$	$\sqrt{n}$

Sumber :

Sudjana, (1992), *Metoda Statistika*, Bandung: Tarsito

## Lampiran 28 Tabel Uji Fisher

Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita = 0,05															
df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	245	246
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.42	19.42	19.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.18	2.15	2.13
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.15	2.13	2.11
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.14	2.11	2.09
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.10	2.08	2.06
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.08	2.05	2.03
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.06	2.04	2.01
31	4.16	3.30	2.91	2.68	2.52	2.41	2.32	2.25	2.20	2.15	2.11	2.08	2.05	2.03	2.00
32	4.15	3.29	2.90	2.67	2.51	2.40	2.31	2.24	2.19	2.14	2.10	2.07	2.04	2.01	1.99
33	4.14	3.28	2.89	2.66	2.50	2.39	2.30	2.23	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	2.00	1.98
34	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49	2.38	2.29	2.23	2.17	2.12	2.08	2.05	2.02	1.99	1.97
35	4.12	3.27	2.87	2.64	2.49	2.37	2.29	2.22	2.16	2.11	2.07	2.04	2.01	1.99	1.96
36	4.11	3.26	2.87	2.63	2.48	2.36	2.28	2.21	2.15	2.11	2.07	2.03	2.00	1.98	1.95
37	4.11	3.25	2.86	2.63	2.47	2.36	2.27	2.20	2.14	2.10	2.06	2.02	2.00	1.97	1.95
38	4.10	3.24	2.85	2.62	2.46	2.35	2.26	2.19	2.14	2.09	2.05	2.02	1.99	1.96	1.94
39	4.09	3.24	2.85	2.61	2.46	2.34	2.26	2.19	2.13	2.08	2.04	2.01	1.98	1.95	1.93
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.97	1.95	1.92
41	4.08	3.23	2.83	2.60	2.44	2.33	2.24	2.17	2.12	2.07	2.03	2.00	1.97	1.94	1.92
42	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44	2.32	2.24	2.17	2.11	2.06	2.03	1.99	1.96	1.94	1.91
43	4.07	3.21	2.82	2.59	2.43	2.32	2.23	2.16	2.11	2.06	2.02	1.99	1.96	1.93	1.91
44	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43	2.31	2.23	2.16	2.10	2.05	2.01	1.98	1.95	1.92	1.90
45	4.06	3.20	2.81	2.58	2.42	2.31	2.22	2.15	2.10	2.05	2.01	1.97	1.94	1.92	1.89

## Lampiran 29 Tabel Distribusi T

Titik Persentase Distribusi t (df = 41 – 80)

df \ Pr	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001
	0.50	0.20	0.10	0.050	0.02	0.010	0.002
41	0.68052	1.30254	1.68288	2.01954	2.42080	2.70118	3.30127
42	0.68038	1.30204	1.68195	2.01808	2.41847	2.69807	3.29595
43	0.68024	1.30155	1.68107	2.01669	2.41625	2.69510	3.29089
44	0.68011	1.30109	1.68023	2.01537	2.41413	2.69228	3.28607
45	0.67998	1.30065	1.67943	2.01410	2.41212	2.68959	3.28148
46	0.67986	1.30023	1.67866	2.01290	2.41019	2.68701	3.27710
47	0.67975	1.29982	1.67793	2.01174	2.40835	2.68456	3.27291
48	0.67964	1.29944	1.67722	2.01063	2.40658	2.68220	3.26891
49	0.67953	1.29907	1.67655	2.00958	2.40489	2.67995	3.26508
50	0.67943	1.29871	1.67591	2.00856	2.40327	2.67779	3.26141
51	0.67933	1.29837	1.67528	2.00758	2.40172	2.67572	3.25789
52	0.67924	1.29805	1.67469	2.00665	2.40022	2.67373	3.25451
53	0.67915	1.29773	1.67412	2.00575	2.39879	2.67182	3.25127
54	0.67906	1.29743	1.67356	2.00488	2.39741	2.66998	3.24815
55	0.67898	1.29713	1.67303	2.00404	2.39608	2.66822	3.24515
56	0.67890	1.29685	1.67252	2.00324	2.39480	2.66651	3.24226
57	0.67882	1.29658	1.67203	2.00247	2.39357	2.66487	3.23948
58	0.67874	1.29632	1.67155	2.00172	2.39238	2.66329	3.23680
59	0.67867	1.29607	1.67109	2.00100	2.39123	2.66176	3.23421
60	0.67860	1.29582	1.67065	2.00030	2.39012	2.66028	3.23171
61	0.67853	1.29558	1.67022	1.99962	2.38905	2.65886	3.22930
62	0.67847	1.29536	1.66980	1.99897	2.38801	2.65748	3.22696
63	0.67840	1.29513	1.66940	1.99834	2.38701	2.65615	3.22471
64	0.67834	1.29492	1.66901	1.99773	2.38604	2.65485	3.22253
65	0.67828	1.29471	1.66864	1.99714	2.38510	2.65360	3.22041
66	0.67823	1.29451	1.66827	1.99656	2.38419	2.65239	3.21837
67	0.67817	1.29432	1.66792	1.99601	2.38330	2.65122	3.21639
68	0.67811	1.29413	1.66757	1.99547	2.38245	2.65008	3.21446
69	0.67806	1.29394	1.66724	1.99495	2.38161	2.64898	3.21260
70	0.67801	1.29376	1.66691	1.99444	2.38081	2.64790	3.21079
71	0.67796	1.29359	1.66660	1.99394	2.38002	2.64686	3.20903
72	0.67791	1.29342	1.66629	1.99346	2.37926	2.64585	3.20733
73	0.67787	1.29326	1.66600	1.99300	2.37852	2.64487	3.20567
74	0.67782	1.29310	1.66571	1.99254	2.37780	2.64391	3.20406
75	0.67778	1.29294	1.66543	1.99210	2.37710	2.64298	3.20249
76	0.67773	1.29279	1.66515	1.99167	2.37642	2.64208	3.20096
77	0.67769	1.29264	1.66488	1.99125	2.37576	2.64120	3.19948
78	0.67765	1.29250	1.66462	1.99085	2.37511	2.64034	3.19804
79	0.67761	1.29236	1.66437	1.99045	2.37448	2.63950	3.19663
80	0.67757	1.29222	1.66412	1.99006	2.37387	2.63869	3.19526

Catatan: Probabilitas yang lebih kecil yang ditunjukkan pada judul tiap kolom adalah luas daerah dalam satu ujung, sedangkan probabilitas yang lebih besar adalah luas daerah dalam kedua ujung

**Lampiran 30. Dokumentasi Penelitian****a. Penelitian di kelas eksperimen****b. Penelitian di kelas kontrol**