

**PENERAPAN PENDEKATAN STEM (*SCIENCE, TECHNOLOGY,
ENGINEERING, AND MATHEMATICS*) DALAM UPAYA
MENGEMBANGKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA
MELALUI *PROBLEM BASED LEARNING* PADA MATERI
STOIKIOMETRI DI SMAN 42 JAKARTA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan



ANDIKA PRASETYA

3315133608

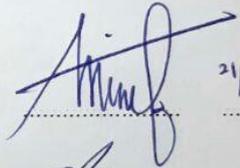
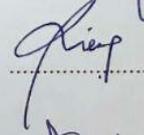
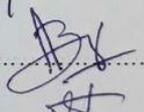
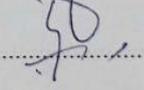
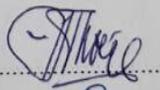
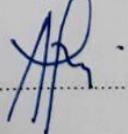
**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2017**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Penerapan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dalam Upaya Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Melalui Problem Based Learning pada Materi Stoikiometri di SMAN 42 Jakarta

Nama : Andika Prasetya

No. Reg : 3315133608

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab		21/8 2017
Dekan : <u>Prof. Dr. Suyono, M.Si.</u>		
NIP. 19671218 199303 1 005		
Wakil Penanggung Jawab		21/8 2017
Wakil Dekan I : <u>Dr. Muktiningsih N, M.Si.</u>		
NIP. 19640511 198903 2 001		
Ketua : <u>Dr. Maria Paristiwati, M.Si.</u>		16/8-2017
NIP. 19671020 199203 2 001		
Sekretaris : <u>Dr. Agung Purwanto, M.Si</u>		15/8 2017
NIP. 19640202 199102 1 001		
Anggota Penguji : <u>Irma Ratna K., M.Sc, Tech</u>		15/8 2017
NIP. 19721204 200501 2 001		
Pembimbing I : <u>Dra. Tritiyatma H., M.Si</u>		15/8 2017
NIP. 19611225 198701 2 001		
Pembimbing II : <u>Dr. Afrizal, M.Si.</u>		15/8 2017
NIP. 19730416 199903 1 002		

Dinyatakan lulus ujian skripsi pada tanggal 9 Agustus 2017.

MOTTO

“Dan Allah tidak menjadikan pemberian bala bantuan itu melainkan sebagai kabar gembira bagi (kemenangan) mu, dan agar tentram hatimu karenanya. Dan kemenanganmu itu hanyalah dari Allah Yang Maha Perkasa lagi Maha Bijaksana”. (Ali Imran, 3: 126).

“JUST BE YOUR SELF AND STAY HAPPY” – Andika Prasetya

“Tidak ada salahnya bermimpi. Intinya, selalu mencoba untuk menjadi yang terbaik. Aku akan terus bekerja keras untuk mencapainya sesuai kemampuanku.” - Neymar da Silva

“Hidup ini seperti sepeda. Agar tetap seimbang, kau harus terus bergerak” - Albert Einstein

LEMBAR PERSEMBAHAN

Yang Utama Dari Segalanya...

Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang-Mu telah memberikanku kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi yang sederhana ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam selalu terlimpahkan keharibaan Rasulullah Muhammad SAW.

Kupersembahkan karya sederhana ini kepada orang yang sangat kukasihi dan kusayangi.

Ibu dan Bapakku Tercinta

Skripsi ini sangatlah amat tidak sebanding dengan apa yang telah kalian berikan dalam hidup ini. Terima kasih banyak dahulu sudah “memaksa” diri ini untuk melanjutkan studi ke jenjang S1. Terima kasih untuk tidak pernah lelah menasihati dan membimbing Andi, dan terima kasih untuk do’a yang tidak pernah terputus yang selalu mengiringi langkah kaki Andi dalam perjalanan hidup yang keras ini. I love you all

Sahabat tersayangku Risky Amalia

Terima kasih telah hadir dalam perjalananku menyelesaikan studi di UNJ. Terima kasih atas kasih sayang, perhatian, dan kesabaranmu yang telah memberikanku semangat dan inspirasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini,, terima kasih untuk selalu hadir dalam setiap momen-momen sulit yang aku lewati. semoga engkau pilihan yang terbaik yang dipikirkan Allah untukku. Jangan pernah lelah dengan perjalanan ini, I love you...

Kawan-kawan seperjuangan

Terima kasih banyak untuk segala hal yang kita lewati bersama. Canda, tawa, suka, duka, sampe diomongin orang-orang haha. Terima kasih tak henti-henti bertukar ilmu dan pengetahuan selama ini

Dosen Pembimbing Tugas Akhirku...

Ibu Dra. Tritiyatma Hadinugrahaningsih, M.Si dan Bapak Dr. Afrizal, M.Si selaku dosen pembimbing tugas akhir saya, terima kasih banyak saya sudah dibantu selama ini, sudah dinasehati, sudah diajari, saya tidak akan lupa atas bantuan dan kesabaran dari ibu dan bapak. Maafkan saya untuk setiap kata ataupun perbuatan yang kurang berkenan di hari Ibu dan Bapak

ABSTRAK

ANDIKA PRASETYA. Penerapan Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dalam Upaya Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Melalui *Problem Based Learning* pada Materi Stoikiometri di SMAN 42 Jakarta. Jakarta: Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Juli 2017.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa melalui penerapan pendekatan STEM dengan *Problem Based Learning (PBL)* pada materi stoikiometri. Kemampuan berpikir kritis siswa diamati berdasarkan aspek berpikir kritis menurut R.H. Ennis. Terdapat 5 aspek berpikir kritis yang diteliti pada penelitian ini yaitu, memfokuskan pertanyaan, membangun keterampilan dasar, menyimpulkan, membuat penjelasan lanjut, serta mengatur strategi dan teknik. Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 42 Jakarta pada semester genap tahun ajaran 2016/2017. Subjek penelitian adalah siswa kelas X MIA 3 berjumlah 36 siswa. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kualitatif. Teknik pengumpulan data melalui lembar observasi, reflektif jurnal, kuesioner berpikir kritis, wawancara, dan tes berpikir kritis. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis kualitatif dengan tahapan yaitu reduksi data, penyajian data, kesimpulan, dan verifikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan berpikir kritis siswa dari kelima aspek berpikir kritis yang diteliti pada penelitian ini tergolong baik dengan persentase sebesar 78,43%. Secara keseluruhan, indikator berpikir kritis yang paling berkembang dalam diri siswa yaitu indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber yang tergolong sangat baik dengan persentase sebesar 83,66%. Berdasarkan hasil tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa penerapan pendekatan STEM berbasis *PBL* dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran kimia topik stoikiometri.

Kata Kunci: Kemampuan berpikir kritis, pendekatan STEM, stoikiometri

ABSTRACT

ANDIKA PRASETYA. Application of STEM Education (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) in an Effort to Develop Student's Critical Thinking Ability through Problem Based Learning on Stoichiometry topic at SMAN 42 Jakarta. Jakarta: Chemistry Education Study Program, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Jakarta. July 2017.

The purpose of this study is to develop students' critical thinking skills through the application of STEM education with Problem Based Learning (PBL) on stoichiometry topic. Observation of students' critical thinking ability based on critical thinking aspect according to R.H. Ennis. There are 5 critical thinking aspects studied in this research that is, focusing questions, build basic skills, conclude, make further explanation, and set the strategies and techniques. This research was conducted at SMAN 42 Jakarta in the even semester of academic year 2016/2017. The subjects of the study were students of class X MIA 3 with 36 students. The method used in this research is qualitative method. Data collection techniques through observation sheets, journal reflective, critical thinking questionnaires, interviews, and critical thinking tests. Data analysis technique used is qualitative analysis with stages that is data reduction, data presentation, conclusion, and verification. The results showed that the average critical thinking ability of students from the five critical thinking aspects studied in this study is good with a percentage is 78.43%. Overall, the most critically developed thinking indicator in students is the indicator considering the credibility of the source that is very good with a percentage is 83.66%. Thus, it can be concluded that the application of STEM-based on PBL can develop students' critical thinking skills on chemistry learning stoichiometric topics.

Keywords: Critical thinking ability, STEM approach, stoichiometry.

KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur penulis panjatkan atas kehadirat-Nya, karena berkat limpahan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penerapan Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dalam Upaya Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Melalui *Problem Based Learning* Pada Materi Stoikiometri di SMAN 42 Jakarta” dengan tepat waktu.

Keberhasilan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Dra. Tritiyatma Hadinugrahaningsih, M.Si, selaku dosen pembimbing I dan Dr. Afrizal, M.Si, selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada penulis.
2. Dr. Maria Paristiowati, M.Si, selaku Ketua Program Studi Pendidikan Kimia sekaligus dosen pengampu mata kuliah Skripsi yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
3. Irwanto Septian, S.Pd, selaku guru kimia kelas X SMA Negeri 42 Jakarta yang telah memberikan arahan kepada penulis.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Jakarta, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Fokus Penelitian	5
D. Perumusan Masalah	5
E. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
A. Kemampuan Berpikir Kritis	6
B. Pendekatan Pembelajaran STEM	8
C. <i>Problem Based Learning</i> (PBL)	10
D. Karakteristik Materi Stoikiometri	12
E. Penelitian yang Relevan	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
A. Tujuan Penelitian	16
B. Tempat dan Waktu Penelitian	16
C. Subyek Penelitian	16
D. Metode Penelitian	16
E. Teknik Pengumpulan Data	17
F. Prosedur Penelitian	19
G. Teknik Analisis Data	22
H. Teknik Keabsahan Data	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
A. Proses Pembelajaran STEM Berbasis PBL	27
B. Hasil Penerapan Pendekatan STEM dengan PBL	36
1) Analisis Hasil Tes Berpikir Kritis Siswa	37
2) Analisis Hasil Lembar Observasi Berpikir Kritis Siswa	46
3) Analisis Hasil Kuesioner Berpikir Kritis Siswa	84
C. Keterbatasan dalam Pelaksanaan Penelitian	93
BAB V SIMPULAN dan SARAN	95
A. Simpulan	95

B. Saran.....	96
DAFTAR PUSTAKA.....	97
LAMPIRAN.....	100
Surat Pernyataan Keaslian Skripsi.....	167
Biodata Penulis.....	168

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Aspek berpikir kritis Ennis	8
Tabel 2	Aspek berpikir kritis yang diteliti	8
Tabel 3	Kisi-kisi instrumen kuesioner berpikir kritis siswa.....	18
Tabel 4	Skala Likert	23
Tabel 5	Hasil tes uraian keterampilan berpikir kritis siswa	37
Tabel 6	Hasil observasi I indikator memfokuskan pertanyaan	48
Tabel 7	Hasil observasi I indikator bertanya dan menjawab pertanyaan	49
Tabel 8	Hasil observasi I indikator mempertimbangkan kredibilitas.....	50
Tabel 9	Hasil observasi I indikator menginduksi	52
Tabel 10	Hasil observasi kemampuan berpikir kritis siswa pertemuan I	52
Tabel 11	Hasil observasi II indikator memfokuskan pertanyaan	54
Tabel 12	Hasil observasi II indikator bertanya dan menjawab pertanyaan	55
Tabel 13	Hasil observasi II indikator mempertimbangkan kredibilitas.....	56
Tabel 14	Hasil observasi II indikator mengobservasi	57
Tabel 15	Hasil observasi II indikator menginduksi	58
Tabel 16	Hasil observasi II indikator mendefinisikan istilah	59
Tabel 17	Hasil observasi II indikator menentukan suatu tindakan	60
Tabel 18	Hasil observasi II indikator berinteraksi dengan orang lain	61
Tabel 19	Hasil observasi kemampuan berpikir kritis siswa pertemuan II	62
Tabel 20	Hasil observasi III indikator memfokuskan pertanyaan	64
Tabel 21	Hasil observasi III indikator bertanya dan menjawab pertanyaan	65
Tabel 22	Hasil observasi III indikator mempertimbangkan kredibilitas.....	66
Tabel 23	Hasil observasi III indikator mengobservasi	67
Tabel 24	Hasil observasi III indikator menginduksi	69
Tabel 25	Hasil observasi III indikator mendefinisikan istilah	70
Tabel 26	Hasil observasi III indikator menentukan suatu tindakan	71
Tabel 27	Hasil observasi III indikator berinteraksi dengan orang lain	72

Tabel 28 Hasil observasi kemampuan berpikir kritis siswa pertemuan III	73
Tabel 29 Hasil observasi IV indikator memfokuskan pertanyaan.....	74
Tabel 30 Hasil observasi IV indikator bertanya dan menjawab pertanyaan	75
Tabel 31 Hasil observasi IV indikator mempertimbangkan kredibilitas	76
Tabel 32 Hasil observasi IV indikator mengobservasi.....	77
Tabel 33 Hasil observasi IV indikator menginduksi.....	78
Tabel 34 Hasil observasi IV indikator mendefinisikan istilah.....	79
Tabel 35 Hasil observasi IV indikator menentukan suatu tindakan.....	80
Tabel 36 Hasil observasi IV indikator berinteraksi dengan orang lain.....	81
Tabel 37 Hasil observasi kemampuan berpikir kritis siswa pertemuan IV.....	82
Tabel 38 Hasil rata-rata observasi kemampuan berpikir kritis siswa.....	83
Tabel 39 Hasil kuesioer indikator memfokuskan pertanyaan	84
Tabel 40 Hasil kuesioer indikator bertanya dan menjawab pertanyaan	85
Tabel 41 Hasil kuesioer indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber.....	86
Tabel 42 Hasil kuesioer indikator mengobservasi.....	87
Tabel 43 Hasil kuesioer indikator menginduksi	88
Tabel 44 Hasil kuesioer indikator mendefinisikan istilah	89
Tabel 45 Hasil kuesioer indikator menentukan suatu tindakan	89
Tabel 46 Hasil kuesioer indikator berinteraksi dengan orang lain	90
Tabel 47 Hasil analisis data kuesioner kemampuan berpikir kritis siswa	91
Tabel 48 Hasil keseluruhan keterampilan berpikir kritis siswa	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Tahap I pembelajaran STEM dengan PBL.....	29
Gambar 2 Tahap II pembelajaran STEM dengan PBL.....	32
Gambar 3 Tahap III pembelajaran STEM dengan PBL.....	33
Gambar 4 Jawaban siswa pada indikator memfokuskan pertanyaan	38
Gambar 5 Jawaban siswa pada indikator bertanya dan menjawab	40
Gambar 6 Jawaban siswa pada indikator mempertimbangkan kredibilitas ...	41
Gambar 7 Jawaban siswa pada indikator menginduksi	42
Gambar 8 Jawaban siswa pada indikator mendefinisikan istilah	43
Gambar 9 Jawaban siswa pada indikator menentukan suatu tindakan	45
Gambar 10 Grafik 1. Hasil data tes berpikir kritis siswa	46
Gambar 11 Grafik 2. Hasil lembar observasi berpikir kritis siswa	83
Gambar 12 Grafik 3. Hasil data kuesioner berpikir kritis siswa	91
Gambar 13 Grafik 4. Hasil keseluruhan kemampuan berpikir kritis siswa	93

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	100
Lampiran 2	Lembar aktivitas STEM.....	106
Lampiran 3	Jawaban siswa pada lembar aktivitas STEM	108
Lampiran 4	Lembar validasi instrumen soal berpikir kritis.....	111
Lampiran 5	Instrumen soal berpikir kritis	115
Lampiran 6	Hasil tes berpikir kritis siswa	118
Lampiran 7	Lembar observasi kemampuan berpikir kritis siswa	120
Lampiran 8	Hasil lembar observasi berpikir kritis siswa	128
Lampiran 9	Lembar observasi penerapan pendekatan STEM	137
Lampiran 10	Hasil observasi penerapan pendekatan STEM	138
Lampiran 11	Reflektif jurnal siswa	140
Lampiran 12	Hasil reflektif jurnal siswa	141
Lampiran 13	Lembar validasi instrumen kuesioner berpikir kritis siswa.....	144
Lampiran 14	Instrumen kuesioner berpikir kritis siswa.....	150
Lampiran 15	Hasil instrumen kuesioner berpikir kritis siswa	153
Lampiran 16	Protokol wawancara siswa	157
Lampiran 17	Transkrip wawancara siswa	159
Lampiran 18	Tabel analisis data	162

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan sains dan teknologi pada abad ke-21 ini terjadi dengan sangat cepat dan tak dapat dihindari. Perkembangan-perkembangan yang terjadi ini memang memberikan kemudahan bagi masyarakat dunia, khususnya Indonesia dalam berbagai aspek kehidupan. Namun, terdapat tantangan yang cukup berat khususnya bagi Indonesia yang diakibatkan dari perkembangan sains dan teknologi. Perlu adanya kesiapan dari seluruh kalangan masyarakat untuk menghadapi perkembangan sains dan teknologi. Salah satu cara untuk membentuk masyarakat yang siap dalam menghadapi perkembangan sains dan teknologi adalah dengan meningkatkan mutu pendidikan di Indonesia. Hal ini dikarenakan, pendidikan merupakan salah satu tolak ukur kualitas kehidupan dari suatu bangsa. Semakin tinggi mutu pendidikan suatu bangsa, maka akan semakin baik kualitas kehidupan bangsa tersebut. Berdasarkan hasil *Programme For International Student Assesment (PISA)* yang diselenggarakan oleh *Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD)* tahun 2015, kualitas pendidikan Indonesia berada pada peringkat 62 dari 73 negara yang terlibat (Iswadi, 2016). Hal ini menandakan bahwa mutu pendidikan di Indonesia sangat memprihatinkan.

Rendahnya mutu pendidikan di Indonesia disebabkan oleh proses pembelajaran yang tidak menekankan pada perkembangan kemampuan berpikir kritis siswa. Berpikir kritis merupakan aspek yang harus mendapatkan penekanan dalam proses pembelajaran untuk menghadapi perkembangan sains dan teknologi (Arifin, 2000). Berpikir kritis adalah cara berpikir reflektif yang masuk akal atau berdasarkan nalar yang difokuskan untuk menentukan apa yang harus diyakini dan dilakukan (Ennis, 2003). Sistem pendidikan di abad 21 harus

mempersiapkan siswa untuk memiliki kemampuan berpikir kritis, sebab kemampuan berpikir kritis sangat diperlukan untuk menghadapi tantangan global dan berbagai permasalahan kehidupan (Trilling dan Fadel, 2009). Selain itu, pendidikan di abad 21 ini mengharuskan siswa untuk dapat menggunakan teknologi sebagai media untuk membangun dan menerapkan pengetahuan yang didapatkan (Sanders, 2009). Berdasarkan hal tersebut, maka untuk meningkatkan mutu pendidikan di Indonesia, diperlukan penekanan pada aspek berpikir kritis melalui pendidikan berbasis sains dan teknologi. Melalui pendidikan berbasis sains dan teknologi diharapkan muncul sumber daya manusia yang berkarakter dan memiliki kemampuan berpikir kritis yang dapat memanfaatkan kemajuan teknologi dan sains.

Berdasarkan pengamatan penulis selama melaksanakan kegiatan PKM dan wawancara dengan guru di SMAN 42 Jakarta, kegiatan pembelajaran di sekolah khususnya pada mata pelajaran kimia, cenderung dilakukan melalui pemaparan dengan slide dan tugas. Proses pembelajaran lebih mengutamakan agar siswa dapat menyelesaikan soal dengan baik dan mendapatkan nilai akhir yang bagus. Proses pembelajaran tidak menekankan pada aspek berpikir kritis yang membuat terhambatnya perkembangan kemampuan berpikir kritis siswa. Dunia pendidikan pada era globalisasi ini seharusnya tidak lagi menuntut siswa untuk hanya mendapatkan nilai yang tinggi, tetapi siswa juga perlu dilatih untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis. Hal ini dikarenakan kemampuan berpikir kritis merupakan sebuah kemampuan yang perlu dilatih dan dikembangkan anak sejak usia muda untuk menjawab berbagai tantangan global yang ada.

Pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) adalah salah satu terobosan bagi pendidikan di Indonesia dalam upaya mengembangkan sumber daya manusia yang memiliki kemampuan berpikir kritis serta menguasai sains dan teknologi. Melalui pendekatan pembelajaran STEM, siswa diajak untuk berpikir secara

komprehensif dengan pola pemecahan masalah yang berdasarkan pada aspek dalam STEM yang bertujuan untuk mengajarkan siswa untuk berpikir kritis dan memiliki teknik atau desain dalam memecahkan permasalahan berdasarkan sains dan matematika. Pembelajaran STEM dapat membuat proses pembelajaran menjadi lebih bermakna bagi siswa, sehingga mampu meningkatkan pemahaman siswa karena pembelajaran dihubungkan dengan kehidupan sehari-hari siswa (Barcelona, 2014). Hal ini memiliki efek positif pada kegiatan belajar siswa karena memberikan kesempatan untuk mengubah konsep sains yang abstrak dan konsep matematika ke dalam aplikasi di kehidupan nyata (Shahali *et al.*, 2015).

Ilmu kimia merupakan salah satu bidang sains yang sangat erat kaitannya dengan perkembangan sains dan teknologi masa kini. Namun, ilmu kimia sering dianggap sulit oleh sebagian siswa. Kesulitan siswa dalam belajar kimia karena kimia bersifat abstrak, tidak mudah untuk dipahami, dan tidak berhubungan dengan kehidupan sehari-hari (Sirhan, 2007). Selain itu, kimia dianggap sulit karena materi pembelajarannya terlalu kompleks dan melibatkan banyak simbol-simbol (Chiu, 2005). Pembelajaran kimia melibatkan 3 representasi, yaitu representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik. Pemahaman yang baik ialah yang dapat menghubungkan ke tiga aspek tersebut. Pemahaman siswa dalam kimia bergantung kepada bagaimana siswa membuat dan menggabungkan pemahaman terhadap hal yang tidak terlihat dan tersentuh.

Topik stoikiometri dalam pembelajaran kimia merupakan konsep yang sangat mendasar, pokok, dan cenderung abstrak dalam ilmu kimia. Konsep stoikiometri sangat penting bagi siswa untuk memahami aspek kualitatif dan kuantitatif suatu reaksi kimia, sehingga menjadi dasar untuk menyelesaikan banyak permasalahan dalam kimia (Jaude dan Barakat, 2003). Namun di Indonesia, pada proses pembelajaran stoikiometri, kebanyakan pendidik lebih memfokuskan terhadap

perhitungan saja, siswa tidak diajak untuk berpikir lebih kritis mengenai aplikasi dari konsep stoikiometri dalam kehidupan. Hal ini menyebabkan siswa hanya dapat sekadar menghafal rumus dan menerapkannya untuk menyelesaikan soal-soal yang diberikan oleh guru. Hal ini membuat kemampuan berpikir kritis siswa pada topik stoikiometri menjadi terhambat, karena dalam pembelajaran, aspek berpikir kritis tidak diberikan penekanan oleh guru. Berdasarkan hal tersebut, maka dalam pembelajaran kimia topik stoikiometri, diperlukan metode pembelajaran yang mendukung siswa untuk membangun sendiri pengetahuan tentang konsep yang dipelajari dan memberikan kesempatan pada siswa untuk menggunakan konsep yang telah dipahami dalam kehidupan sehari-hari. Sehingga diharapkan, minat siswa akan meningkat dan siswa akan membiasakan diri untuk berpikir kritis dalam memecahkan permasalahan melalui konsep ilmu yang telah dipelajari.

Problem Based Learning (PBL) adalah suatu model pembelajaran yang menggunakan masalah dunia nyata sebagai suatu konteks bagi siswa untuk belajar tentang cara berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah, serta untuk memperoleh pengetahuan dan konsep yang esensial dari materi pelajaran (Kamdi, 2007). Melalui *problem based learning* (PBL), siswa akan dibentuk untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan memecahkan masalah. Hal ini dikarenakan, melalui *Problem Based Learning*, siswa dapat mengintegrasikan pengetahuan dan keterampilan secara simultan dan mengaplikasikannya dalam konteks yang relevan (Arif dan Thobroni, 2012). Berdasarkan hal tersebut, maka penerapan pendekatan STEM dengan *Problem Based Learning* dalam upaya meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran kimia pada topik stoikiometri sangat menarik untuk diteliti.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, terdapat beberapa pokok masalah yang dapat dikemukakan antara lain:

1. Sebagian besar guru menggunakan pendekatan pembelajaran kimia yang berfokus pada hasil belajar siswa tanpa mengasah kemampuan berpikir kritis siswa.
2. Pembelajaran kimia pada materi stoikiometri hanya fokus pada perhitungan saja, belum menggunakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, serta matematika dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa.

C. Fokus Penelitian

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan, penelitian ini difokuskan pada pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa melalui penerapan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dengan *Problem Based Learning* dalam pembelajaran kimia topik stoikiometri di SMA Negeri 42 Jakarta.

D. Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan fokus masalah diatas, maka masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

“Bagaimana penerapan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi Stoikiometri melalui *problem based learning*?”

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan informasi tentang penerapan pendekatan pembelajaran STEM melalui *Problem Based Learning* dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa, serta dapat dijadikan salah satu alternatif dalam proses pembelajaran

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kemampuan Berpikir Kritis

Berpikir merupakan suatu aktivitas yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Berpikir merupakan sebuah proses untuk mengelola dan mentransformasi suatu informasi yang diperoleh (Santrock, 2011). Perkembangan sains dan teknologi di abad 21 memungkinkan setiap individu memperoleh banyak informasi dan pengetahuan yang sedang berkembang di dunia. Sehingga dibutuhkan kemampuan berpikir yang kritis agar mampu mengelola berbagai informasi yang diperoleh.

Menurut Wijaya (2010), berpikir kritis merupakan suatu proses untuk menganalisis ide atau gagasan ke arah yang lebih spesifik sehingga dapat dibedakan, diidentifikasi, dan dikembangkan ke arah yang lebih sempurna. Sedangkan menurut Ennis (2003), berpikir kritis adalah berpikir secara beralasan dan reflektif dengan menekankan pembuatan keputusan tentang apa yang harus dipercayai atau dilakukan. Berdasarkan beberapa pengertian tersebut, berpikir kritis menurut peneliti adalah sebuah kemampuan untuk menganalisis suatu ide dengan mengembangkannya ke arah yang lebih sempurna untuk menentukan pembuatan keputusan.

Seseorang yang berpikir kritis memiliki karakter khusus yang dapat diidentifikasi dengan melihat bagaimana seseorang menyikapi suatu masalah. Menurut Facione (2011) ada enam kecakapan berpikir kritis utama yang terlibat di dalam proses berpikir kritis. Kecakapan-kecakapan tersebut adalah interpretasi, analisis, evaluasi, inference, penjelasan dan regulasi diri. Berikut adalah deskripsi dari ke enam kecakapan berpikir kritis utama:

1. Interpretasi, adalah memahami dan mengekspresikan makna dari berbagai macam pengalaman, situasi, data, kejadian-kejadian, penilaian, kebiasaan atau adat, kepercayaan-kepercayaan, aturan-aturan, prosedur atau kriteria-kriteria.
2. Analisis, adalah mengidentifikasi hubungan-hubungan inferensial yang dimaksud dan aktual diantara pernyataan-pernyataan, pertanyaan-pertanyaan, konsep-konsep, deskripsi-deskripsi.
3. Evaluasi, adalah menaksir kredibilitas pernyataan atau representasi yang merupakan laporan atau deskripsi dari persepsi, pengalaman, penilaian, opini dan menaksir kekuatan logis dari hubungan-hubungan inferensial diantara pernyataan-pernyataan, deskripsi-deskripsi, pertanyaan-pertanyaan atau bentuk-bentuk representasi lainnya.
4. Inference, mengidentifikasi dan memperoleh unsur-unsur yang masuk akal, membuat dugaan-dugaan dan hipotesis, dan menyimpulkan konsekuensi- konsekuensi dari data.
5. Penjelasan, mampu menyatakan hasil-hasil dari penjelasan seseorang, mempresentasikan penalaran seseorang dalam bentuk argumen-argumen yang kuat.
6. Regulasi diri, berarti secara sadar diri memantau kegiatan-kegiatan kognitif seseorang, unsur-unsur yang digunakan dalam kegiatan-kegiatan tersebut dan hasil-hasil yang diperoleh, terutama dengan menerapkan kecakapan-kecakapan di dalam analisis dan evaluasi untuk penelitian penilaian inferensial sendiri dengan memandang pada pertanyaan, konfirmasi, validitas atau mengoreksi baik penalarannya atau hasil-hasilnya.

Menurut Ennis (2003), aspek berpikir kritis dapat diturunkan dari aktivitas kritis siswa yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1 Aspek berpikir kritis menurut Ennis

Aspek Berpikir Kritis	Indikator Berpikir Kritis
Memberikan Penjelasan Sederhana	Memfokuskan pertanyaan
	Menganalisis argumen
	Bertanya dan menjawab pertanyaan
Membangun Keterampilan Dasar	Mempertimbangkan kredibilitas sumber
	Mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi
Menyimpulkan	Membuat deduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi
	Membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi
	Membuat dan mempertimbangkan nilai keputusan
Membuat Penjelasan Lanjut	Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi
	Mengidentifikasi asumsi
Strategi dan Taktik	Memutuskan suatu tindakan
	Berinteraksi dengan orang lain

Aspek berpikir kritis menurut Ennis digunakan sebagai acuan dalam penelitian untuk mengamati perkembangan berpikir kritis yang terjadi pada siswa. Adapun aspek berpikir kritis yang akan diteliti pada penelitian tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2 Aspek berpikir kritis yang diteliti

Aspek Berpikir Kritis	Indikator Berpikir Kritis
Memberikan Penjelasan Sederhana	Memfokuskan pertanyaan
	Bertanya dan menjawab pertanyaan
Membangun Keterampilan Dasar	Mempertimbangkan kredibilitas sumber
	Mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi
Menyimpulkan	Membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi
Membuat Penjelasan Lanjut	Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi
Strategi dan Taktik	Memutuskan suatu tindakan
	Berinteraksi dengan orang lain

Pengamatan terhadap perkembangan kemampuan berpikir kritis dilakukan dengan menggunakan beberapa instrumen penelitian, yaitu lembar observasi yang dibuat oleh observer selama proses pembelajaran, reflektif jurnal yang diisi oleh siswa di setiap akhir pembelajaran, wawancara siswa, dan tes berpikir kritis yang dilaksanakan pada akhir penelitian.

B. Pendekatan Pembelajaran STEM

STEM adalah akronim dari *science*, *technology*, *engineering*, dan *mathematics*. STEM diluncurkan oleh National Science Foundation AS

pada tahun 1990-an sebagai tema gerakan reformasi pendidikan dalam keempat bidang disiplin tersebut untuk mengembangkan warga negara yang mampu menguasai bidang STEM, serta meningkatkan daya saing global AS dalam inovasi iptek (National STEM Education Center, 2014).

Pembelajaran berbasis STEM tidak bermakna hanya penguatan praktis pendidikan dalam bidang-bidang STEM secara terpisah, melainkan mengembangkan pendekatan pendidikan yang mengintegrasikan sains, teknologi, engineering, dan matematika, dengan memfokuskan proses pendidikan pada pemecahan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari maupun kehidupan profesi (National STEM Education Center, 2014). Pembelajaran berbasis STEM, dalam konteks pendidikan dasar dan menengah, bertujuan mengembangkan siswa yang menguasai STEM (Bybee, 2013), yang mempunyai:

- a) Pengetahuan, sikap, dan keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah dalam situasi kehidupannya, menjelaskan fenomena alam, mendesain, serta menarik kesimpulan berdasar bukti mengenai isu-isu terkait STEM.
- b) Memahami karakteristik fitur-fitur disiplin STEM sebagai bentuk-bentuk pengetahuan, penyelidikan, serta desain yang digagas manusia.
- c) Kesadaran bagaimana disiplin-disiplin STEM membentuk lingkungan material, intelektual dan kultural.
- d) Aktif terlibat dalam kajian isu-isu terkait STEM sebagai warga negara yang konstruktif, peduli, serta reflektif dengan menggunakan gagasan-gagasan sains, teknologi, engineering dan matematika.

Pembelajaran berbasis STEM memberikan peluang kepada guru untuk memperlihatkan kepada siswa penerapan konsep, prinsip, dan teknik dari sains, teknologi, engineering, dan matematika yang digunakan secara terintegrasi dalam pengembangan produk, proses, dan sistem yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Reeve (2013) mendefinisikan pendidikan STEM sebagai pendekatan interdisiplin pada

pembelajaran, yang di dalamnya siswa menggunakan sains, teknologi, engineering, dan matematika dalam konteks nyata, sehingga mengembangkan literasi STEM yang membuat siswa mampu bersaing dalam era ekonomi baru yang berbasis pengetahuan.

Pendidikan sains berbasis STEM menuntut pergeseran proses pembelajaran dari cara konvensional yang berpusat pada guru (*teacher centered*) yang mengandalkan transfer pengetahuan ke arah pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student centered*) yang mengandalkan keaktifan, *hands-on*, dan kolaborasi siswa. Pembelajaran sains berbasis STEM perlu dilaksanakan dalam unit-unit pembelajaran berbasis masalah (*problem based learning*), yang di dalamnya siswa ditantang secara kritis untuk memecahkan masalah nyata, yang melibatkan kegiatan kelompok secara kolaboratif. Pembelajaran sains berbasis STEM dalam kelas didesain untuk memberi peluang bagi siswa mengaplikasikan pengetahuan akademik dalam dunia nyata (Reeve, 2013).

Pembelajaran sains berbasis STEM menuntut pergeseran metode penilaian, dari penilaian konvensional ke arah penilaian otentik yang bertumpu pada penilaian kinerja. Penilaian kinerja dengan menggunakan rubrik yang terancang baik perlu dilakukan guru, teman, serta siswa sendiri terhadap kinerja siswa selama aktivitas belajar dan produk hasil kerja kolaboratif untuk mengungkap ketercapaian standar hasil pembelajaran (Reeve, 2013). Pengalaman belajar sains berbasis STEM diharapkan dapat mengembangkan pemahaman siswa terhadap konten sains, kemampuan inovasi dan pemecahan masalah.

C. Problem Based Learning

Problem Based Learning (PBL) pertama kali dikembangkan Barrows pada tahun 1970-an dalam pembelajaran ilmu medis di McMaster University Canada (Amir, 2009). PBL adalah suatu model pembelajaran yang menggunakan masalah dunia nyata sebagai suatu konteks bagi siswa untuk belajar tentang cara berpikir kritis dan

keterampilan pemecahan masalah, serta untuk memperoleh pengetahuan dan konsep yang esensial dari materi pelajaran (Kamdi, 2007). Sedangkan menurut Ibrahim dan Nur, PBL merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang digunakan untuk merangsang berpikir tingkat tinggi siswa dalam situasi yang berorientasi pada masalah dunia nyata, termasuk di dalamnya belajar bagaimana belajar (Ibrahim dan Nur, 2005). Berdasarkan pengertian diatas, peneliti menyimpulkan bahwa PBL merupakan suatu model pembelajaran yang menitikberatkan pembelajaran pada masalah yang autentik (nyata) sehingga diharapkan siswa mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis agar dapat menemukan solusi atas permasalahan yang sedang dihadapi.

Setiap model pembelajaran, memiliki karakteristik khusus yang membedakan model yang satu dengan model yang lain. Seperti yang diungkapkan Trianto (2009) bahwa karakteristik model PBL yaitu: (a) adanya pengajuan pertanyaan atau masalah, (b) berfokus pada keterkaitan antar disiplin, (c) penyelidikan autentik, (d) menghasilkan produk atau karya dan mempresentasikannya, dan (e) kerja sama.

Model PBL memiliki beberapa langkah pada implementasinya dalam proses pembelajaran. Penelitian ini menggunakan tahapan PBL menurut Ibrahim dan Nur (Ibrahim dan Nur, 2005). Adapun langkah-langkah pembelajaran dengan PBL yang digunakan adalah sebagai berikut:

1) Orientasi siswa pada masalah

Guru menjelaskan tujuan pembelajaran, menjelaskan logistik yang diperlukan, dan memotivasi siswa terlibat pada aktivitas pemecahan masalah.

2) Mengorganisasi siswa untuk belajar

Guru membantu siswa mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan masalah tersebut.

- 3) Membimbing pengalaman individual/kelompok
Guru mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi yang sesuai, melaksanakan eksperimen untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalah.
- 4) Mengembangkan dan menyajikan hasil karya
Guru membantu siswa dalam merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai seperti laporan, dan membantu mereka untuk berbagi tugas dengan temannya.
- 5) Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah
Guru membantu siswa untuk melakukan refleksi atau evaluasi terhadap penyelidikan mereka dan proses yang mereka lakukan

PBL merupakan model pembelajaran yang berorientasi pada kerangka kerja teoritik konstruktivisme. Fokus pembelajaran ada pada masalah yang dipilih sehingga siswa tidak saja mempelajari konsep-konsep yang berhubungan dengan masalah tetapi juga metode ilmiah untuk memecahkan masalah tersebut. Hal ini membuat siswa tidak saja harus memahami konsep yang relevan dengan masalah yang menjadi pusat perhatian tetapi juga memperoleh pengalaman belajar yang berhubungan dengan ketrampilan menerapkan metode ilmiah dalam pemecahan masalah dan menumbuhkan pola berpikir kritis. Artinya belajar tersebut ada pada konteks aplikasi konsep. Belajar dapat semakin bermakna dan dapat diperluas ketika siswa berhadapan dengan situasi dimana konsep tersebut diterapkan. Selain itu, melalui PBL siswa dapat mengintegrasikan pengetahuan dan keterampilan secara berkesinambungan dan mengaplikasikannya dalam konteks yang relevan.

D. Karakteristik Materi Stoikiometri

Ilmu kimia adalah cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari struktur materi, sifat-sifat materi, perubahan suatu materi

menjadi materi lain, serta energi yang menyertai perubahan materi (Anshory, 2003).

Representasi kimia terbagi ke dalam tiga dimensi. Dimensi pertama adalah dimensi makroskopik yang bersifat nyata dan kasat mata. Dimensi ini menunjukkan fenomena-fenomena yang terjadi dan dapat diamati dalam kehidupan sehari-hari. Dimensi kedua adalah dimensi submikroskopik yang bersifat tidak kasat mata. Dimensi ini terdiri dari tingkat partikular yang dapat digunakan untuk menjelaskan pergerakan elektron, molekul, partikel atau atom. Dimensi yang terakhir adalah simbolik yang menggambarkan tanda atau bahasa serta bentuk-bentuk lainnya yang digunakan untuk mengomunikasikan hasil pengamatan (Talanquer, 2011). Ketiga dimensi tersebut saling berhubungan dan berkontribusi untuk membentuk pemahaman pada diri siswa terhadap materi kimia yang abstrak.

Terdapat 3 alasan penting untuk mempelajari ilmu kimia, yaitu: a) kimia memiliki aplikasi penting dalam kehidupan, b) kimia merupakan langkah ilmiah dalam menjelaskan materi alam, c) kimia berkaitan dengan ilmu-ilmu lain (Ebbing dan Gammon, 2007). Namun, siswa SMA/MA kurang termotivasi dalam mempelajari mata pelajaran kimia (Kasmadi dan Indraspuri, 2010). Hal ini terkait dengan ciri-ciri ilmu kimia itu sendiri, yaitu sebagian besar ilmu kimia bersifat abstrak (Chang, 2005). Sehingga diperlukan upaya yang harus dilakukan oleh guru kimia untuk menciptakan pembelajaran kimia yang bermakna. Salah satu caranya adalah dengan membangun sikap positif terhadap pembelajaran dan meningkatkan motivasi belajar siswa, sehingga siswa mengetahui apa yang sedang siswa pelajari dan kaitannya dalam kehidupan (Sirhan, 2007).

Topik stoikiometri adalah materi pelajaran kimia SMA kelas X semester genap. Konsep stoikiometri sangat penting untuk memahami aspek kualitatif dan kuantitatif suatu reaksi, sehingga menjadi dasar untuk menyelesaikan banyak permasalahan dalam kimia. Namun,

materi ini dianggap siswa sebagai materi yang banyak mengandung rumus dan juga konsep-konsep yang sangat mendasar, pokok, dan abstrak dalam ilmu kimia.

Secara umum, topik stoikiometri didominasi oleh konsep mol. Menurut tinjauan tiga aspek dalam ilmu kimia (makroskopik, mikroskopik, dan simbolik), konsep mol merupakan jembatan kimia antara dunia makroskopik dan mikroskopik. Dunia makroskopik menyangkut pengukuran massa zat dalam satuan gram, sedangkan dunia mikroskopik menyangkut jumlah partikel dalam mol tertentu. Persamaan reaksi setara dilambangkan untuk menghubungkan dunia makroskopik dan mikroskopik.

Proses pembelajaran stoikiometri pada kurikulum 2013 yaitu siswa harus dapat memahami konsep, prinsip, hukum, dan teori kimia serta keterkaitannya dan penerapannya untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi. Adapun silabus dari materi stoikiometri ini adalah:

- KI1: Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
- KI2: Menghayati dan mengamalkan 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 serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI3: Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang

spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI4: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

Berdasarkan Kompetensi Inti (KI) yang ada diturunkan kembali menjadi kompetensi dasar (KD). Kompetensi dasar yang harus dicapai pada materi stoikiometri adalah sebagai berikut:

- 3.10. Menerapkan hukum-hukum dasar kimia, konsep massa molekul relatif, persamaan kimia, konsep mol, dan kadar zat untuk menyelesaikan perhitungan kimia
- 4.10. Mengolah data terkait hukum-hukum dasar kimia, konsep massa molekul relatif, persamaan kimia, konsep mol, dan kadar zat untuk menyelesaikan perhitungan kimia.

E. Penelitian yang Relevan

Berikut penelitian yang relevan dengan penelitian ini, yaitu:

1. Penelitian yang berjudul "*Assessing Critical Thinking in STEM and Beyond*" menunjukkan bahwa penggunaan STEM dalam pembelajaran mampu mengantarkan siswa ke tingkat pendidikan yang lebih tinggi yang disebut sebagai berpikir kritis (Stein *et al.*, 2007).
2. Penelitian yang berjudul "*Development of analytical thinking ability and attitudes towards science learning of grade-11 students through science technology engineering and mathematics (STEM education) in the study of stoichiometry*" menunjukkan bahwa penggunaan STEM dalam pembelajaran kimia mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa serta mampu merubah sikap siswa terhadap pembelajaran sains (Chonkaew *et al.*, 2016).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi stoikiometri melalui penerapan pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) dengan *Problem Based Learning*.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 42 Jakarta pada semester genap kelas X MIA 3 tahun ajaran 2016/2017. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan April – Mei 2017.

C. Subyek Penelitian

Subyek penelitian ini adalah siswa-siswi kelas X MIA 3 di SMA Negeri 42 Jakarta tahun ajaran 2016/2017 yang berjumlah 36 orang.

D. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian kualitatif. Penelitian kualitatif adalah suatu prosedur penelitian yang dilakukan secara alamiah sesuai dengan kondisi yang terjadi di lapangan tanpa adanya rekayasa dan jenis data yang dikumpulkan berupa data deskriptif (Arifin, 2012). Data yang didapatkan dari penelitian kualitatif akan memunculkan analisis- analisis untuk menunjukkan perkembangan kemampuan berpikir kritis siswa melalui penerapan pendekatan pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dengan *Problem Based Learning*.

E. Teknik Pengumpulan Data

Peneliti terlibat langsung dalam pelaksanaan pengumpulan data, baik dalam mengolah maupun menarik kesimpulan dari data yang diperoleh. Pengumpulan data diambil dengan cara sebagai berikut:

1. Test Esai Kemampuan Berpikir Kritis

Tes esai dapat digunakan untuk mengungkap kemampuan siswa dalam mengingat, memahami, dan mengorganisasikan gagasannya atau hal-hal yang sudah dipelajari. Tes esai ini menggunakan dimensi kognitif tingkat tinggi, yaitu pada ranah kategori menganalisis. Instrumen tes berpikir kritis ini digunakan untuk melihat perkembangan berpikir kritis siswa dalam memecahkan persoalan yang diberikan. Instrumen berpikir kritis yang digunakan telah divalidasi oleh dosen ahli di bidangnya. Lembar validasi instrumen tes berpikir dapat dilihat pada Lampiran 4 hal 111. Sementara itu, hasil tes berpikir kritis siswa dapat dilihat pada Lampiran 6 halaman 118.

2. Lembar Observasi

Observasi merupakan suatu proses yang kompleks, suatu proses yang tersusun dari berbagai proses biologis dan psikologis. Observasi ini diperlukan untuk mengetahui keterlaksanaan pembelajaran STEM dan juga untuk melihat secara langsung perkembangan aspek berpikir kritis siswa. Observasi ini dilakukan oleh peneliti dan dibantu oleh dua orang observer.

Lembar observasi yang digunakan pada penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu lembar observasi penerapan pendekatan STEM berbasis PBL yang digunakan untuk mengetahui keterlaksanaan dari penerapan pendekatan STEM dengan PBL dalam pembelajaran. Lembar observasi pelaksanaan pembelajaran dengan pendekatan STEM melalui PBL dapat dilihat pada Lampiran 9 halaman 137. Hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran STEM berbasis *Problem Based Learning*, dapat dilihat pada Lampiran 10 halaman 138.

Lembar observasi yang kedua yaitu lembar observasi terbuka dan terstruktur yang digunakan untuk melakukan pengamatan terhadap perkembangan aspek berpikir kritis yang dianalisis pada penelitian ini di setiap proses pembelajaran di kelas. Lembar observasi perkembangan aspek berpikir kritis siswa dapat dilihat pada Lampiran 7 halaman 120. Hasil observasi perkembangan indikator berpikir kritis siswa dapat dilihat pada Lampiran 8 halaman 128.

3. Kuesioner Kemampuan Berpikir Kritis

Kuesioner kemampuan berpikir kritis siswa diadaptasi dari instrumen kemampuan berpikir kritis oleh Patmawati (2011). Kuesioner ini digunakan untuk mengetahui respon siswa terhadap perkembangan kemampuan berpikir kritis yang siswa alami. Terdapat 42 butir pernyataan pada instrument ini yang terdiri dari pernyataan positif dan pernyataan negatif.

Tabel 3 Kisi-kisi instrumen kuesioner berpikir kritis siswa

No	Indikator Berpikir Kritis	Sub Indikator Berpikir Kritis	Nomor Butir Pernyataan		Jumlah
			Positif	Negatif	
1	Memfokuskan Pernyataan	Merumuskan kriteria untuk mempertimbangkan kemungkinan jawaban	1	3	4
		Menjaga Kondisi Berpikir	2	4	
2	Bertanya dan Menjawab Pertanyaan	Memberikan Penjelasan Sederhana	5, 6, 7	8, 9, 10	6
3	Mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak	Mempertimbangkan penggunaan prosedur yang tepat	11, 14, 15	12, 13	4
4	Mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi	Melaporkan Hasil Observasi	16, 20,	17, 21	8
		Mempertanggungjawabkan hasil observasi	18	19	
		Menggunakan Teknologi	38	39	
5	Menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi	Mengemukakan Hipotesis	22, 36	27, 37	8
		Merancang Eksperimen	23	24	
		Mengemukakan Kesimpulan	25	26	
6	Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi	Memberikan penjelasan lanjut	28, 29	30, 31	4
7	Menentukan Suatu Tindakan	Mengungkap Masalah	40, 42	41, 43	4
8	Berinteraksi Dengan Orang Lain	Menggunakan Argumen	32, 33, 44	34, 35, 45	6

Kuesioner yang digunakan telah divalidasi oleh guru dan dosen ahli di bidangnya. Lembar validasi kuesioner dapat dilihat pada Lampiran 13 halaman 144. Hasil kuesioner berpikir kritis siswa dapat dilihat pada Lampiran 15 halaman 153.

4. Wawancara

Wawancara terhadap siswa dilakukan setelah proses pembelajaran kimia dengan menggunakan pendekatan pembelajaran STEM. Wawancara bertujuan untuk memperkuat validitas data hasil kuesioner berpikir kritis siswa. Wawancara dilakukan terhadap seluruh siswa yang terlibat dalam pembelajaran guna mendapatkan data yang valid. Dalam melakukan wawancara digunakan protokol wawancara yang dapat dilihat pada Lampiran 16 halaman 157. Hasil wawancara dengan siswa tentang pembelajaran dengan pendekatan STEM melalui PBL dapat dilihat pada lampiran 17 halaman 159.

5. Reflektif Jurnal

Penulisan reflektif jurnal berupa catatan harian siswa yang bertujuan untuk mengetahui pendapat siswa mengenai penerapan dan implikasi pendekatan pembelajaran STEM selama proses pembelajaran dan dampak yang dirasakan oleh siswa dari penerapan pendekatan STEM. Reflektif jurnal siswa dapat dilihat pada Lampiran 12 halaman 141.

F. Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdapat 3 tahapan penelitian, yaitu tahap kegiatan awal, tahap pelaksanaan, dan tahap akhir.

1. Tahap Awal

Merupakan kegiatan pengembangan instrumen yang meliputi:

- a) Penyusunan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) pada materi Stoikiometri.

- b) Penyusunan kuesioner kemampuan berpikir kritis siswa pada materi Stoikiometri. Selanjutnya kuesioner yang dibuat direview oleh dosen ahli dan guru.
- c) Penyusunan protokol wawancara subjek tentang proses pembelajaran dan kemampuan berpikir kritis siswa.
- d) Penyusunan lembar observasi tentang proses pembelajaran yang terjadi.
- e) Penyusunan lembar observasi tentang kemampuan berpikir kritis siswa selama proses pembelajaran
- f) Penyusunan *Reflective Journal* siswa tentang proses pembelajaran yang siswa dapatkan
- g) Penyusunan instrument soal berpikir kritis siswa. Selanjutnya instrument soal yang dibuat direview oleh dosen ahli dan guru.

2. Tahap Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penerapan pendekatan pembelajaran STEM dengan *Problem Based Learning* dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa di SMA Negeri 42 Jakarta, meliputi beberapa kegiatan sebagai berikut:

- a) Melakukan kegiatan belajar mengajar (KBM)
- b) Menyampaikan tujuan pembelajaran khusus
- c) Pelaksanaan aktivitas pembelajaran berbasis STEM

Pelaksanaan penelitian berlangsung selama 5 kali pertemuan. Setiap kelompok melaksanakan aktivitas pembelajaran berbasis STEM pada materi stoikiometri melalui percobaan pembuatan Biodiesel dari minyak jelantah pada tahap ini. Adapun kegiatan di setiap pertemuan adalah sebagai berikut:

1) Pertemuan pertama

Pembagian kelompok siswa dilakukan pada pertemuan pertama. Setiap kelompok terdiri dari 6 siswa yang heterogen. Guru menjelaskan sekilas mengenai konsep mol pada pertemuan ini.

Kemudian guru menugaskan siswa membawa alat dan bahan untuk kegiatan percobaan di pertemuan kedua pada pertemuan pertama ini. Siswa mengisi reflektif jurnal di akhir pembelajaran untuk mengetahui tanggapan siswa selama proses pembelajaran.

2) Pertemuan kedua

Siswa melakukan kegiatan percobaan pembuatan biodiesel dari minyak jelantah yang mengintegrasikan seluruh aspek STEM pada pertemuan kedua ini. Guru memberikan LKS kepada setiap kelompok untuk didiskusikan dan dipelajari bersama dengan setiap anggota kelompoknya.

Kegiatan observasi terhadap kemampuan berpikir kritis siswa dilakukan pada pertemuan ini. Peneliti dibantu oleh 2 orang observer dalam melakukan observasi secara mendalam terhadap perkembangan kemampuan berpikir kritis siswa selama pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM. Kegiatan observasi dilakukan dengan menggunakan lembar observasi yang telah disiapkan. Siswa mengisi reflektif jurnal di akhir pembelajaran untuk mengetahui tanggapan siswa selama proses pembelajaran.

3) Pertemuan Ketiga

Tahap akhir pada kegiatan pembuatan biodiesel dari minyak jelantah dilanjutkan pada pertemuan ketiga. Kegiatan observasi terhadap kemampuan berpikir kritis siswa kembali dilakukan pada pertemuan ketiga. Setiap kelompok mulai menganalisis setiap gejala-gejala yang timbul dari percobaan, dan mendiskusikan pertanyaan yang ada di LKS. Siswa mengisi reflektif jurnal di akhir pembelajaran untuk mengetahui tanggapan siswa selama proses pembelajaran.

4) Pertemuan keempat

Guru mengkonfirmasi hasil diskusi siswa terhadap gejala-gejala yang terjadi selama pembelajaran dengan menunjuk beberapa kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya.

Kegiatan observasi dilakukan kembali pada pertemuan keempat ini. Siswa mengisi reflektif jurnal di akhir pembelajaran untuk mengetahui tanggapan siswa selama proses pembelajaran. Siswa mengisi kuesioner kemampuan berpikir kritis yang telah disiapkan.

5) Pertemuan kelima

Guru melaksanakan tes tertulis menggunakan instrumen soal berpikir kritis siswa untuk mengukur perkembangan berpikir kritis siswa selama pembelajaran dengan menggunakan pendekatan pembelajaran STEM.

3. Tahap Akhir Penelitian

Peneliti menganalisis data penelitian yang diperoleh sehingga bisa didapatkan kesimpulan mengenai penerapan pendekatan pembelajaran STEM dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa di kelas X MIA 3 SMAN 42 Jakarta pada materi stoikiometri.

G. Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui pelaksanaan dan hambatan-hambatan yang terjadi selama pembelajaran. Tahapan-tahapan dalam proses analisis data adalah sebagai berikut:

1. Reduksi data

Reduksi data berarti merangkum, memilih hal-hal yang pokok, memfokuskan pada hal-hal yang penting, dicari tema dan polanya. Sehingga data penelitian yang diperoleh akan memberikan gambaran yang lebih jelas, dan mempermudah peneliti untuk mengumpulkan data selanjutnya, dan mencarinya bila diperlukan. Berikut ini adalah tahapan reduksi data yang dilakukan:

- a) Menyusun data reflektif jurnal berdasarkan nama siswa dan tanggal pertemuan.

- b) Melakukan sortir data reflektif jurnal siswa, untuk memilih reflektif jurnal yang menggambarkan perkembangan indikator berpikir kritis siswa.
- c) Mengolah hasil lembar observasi kemampuan berpikir kritis siswa. Lembar observasi kemampuan berpikir kritis siswa menggunakan skala likert dengan kriteria sebagai berikut:

Tabel 4 Skala Likert (Sugiyono, 2008)

No	Keterangan	Skor
1	Sangat Baik	4
2	Baik	3
3	Cukup Baik	2
4	Kurang Baik	1

Jumlah skor tertinggi per butir:

Skor tertinggi x jumlah butir x responden = $4 \times 1 \times 36 = 144$

Jumlah skor terendah per butir:

skor terendah x jumlah butir x responden = $1 \times 1 \times 36 = 36$

Interval = $(\text{Skor maksimum} - \text{skor minimum}) / 4 = (144 - 36) / 4 = 27$

Sehingga jika dibuat persentase untuk ketercapaian setiap indikator berpikir kritis adalah sebagai berikut (Sugiyono, 2008):

Kurang Baik : 25% - 43,75%

Cukup Baik : 43,76% - 62,50%

Baik : 62,51% - 81,25%

Sangat Baik : 81,26% - 100%

Persentase setiap butir dalam lembar observasi didapatkan dengan cara sebagai berikut (Sudijono, 2008):

$$P = \frac{F}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase butir observasi

F = Skor observasi yang diperoleh

N = Skor observasi maksimum

- d) Mengolah hasil kuesioner berpikir kritis siswa untuk mengetahui ketercapaian masing-masing indikator berpikir kritis. Pengolahan hasil kuesioner berpikir kritis ini menggunakan cara yang sama dengan cara mengolah data hasil observasi dengan skala likert.
- e) Mengolah hasil tes berpikir kritis siswa.
Pengolahan hasil tes berpikir kritis siswa menggunakan cara yang sama dalam mengolah data hasil observasi.

2. Penyajian data

Langkah selanjutnya dalam analisis data kualitatif setelah mereduksi data adalah menyajikan data. Melalui penyajian data, maka akan memudahkan peneliti untuk memahami apa yang terjadi, dan merencanakan kerja selanjutnya berdasarkan apa yang telah dipahami tersebut.

Peneliti menyajikan data dalam bentuk matrik atau pengkodean berdasarkan hasil reduksi data yang dilakukan pada tahap sebelumnya sehingga dapat dilakukan verifikasi data untuk kemudian diambil kesimpulan berdasarkan data yang diperoleh. Penyajian data dapat dilihat pada Lampiran 18 halaman 170.

3. Penarikan kesimpulan dan Verifikasi

Penarikan kesimpulan adalah pemberian makna pada data yang diperoleh dari penyajian data. Penarikan kesimpulan dilakukan berdasarkan hasil dari semua data yang telah diperoleh.

H. Teknik Keabsahan Data

Teknik keabsahan data yang digunakan pada penelitian ini adalah *trustworthiness* atau kepercayaan. *Trustworthiness* merupakan kriteria yang sama dengan valid, reliabel, dan objektif dalam penelitian kuantitatif. Ada empat kriteria yang digunakan yang sesuai dengan penelitian kualitatif, yaitu derajat kepercayaan (*credibility*), keteralihan (*transferability*), kebergantungan (*dependability*), dan kepastian

(*confirmability*) (Moleong, 2014). Kriteria yang digunakan pada penelitian ini adalah *credibility* (kredibilitas), dengan menggunakan *prolonged engagement*, *persistent observation*, *progressive subjectivity*, dan *member checking*.

1. Prolonged Engagement

Peneliti dalam penelitian kualitatif adalah instrumen itu sendiri. Keikutsertaan peneliti sangat menentukan dalam pengumpulan data. Keikutsertaan tersebut tidak hanya dilakukan dalam waktu singkat, tetapi memerlukan waktu yang lebih lama dalam mengamati seluruh kegiatan pembelajaran yang dilakukan oleh siswa agar mampu membatasi kesalahan informasi yang didapatkan.

2. Persistent Observation

Persistent observation merupakan pengamatan yang mendalam dan berlangsung terus menerus selama berlangsungnya penelitian. Melalui cara tersebut, maka kepastian data dan urutan peristiwa akan dapat direkam secara pasti dan sistematis. Selain itu, melalui pengamatan yang mendalam dapat dilakukan pengecekan kembali kebenaran dari data yang telah ditemukan. Demikian juga dengan pengamatan yang mendalam, peneliti dapat memberikan deskripsi data yang akurat dan sistematis tentang apa yang diamati. Hal ini dapat meningkatkan kredibilitas data (Sugiyono, 2012).

3. Progressive Subjectivity

Progressive Subjectivity adalah proses pemantauan terhadap peneliti dalam membangun pemikirannya. *Progressive Subjectivity* menyatakan bahwa tidak ada penyelidik yang diikutsertakan pada penelitian dengan pemikiran yang kosong. Peneliti dibantu oleh 2 rekan observes dalam mengamati siswa selama pembelajaran berlangsung. *Progressive Subjectivity* melibatkan seluruh catatan yang diperoleh selama penelitian yang kemudian diinterpretasikan untuk

mengetahui kaitannya dengan penelitian, sehingga catatan penelitian yang diperoleh sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

4. Member Checking

Member checking adalah proses pengecekan data yang diperoleh peneliti kepada pemberi data. Tujuan *member checking* adalah untuk mengetahui seberapa jauh data yang diperoleh sesuai dengan apa yang diberikan oleh pemberi data. Apabila data yang ditemukan disepakati oleh para pemberi data berarti data tersebut valid, sehingga semakin kredibel / dipercaya, tetapi apabila data yang ditemukan peneliti dengan berbagai penafsirannya tidak disepakati oleh pemberi data, maka peneliti perlu melakukan diskusi dengan pemberi data, dan apabila perbedaannya tajam, maka peneliti harus mengubah temuannya, dan harus menyesuaikan dengan apa yang diberikan oleh pemberi data. Pelaksanaan *member checking* dapat dilakukan setelah satu periode pengumpulan data selesai, atau setelah mendapat suatu temuan, atau kesimpulan (Sugiyono, 2012).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan fokus penelitian pada penerapan pendekatan pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematic*) melalui *Problem Based Learning* (PBL). Data penelitian diperoleh dari 36 siswa kelas X MIPA 3 di SMAN 42 Jakarta melalui pengamatan kelas, reflektif jurnal siswa, wawancara, tes berpikir kritis, serta kuesioner berpikir kritis siswa.

Bab ini membahas tentang proses pembelajaran dengan pendekatan STEM melalui PBL dan temuan-temuan yang diperoleh mengenai perkembangan kemampuan berpikir kritis siswa dalam proses pembelajaran yang telah dilakukan. Terdapat 5 aspek berpikir kritis yang terdiri dari 8 indikator berpikir kritis yang akan dianalisis pada penelitian ini.

A. Proses Pembelajaran STEM Berbasis *Problem Based Learning*

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan tahapan pembelajaran PBL (*Problem Based Learning*). Kegiatan pembelajaran dirancang sesuai dengan kurikulum 2013 yang digunakan di SMAN 42 Jakarta. Peneliti bertindak sebagai guru di dalam kelas menggantikan peran guru kimia dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran pada penelitian ini. Peneliti dibantu oleh dua observer untuk melakukan pengamatan terhadap proses pembelajaran yang dilakukan dan merekam semua data yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Proses pembelajaran dalam penelitian ini berlangsung selama 5 pertemuan. Setiap pertemuan berlangsung selama 2jam pelajaran (2 x 45 menit) dengan pokok bahasan pengenalan dan pentingnya stoikiometri dalam reaksi kimia, massa atom relatif, massa molekul relatif, konsep mol,

penerapan konsep mol dalam perhitungan kimia, pereaksi pembatas, dan penentuan rumus molekul.

Tahapan pembelajaran dengan menggunakan PBL menurut Ibrahim dan Nur terdiri dari orientasi siswa pada masalah, mengorganisasi siswa untuk belajar, membimbing pengalaman individual atau kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah (Ibrahim dan Nur, 2005). Berikut ini disajikan langkah-langkah pembelajaran PBL yang diintegrasikan dengan pendekatan STEM:

1. Orientasi Siswa pada Masalah

Tahapan pertama dalam pembelajaran dengan menggunakan PBL adalah orientasi siswa pada masalah. Peneliti mengawali pembelajaran pada tahap ini dengan menyampaikan kompetensi dasar beserta indikator pencapaian kompetensi pada topik stoikiometri. Setelah itu, peneliti memberikan penjelasan singkat mengenai pendekatan STEM dan kegiatan yang akan dilaksanakan dalam pembelajaran dengan pendekatan STEM serta tujuan yang ingin dicapai dalam pembelajaran dengan harapan dapat memotivasi siswa untuk belajar dan menumbuhkan rasa ingin tahu siswa.

Siswa diajak untuk dapat menghubungkan konsep mol dengan konsep yang telah dipelajari sebelumnya, seperti hukum-hukum dasar kimia, reaksi kimia, dan penyetaraan reaksi kimia. Selain itu, siswa juga diajak untuk mengamati penerapan konsep mol dan perhitungan kimia dalam kehidupan disekitar siswa, dengan tujuan agar siswa dapat menemukan manfaat dari mempelajari konsep mol dan perhitungan kimia dalam kehidupan sehari-hari. Siswa diarahkan untuk dapat melihat kegunaan dari mempelajari stoikiometri dalam kehidupan sehari-hari.

Siswa terlihat sangat fokus mengikuti pembelajaran yang telah dirancang. Hal ini dikarenakan siswa merasa tertarik dan antusias terhadap kegiatan pembelajaran kimia yang diberikan. Berikut petikan

dialog yang terjadi antara guru dan siswa pada saatnya berlangsungnya pembelajaran:

- Guru : “menurut kamu bagaimana pembelajaran hari ini?”
 Siswa 24 : “asik dan seru pak, biasanya kalau belajar kimia itu rumit dan suka ga jelas maksudnya”
 Guru : “kamu mengerti apa yang dipelajari hari ini?”
 Siswa 24 : “mengerti pak”
 Siswa 8 : “nanti kita belajarnya di lab dong pak?”
 Guru : “iya nanti di lab kita percobaannya”
 Siswa 8 : “waaah bakalan seru nih kalo kimia belajar di lab”

Hal ini didukung dengan pernyataan siswa yang didapatkan dari reflektif jurnal dan wawancara sebagai berikut:

“menurut saya pembelajaran hari ini sangat menyenangkan, beda dari biasanya”

Reflektif Jurnal Siswa 33, 27 April 2017

“belajarnya asik, kita belajar langsung dari hal disekitar kita”

Wawancara Siswa 14, 27 April 2017



Gambar 1 Tahap I pembelajaran STEM dengan PBL

Gambar tersebut dapat memberikan gambaran mengenai suasana kelas pada tahap pertama pembelajaran kimia dengan pendekatan STEM berbasis *Problem Based Learning*. Siswa sangat fokus mengikuti pembelajaran. Hasil observasi yang dilakukan menunjukkan bahwa selama pembelajaran, siswa aktif mengajukan pertanyaan untuk mengklarifikasi pengetahuan yang didapat. Selain itu, sebagian besar siswa dapat memberikan penjelasan singkat mengenai jawaban yang

diajukan. Berikut pernyataan observer yang melakukan observasi terhadap pembelajaran di kelas:

“Siswa terlihat aktif dan sangat fokus pada saat pembelajaran”

Lembar Observasi Observer 1, 27 April 2017

“siswa aktif bertanya selama pembelajaran dan sebagian besar dapat memberikan penjelasan jawaban mereka”

Lembar Observasi Observer 2, 27 April 2017

Berdasarkan data yang diperoleh tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa indikator memfokuskan pertanyaan adalah indikator yang paling menonjol pada tahap ini.

2. Mengorganisasi Siswa Untuk Belajar

Tahapan kedua dalam pembelajaran PBL adalah mengorganisasi siswa untuk belajar. Tahapan ini akan mengarahkan siswa untuk menemukan rancangan eksperimen yang menghubungkan konsep stoikiometri dengan aspek-aspek STEM. Pembelajaran akan menjadi lebih optimal, jika siswa mendapatkan pengalaman secara langsung melalui suatu kegiatan eksperimen yang bersifat eksplorasi atau menciptakan produk yang berkaitan dengan konsep yang telah dipelajari. Siswa harus melakukan aktivitas untuk menemukan informasi dan rancangan pembuatan biodiesel dari minyak jelantah dengan mempertimbangkan ketersediaan alat dan bahan di laboratorium serta mengaitkan aspek-aspek dalam STEM dan konsep stoikiometri yang telah dipelajari. Guru bertindak sebagai fasilitator yang memfasilitasi siswa untuk membangun pengetahuan tentang kegiatan dan produk yang akan dikerjakan. Siswa dibagi ke dalam 6 kelompok, setiap kelompok terdiri dari 6 siswa dengan kemampuan yang berbeda-beda.

Siswa juga melakukan diskusi kelompok untuk menentukan hipotesis awal mengenai keterkaitan ilmu stoikiometri pada kegiatan yang akan siswa lakukan. Siswa diharapkan dapat menemukan hubungan yang akan terjadi dalam proses pembelajaran dari kegiatan diskusi tersebut. Berdasarkan dialog dengan siswa, dapat dikatakan

bahwa pendekatan STEM merupakan hal yang masih sangat baru bagi siswa, sehingga hampir sebagian siswa masih merasa kesulitan untuk mengaitkan aspek-aspek STEM dalam percobaan. Namun, dengan adanya diskusi kelompok, siswa dapat saling bertukar pikiran dan ide, sehingga setiap akan banyak ilmu yang didapat siswa dari diskusi kelompok. Berikut dialog yang terjadi dalam pembelajaran yang berkaitan dengan tahap II dalam pembelajaran PBL:

- Guru :“apa yang sedang kalian diskusikan?”
 Siswa 6 :“kami sedang mendiskusikan klasifikasi aspek-aspek dalam rancangan eksperimen yang kita temukan”
 Guru :“apakah ada kesulitan?”
 Siswa 11 :“iya pak sejauh ini kami masih agak bingung untuk mengaitkan aspek STEM dalam percobaan. Tapi dengan diskusi kelompok gini insya Allah lebih mudah daripada ngerjain sendiri”
 Guru :“kenapa bisa begitu?”
 Siswa 11 :“ya karena kalo diskusi kelompok, lebih banyak pikiran yang disampaikan dari masing-masing orang, jadi lebih banyak ilmu yang masuk pak”
 Guru :“apakah semua orang dalam kelompok mengungkapkan pemikirannya?”
 Siswa 20 :“Alhamdulillah pak kelompok ini inisiatif nyari semua, terus langsung di share dan didiskusikan deh”
 Guru :“oke bagus kalau begitu, silahkan dilanjutkan diskusinya”

Melalui diskusi kelompok ini, siswa menjadi lebih aktif untuk menyampaikan ide ke teman sekelompoknya, dan anggota kelompok lain akan terbiasa untuk menerima dan menghargai pendapat yang dikemukakan oleh orang lain. Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa indikator berpikir kritis yang paling menonjol pada tahap mengorganisasi siswa untuk belajar adalah indikator berinteraksi dengan orang lain. Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa siswa, siswa merasa nyaman belajar secara berkelompok, karena siswa dapat saling bertukar pikiran sehingga menambah wawasan siswa. Berikut pernyataan siswa pada wawancara yang dilakukan:

“saya senang berdiskusi karena menjadi lebih mudah menemukan solusi”

Wawancara siswa 33, 5 Mei 2017

“saya senang bekerja kelompok, ga sendirian kerjanya, jadi lebih cepet dan juga bisa tukar pikiran satu sama lain”

Wawancara siswa 6, 5 Mei 2017



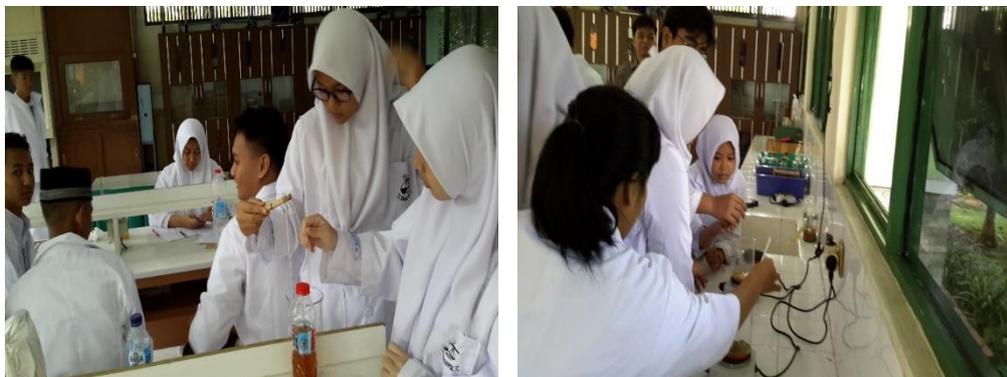
Gambar 2 Tahap II pembelajaran STEM dengan PBL

3. Membimbing Pengalaman Individual atau Kelompok

Tahapan ketiga dalam pembelajaran dengan PBL adalah membimbing pengalaman individual atau kelompok. Siswa menerapkan pemahaman yang didapatkan pada tahap sebelumnya untuk membuat sebuah produk dan memecahkan permasalahan yang ditemukan dalam percobaan. Kegiatan pembuatan biodiesel dari minyak jelantah menggunakan rancangan eksperimen yang mengaitkan setiap aspek yang terdapat dalam STEM yang telah dibuat oleh masing-masing kelompok pada tahap sebelumnya. Aspek *science* menjelaskan tentang konsep mol dan reaksi kimia, aspek *technology* menjelaskan tentang penggunaan alat pompa vakum dan penyaring *buchner* untuk mempermudah pekerjaan, aspek *engineering* menjelaskan tentang kegiatan yang dilakukan siswa untuk menghasilkan produk, dan aspek *mathematics* menjelaskan tentang pengaruh jumlah reaktan terhadap produk yang dihasilkan. Integrasi pendekatan STEM dalam pembelajaran berbasis masalah akan mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa, karena siswa dituntut untuk menganalisis

keterkaitan setiap aspek ilmu dalam pembelajaran kimia dan digunakan untuk menghasilkan sebuah produk.

Eksperimen dan pengumpulan data merupakan hal yang penting dalam tahap ini. Sebagai fasilitator, guru harus dapat mendorong siswa untuk melaksanakan eksperimen sesuai dengan prosedur yang telah diberikan dan mengumpulkan setiap data yang ditemukan kelompok dalam kegiatan observasi saat percobaan sampai siswa dapat memahami hal yang menjadi permasalahan utama dalam pengerjaan proyek siswa. Selain itu, guru juga harus membantu siswa untuk mengumpulkan informasi dari berbagai sumber dengan mengajukan pertanyaan yang membuat siswa harus berpikir kritis untuk menemukan informasi-informasi yang dibutuhkan dan mengaitkan konsep yang telah dipelajari untuk memecahkan masalah. Hal ini bertujuan agar siswa memiliki cukup informasi yang dapat digunakan untuk menciptakan dan membangun ide.



Gambar 3 Tahap III pembelajaran STEM dengan PBL

Interaksi siswa dengan teman kelompok sangat dibutuhkan untuk membentuk kerja sama yang baik, sehingga pengerjaan proyek dapat berlangsung lebih cepat dan lebih mudah bagi siswa. Proses kerja kelompok akan menuntut siswa untuk menyampaikan ide dan menerima ide orang lain dengan baik. Gambar 3 menunjukkan interaksi siswa dengan teman kelompok dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran STEM. Nampak dalam satu kelompok, terdapat pembagian tugas yang

baik sehingga pengerjaan proyek siswa berjalan lebih mudah. Berikut adalah beberapa tanggapan observer mengenai kegiatan pembelajaran pada tahap ini:

“siswa aktif berdiskusi dan saling bertukar pikiran saat diskusi kelompok”

Lembar Observasi Observer 1, 5 Mei 2017

“siswa dapat menyampaikan pendapatnya saat diskusi kelompok dan terdapat sikap saling menghargai antar anggota”

Lembar Observasi Observer 2, 5 Mei 2017

Berdasarkan hasil observasi pada tahap ini, indikator berpikir kritis yang paling menonjol adalah indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber. Hal ini dikarenakan pada tahap ini, siswa terlihat sangat aktif dan antusias mengikuti kegiatan eksperimen sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan. Selain itu, siswa aktif mencari informasi-informasi dari sumber yang kredibel untuk dapat menjawab pertanyaan yang diberikan dan menganalisis hal-hal yang terjadi dalam percobaan. Berikut adalah pernyataan observer pada lembar observasi:

“siswa menggunakan buku paket dan website sebagai sumber utama dalam mencari informasi yang diperlukan”

Lembar Observasi Observer 1, 5 Mei 2017

“siswa mencari banyak sumber sebagai media penunjang mereka dalam menemukan informasi untuk memperkuat gagasan siswa”

Lembar Observasi Observer 2, 5 Mei 2017

4. Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Karya

Tahapan keempat dalam pembelajaran dengan menggunakan PBL adalah mengembangkan dan menyajikan hasil karya. Siswa menyampaikan laporan kegiatan yang telah dilakukan dan produk yang telah dibuat dalam aktivitas pembelajaran STEM melalui presentasi. Penjelasan yang disampaikan mengaitkan seluruh aspek STEM dalam pengerjaan proyek yang dilakukan. Kegiatan pada tahap ini meningkatkan rasa ingin tahu siswa terhadap hal yang belum sepenuhnya dimengerti selama kegiatan, sehingga menarik perhatian

siswa ketika ada kelompok yang sedang memberikan penjelasan terkait pengerjaan proyeknya.

Adanya kegiatan presentasi dalam tahap menyajikan hasil produk, mengarahkan siswa untuk berpikir kritis dalam menghadapi masalah dan mengaitkan segala aspek ilmu untuk menemukan solusi dari pertanyaan-pertanyaan yang muncul, dan terampil dalam berargumentasi untuk menyampaikan sebuah ide yang dimiliki.

“saya merasa sudah mempresentasikan hasil pengamatan kelompok saya dengan baik”

Wawancara Siswa 40, 5 Mei 2017

“saya menyiapkan cukup baik untuk presentasi itu, jadi saya merasa yakin saat presentasi”

Wawancara Siswa 8, 5 Mei 2017

Berdasarkan pernyataan siswa saat wawancara tersebut, dapat disimpulkan bahwa siswa merasa sangat yakin telah mempresentasikan hasil kegiatannya dengan baik. Berdasarkan hasil observasi, selama kegiatan presentasi, terlihat siswa sangat aktif mengajukan pertanyaan untuk mengklarifikasi pengetahuan yang didapat. Adanya pertanyaan yang muncul dalam kegiatan presentasi, akan membuat siswa harus dapat mempertimbangkan kemungkinan jawaban yang tepat dan memberikan penjelasan secara singkat alasan dari jawaban yang siswa berikan. Hal ini akan melatih siswa untuk senantiasa menggunakan kemampuan berpikir kritis. Dapat disimpulkan bahwa pada tahap ini, indikator berpikir kritis yang paling menonjol pada tahap ini adalah indikator memfokuskan pertanyaan. Berikut pernyataan observer dalam lembar observasi:

“siswa mempresentasikan hasil kerja mereka dengan baik”

Lembar Observasi Observer 1, 4 Mei 2017

“hampir seluruh kelompok, dapat mempresentasikan hasil diskusi kelompok yang mereka lakukan”

Lembar Observasi Observer 2, 4 Mei 2017

5. Menganalisis dan Mengevaluasi Proses Pemecahan Masalah

Tahapan terakhir pada pembelajaran *PBL* adalah menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Setelah siswa menyampaikan laporan kegiatan yang telah dilakukan, siswa mengajukan solusi yang dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan yang ditemukan dalam kegiatan pembelajaran STEM berbasis *PBL*. Siswa harus mengumpulkan informasi dari beberapa sumber yang kredibel untuk memperkuat alasan dari pemilihan solusi yang diajukan. Berdasarkan hasil observasi, sebagian besar kelompok siswa dapat mengajukan solusi yang tepat yang diperkuat dengan beberapa informasi dari sumber yang kredibel. Guru kemudian memberikan koreksi ataupun penguatan terhadap solusi tersebut serta mengevaluasi jalannya pembelajaran. Hal ini dimaksudkan untuk membantu siswa dalam mengevaluasi kegiatan yang telah dilakukan selama pembelajaran. Sehingga siswa dapat membangun kembali atau menguatkan pengetahuan yang telah didapatkan selama proses pembelajaran. Indikator berpikir kritis yang paling menonjol pada tahap ini adalah indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber yang digunakan untuk menemukan solusi dari permasalahan yang ditemukan dalam kegiatan yang telah dilakukan.

B. Hasil Penerapan Pendekatan STEM dengan *Problem Based Learning*

Penerapan pendekatan STEM dengan *PBL* dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa dianalisis dengan menggunakan berbagai sumber data, yaitu reflektif jurnal siswa, lembar observasi, tes berpikir kritis, serta kuesioner berpikir kritis siswa. Berikut analisis kemampuan berpikir kritis siswa setelah dilaksanakan pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM berbasis *Problem Based Learning*:

1. Analisis Hasil Tes Berpikir Kritis Siswa

Tes yang digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa pada penelitian ini adalah tes tertulis yang terdiri dari 5 soal uraian yang diberikan setelah proses pembelajaran selesai dilaksanakan. Terdapat 6 indikator yang dianalisis melalui tes ini. Hasil tes berpikir kritis yang telah dilakukan oleh 36 siswa yang terlibat dalam penelitian disajikan pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5 Hasil tes uraian keterampilan berpikir kritis siswa

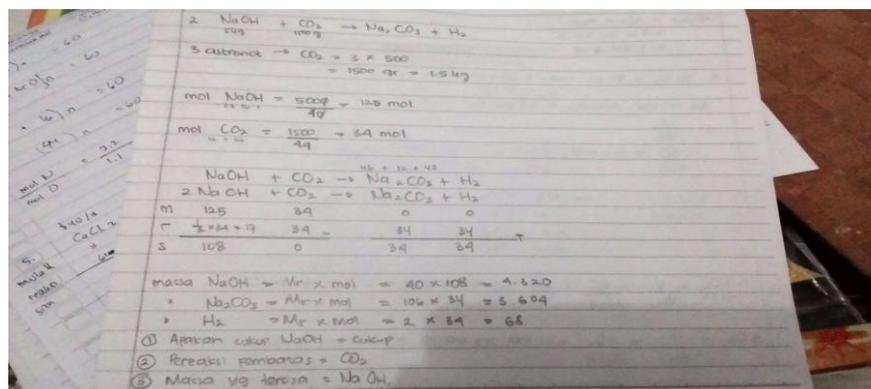
No	Indikator Berpikir Kritis	Persentase	Kategori
1	Memfokuskan pertanyaan	70,14%	Baik
2	Bertanya dan menjawab pertanyaan	75,69%	Baik
3	Mempertimbangkan kredibilitas sumber	79,86%	Baik
4	Menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi	69,44%	Baik
5	Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi	76,39%	Baik
6	Menentukan suatu tindakan	78,47%	Baik
RATA-RATA		74,99%	Baik

Berdasarkan data yang diperoleh pada Tabel 5, keenam indikator berpikir kritis siswa tercapai dengan kategori baik. Indikator berpikir kritis yang paling berkembang berdasarkan hasil tes adalah indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber dengan persentase sebesar 79,86%. Secara keseluruhan, kemampuan berpikir kritis siswa berdasarkan hasil tes uraian tergolong baik, dengan persentase sebesar 74,99%. Berikut analisis kemampuan berpikir kritis siswa pada masing-masing indikator berdasarkan hasil tes uraian berpikir kritis:

a) Indikator Memfokuskan Pertanyaan

Tujuan yang ingin dicapai pada indikator memfokuskan pertanyaan ialah munculnya kemampuan siswa dalam memfokuskan permasalahan yang terjadi dalam suatu peristiwa, sehingga siswa dapat mengarahkan pemikiran dengan tepat untuk menjawab soal yang diberikan. Peristiwa yang diberikan untuk mengukur indikator ini adalah ketika sebuah kapal luar angkasa mengemban misi perjalanan ke bulan dan masih tersisa 4 hari perjalanan. Namun kabin kapal sudah dipenuhi karbon dioksida

sehingga para astronot mulai kesulitan bernafas karena oksigen yang tersedia semakin sedikit. *Chief Engineer* yang ada dalam kapal tersebut berencana menyingkirkan kelebihan karbondioksida dalam kapal dengan menggunakan NaOH yang tersedia dalam kapal dengan persamaan reaksi: $\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$. Permasalahan yang diberikan adalah ketika sang *Chief Engineer* ingin menghitung jumlah NaOH yang dibutuhkan untuk membersihkan kabin kapal dari karbon dioksida yang berlebih. Siswa diharapkan dapat memfokuskan pertanyaan untuk menentukan zat yang menjadi pereaksi pembatas dalam reaksi tersebut dengan menggunakan perhitungan kimia. Sehingga dapat ditemukan jumlah NaOH yang dibutuhkan untuk membersihkan kapal dari CO_2 dan zat yang bertindak sebagai pereaksi pembatas pada reaksi tersebut.



Gambar 4 Jawaban siswa pada indikator memfokuskan pertanyaan

Berdasarkan data yang diperoleh, ketercapaian indikator memfokuskan pertanyaan sebesar 70,14%. Artinya masih terdapat sebagian siswa yang belum mampu memfokuskan pertanyaan dengan baik. Hal ini disebabkan masih terdapat beberapa siswa yang tidak dapat membuat rincian pertanyaan berdasarkan permasalahan yang diberikan karena siswa mengabaikan informasi-informasi penting yang terdapat dalam soal. Sehingga dapat dikatakan bahwa kemampuan siswa dalam merumuskan pertanyaan-pertanyaan yang berhubungan dengan peristiwa dalam soal masih belum cukup baik yang membuat

siswa hanya menjawab pertanyaan tanpa memperhatikan poin-poin utama dari pertanyaan yang diberikan.

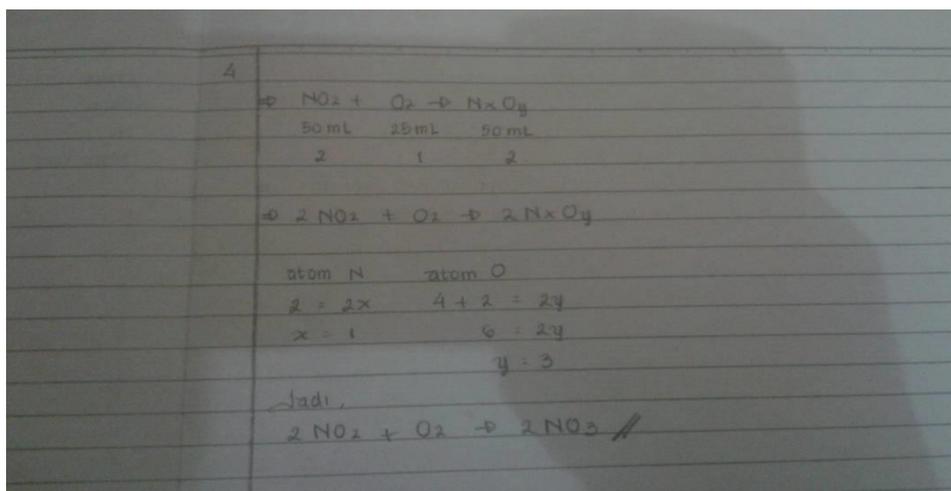
Meskipun masih terdapat beberapa siswa yang belum mampu memfokuskan pertanyaan dengan baik, secara keseluruhan ketercapaian indikator memfokuskan pertanyaan berdasarkan hasil tes berpikir kritis setelah pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM berbasis *Problem Based Learning* dapat dikatakan baik dengan persentase sebesar 70,14%.

b) Indikator Bertanya dan Menjawab Pertanyaan

Tujuan yang ingin dicapai pada indikator bertanya dan menjawab pertanyaan adalah siswa mampu memberikan penjelasan sederhana terhadap persoalan yang diberikan. Peristiwa yang diberikan kepada siswa adalah dalam suatu laboratorium, terdapat seorang ahli sains yang ingin menganalisis senyawa oksida nitrogen yang ditemukan di lokasi terjadinya hujan asam. Siswa diharapkan dapat menghubungkan konsep mol untuk menentukan rumus molekul dari senyawa oksida nitrogen yang ditemukan oleh ahli sains. Berdasarkan hasil yang diperoleh, ketercapaian indikator bertanya dan menjawab pertanyaan pada tes uraian berpikir kritis adalah 75,69%. Hal ini menandakan bahwa sebagian besar sudah dapat mengaitkan konsep yang telah dipelajari sebelumnya dan menggunakannya untuk menentukan rumus molekul dari senyawa nitrogen oksida yang dianalisis oleh sang ahli sains. Gambar 5 merupakan contoh jawaban siswa yang tepat, dapat dilihat bahwa siswa mampu mengaitkan konsep yang dipelajari pada materi hukum-hukum dasar kimia dan penyetaraan reaksi kimia untuk dapat menentukan suatu rumus molekul.

Hanya ada beberapa siswa yang belum mampu mengaitkan permasalahan yang diberikan dengan konsep yang telah dipelajari. Beberapa siswa yang menjawab kurang tepat dikarenakan siswa

tersebut mengaitkan perbandingan mol untuk menentukan rumus molekul senyawa nitrogen oksida dengan tidak tepat. Secara keseluruhan, berdasarkan hasil yang diperoleh dari tes berpikir kritis, ketercapaian pada indikator bertanya dan menjawab pertanyaan diperoleh persentase yang cukup baik yaitu sebesar 75,69%.



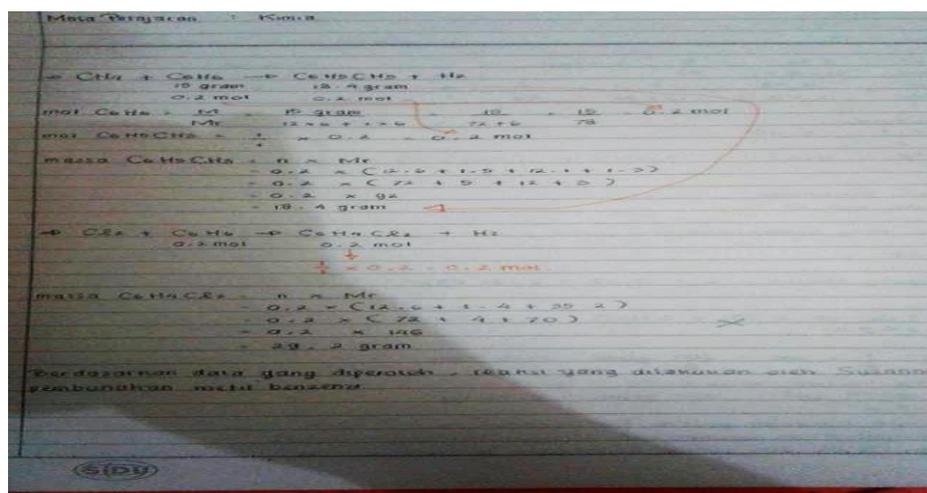
Gambar 5 Jawaban siswa pada indikator bertanya dan menjawab pertanyaan

c) Indikator Mempertimbangkan Kredibilitas Sumber

Tujuan yang ingin dicapai pada indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber adalah munculnya kemampuan siswa untuk menggunakan konsep mol sebagai sumber mengenai perhitungan kimia untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Peristiwa yang diberikan untuk mengukur indikator ini adalah terdapat seorang ahli kimia yang dituduh melakukan tindak kejahatan dengan memanfaatkan reaksi kimia untuk membuat racun dikloro benzene dari benzene yang dimiliki oleh ahli kimia tersebut melalui reaksi $\text{Cl}_2 + \text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2 + \text{H}_2$. Ahli kimia itu mengklaim bahwa benzene yang dimiliki digunakan untuk membuat metil benzene yang akan digunakan untuk keperluan laboratorium dengan reaksi $\text{CH}_4 + \text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + \text{H}_2$. Siswa diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan ini dengan menggunakan konsep mol dalam perhitungan kimia dan kemudian

memberikan penjelasan mengenai reaksi kimia yang dapat terjadi dengan benzene yang tersedia.

Secara keseluruhan, berdasarkan hasil yang diperoleh dari tes berpikir kritis, ketercapaian pada indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber yang dapat dikategorikan baik dengan persentase sebesar 79,86%.

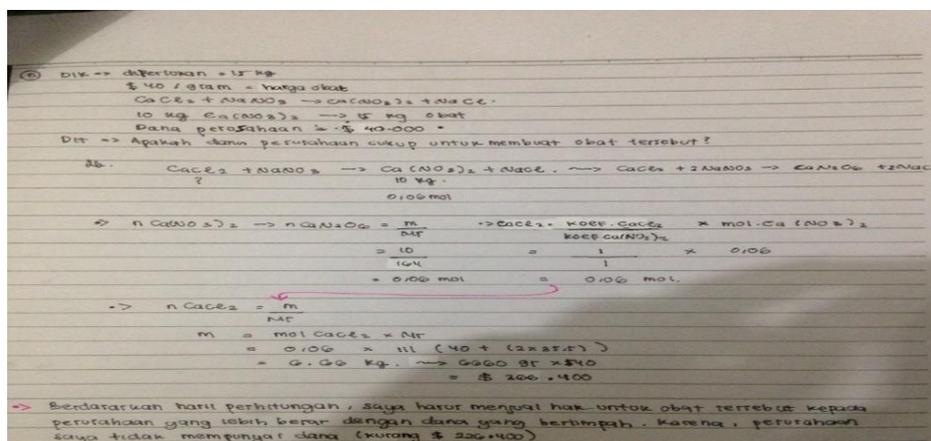


Gambar 6 Jawaban siswa pada indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber

d) Indikator Menginduksi dan Mempertimbangkan Hasil Induksi

Tujuan yang ingin dicapai pada indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi adalah munculnya kemampuan siswa untuk menafsirkan data dan membuat suatu kesimpulan yang berkaitan dengan perhitungan kimia. Peristiwa yang diberikan adalah sebuah perusahaan obat yang baru diminta untuk memproduksi obat anti kanker yang disintesis dari kalsium nitrat dalam jumlah yang sangat besar. Kalsium klorida merupakan pereaksi yang harganya sangat mahal yang diperlukan untuk membuat kalsium nitrat. Perusahaan obat tersebut berada dalam keadaan yang kurang baik karena dana yang dimiliki sangat terbatas, sehingga harus diperkirakan apakah obat tersebut akan diproduksi sendiri atau perusahaan terpaksa menjual hak untuk obat tersebut kepada perusahaan yang memiliki dana besar. Siswa diharapkan mampu menyelesaikan permasalahan yang ada dengan

memanfaatkan konsep mol untuk perhitungan kimia dan dapat membuat kesimpulan mengenai keputusan yang harus diambil oleh perusahaan tersebut. Berdasarkan data yang diperoleh, tingkat ketercapaian pada indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi adalah 69,44%. Hal ini menandakan bahwa sebagian siswa masih belum dapat menafsirkan data yang tersedia dengan baik sehingga tidak bisa membuat suatu perhitungan kimia dengan baik dan kesimpulan yang didapatkan tidak sesuai dengan data yang tersedia. Hanya terdapat beberapa siswa yang mampu menafsirkan data dengan baik dan membuat kesimpulan tepat berdasarkan perhitungan kimia yang dilakukan. Gambar 7 menunjukkan jawaban siswa yang sudah tepat untuk menyelesaikan persoalan yang diberikan. Secara keseluruhan, ketercapaian pada indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi melalui hasil tes berpikir kritis siswa dapat dikategorikan baik dengan persentase sebesar 69,44%.

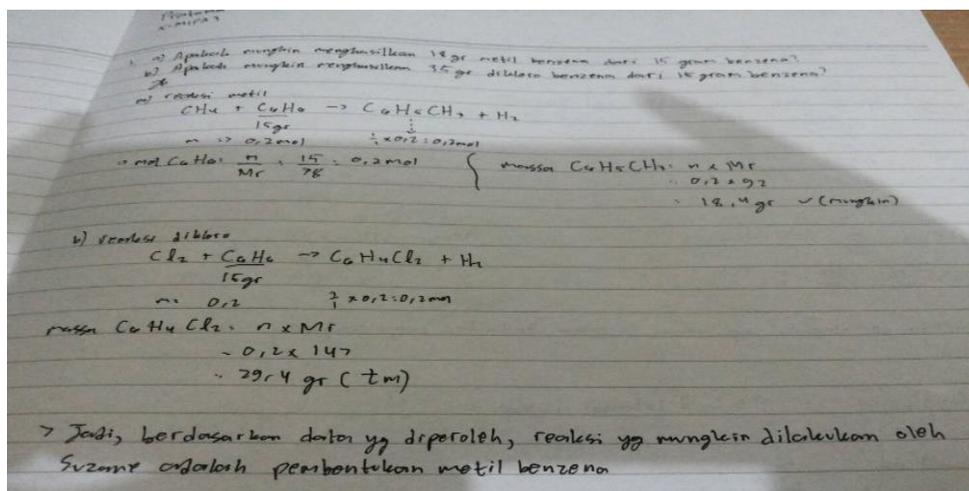


Gambar 7 Jawaban Siswa pada indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi

e) Indikator Mendefinisikan Istilah dan Mempertimbangkan Suatu Definisi

Tujuan yang ingin dicapai melalui indikator mendefinisikan istilah dan memperimbangkan suatu definisi adalah munculnya kemampuan siswa untuk memberikan penjelasan lanjut dari suatu permasalahan yang

diberikan. Terdapat dua peristiwa yang diberikan untuk menganalisis indikator ini. Peristiwa pertama yaitu siswa diberikan dua reaksi yang mungkin terjadi dengan memanfaatkan pereaksi benzene, siswa diharapkan dapat menyelesaikan perhitungan kimia untuk menjelaskan lebih lanjut reaksi yang dapat terjadi berdasarkan data yang diberikan. Persentase ketercapaian pada peristiwa yang pertama sebesar 77,08%. Hal ini menandakan bahwa sebagian besar siswa sudah mampu menggunakan hasil yang didapat dari perhitungan kimia untuk memberikan penjelasan lanjut mengenai reaksi yang dapat terjadi berdasarkan data yang diberikan.



Gambar 8 Jawaban siswa pada indikator mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi

Peristiwa kedua yang diberikan untuk menganalisis indikator mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi adalah siswa diberikan permasalahan yang melibatkan reaksi kimia dalam pembuatan obat anti kanker, siswa diharapkan dapat memberikan penjelasan lanjut dari hasil yang didapat melalui perhitungan kimia untuk menentukan pembuatan obat anti kanker tersebut dapat dilakukan atau tidak. Berdasarkan data yang diperoleh, ketercapaian indikator pada peristiwa kedua adalah sebesar 75,69%. Hal ini menandakan masih terdapat beberapa siswa yang belum mampu menyelesaikan

perhitungan kimia dengan baik, sehingga penjelasan yang siswa berikan masih belum sesuai untuk menyelesaikan permasalahan yang diberikan. Hanya terdapat beberapa siswa yang mampu memecahkan perhitungan kimia yang diberikan dan memberikan penjelasan lebih lanjut untuk memecahkan permasalahan yang diberikan.

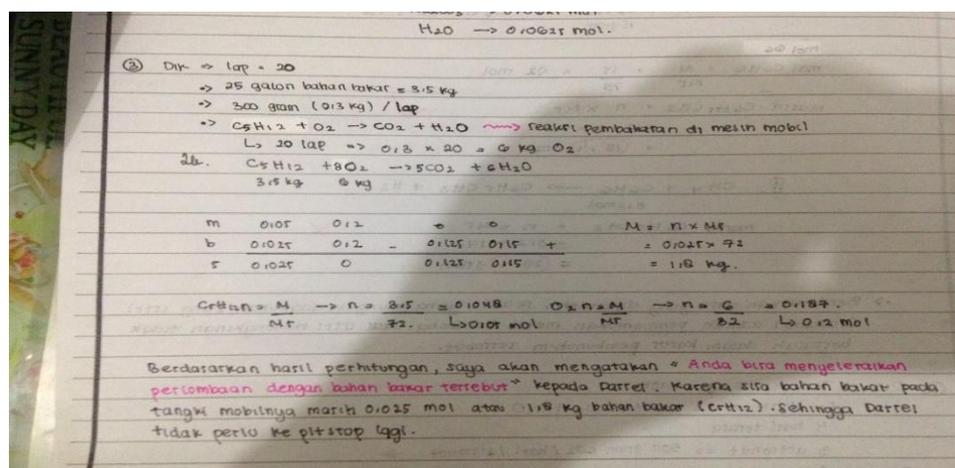
Secara keseluruhan, berdasarkan data yang diperoleh dari hasil tes berpikir kritis siswa, persentase ketercapaian indikator mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi dapat dikategorikan baik dengan persentase sebesar 76,39%.

f) Indikator Menentukan Suatu Tindakan

Tujuan yang ingin dicapai pada indikator menentukan suatu tindakan adalah munculnya kemampuan siswa untuk mengambil suatu keputusan dalam menghadapi persoalan yang berkaitan dengan perhitungan kimia. Peristiwa yang diberikan adalah seorang kru pit Nascar yang harus memberikan perhitungan yang tepat mengenai ketersediaan bahan bakar pada mobil pembalapnya yang sedang memimpin perlombaan agar dapat ditentukan sang pembalap dapat melanjutkan percobaan sampai akhir lap atau perlu kembali ke pit stop untuk mengisi bahan bakar. Siswa diharapkan dapat menyelesaikan perhitungan kimia berdasarkan data yang diberikan sehingga dapat menentukan keputusan apa yang harus diambil oleh kru pit terkait ketersediaan bahan bakar pada mobil pembalapnya.

Berdasarkan data yang diperoleh, tingkat ketercapaian indikator menentukan suatu tindakan berdasarkan hasil tes berpikir kritis yang dilakukan setelah pembelajaran dengan pendekatan STEM berbasis *Problem Based Learning* dilakukan adalah sebesar 78,47%. Hal ini menandakan bahwa sebagian besar siswa dapat menentukan keputusan yang tepat dengan menyelesaikan persoalan perhitungan kimia yang diberikan dengan baik.

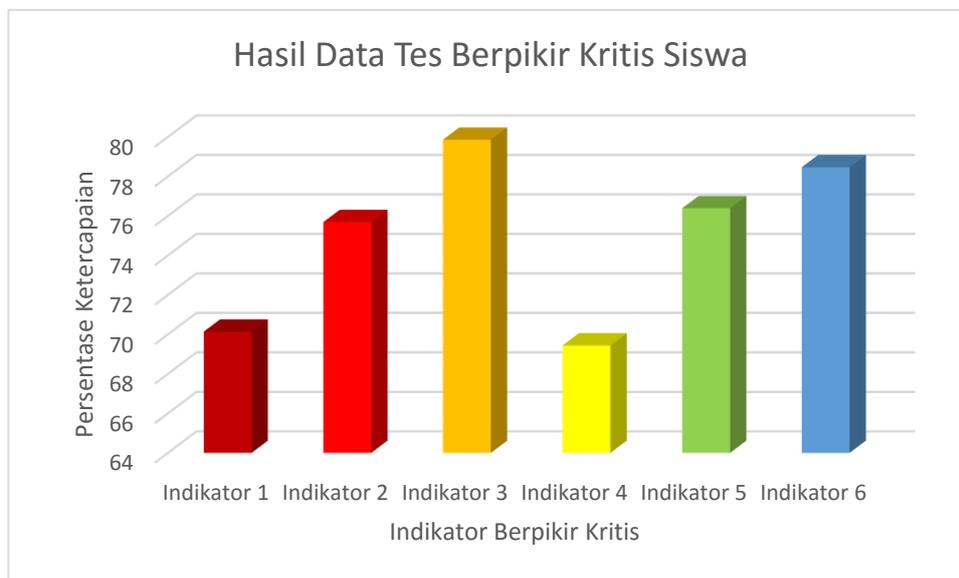
Hanya terdapat beberapa siswa yang belum mampu menyelesaikan perhitungan kimia dengan tepat dengan memperhatikan setiap poin-poin utama dalam soal, sehingga tidak dapat membuat keputusan yang tepat.



Gambar 9 Jawaban siswa pada indikator menentukan suatu tindakan

Berdasarkan hasil analisis data tes berpikir kritis secara keseluruhan, dapat diketahui bahwa penerapan pendekatan STEM berbasis *Problem Based Learning* pada materi stoikiometri dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan persentase keberhasilan sebesar 74,5%. Indikator berpikir kritis yang paling menonjol berdasarkan hasil tes berpikir kritis adalah indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber. Sedangkan indikator berpikir kritis yang kurang menonjol pada siswa berdasarkan hasil tes berpikir kritis siswa yaitu indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi.

Hasil ini membuktikan bahwa penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran sangat diperlukan untuk membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir kritis yang sangat dibutuhkan di kehidupan abad 21, sehingga pembelajaran di kelas bukan lagi hanya sekedar menghafal kemudian mampu mengerjakan soal dan mendapatkan nilai yang bagus. Berikut adalah grafik pencapaian per indikator berpikir kritis berdasarkan hasil tes berpikir kritis:



Gambar 10 Grafik 1. Hasil data tes berpikir kritis siswa

Keterangan:

Indikator 1: Memfokuskan pertanyaan

Indikator 2: Bertanya dan menjawab pertanyaan

Indikator 3: Mempertimbangkan kredibilitas sumber

Indikator 4: Menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi

Indikator 5: Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi

Indikator 6: Menentukan suatu tindakan

2. Analisis Hasil Lembar Observasi Berpikir Kritis Siswa

Observasi yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui indikator kemampuan berpikir kritis yang berkembang selama pembelajaran kimia materi Stoikiometri dengan menggunakan pendekatan pembelajaran STEM berbasis *Problem Based Learning*. Terdapat dua lembar observasi yang digunakan disetiap pertemuannya, yaitu lembar observasi terstruktur dan lembar observasi terbuka. Kegiatan observasi dilakukan oleh peneliti dan dibantu oleh dua orang observer yang telah mendapatkan pedoman teknis dalam kegiatan observasi yang meliputi rubrik penskoran dan cara mengisi lembar observasi agar terdapat kesamaan pandangan antara peneliti dengan

observer. Berikut adalah pembahasan ketercapaian indikator berpikir kritis yang muncul pada setiap pertemuan:

a) Pertemuan I

Terdapat 4 indikator berpikir kritis yang diamati pada pertemuan pertama yaitu, memfokuskan pertanyaan, bertanya dan menjawab pertanyaan, mempertimbangkan kredibilitas sumber, serta menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi. Berikut adalah pembahasan dari hasil yang diperoleh dari kegiatan observasi pada pertemuan I pada masing-masing indikator yang diamati.

1) Indikator Memfokuskan Pertanyaan

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis ketercapaian indikator memfokuskan pertanyaan yaitu kemampuan mengidentifikasi atau merumuskan kriteria kemungkinan jawaban, dan kemampuan menjaga kondisi berpikir selama pembelajaran. Berdasarkan data yang diperoleh, kemampuan siswa yang teramati dalam pembelajaran adalah kemampuan siswa untuk menjaga kondisi berpikir selama pembelajaran sehingga dapat menentukan kriteria yang sesuai untuk menjawab persoalan tentang materi yang sedang diajarkan. Berikut adalah catatan dari observer pada pertemuan I:

“siswa sudah dapat menentukan kriteria-kriteria untuk jawaban dari persoalan yang diberikan dengan baik”

Lembar Observasi Observer 2, 27 April 2017

“Siswa terlihat aktif dan sangat fokus pada saat pembelajaran”

Lembar Observasi Observer 1, 27 April 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari lembar observasi terstruktur yang diberikan oleh observer. Berdasarkan data pada Tabel 6 kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator memfokuskan pertanyaan pada pertemuan I tergolong baik dengan persentase sebesar 81,25%.

Tabel 6 Hasil observasi I indikator memfokuskan pertanyaan

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Siswa dapat mengidentifikasi atau merumuskan kriteria kemungkinan jawaban	2	3	1	-	19	79,17%
2	Siswa dapat menjaga kondisi berpikir selama pembelajaran	2	4	-	-	20	83,33%
Rata-Rata							81,25%

2) Indikator Bertanya dan Menjawab Pertanyaan

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis indikator bertanya dan menjawab pertanyaan yaitu kemampuan memberikan penjelasan sederhana dan kemampuan mengajukan pertanyaan untuk mengklarifikasi atau menjelaskan. Siswa diharapkan dapat memberikan penjelasan sederhana mengenai penerapan konsep mol dalam menyelesaikan persoalan perhitungan kimia yang diberikan dan mengajukan pertanyaan yang bertujuan untuk mengklarifikasi pengetahuan tentang penjelasan yang didapatkan. Memberikan penjelasan sederhana merupakan hal yang perlu dipikirkan terlebih dahulu agar penjelasan yang diberikan sesuai dengan pertanyaan yang diajukan. Siswa dituntut untuk memahami konsep dari materi yang sedang dipelajari. Berdasarkan data yang didapat dari catatan observer selama mengobservasi kegiatan pembelajaran di kelas, terlihat bahwa siswa aktif dalam mengajukan pertanyaan yang bertujuan untuk mengklarifikasi pemahamannya tentang materi yang dipelajari, dan sebagian siswa nampak antusias menjawab pertanyaan yang diajukan siswa lain dan mampu memberikan penjelasan secara sederhana dengan sangat baik. Hal ini menandakan, bahwa sebagian besar siswa memahami konsep materi yang dipelajari dengan baik, dan sebagian siswa yang lain mencoba mengklarifikasi pengetahuannya dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang relevan. Berikut catatan dari observer:

“siswa aktif bertanya dalam pembelajaran dan sebagian besar dapat memberikan penjelasan jawaban mereka”

Lembar Observasi Observer 1, 27 April 2017

“Siswa dapat memberikan penjelasan dari jawaban mereka tentang pertanyaan yang diberikan”

Lembar Observasi Observer 2, 27 April 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari lembar observasi terstruktur yang diberikan oleh observer. Berdasarkan data pada Tabel 7, kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator bertanya dan menjawab pertanyaan pada pertemuan I tergolong baik dengan persentase sebesar 70,83%. Berikut hasil observasi untuk indikator bertanya dan menjawab pertanyaan pada pertemuan I:

Tabel 7 Hasil observasi I indikator bertanya dan menjawab pertanyaan

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Siswa dapat memberikan penjelasan sederhana mengenai pertanyaan yang diberikan	-	4	2	-	16	66,66%
2	Siswa mengajukan pertanyaan untuk mengklarifikasi atau menjelaskan	1	4	1	-	18	75%
Rata-Rata							70,83%

3) Indikator Mempertimbangkan Kredibilitas Sumber

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber yaitu kemampuan memperkuat alasan dengan sumber yang kredibel, dan kemampuan mempertimbangkan kesesuaian sumber. Siswa diharapkan dapat mempertimbangkan kesesuaian sumber belajar dengan materi dan kegiatan yang akan dilaksanakan, serta dapat memperkuat jawaban dengan menggunakan sumber-sumber yang kredibel. Berdasarkan laporan observasi observer, selama pembelajaran berlangsung, siswa aktif mencari berbagai sumber yang kredibel untuk menemukan prosedur percobaan pembuatan biodiesel yang sesuai dengan aspek-aspek dalam STEM. Selain itu, siswa juga dapat menemukan sumber-sumber lain yang relevan untuk memperkuat alasan mereka dalam

menjelaskan ide, gagasan, atau jawaban yang diberikan. Hal ini menandakan, bahwa selama pembelajaran berlangsung, siswa mampu membangun sendiri pengetahuannya dengan mengandalkan informasi dari sumber-sumber yang relevan dan kredibel, sehingga mempermudah siswa memahami penerapan stoikiometri dalam kegiatan yang akan dilakukan. Berikut adalah catatan yang diberikan oleh observer:

“siswa menggunakan beberapa sumber informasi seperti buku paket kimia, e-book, maupun sumber-sumber dari jurnal yang tersebar di internet”

Lembar Observasi Observer 1, 27 April 2017

“sebagian kelompok siswa awalnya menggunakan informasi dari blogspot, namun kemudian berhasil menemukan jurnal-jurnal yang relevan terkait pembuatan biodiesel”

Lembar Observasi Observer 2, 27 April 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari lembar observasi terstruktur yang diberikan oleh observer. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 8, kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber pada pertemuan I tergolong baik dengan persentase sebesar 81,25%.

Tabel 8 Hasil observasi I indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Siswa dapat menggunakan informasi dari sumber yang kredibel untuk memperkuat alasan	-	6	-	-	18	75%
2	Siswa dapat mempertimbangkan kesesuaian sumber dengan pembelajaran yang sedang berlangsung	3	3	-	-	21	87,5%
Rata-Rata							81,25%

4) Indikator Menginduksi dan Mempertimbangkan Hasil Induksi

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis kemunculan indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi yaitu

kemampuan mengemukakan hipotesis dan kemampuan menyimpulkan pembelajaran. Siswa diharapkan dapat membuat hipotesis awal atau dugaan sederhana mengenai kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan selanjutnya, serta dapat menyimpulkan pembelajaran yang telah dilakukan. Berdasarkan laporan observer selama mengobservasi kegiatan kelas, sebagian besar kelompok siswa dapat memberikan dugaan sederhana terhadap keterkaitan konsep stoikiometri yang sedang dipelajari dengan kegiatan yang akan dilakukan berdasarkan informasi yang diperoleh dari berbagai sumber. Namun terdapat beberapa kelompok yang kesulitan membuat hipotesis awal dikarenakan sebagian besar anggota kelompok belum memahami dengan baik konsep dari materi yang diajarkan. Hal ini bisa diatasi dengan memberikan bimbingan lebih detail terhadap kelompok-kelompok tersebut. Siswa dapat membuat sebuah kesimpulan diakhir pembelajaran yang menandakan bahwa sebagian besar siswa sudah memahami pembelajaran yang dilakukan. Siswa tidak mengalami kesulitan membuat kesimpulan di akhir pembelajaran, karena mereka telah mampu membuat dugaan sederhana terhadap kegiatan yang akan mereka lakukan. Hal ini membuktikan bahwa siswa sudah memahami konsep stoikiometri yang diajarkan dengan baik. Berikut adalah catatan observer pada pertemuan I:

“terdapat beberapa kelompok yang belum dapat membuat hipotesis awal, namun sebagian besar kelompok sudah dapat membuat hipotesis awal dari kegiatan yang akan dilakukan”

Lembar Observasi Observer 2, 27 April 2017

“siswa dapat menyimpulkan pembelajaran dengan baik”

Lembar Observasi Observer 1, 27 April 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari lembar observasi terstruktur yang diberikan oleh observer. Berdasarkan hasil pada Tabel 9, kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi tergolong baik pada pertemuan I dengan persentase sebesar 75%. Berikut hasil observasi pada

pertemuan I untuk indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi:

Tabel 9 Hasil observasi I indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Siswa dapat mengemukakan hipotesis awal terhadap kegiatan yang akan dilakukan	1	3	2	-	17	70,83%
2	Siswa dapat menyimpulkan pembelajaran yang telah dilakukan	3	2	1	-	20	83,33%
Rata-Rata							77,08%

Berdasarkan hasil observasi yang diperoleh pada Tabel 10, dapat disimpulkan bahwa indikator berpikir kritis yang paling menonjol pada pertemuan I adalah indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber dan indikator memfokuskan pertanyaan. Berdasarkan data yang diperoleh, dari seluruh indikator berpikir kritis yang diamati pada pertemuan I, menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa kelas X MIPA 3 tergolong baik dengan persentase rata-rata sebesar 77,60%.

Tabel 10 Hasil observasi kemampuan berpikir kritis siswa pertemuan I

No	Indikator Berpikir Kritis	Sub Indikator	Persentase	Rata-Rata
1	Memfokuskan Pertanyaan	Mengidentifikasi atau merumuskan kriteria jawaban	79,17%	81,25%
		Menjaga kondisi berpikir	83,33%	
2	Bertanya dan Menjawab Pertanyaan	Memberikan penjelasan sederhana	66,66%	70,83%
		Mengajukan pertanyaan untuk mengklarifikasi atau menjelaskan	75%	
3	Mempertimbangkan Kredibilitas Sumber	Memperkuat alasan	75%	81,25%
		Mempertimbangkan kesesuaian sumber	87,5%	
4	Menginduksi dan Mempertimbangkan Hasil Induksi	Mengemukakan hipotesis	70,83%	77,08%
		Menyimpulkan	83,33%	
Rata-Rata				77,60%

b) Pertemuan II

Kegiatan inti pada pembelajaran stoikiometri dengan menggunakan pendekatan STEM berbasis *Problem Based Learning* dimulai pada pertemuan II. Seluruh indikator berpikir kritis yang diamati pada penelitian ini diamati pada pertemuan kedua. Berikut adalah

pembahasan dari hasil yang diperoleh dari kegiatan observasi pada pertemuan II pada masing-masing indikator yang diamati.

1) Indikator Memfokuskan Pertanyaan

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis ketercapaian indikator ini yaitu kemampuan mengidentifikasi atau merumuskan kriteria kemungkinan jawaban, dan kemampuan menjaga kondisi berpikir selama pembelajaran. Berdasarkan data yang diperoleh dari catatan observer, pada pertemuan II ini, siswa nampak lebih antusias dalam mengikuti pembelajaran dan sangat fokus dalam melaksanakan eksperimen yang dirancang. Sebagian besar kelompok siswa merasa khawatir jika tidak fokus akan membuat eksperimen mereka gagal. Fokus yang tinggi dalam melaksanakan percobaan ini membuat siswa lebih mudah menemukan kriteria untuk menjawab pertanyaan yang diberikan, salah satunya adalah pertanyaan mengapa minyak jelantah perlu dipanaskan terlebih dahulu sebelum dicampurkan dengan larutan metoksid. Hal ini menandakan bahwa pembelajaran dengan pendekatan STEM membuat siswa lebih tertarik dan lebih fokus dalam mengikuti pembelajaran yang dirancang. Berikut catatan yang diberikan observer:

“siswa sangat fokus dalam melaksanakan tugas yang sudah dibagi-bagi oleh kelompok masing-masing”

Lembar Observasi Observer 1, 28 April 2017

“siswa nampak fokus menjalankan praktikum dan mendiskusikan pertanyaan yang diajukan seputar praktikum”

Lembar Observasi Observer 2, 28 April 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh pada Tabel 11, kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator memfokuskan pertanyaan pada pertemuan II tergolong sangat baik dan mengalami perkembangan jika dibandingkan dengan pertemuan I dengan persentase sebesar 87,50%.

Tabel 11 Hasil observasi II indikator memfokuskan pertanyaan

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Siswa dapat mengidentifikasi atau merumuskan kriteria kemungkinan jawaban	2	4	-	-	20	83,33%
2	Siswa dapat menjaga kondisi berpikir selama pembelajaran	4	2	-	-	22	91,67%
Rata-Rata							87,50%

2) Indikator Bertanya dan Menjawab Pertanyaan

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis indikator bertanya dan menjawab pertanyaan yaitu kemampuan memberikan penjelasan sederhana dan kemampuan mengajukan pertanyaan untuk mengklarifikasi atau menjelaskan. Pengamatan terhadap indikator ini pada pertemuan II dilakukan melalui kegiatan kelompok siswa. Berdasarkan hasil observasi yang didapat, seluruh kelompok siswa melakukan kegiatan diskusi kelompok dengan baik. Terjadi diskusi yang aktif, beberapa siswa memberikan penjelasan secara sederhana kepada teman dalam kelompok dengan menggunakan sumber yang diperoleh, dan siswa yang belum memahami maksud dari penjelasan yang diberikan, mengajukan pertanyaan yang bertujuan untuk mengklarifikasi pemahamannya. Hal ini membuat suasana diskusi dalam kelompok menjadi lebih bermakna. Berikut adalah laporan observasi dari observer:

“siswa dapat memberikan penjelasan kepada teman sekelompoknya dengan baik”

Lembar Observasi Observer 1, 28 April 2017

“situasi diskusi yang terlihat sangat menarik, di dalam kelompok, ada siswa yang nampak aktif menjelaskan pandangannya, dan sebagian lagi bertanya untuk memastikan pemahamannya”

Lembar Observasi Observer 2, 28 April 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari lembar observasi terstruktur yang diberikan oleh observer. Berdasarkan data pada Tabel 12, kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator bertanya dan menjawab pertanyaan tergolong sangat baik dan mengalami

perkembangan jika dibandingkan pada pertemuan I, dengan persentase sebesar 83,3%. Berikut hasil observasi untuk indikator bertanya dan menjawab pertanyaan pada pertemuan II:

Tabel 12 Hasil observasi II indikator bertanya dan menjawab pertanyaan

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Siswa dapat memberikan penjelasan sederhana mengenai pertanyaan yang diberikan	2	4	-	-	20	83,3%
2	Siswa mengajukan pertanyaan untuk mengklarifikasi atau menjelaskan	3	2	1	-	20	83,3%
Rata-Rata							83,3%

3) Indikator Mempertimbangkan Kredibilitas Sumber

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber yaitu kemampuan memperkuat alasan dengan sumber yang kredibel, kemampuan mempertimbangkan kesesuaian sumber, dan kemampuan mempertimbangkan prosedur yang tepat. Berdasarkan laporan observer, dapat dikatakan bahwa pada pertemuan II siswa lebih aktif dalam mencari sumber-sumber yang relevan dan kredibel yang dapat digunakan untuk menjadi landasan siswa dalam menjawab pertanyaan yang diberikan tentang kegiatan yang dilaksanakan. Selain itu, siswa nampak sangat antusias dan aktif dalam melaksanakan percobaan dengan mengikuti prosedur yang telah diberikan. Berikut adalah catatan yang diberikan observer:

“siswa antusias mengikuti praktikum dan memperhatikan setiap langkah dalam prosedur pembuatan biodiesel”

Lembar Observasi Observer 1, 28 April 2017

“siswa lebih memperhatikan kredibilitas sumber yang digunakan untuk menjawab pertanyaan yang muncul tentang praktikum yang dilakukan”

Lembar Observasi Observer 1, 28 April 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari lembar observasi terstruktur yang diberikan oleh observer. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 13, ketercapaian indikator bertanya dan menjawab pertanyaan pada pertemuan II tergolong sangat baik dan mengalami

peningkatan jika dibandingkan pada pertemuan I, dengan persentase sebesar 86,11%. Berikut adalah hasil observasi pada pertemuan II untuk indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber:

Tabel 13 Hasil observasi II indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Siswa dapat menggunakan informasi dari sumber yang kredibel untuk memperkuat alasan	1	5	-	-	19	79,17%
2	Siswa dapat mempertimbangkan kesesuaian sumber dengan pembelajaran yang sedang berlangsung	3	3	-	-	21	87,5%
3	Siswa dapat melaksanakan kegiatan percobaan dengan prosedur yang tepat	4	2	-	-	22	91,67
Rata-Rata							86,11%

4) Indikator Mengobservasi dan Mempertimbangkan Laporan Observasi

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis indikator mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi yaitu kemampuan mengamati gejala-gejala yang terjadi selama percobaan, dan kemampuan merekam data hasil observasi. Berdasarkan pengamatan observer selama pembelajaran berlangsung, sebagian besar kelompok siswa dapat menemukan pengaruh stoikiometri reaksi dalam percobaan dengan mengamati hasil dari proses pencampuran minyak jelantah dengan larutan metoksida. Sebagian besar kelompok siswa merekam hasil pengamatan yang diperoleh ke dalam tabel pengamatan yang bertujuan untuk memudahkan siswa dalam membuat laporan observasi. Berikut catatan dari observer:

“siswa melakukan pengamatan dengan baik dan mencatat hasil yang didapat ke dalam tabel pengamatan”

Lembar Observasi Observer 1, 28 April 2017

“sebagian besar siswa mencatat hasil pengamatan ke dalam tabel pengamatan dan membandingkannya dengan kelompok lain untuk menemukan pengaruh dari stoikiometri reaksi”

Lembar Observasi Observer 2, 28 April 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari lembar observasi terstruktur yang diberikan oleh observer. Berikut adalah hasil observasi pada pertemuan II untuk indikator mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi:

Tabel 14 Hasil observasi II indikator mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Mengamati gejala-gejala yang terjadi akibat pengaruh stoikiometri reaksi	1	4	1	-	18	75%
2	Mencatat hasil observasi ke dalam data pengamatan	2	3	1	-	19	79,17%
Rata-Rata							77,09%

Berdasarkan data pada Tabel 14, kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi pada pertemuan II tergolong baik dengan persentase sebesar 77,09%.

5) Indikator Menginduksi dan Mempertimbangkan Hasil Induksi

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis kemunculan indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi yaitu kemampuan mengemukakan hipotesis, kemampuan merancang eksperimen, dan kemampuan menyimpulkan hasil kegiatan. Siswa diharapkan dapat merancang eksperimen dan memberikan dugaan awal terhadap eksperimen yang akan dilakukan. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan, pada pertemuan II, setelah dapat merancang eksperimen sesuai dengan prosedur yang diberikan, terlihat sebagian besar kelompok siswa sudah dapat membuat hipotesis awal dengan baik. Hal ini menandakan bahwa siswa membangun pemahamannya melalui eksperimen yang dilakukan dan membuat siswa menjadi lebih mudah menguasai konsep dari materi yang dipelajari. Hal ini dibuktikan dengan sudah sebagian besar siswa dapat membuat kesimpulan di akhir pembelajaran. Berikut adalah catatan dari observer:

“siswa dapat merancang percobaan dengan baik dan membuat kesimpulan dari percobaan yang dilakukan”

Lembar Observasi Observer 1, 28 April 2017

“siswa dapat membuat hipotesis awal setelah dapat merancang eksperimennya, dan kemudian membuat sebuah kesimpulan dari hasil percobaan yang didapat

Lembar Observasi Observer 2, 28 April 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari lembar observasi terstruktur yang diberikan oleh observer. Berdasarkan hasil pada Tabel 15, kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi pada pertemuan II tergolong sangat baik dan mengalami perkembangan jika dibandingkan pada pertemuan I dengan persentase sebesar 83,3%. Berikut hasil observasi pada pertemuan II untuk indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi:

Tabel 15 Hasil observasi II indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Siswa dapat mengemukakan hipotesis awal terhadap kegiatan yang akan dilakukan	2	2	2	-	18	75%
2	Siswa merancang eksperimen dengan benar	4	1	1	-	21	87,5%
3	Siswa dapat menyimpulkan pembelajaran yang telah dilakukan	3	3	-	-	21	87,5%
Rata-Rata							83,3%

6) Indikator Mendefinisikan Istilah dan Mempertimbangkan Suatu Definisi

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis indikator mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi yaitu kemampuan mengidentifikasi ketidakbenaran yang disengaja dan kemampuan memberikan penjelasan lanjut. Siswa diharapkan dapat mengidentifikasi ketidakbenaran yang disengaja pada percobaan yang dilakukan dan memberikan penjelasan yang lebih terperinci dan jelas sehingga siswa dapat memahami pengaruh dari ketidakbenaran yang

disengaja. Berdasarkan hasil observasi, terlihat siswa mampu mengidentifikasi ketidakbenaran yang disengaja yaitu perbandingan volume pereaksi yang dibuat berbeda untuk masing-masing kelompok yang membuat adanya perbedaan hasil yang diperoleh. Dengan menggunakan konsep mol untuk menyelesaikan perhitungan kimia yang diberikan, siswa dapat memberikan penjelasan yang lebih detail tentang pengaruh stoikiometri reaksi dalam pembuatan biodiesel. Berikut adalah catatan dari observer:

“siswa dapat menjelaskan dengan detail pengaruh dari stoikiometri reaksi terhadap hasil percobaan”

Lembar Observasi Observer 1, 28 April 2017

“siswa mampu mengidentifikasi ketidakbenaran yang disengaja dan mampu menjelaskannya dengan lebih rinci”

Lembar Observasi Observer 2, 28 April 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari lembar observasi terstruktur yang diberikan oleh observer. Berdasarkan data pada Tabel 16, kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi pada pertemuan II tergolong baik dengan persentase sebesar 72,92%. Berikut hasil observasi pada pertemuan II untuk indikator mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi:

Tabel 16 Hasil observasi II indikator mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Mengidentifikasi ketidakbenaran yang disengaja	1	3	2	-	17	70,83%
2	Memberikan penjelasan lanjut terhadap ketidakbenaran yang ditemukan	2	2	2	-	18	75%
Rata-Rata							72,92%

7) Indikator Menentukan Suatu Tindakan

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis indikator menentukan suatu tindakan yaitu kemampuan untuk mengungkap

permasalahan yang ada dalam percobaan dan kemampuan untuk mengamati penerapan dan pengaruh stoikiometri reaksi dalam percobaan. Siswa diharapkan dapat mengungkap permasalahan yang mempengaruhi hasil percobaan yang didapat dan menentukan penerapan dari stoikiometri reaksi dan pengaruhnya dalam percobaan. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan, pada pertemuan II ini siswa masih belum terlalu mampu untuk mengungkap permasalahan yang terjadi dalam percobaan selain dari factor stoikiometri reaksi. Siswa belum dapat memahami sepenuhnya tentang pengaruh dan fungsi dari pemanasan yang dilakukan dalam percobaan. Namun sebagian besar siswa dapat mengidentifikasi penerapan dan pengaruh dari stoikiometri reaksi dalam percobaan. Berikut adalah catatan observer:

“siswa masih kurang tanggap dalam mengungkap permasalahan yang mungkin terjadi dalam percobaan”

Lembar Observasi Observer 1, 28 April 2017

“siswa dapat menentukan pengaruh dan penerapan dari stoikiometri reaksi pada percobaan, namun masih kurang dalam mengungkap permasalahan yang lain”

Lembar Observasi Observer 1, 28 April 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari lembar observasi terstruktur yang diberikan oleh observer. Berdasarkan data pada Tabel 17, kemampuan berpikir kritis pada indikator menentukan suatu tindakan pada pertemuan II tergolong baik dengan persentase sebesar 70,83%. Berikut adalah hasil observasi pada pertemuan II untuk indikator menentukan suatu tindakan:

Tabel 17 Hasil observasi II indikator menentukan suatu tindakan

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Mengungkap permasalahan dalam percobaan	1	2	3	-	16	66,6%
2	Mengamati penerapan stoikiometri dalam percobaan	1	4	1	-	18	75%
Rata-Rata							70,83%

8) Indikator Berinteraksi dengan Orang Lain

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis indikator berinteraksi dengan orang lain yaitu kemampuan berargumen dan menghargai pendapat orang lain dalam kelompok. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan, terlihat bahwa selama proses pembelajaran berlangsung, siswa aktif dalam mengajukan argumennya mengenai praktikum yang sedang dikerjakan dan siswa lain dapat menerima pendapat yang diajukan dengan baik atau memberikan sanggahan dengan memberikan penjelasan yang lebih rinci sehingga terjadi pemberian informasi yang membuat siswa lebih mudah untuk membangun sendiri pengetahuan yang didapat dari hasil diskusi kelompok. Berikut adalah pernyataan observer:

“siswa aktif berdiskusi dan saling menghargai pendapat satu sama lain”

Lembar Observasi Observer 1, 28 April 2017

“siswa nampak senang dan antusias berdiskusi dengan teman sekelompoknya”

Lembar Observasi Observer 2, 28 April 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari lembar observasi terstruktur yang diberikan oleh observer. Berdasarkan data pada Tabel 18, kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator berinteraksi dengan orang lain pada pertemuan II tergolong sangat baik dengan persentase sebesar 85,4%. Berikut ini adalah hasil observasi pada pertemuan II untuk indikator berinteraksi dengan orang lain:

Tabel 18 Hasil observasi II indikator berinteraksi dengan orang lain

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Menyampaikan argument yang baik dalam diskusi	3	3	-	-	21	87,5%
2	Menghargai pendapat orang lain dalam kelompok	2	4	-	-	20	83,3%
Rata-Rata							85,4%

Berdasarkan hasil observasi yang diperoleh pada pertemuan II, dapat disimpulkan bahwa indikator berpikir kritis yang paling menonjol adalah indikator berinteraksi dengan orang lain dan rata-rata ketercapaian indikator berpikir kritis pada pertemuan II adalah sebesar 80,64%.

Tabel 19 Hasil observasi kemampuan berpikir kritis siswa pertemuan II

No	Indikator Berpikir Kritis	Sub Indikator	Persentase	Rata-Rata
1	Memfokuskan Pertanyaan	Mengidentifikasi atau merumuskan kriteria jawaban	83,33%	87,50%
		Menjaga kondisi berpikir	91,67%	
2	Bertanya dan Menjawab Pertanyaan	Memberikan penjelasan sederhana	83,3%	83,3%
		Mengajukan pertanyaan untuk mengklarifikasi atau menjelaskan	83,3%	
3	Mempertimbangkan Kredibilitas Sumber	Memperkuat alasan	79,17%	86,11%
		Mempertimbangkan kesesuaian sumber	87,5%	
		Mempertimbangkan prosedur yang tepat	91,67%	
4	Mengobservasi dan Mempertimbangkan Laporan Observasi	Mengamati gejala-gejala yang terjadi dalam percobaan	75%	77,09%
		Merekam hasil observasi ke dalam tabel pengamatan	79,17%	
5	Menginduksi dan Mempertimbangkan Hasil Induksi	Mengemukakan hipotesis	75%	83,3%
		Menyimpulkan	87,5%	
		Merancang eksperimen	87,5%	
6	Mendefinisikan Istilah dan Mempertimbangkan Suatu Definisi	Mengidentifikasi ketidakbenaran yang disengaja	70,83%	72,92%
		Memberikan penjelasan lanjut	75%	
7	Menentukan Suatu Tindakan	Mengungkap permasalahan dalam percobaan	66,6%	70,83%
		Mengamati penerapan stoikiometri dalam percobaan	75%	
8	Berinteraksi dengan Orang Lain	Menyampaikan argumen	87,5%	85,4%
		Menghargai pendapat orang lain	83,3%	
Rata-Rata				80,64%

Terdapat perkembangan kemampuan berpikir kritis yang cukup baik di pertemuan II yang menandakan bahwa pendekatan pembelajaran STEM berbasis *PBL* dapat diterapkan dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi stoikiometri. Hasil observasi pada pertemuan II dapat dilihat pada Tabel 19.

c) Pertemuan III

Kegiatan inti pada pembelajaran stoikiometri dengan menggunakan pendekatan STEM berbasis *Problem Based Learning* dilanjutkan pada

pertemuan III. Seluruh indikator berpikir kritis yang diamati pada penelitian ini diamati pada pertemuan III. Berikut adalah pembahasan dari hasil yang diperoleh dari kegiatan observasi pada pertemuan III pada masing-masing indikator yang diamati.

1) Indikator Memfokuskan Pertanyaan

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis ketercapaian indikator memfokuskan pertanyaan, yaitu kemampuan mengidentifikasi atau merumuskan kriteria kemungkinan jawaban, dan kemampuan menjaga kondisi berpikir selama pembelajaran. Berdasarkan data yang diperoleh dari catatan observer selama melakukan observasi terhadap kegiatan pembelajaran di kelas, pada pertemuan III ini, siswa nampak lebih antusias dalam mengikuti pembelajaran dan sangat fokus dalam melanjutkan percobaan membuat biodiesel dari minyak jelantah. Terdapat kelompok yang berhasil memisahkan lapisan biodiesel namun ada juga kelompok yang tidak berhasil memisahkan lapisan biodiesel karena yang terbentuk hanya sedikit. Kelompok yang berhasil, melanjutkan pekerjaannya untuk memisahkan lapisan biodiesel dan memurnikan biodiesel yang didapat, sedangkan kelompok yang tidak berhasil, nampak sangat ingin tahu penyebab gagalnya percobaan yang telah dilakukan. Hal ini menunjukkan bahwa siswa tidak kehilangan fokus dalam belajar meskipun terdapat perbedaan hasil percobaan. Siswa justru menjadi lebih fokus dan merasa tertantang untuk mencari informasi mengenai kegiatan yang dilakukan. Hal ini menandakan bahwa pembelajaran dengan pendekatan STEM membuat siswa lebih tertarik dan menjadi lebih ingin tahu dalam mengikuti pembelajaran yang dirancang. Berikut catatan yang diberikan observer:

“siswa tidak kehilangan fokus meskipun percobaannya gagal, justru menjadi lebih ingin tahu untuk mencari penyebab gagalnya percobaan mereka”

Lembar Observasi Observer 1, 4 Mei 2017

“sebagian siswa fokus mencari informasi dari berbagai sumber untuk menganalisis kemungkinan penyebab gagalnya percobaan, dan

sebagian lagi fokus dalam melanjutkan percobaannya”
Lembar Observasi Observer 2, 4 Mei 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari lembar observasi terstruktur yang diberikan oleh observer. Berdasarkan data pada Tabel 20, kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator memfokuskan pertanyaan pada pertemuan III tergolong sangat baik dan mengalami perkembangan jika dibandingkan dengan pertemuan II dengan persentase sebesar 89,59%. Berikut ini adalah hasil observasi pada pertemuan III untuk indikator berinteraksi dengan orang lain:

Tabel 20 Hasil observasi III indikator memfokuskan pertanyaan

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Siswa dapat mengidentifikasi atau merumuskan kriteria kemungkinan jawaban	4	2	-	-	22	91,67%
2	Siswa dapat menjaga kondisi berpikir selama pembelajaran	4	1	1	-	21	87,5%
Rata-Rata							89,59%

2) Indikator Bertanya dan Menjawab Pertanyaan

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis indikator bertanya dan menjawab pertanyaan yaitu kemampuan memberikan penjelasan sederhana dan kemampuan mengajukan pertanyaan untuk mengklarifikasi atau menjelaskan. Pengamatan terhadap indikator ini pada pertemuan III dilakukan melalui kegiatan kelompok siswa untuk menjawab pertanyaan yang terdapat pada lembar aktivitas siswa. Berdasarkan hasil observasi yang didapat, seluruh kelompok siswa melakukan kegiatan diskusi kelompok dengan baik. Terjadi diskusi yang aktif pada pertemuan III ini, beberapa siswa menyampaikan ide dengan memberikan penjelasan secara sederhana terhadap teman sekelompoknya, dan siswa yang lain mengajukan pertanyaan yang bertujuan untuk mengklarifikasi pemahamannya atau untuk memberikan penjelasan tambahan. Hal ini membuat suasana diskusi dalam

kelompok menjadi lebih bermakna. Berikut adalah laporan observasi dari observer:

“siswa saling memberikan penjelasan dan bertukar informasi mengenai apa yang diketahuinya tentang pertanyaan yang ada di lembar aktivitas”

Lembar Observasi Observer 1, 4 Mei 2017

“siswa sudah terbiasa untuk saling menjelaskan gagasan yang dimiliki untuk didiskusikan dengan teman sekelompok”

Lembar Observasi Observer 2, 4 Mei 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari lembar observasi terstruktur yang diberikan oleh observer. Berdasarkan data pada Tabel 21, kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator bertanya dan menjawab pertanyaan pada pertemuan III dapat dikategorikan sangat baik dan mengalami perkembangan jika dibandingkan pada pertemuan II dengan persentase sebesar 85,4%. Berikut hasil observasi untuk indikator bertanya dan menjawab pertanyaan pada pertemuan III:

Tabel 21 Hasil observasi III indikator bertanya dan menjawab pertanyaan

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Siswa dapat memberikan penjelasan sederhana mengenai pertanyaan yang diberikan	3	3	-	-	21	87,5%
2	Siswa mengajukan pertanyaan untuk mengklarifikasi atau menjelaskan	2	4	-	-	20	83,3%
Rata-Rata							85,4%

3) Indikator Mempertimbangkan Kredibilitas Sumber

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber yaitu kemampuan memperkuat alasan dengan sumber yang kredibel, kemampuan mempertimbangkan kesesuaian sumber, dan kemampuan mempertimbangkan prosedur yang tepat. Berdasarkan laporan observer, pada pertemuan III siswa menjadi lebih aktif dalam mencari sumber-sumber yang relevan dan kredibel yang dapat digunakan untuk menjadi landasan dalam menjawab

pertanyaan yang terdapat pada lembar aktivitas siswa. Berikut adalah catatan yang diberikan observer:

“siswa menggunakan sumber yang terpercaya seperti e-book ataupun jurnal untuk menjawab pertanyaan pada lembar aktivitas”

Lembar Observasi Observer 1, 4 Mei 2017

“siswa melanjutkan praktikum dengan mengikuti prosedur yang diberikan dan menggunakan sumber yang kredibel untuk menjawab pertanyaan”

Lembar Observasi Observer 1, 4 Mei 2017

Hasil ini didukung oleh data pada Tabel 22, kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber pada pertemuan III tergolong sangat baik dan mengalami perkembangan jika dibandingkan pada pertemuan II dengan persentase ketercapaian sebesar 87,5%. Berikut adalah hasil observasi pada pertemuan III untuk indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber:

Tabel 22 Hasil observasi III indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Siswa dapat menggunakan informasi dari sumber yang kredibel untuk memperkuat alasan	3	3	-	-	21	87,5%
2	Siswa dapat mempertimbangkan kesesuaian sumber dengan pembelajaran yang sedang berlangsung	2	4	-	-	20	83,3%
3	Siswa dapat melaksanakan kegiatan percobaan dengan prosedur yang tepat	4	2	-	-	22	91,67
RATA-RATA							87,5%

4) Indikator Mengobservasi dan Mempertimbangkan Laporan Observasi

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis indikator mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi yaitu kemampuan mengamati gejala-gejala yang terjadi selama percobaan, kemampuan merekam data hasil observasi ke dalam tabel pengamatan, dan kemampuan dalam menggunakan teknologi. Berdasarkan hasil

observasi yang dilakukan, dapat dikatakan bahwa pada pertemuan III, siswa yang melanjutkan kegiatan percobaan nampak lebih fokus untuk mengamati setiap hal yang terjadi dalam percobaan dan mencatatnya ke dalam tabel pengamatan. Penggunaan teknologi dilakukan pada pertemuan III untuk mempermudah pemisahan lapisan biodiesel dan lapisan gliserol dengan menggunakan pompa vakum dan penyaring *Buchner*. Agar seluruh siswa memahami prinsip dan kegunaan dari teknologi tersebut, guru melakukan demonstrasi penggunaan alat terlebih dahulu sebelum memberikan kesempatan kepada siswa untuk menggunakan alat tersebut. Berdasarkan hasil observasi, nampak sebagian besar telah memahami prinsip kerja dan kegunaan dari alat yang digunakan dan sebagian besar sudah mengetahui prosedur penggunaan alat yang digunakan. Namun dikarenakan waktu yang terbatas, terdapat beberapa siswa yang belum sepenuhnya memahami cara penggunaan pompa vakum tersebut. Berikut adalah catatan dari observer:

“siswa telah memahami prinsip, fungsi dan penggunaan teknologi yang digunakan”

Lembar Observasi Observer 2, 4 Mei 2017

“sebagian besar siswa sudah memahami prinsip dan kegunaan teknologi, namun ada beberapa siswa yang belum terlalu mengerti cara penggunaannya”

Lembar Observasi Observer 1, 4 Mei 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari lembar observasi terstruktur yang dapat dilihat pada Tabel 23 berikut:

Tabel 23 Hasil observasi III indikator mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Mengamati gejala-gejala yang terjadi akibat pengaruh stoikiometri reaksi	2	3	1	-	19	79,17%
2	Mencatat hasil observasi ke dalam data pengamatan	4	2	-	-	22	91,67%
3	Menggunakan Teknologi	2	3	1	-	19	79,17%
Rata-Rata							83,33%

Berdasarkan data yang diperoleh pada Tabel 23, kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi pada pertemuan III tergolong sangat baik dengan persentase ketercapaian sebesar 83,33%.

5) Indikator Menginduksi dan Mempertimbangkan Hasil Induksi

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis kemunculan indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi yaitu kemampuan mengemukakan hipotesis, kemampuan merancang eksperimen, dan kemampuan menyimpulkan hasil kegiatan. Siswa diharapkan dapat merancang eksperimen dan memberikan dugaan awal terhadap klasifikasi aspek-aspek STEM yang terdapat dalam percobaan yang telah dilakukan. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan, siswa dapat merancang eksperimen yang sesuai dengan prosedur yang diberikan untuk proses pemisahan biodiesel dan gliserol, dan terlihat sebagian besar kelompok siswa sudah dapat membuat hipotesis awal tentang klasifikasi aspek-aspek STEM dalam percobaan yang telah siswa lakukan. Hal ini menandakan bahwa siswa membangun pemahamannya melalui eksperimen yang dilakukan dan membuat siswa menjadi lebih mudah menguasai ilmu-ilmu yang saling berkaitan dalam pembelajaran dengan pendekatan STEM. Hal ini dibuktikan juga dengan sebagian besar siswa yang dapat membuat kesimpulan di akhir kegiatan. Berikut adalah catatan dari observer:

“siswa dapat mengklasifikasi aspek-aspek STEM dalam percobaan dengan benar”

Lembar Observasi Observer 2, 4 Mei 2017

“siswa dapat menyimpulkan kegiatan yang telah dilakukan dan membuat klasifikasi aspek-aspek STEM dengan benar”

Lembar Observasi Observer 1, 4 Mei 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari Tabel 24. Berikut hasil observasi pada pertemuan III untuk indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi:

Tabel 24 Hasil observasi indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Siswa dapat mengemukakan hipotesis awal terhadap kegiatan yang akan dilakukan	3	2	1	-	20	83,3%
2	Siswa merancang eksperimen dengan benar	5	1	-	-	23	95,8%
3	Siswa dapat menyimpulkan pembelajaran yang telah dilakukan	4	2	-	-	22	91,7%
Rata-Rata							90,3%

Kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi pada pertemuan III tergolong sangat baik dan mengalami perkembangan jika dibandingkan pada pertemuan II dengan persentase ketercapaian sebesar 90,3%.

6) Indikator Mendefinisikan Istilah dan Mempertimbangkan Suatu Definisi

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis indikator mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi yaitu kemampuan mengidentifikasi ketidakbenaran yang disengaja dan kemampuan memberikan penjelasan lanjut. Siswa diharapkan dapat mengidentifikasi ketidakbenaran yang disengaja pada percobaan dan memberikan penjelasan yang lebih rinci mengenai prinsip kerja dan penggunaan pompa vakum yang digunakan untuk memisahkan lapisan biodiesel dengan lapisan gliserol. Berdasarkan hasil observasi, terlihat bahwa hampir seluruh siswa sudah dapat mengungkap ketidakbenaran yang disengaja yang mempengaruhi hasil percobaan masing-masing kelompok, dan sebagian besar siswa dapat memberikan penjelasan yang rinci mengenai prinsip kerja dan kegunaan pompa vakum dalam percobaan. Berikut adalah catatan dari observer:

“siswa dapat menjelaskan dengan lebih rinci permasalahan yang ada dan prinsip dari pompa vakum”

Lembar Observasi Observer 1, 4 Mei 2017

“hampir seluruh siswa memahami permasalahan yang dirancang dan penggunaan teknologi yang digunakan”

Lembar Observasi Observer 2, 4 Mei 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari Tabel 25, kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi pada pertemuan III tergolong baik dan mengalami perkembangan jika dibandingkan pada pertemuan II dengan persentase sebesar 77,1%. Berikut hasil observasi pada pertemuan III untuk indikator mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi

Tabel 25 Hasil observasi III indikator mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Mengidentifikasi ketidakbenaran yang disengaja	1	4	1	-	18	75%
2	Memberikan penjelasan lanjut terhadap ketidakbenaran yang ditemukan	2	3	1	-	19	79,2%
Rata-Rata							77,1%

7) Indikator Menentukan Suatu Tindakan

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis indikator menentukan suatu tindakan yaitu kemampuan untuk mengungkap permasalahan yang ada dalam percobaan dan kemampuan dalam memilih kriteria untuk mempertimbangkan solusi yang mungkin. Siswa diharapkan dapat mengungkap permasalahan umum yang terjadi dan mempertimbangkan solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan yang ditemukan. Berdasarkan hasil observasi, sebagian besar kelompok dapat mengungkap permasalahan stoikiometri reaksi yang terjadi dan dengan menggunakan konsep mol untuk menyelesaikan perhitungan kimia, siswa dapat mempertimbangkan solusi yang mungkin untuk mengatasi permasalahan tersebut. Berikut adalah catatan observer:

“siswa menggunakan konsep mol untuk menyelesaikan perhitungan kimia dan mempertimbangkan sebuah solusi dari gagalnya percobaan”

Lembar Observasi Observer 1, 4 Mei 2017

“siswa mampu menyelesaikan permasalahan yang ada dengan menghubungkan konsep mol dalam membuat solusi”

Lembar Observasi Observer 2, 4 Mei 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari Tabel 26 sebagai berikut:

Tabel 26 Hasil observasi III indikator menentukan suatu tindakan

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Mengungkap permasalahan dalam percobaan	2	3	1	-	19	79,2%
2	Memilih kriteria untuk mempertimbangkan solusi yang mungkin	1	5	-	-	19	79,2%
Rata-Rata							79,2%

Berdasarkan data pada Tabel 36 diatas, kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator menentukan suatu tindakan pada pertemuan III tergolong baik dan mengalami perkembangan jika dibandingkan pada pertemuan II dengan persentase sebesar 79,2%.

8) Indikator Berinteraksi dengan Orang Lain

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis indikator berinteraksi dengan orang lain yaitu kemampuan berargumen dan menghargai pendapat orang lain dalam kelompok. Berdasarkan hasil observasi, terlihat bahwa selama proses pembelajaran berlangsung, siswa aktif dalam mengajukan pendapat atau argumennya serta dapat menerima pendapat orang lain dengan baik. Siswa juga dapat memberikan sanggahan dengan memberikan penjelasan yang lebih rinci, sehingga terjadi pertukaran informasi yang membuat siswa lebih mudah untuk membangun sendiri pengetahuan yang didapat dari hasil diskusi kelompok. Berikut adalah pernyataan observer:

“interaksi antar anggota kelompok siswa sangat baik”

Lembar Observasi Observer 2, 4 Mei 2017

“siswa saling mendengarkan dan menghargai pendapat teman kelompoknya”

Lembar Observasi Observer 1, 4 Mei 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari lembar observasi terstruktur yang dapat dilihat pada Tabel 27. Berdasarkan data pada Tabel 27, kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator berinteraksi dengan orang lain pada pertemuan III tergolong sangat baik dengan persentase sebesar 87,5%.

Tabel 27 Hasil observasi III indikator berinteraksi dengan orang lain

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Menyampaikan argument yang baik dalam diskusi	2	4	-	-	20	83,3%
2	Menghargai pendapat orang lain dalam kelompok	4	2	-	-	22	91,7%
Rata-Rata							87,5%

Berdasarkan hasil observasi yang diperoleh pada pertemuan III, dapat disimpulkan bahwa indikator berpikir kritis yang paling menonjol adalah indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi dan rata-rata ketercapaian indikator berpikir kritis pada pertemuan III dengan delapan indikator berpikir kritis yang diamati adalah sebesar 84,99%. Terdapat perkembangan yang cukup baik pada kemampuan berpikir kritis siswa di pertemuan III yang menandakan bahwa penerapan pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM berbasis *Problem Based Learning* dapat diterapkan dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi Stoikiometri. Hasil observasi pada pertemuan III dapat dilihat pada Tabel 28.

Tabel 28 Hasil observasi kemampuan berpikir kritis siswa pertemuan III

No	Indikator Berpikir Kritis	Sub Indikator	Persentase	Rata-Rata
1	Memfokuskan Pertanyaan	Mengidentifikasi atau merumuskan kriteria jawaban	91,67%	89,59%
		Menjaga kondisi berpikir	87,5%	
2	Bertanya dan Menjawab Pertanyaan	Memberikan penjelasan sederhana	87,5%	85,4%
		Mengajukan pertanyaan untuk mengklarifikasi atau menjelaskan	83,3%	
3	Mempertimbangkan Kredibilitas Sumber	Memperkuat alasan	87,5%	87,5%
		Mempertimbangkan kesesuaian sumber	83,3%	
		Mempertimbangkan prosedur yang tepat	91,67%	
4	Mengobservasi dan Mempertimbangkan Laporan Observasi	Mengamati gejala-gejala yang terjadi dalam percobaan	79,17%	83,3%
		Merekam hasil observasi ke dalam tabel pengamatan	91,67%	
		Menggunakan Teknologi	79,17	
5	Menginduksi dan Mempertimbangkan Hasil Induksi	Mengemukakan hipotesis	83,3%	90,3%
		Menyimpulkan	91,7%	
		Merancang eksperimen	95,8%	
6	Mendefinisikan Istilah dan Mempertimbangkan Suatu Definisi	Mengidentifikasi ketidakbenaran yang disengaja	75%	77,1%
		Memberikan penjelasan lanjut	79,2%	
7	Menentukan Suatu Tindakan	Mengungkap permasalahan dalam percobaan	79,2%	79,2%
		Memilih kriteria untuk mempertimbangkan solusi yang mungkin	79,2%	
8	Berinteraksi dengan Orang Lain	Menyampaikan argumen	83,3%	87,5%
		Menghargai pendapat orang lain	91,7%	
Rata-Rata				84,99%

d) Pertemuan IV

Kegiatan akhir pada pembelajaran stoikiometri dengan menggunakan pendekatan STEM berbasis *Problem Based Learning* dilakukan pada pertemuan IV. Seluruh indikator berpikir kritis yang diamati pada penelitian ini diamati pada pertemuan IV. Berikut adalah pembahasan dari hasil yang diperoleh dari kegiatan observasi pada pertemuan IV pada masing-masing indikator yang diamati.

1) Indikator Memfokuskan Pertanyaan

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis ketercapaian indikator memfokuskan pertanyaan, yaitu kemampuan mengidentifikasi atau merumuskan kriteria kemungkinan jawaban, dan kemampuan

menjaga kondisi berpikir selama pembelajaran. Siswa diharapkan mampu menjaga kondisi berpikir ketika ada kelompok yang menyampaikan laporan observasinya, dan mampu merumuskan kriteria jawaban yang mungkin untuk pertanyaan yang diberikan oleh kelompok lain. Berdasarkan hasil observasi, terlihat bahwa siswa tetap dapat fokus mendengarkan penjelasan dari kelompok lain dan kelompok yang mempresentasikan laporan observasi terlihat dapat merumuskan kriteria jawaban dengan cukup baik. Berikut adalah catatan dari observer selama kegiatan pembelajaran berlangsung:

“siswa dapat tetap fokus selama presentasi berlangsung”

Lembar Observasi Observer 1, 5 Mei 2017

“siswa nampak fokus mendengarkan penjelasan yang disampaikan oleh masing-masing kelompok”

Lembar Observasi Observer 2, 5 Mei 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari Tabel 29, kemampuan berpikir kritis siswa untuk indikator memfokuskan pertanyaan pada pertemuan IV tergolong sangat baik dengan persentase ketercapaian sebesar 85,4%.

Tabel 29 Hasil observasi IV indikator memfokuskan pertanyaan

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Siswa dapat mengidentifikasi atau merumuskan kriteria kemungkinan jawaban	3	3	-	-	21	87,5%
2	Siswa dapat menjaga kondisi berpikir selama pembelajaran	3	2	1	-	20	83,3%
Rata-Rata							85,4%

2) Indikator Bertanya dan Menjawab Pertanyaan

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis indikator bertanya dan menjawab pertanyaan yaitu kemampuan memberikan penjelasan sederhana dan kemampuan mengajukan pertanyaan untuk mengklarifikasi atau menjelaskan. Siswa diharapkan dapat mengajukan pertanyaan untuk mendapatkan informasi yang dapat mengembangkan pengetahuan, dan siswa diharapkan dapat memberikan penjelasan

secara sederhana terhadap pertanyaan-pertanyaan yang muncul pada pertemuan IV. Berdasarkan hasil observasi, terlihat bahwa sebagian siswa cukup aktif dalam mengajukan beberapa pertanyaan, dan kelompok yang diberikan pertanyaan, dapat memberikan penjelasan terkait jawaban yang diberikan. Berikut adalah catatan observer:

“sebagian besar siswa terlibat aktif dalam mengajukan pertanyaan dan menjawab pertanyaan dengan penjelasan yang sederhana”

Lembar Observasi Observer 2, 5 Mei 2017

“setiap kelompok dapat memberikan penjelasan dengan baik terhadap pertanyaan yang diberikan oleh kelompok lain”

Lembar Observasi Observer 1, 5 Mei 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari Tabel 30, kemampuan berpikir kritis siswa untuk indikator bertanya dan menjawab pertanyaan pada pertemuan IV tergolong sangat baik dengan persentase sebesar 89,6% dan mengalami perkembangan jika dibandingkan dengan pertemuan III. Berikut hasil observasi untuk indikator bertanya dan menjawab pertanyaan pada pertemuan IV:

Tabel 30 Hasil observasi IV indikator bertanya dan menjawab pertanyaan

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Siswa dapat memberikan penjelasan sederhana mengenai pertanyaan yang diberikan	4	2	-	-	22	91,7%
2	Siswa mengajukan pertanyaan untuk mengklarifikasi atau menjelaskan	3	3	-	-	21	87,5%
Rata-Rata							89,6%

3) Indikator Mempertimbangkan Kredibilitas Sumber

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber yaitu kemampuan memperkuat alasan dengan sumber yang kredibel, dan kemampuan mempertimbangkan kesesuaian sumber. Berdasarkan hasil observasi, terlihat bahwa hampir seluruh kelompok siswa menggunakan sumber-sumber yang relevan dan kredibel untuk memperkuat analisis terhadap

hasil percobaan yang siswa dapatkan. Berikut adalah pernyataan observer dalam lembar observasi:

“siswa menggunakan berbagai macam sumber yang relevan dan kredibel”

Lembar Observasi Observer 2, 5 Mei 2017

“siswa memperkuat jawaban dengan menggunakan informasi dari berbagai sumber yang kredibel”

Lembar Observasi Observer 1, 5 Mei 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari Tabel 31, kemampuan berpikir kritis siswa untuk indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber pada pertemuan IV tergolong sangat baik dengan persentase ketercapaian sebesar 91,67% dan mengalami perkembangan jika dibandingkan pada pertemuan III. Berikut adalah hasil observasi pada pertemuan IV untuk indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber:

Tabel 31 Hasil observasi IV indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Siswa dapat menggunakan informasi dari sumber yang kredibel untuk memperkuat alasan	5	1	-	-	23	95,83%
2	Siswa dapat mempertimbangkan kesesuaian sumber dengan pembelajaran yang sedang berlangsung	3	3	-	-	21	87,5%
Rata-Rata							91,67%

4) Indikator Mengobservasi dan Mempertimbangkan Laporan Observasi

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis indikator mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi yaitu menggunakan waktu yang singkat antara observasi dan laporan, melaporkan hasil observasi, dan mempertanggungjawabkan hasil

observasi. Siswa diharapkan dapat mempertanggungjawabkan data yang didapat dari percobaan yang dilakukan, dan membuat laporan observasi tepat waktu. Siswa juga diharapkan dapat mempresentasikan laporan observasi yang telah dibuat. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan, hampir sebagian besar siswa dapat menyelesaikan laporan observasi tepat pada waktu yang telah ditentukan. Selain itu, siswa juga dapat mempresentasikan laporan observasi kelompok dengan cukup baik. Berikut adalah pernyataan observer dalam lembar observasi:

“siswa mengumpulkan laporan praktikum tepat waktu dan mempresentasikannya dengan baik”

Lembar Observasi Observer 1, 5 Mei 2017

“siswa mempertanggungjawabkan hasil observasinya dengan mengumpulkan laporan tepat waktu dan mempresentasikannya”

Lembar Observasi Observer 2, 5 Mei 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari Tabel 32, kemampuan berpikir kritis siswa untuk indikator mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi pada pertemuan IV tergolong sangat baik dengan persentase ketercapaian sebesar 90,3%.

Tabel 32 Hasil observasi IV indikator mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Menggunakan waktu yang singkat antara observasi dan laporan	4	1	1	-	21	87,5%
2	Melaporkan hasil observasi	4	2	-	-	22	91,67%
3	Mempertanggungjawabkan hasil observasi	4	2	-	-	22	91,67%
Rata-Rata							90,3%

5) Indikator Menginduksi dan Mempertimbangkan Hasil Induksi

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis kemunculan indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi yaitu kemampuan mengemukakan hal-hal umum yang ditemukan, dan kemampuan menyimpulkan sesuai fakta dari hasil kegiatan. Siswa diharapkan dapat mengemukakan hal-hal umum yang terjadi selama percobaan seperti fungsi pemanasan dalam percobaan. Namun

berdasarkan hasil observasi, hanya sebagian kelompok siswa yang mengungkap hal-hal umum yang terjadi dalam percobaan, hal ini mungkin dikarenakan waktu yang cukup terbatas untuk menyiapkan presentasi. Namun demikian, sebagian besar kelompok siswa, mampu membuat sebuah kesimpulan yang sangat baik tentang pengaruh stoikiometri reaksi dalam pembuatan biodiesel dari minyak jelantah. Berikut adalah pernyataan observer:

“hanya sedikit hal-hal umum yang dibahas oleh siswa, namun siswa sudah dapat menyimpulkan percobaan sesuai fakta”

Lembar Observasi Observer 1, 5 Mei 2017

“siswa dapat membuat sebuah kesimpulan yang baik berdasarkan data yang diperoleh”

Lembar Observasi Observer 2, 5 Mei 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh pada Tabel 33, kemampuan berpikir kritis siswa untuk indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi pada pertemuan IV tergolong baik dengan persentase ketercapaian sebesar 79,17%.

Tabel 33 Hasil observasi IV indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Mengemukakan hal-hal umum yang ditemukan	1	2	3	-	16	66,67%
2	Siswa dapat menyimpulkan sesuai fakta	4	2	-	-	22	91,7%
Rata-Rata							79,17%

6) Indikator Mendefinisikan Istilah dan Mempertimbangkan Suatu Definisi

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis indikator ini yaitu kemampuan mengidentifikasi ketidakbenaran yang disengaja dan kemampuan memberikan penjelasan lanjut. Berdasarkan hasil observasi, terlihat bahwa selama presentasi, siswa dapat mengungkapkan ketidakbenaran yang disengaja dan menjelaskan dengan lebih rinci pengaruh dari ketidakbenaran yang disengaja

tersebut terhadap hasil percobaan yang didapat. Berikut adalah pernyataan dari observer:

“siswa dapat memberikan penjelasan detail terhadap permasalahan dalam percobaan”

Lembar Observasi Observer 1, 5 Mei 2017

“seluruh kelompok dapat menjelaskan dengan rinci pengaruh stoikiometri reaksi yang ada dalam percobaan”

Lembar Observasi Observer 2, 5 Mei 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari Tabel 34, kemampuan berpikir kritis siswa untuk indikator mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi pada pertemuan IV tergolong sangat baik dengan persentase sebesar 83,3% dan mengalami perkembangan jika dibandingkan dengan pertemuan III. Berikut hasil observasi pada pertemuan IV untuk indikator mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi:

Tabel 34 Hasil observasi IV indikator mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Mengidentifikasi ketidakbenaran yang disengaja	1	5	-	-	19	79,2%
2	Memberikan penjelasan lanjut terhadap ketidakbenaran yang ditemukan	3	3	-	-	21	87,5%
Rata-Rata							83,3%

7) Indikator Menentukan Suatu Tindakan

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis indikator menentukan suatu tindakan yaitu kemampuan untuk mengungkap permasalahan yang ada dalam percobaan dan kemampuan dalam memilih kriteria untuk mempertimbangkan solusi yang mungkin. Berdasarkan hasil observasi, sebagian besar kelompok siswa dalam presentasinya dapat mengungkap permasalahan stoikiometri reaksi yang terjadi dan dengan menggunakan konsep mol untuk menyelesaikan perhitungan kimia, siswa dapat mempertimbangkan

solusi yang mungkin untuk mengatasi permasalahan tersebut. Berikut adalah catatan observer:

“hampir sebagian besar kelompok siswa dapat menemukan solusi yang bisa digunakan untuk mengatasi permasalahan yang terjadi dalam percobaan”

Lembar Observasi Observer 2, 5 Mei 2017

“siswa mengungkapkan permasalahan stoikiometri reaksi dan memberikan solusi lewat hasil perhitungan”

Lembar Observasi Observer 1, 5 Mei 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh dari Tabel 35, kemampuan berpikir kritis siswa untuk indikator menentukan suatu tindakan pada pertemuan IV tergolong sangat baik dengan persentase sebesar 83,3% dan mengalami perkembangan jika dibandingkan pada pertemuan III. Berikut ini adalah hasil observasi pada pertemuan IV untuk indikator menentukan suatu tindakan:

Tabel 35 Hasil observasi IV indikator menentukan suatu tindakan

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Mengungkap permasalahan dalam percobaan	2	4	-	-	20	83,3%
2	Memilih kriteria untuk mempertimbangkan solusi yang mungkin	2	4	-	-	20	83,3%
Rata-Rata							83,3%

8) Indikator Berinteraksi dengan Orang Lain

Sub indikator yang diamati untuk menganalisis indikator berinteraksi dengan orang lain yaitu kemampuan untuk berargumen dan menghargai pendapat orang lain dalam kelompok. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan, selama kegiatan presentasi berlangsung, siswa terlihat sangat menghargai pendapat yang diberikan oleh kelompok lain. Masing-masing kelompok menerima setiap pandangan dari kelompok lain yang membuat siswa semakin banyak mendapatkan informasi dari kegiatan pembelajaran yang dapat digunakan untuk membangun

konsep yang kuat terkait materi yang sedang diajarkan. Berikut adalah pernyataan observer dalam lembar observasi:

“siswa dapat menyampaikan pendapatnya dengan bahasa yang sopan dan siswa lain dapat menerimanya dengan baik”

Lembar Observasi Observer 2, 5 Mei 2017

“seluruh siswa menghargai pendapat dari masing-masing individu, sehingga siswa mudah mengungkapkan pendapatnya”

Lembar Observasi Observer 1, 5 Mei 2017

Hasil ini didukung oleh data yang diperoleh Tabel 36, kemampuan berpikir kritis siswa untuk indikator berinteraksi dengan orang lain pada pertemuan IV tergolong sangat baik dengan persentase sebesar 83,3%. Berikut ini adalah hasil observasi pada pertemuan IV untuk indikator berinteraksi dengan orang lain:

Tabel 36 Hasil observasi IV indikator berinteraksi dengan orang lain

No	Sub Indikator	Jumlah Kemunculan Indikator per Kelompok				Σ	Persentase
		4	3	2	1		
1	Menyampaikan argument yang baik dalam diskusi	1	5	-	-	19	79,2%
2	Menghargai pendapat orang lain dalam kelompok	3	3	-	-	21	87,5%
Rata-Rata							83,3%

Berdasarkan hasil observasi yang diperoleh pada pertemuan IV, dapat disimpulkan bahwa indikator berpikir kritis yang paling menonjol adalah indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber dengan persentase ketercapaian sebesar 91,67% dan rata-rata ketercapaian indikator berpikir kritis pada pertemuan IV dengan delapan indikator berpikir kritis yang diamati adalah sebesar 85,76%. Terdapat perkembangan yang cukup baik pada kemampuan berpikir kritis siswa di pertemuan IV yang menandakan bahwa pendekatan pembelajaran STEM berbasis *Problem Based Learning* dapat diterapkan dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi Stoikiometri. Hasil observasi pada pertemuan IV dapat dilihat pada Tabel 37 berikut:

Tabel 37 Hasil observasi kemampuan berpikir kritis siswa pertemuan IV

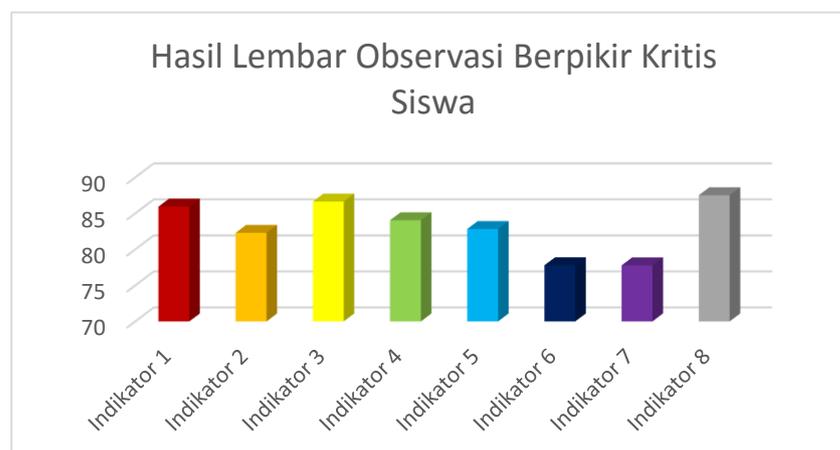
No	Indikator Berpikir Kritis	Sub Indikator	Persentase	Rata-Rata
1	Memfokuskan Pertanyaan	Mengidentifikasi atau merumuskan kriteria jawaban	87,5%	85,4%
		Menjaga kondisi berpikir	83,3%	
2	Bertanya dan Menjawab Pertanyaan	Memberikan penjelasan sederhana	91,7%	89,6%
		Mengajukan pertanyaan untuk mengklarifikasi atau menjelaskan	87,5%	
3	Mempertimbangkan Kredibilitas Sumber	Memperkuat alasan	95,83%	91,67%
		Mempertimbangkan kesesuaian sumber	87,5%	
4	Mengobservasi dan Mempertimbangkan Laporan Observasi	Menggunakan waktu yang singkat antara observasi dan laporan	87,5%	90,3%
		Melaporkan hasil observasi	91,67%	
		Mempertanggungjawabkan hasil observasi	91,67%	
5	Menginduksi dan Mempertimbangkan Hasil Induksi	Mengemukakan hal-hal umum yang ditemukan	66,67%	79,17%
		Menyimpulkan sesuai fakta	91,7%	
6	Mendefinisikan Istilah dan Mempertimbangkan Suatu Definisi	Mengidentifikasi ketidakbenaran yang disengaja	79,2%	83,3%
		Memberikan penjelasan lanjut	87,5%	
7	Menentukan Suatu Tindakan	Mengungkap permasalahan dalam percobaan	83,3%	83,3%
		Memilih kriteria untuk mempertimbangkan solusi yang mungkin	83,3%	
8	Berinteraksi dengan Orang Lain	Menyampaikan argumen	79,2%	83,3%
		Menghargai pendapat orang lain	87,5%	
Rata-Rata				85,76%

Hasil rata-rata keseluruhan indikator berpikir kritis berdasarkan keseluruhan hasil observasi dari pertemuan I sampai pertemuan IV yang ditampilkan pada Tabel 38. Berdasarkan hasil analisis lembar observasi berpikir kritis secara keseluruhan, menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran STEM berbasis *Problem Based Learning* dapat diterapkan dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan persentase keberhasilan sebesar 82,92%. Indikator berpikir kritis yang paling menonjol adalah indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber dengan persentase sebesar 86,63%. Sedangkan indikator berpikir kritis yang paling sedikit muncul adalah indikator mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi dengan persentase sebesar 77,77%.

Tabel 38 Hasil rata-rata observasi kemampuan berpikir kritis siswa

No	Indikator	Persentase	Kategori
1	Memfokuskan Pertanyaan	85,94%	Sangat Baik
2	Bertanya dan Menjawab Pertanyaan	82,28%	Sangat Baik
3	Mempertimbangkan Kredibilitas Sumber	86,63%	Sangat Baik
4	Mengobservasi dan Mempertimbangkan Laporan Observasi	83,56%	Sangat Baik
5	Menginduksi dan Mempertimbangkan Hasil Induksi	84,02%	Sangat Baik
6	Mendefinisikan Istilah dan Mempertimbangkan Suatu Definisi	77,77%	Baik
7	Menentukan Suatu Tindakan	77,78%	Baik
8	Berinteraksi dengan Orang Lain	85,4%	Sangat Baik
Rata-Rata		82,92%	Sangat Baik

Hasil ini membuktikan bahwa penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran sangat diperlukan untuk membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa. Berikut adalah grafik pencapaian indikator berpikir kritis berdasarkan hasil dari lembar observasi berpikir kritis:



Gambar 11 Grafik 2. Hasil lembar observasi berpikir kritis siswa

Keterangan:

Indikator 1: Memfokuskan Pertanyaan

Indikator 2: Bertanya dan Menjawab Pertanyaan

Indikator 3: Mempertimbangkan kredibilitas sumber

Indikator 4: Mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi

Indikator 5: Menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi

Indikator 6: Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi

Indikator 7: Menentukan Suatu Tindakan

Indikator 8: Berinteraksi dengan Orang Lain

3. Analisis Hasil Kuesioner Berpikir Kritis Siswa

Hasil analisis kuesioner yang merupakan tanggapan siswa terhadap kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran kimia dengan pendekatan STEM berbasis *Problem Based Learning* dihitung per indikator berpikir kritis. Hasil kuesioner ini berfungsi sebagai data pendukung dari data yang didapatkan dari lembar observasi dan tes berpikir kritis. Berikut ini adalah pembahasan hasil kuesioner siswa:

a) Indikator Memfokuskan Pertanyaan

Hasil kuesioner berpikir kritis siswa untuk indikator memfokuskan pertanyaan adalah sebagai berikut:

Tabel 39 Hasil kuesioner indikator memfokuskan pertanyaan

No	Pernyataan	SS	S	TS	STS	Persentase	Kategori
1	Dengan model pembelajaran STEM yang telah dilakukan (Science, Technology, Engineering, and Mathematic), membuat saya dapat merumuskan kriteria untuk mempertimbangkan kemungkinan jawaban permasalahan yang terjadi dalam percobaan	3	32	1	-	76.4%	Baik
2	Dengan model pembelajaran yang telah dilakukan, membuat saya dapat tetap fokus berpikir terhadap permasalahan yang terjadi dalam percobaan.	3	28	5	-	73.6%	Baik
3	Dengan model pembelajaran yang telah dilakukan, tidak mempengaruhi kemampuan saya dalam mempertimbangkan kemungkinan jawaban dari permasalahan yang terjadi dalam percobaan	3	16	16	1	60,4%	Baik
4	Dengan model pembelajaran yang telah dilakukan, membuat pembelajaran menjadi lebih sulit sehingga saya tidak mampu untuk tetap fokus dalam berpikir	-	8	23	5	72,9%	Baik
Rata-Rata						70,83%	Baik

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 39, maka dapat disimpulkan bahwa pendekatan STEM berbasis *Problem Based*

Learning dapat diterapkan dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator memfokuskan pertanyaan dengan persentase ketercapaian sebesar 70,83%.

b) Indikator Bertanya dan Menjawab Pertanyaan

Hasil kuesioner berpikir kritis siswa untuk indikator bertanya dan menjawab pertanyaan dapat dilihat pada Tabel 40. Berdasarkan data pada Tabel 40, didapatkan persentase sebesar 68,53% yang menandakan bahwa pendekatan STEM berbasis *Problem Based Learning* dapat diterapkan dalam upaya mengembangkan kemampuan siswa dalam hal bertanya dan menjawab pertanyaan.

Tabel 40 Hasil kuesioner indikator bertanya dan menjawab pertanyaan

No	Pernyataan	SS	S	TS	STS	Persentase	Kategori
1	Dengan model pembelajaran yang telah dilakukan, saya bisa memberikan penjelasan sederhana tentang konsep stoikiometri dalam kegiatan yang dilakukan	1	25	10	-	68,8%	Baik
2	Dengan model pembelajaran yang telah dilakukan, konsep penggunaan stoikiometri dalam kehidupan dapat lebih mudah dipahami	2	24	9	1	68,8%	Baik
3	Dengan model pembelajaran yang telah dilakukan, melatih saya untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang dibahas dalam lembar aktivitas siswa	2	32	2	-	75%	Baik
4	Menurut saya model pembelajaran yang telah dilakukan, tidak bermanfaat dalam pembelajaran kimia karena tidak menjelaskan materi yang dibahas.	2	14	20	-	62,5%	Baik
5	Saya mudah memahami pelajaran kimia walaupun tidak menggunakan model pembelajaran yang telah dilakukan.	1	15	19	1	63,9%	Baik
6	Dengan model pembelajaran yang telah dilakukan, membuat saya kebingungan memahami materi yang diajarkan	1	7	23	5	72,2%	Baik
Rata-Rata						68,53%	Baik

c) Indikator Mempertimbangkan Kredibilitas Sumber

Hasil kuesioner berpikir kritis siswa untuk indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber adalah sebagai berikut:

Tabel 41 Hasil kuesioner indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber

No	Pernyataan	SS	S	TS	STS	Persentase	Kategori
1	Menurut saya suatu percobaan harus direncanakan dengan menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan	15	21	-	-	85,4%	Sangat Baik
2	Menurut saya pelaksanaan percobaan tidak perlu direncanakan dengan baik karena hasilnya selalu gagal	-	-	14	22	90%	Sangat Baik
3	Saya mempertimbangkan prosedur yang tepat dalam pembuatan biodiesel sesuai dengan alat dan bahan yang tersedia	20	14	2	-	88%	Sangat Baik
4	Menurut saya percobaan dalam aktivitas pembelajaran STEM sangat rumit dan berbahaya untuk kesehatan sehingga saya malas mengikuti kegiatan tersebut	-	2	23	11	81,3%	Sangat Baik
5	Pelaksanaan percobaan dalam aktivitas pembelajaran STEM sangat menarik sehingga membuat saya lebih aktif dalam mengikuti pembelajaran kimia	4	32	-	-	77,8%	Baik
Rata-Rata						84,5%	Sangat Baik

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 41, dapat disimpulkan bahwa pendekatan pembelajaran STEM berbasis *Problem Based Learning* dapat diterapkan dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa pada aspek mempertimbangkan kredibilitas sumber dengan persentase ketercapaian sebesar 84,5%.

d) Mengobservasi dan Mempertimbangkan Laporan Observasi

Hasil kuesioner berpikir kritis siswa untuk indikator mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi dapat dilihat pada Tabel 42. Berdasarkan keseluruhan hasil yang diperoleh pada Tabel 42, dapat diketahui bahwa pendekatan pembelajaran STEM berbasis *Problem Based Learning* dapat diterapkan dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa pada aspek mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi dengan persentase ketercapaian sebesar 74,65%.

Tabel 42 Hasil kuesioner indikator mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi

No	Pernyataan	SS	S	TS	STS	Persentase	Kategori
1	Saya dapat mempresentasikan hasil pengamatan yang didapat selama percobaan berlangsung	2	30	4	-	73,6%	Baik
2	Saya tidak dapat mempresentasikan hasil pengamatan yang didapat karena saya tidak melakukan pengamatan dengan benar	-	2	30	4	76,4%	Baik
3	Melalui aktivitas pembelajaran STEM saya bisa mengobservasi dan mengamati gejala-gejala yang terjadi selama percobaan berlangsung.	2	26	8	-	70,8%%	Baik
4	Selama pelaksanaan percobaan saya tidak bisa mengamati gejala-gejala yang terjadi karena membingungkan	-	8	24	4	72,2%	Baik
5	Menurut saya mengamati perbandingan stoikiometri reaksi sangat penting dalam pembuatan biodiesel	8	26	2	-	79,2%	Baik
6	Menurut saya, dalam pembuatan biodiesel cukup mengikuti prosedur pembuatannya saja tanpa perlu memperhatikan stoikiometri reaksi kimia	1	4	27	4	73,6%	Baik
7	Selama kegiatan pembelajaran berlangsung, saya dapat memahami prinsip dan kegunaan dari teknologi yang digunakan dalam percobaan	4	29	3	-	75,7%	Baik
8	Saya tidak mengerti penggunaan dan prinsip dari teknologi yang digunakan dalam percobaan	-	4	27	5	75,7%	Baik
RATA-RATA						74,65%	Baik

e) Indikator Menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi

Hasil kuesioner berpikir kritis siswa untuk indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi dapat dilihat pada Tabel 43. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 43, maka dapat disimpulkan bahwa pendekatan pembelajaran STEM berbasis *Problem Based Learning* dapat diterapkan dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator menginduksi dan

mempertimbangkan hasil induksi dengan persentase ketercapaian sebesar 77,51%.

Tabel 43 Hasil kuesioner indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi

No	Pernyataan	SS	S	TS	STS	Persentase	Kategori
1	Saya menyadari bahwa keterkaitan aspek STEM dalam pembelajaran perlu diuji kebenarannya untuk memperoleh bukti yang benar dengan cara melaksanakan percobaan	4	28	4	-	75%	Baik
2	Menurut saya, merangkai alat dan melakukan percobaan pembuatan biodiesel dapat melatih keterampilan	7	27	2	-	78,5%	Baik
3	Saya menyuruh orang lain untuk melaksanakan percobaan pembuatan biodiesel karena terlalu rumit	-	-	19	17	86,8%	Sangat Baik
4	Saya menarik kesimpulan sesuai dengan fakta-fakta yang relevan dengan gejala yang saya amati selama proses percobaan	3	30	2	1	74,3%	Baik
5	Saya selalu mengubah fakta dan data-data ketika pelaksanaan praktikum berlangsung	-	-	24	12	83,3%	Sangat Baik
6	Menurut saya model STEM dalam pembelajaran kimia tidak perlu karena tidak ada kaitannya dengan materi pembelajaran	-	2	25	9	79,9%	Baik
7	Saya dapat menduga keterkaitan Sains, Teknologi, Engineering, dan Matematika dalam percobaan pembuatan biodiesel	2	26	8	-	70,8%	Baik
8	Saya tidak dapat menduga keterkaitan Sains, Teknologi, Engineering, dan Matematika dalam percobaan pembuatan biodiesel	1	8	22	5	71,5%	Baik
RATA-RATA						77,51%	Baik

f) Indikator Mendefinisikan Istilah dan Mempertimbangkan Suatu Defenisi

Hasil kuesioner berpikir kritis siswa untuk indikator mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi dapat dilihat pada Tabel 44. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 44, dapat disimpulkan bahwa pendekatan pembelajaran STEM berbasis *Problem Based Learning* dapat diterapkan dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator mendefinisikan istilah dan

mempertimbangkan suatu definisi dengan persentase ketercapaian sebesar 73,95%.

Tabel 44 Hasil kuesioner indikator mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi

No	Pernyataan	SS	S	TS	STS	Persentase	Kategori
1	Setelah melakukan percobaan, saya dapat mengklasifikasikan keterkaitan aspek STEM dalam pembuatan biodiesel	1	27	8	-	70,1%	Baik
2	Melalui aktivitas pembelajaran STEM, saya dapat menjelaskan pengaruh stoikiometri reaksi kimia dalam pembuatan biodiesel	8	26	2	-	79,2%	Baik
3	Saya tidak dapat mengklasifikasikan keterkaitan aspek STEM karena terlalu rumit dan membingungkan	-	5	27	4	74,3%	Baik
4	Saya tidak dapat menjelaskan pengaruh stoikiometri reaksi kimia dalam pembuatan biodiesel karena saya tidak mengerti keterkaitan konsep stoikiometri reaksi dalam percobaan	-	6	28	2	72,2%	Baik
RATA-RATA						73,95%	Baik

g) Indikator Menentukan Suatu Tindakan

Hasil kuesioner berpikir kritis siswa untuk indikator menentukan suatu tindakan dapat dilihat pada Tabel 45.

Tabel 45 Hasil kuesioner indikator menentukan suatu tindakan

No	Pernyataan	SS	S	TS	STS	Persentase	Kategori
1	Saya dapat mengungkap permasalahan yang terjadi dalam percobaan saya	3	26	7	-	72,2%	Baik
2	Saya tidak dapat mengungkapkan permasalahan yang terjadi dalam percobaan karena saya tidak memahami konsepnya dengan baik	-	3	25	8	78,5%	Baik
3	Saya dapat mempertimbangkan solusi mengenai permasalahan yang terjadi selama kegiatan pembuatan biodiesel	7	25	4	-	77,1%	Baik
4	Saya kesulitan untuk mempertimbangkan solusi mengenai permasalahan yang terjadi karena saya tidak terlalu memahami kegiatan yang dilakukan	-	5	26	5	75%	Baik
RATA-RATA						75,7%	Baik

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 45, dapat disimpulkan bahwa pendekatan pembelajaran STEM berbasis *Problem Based*

Learning dapat diterapkan dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator menentukan suatu tindakan dengan persentase ketercapaian sebesar 75,7%.

h) Indikator Berinteraksi dengan Orang Lain

Hasil kuesioner berpikir kritis siswa untuk indikator berinteraksi dengan orang lain adalah sebagai berikut:

Tabel 46 Hasil kuesioner indikator berinteraksi dengan orang lain

No	Pernyataan	SS	S	TS	STS	Persentase	Kategori
1	Saya dapat menyampaikan argumen dengan teman satu kelompok saat melakukan praktikum	16	19	1	-	85,4%	Sangat Baik
2	Saya menghargai dan mendengarkan saat teman saya mengutarakan pendapat	12	23	1	-	82,6%	Sangat Baik
3	Saya lebih senang menyimpan argument saya karena saya tidak suka diskusi	-	1	14	21	88,9%	Sangat Baik
4	Saya tidak suka mendengarkan pendapat teman saya karena tidak sesuai fakta	-	7	18	11	77,8%	Baik
5	Saya suka jika guru melaksanakan pembelajaran kimia dengan pendekatan STEM karena bermanfaat dalam penerapan kehidupan sehari-hari	6	27	3	-	77,1%	Baik
6	Saya tidak suka jika guru melaksanakan pembelajaran kimia dengan pendekatan STEM karena merepotkan	1	6	22	7	74,3%	Baik
RATA-RATA						81,02%	Baik

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 46, maka dapat disimpulkan bahwa pendekatan pembelajaran STEM berbasis *Problem Based Learning* dapat diterapkan dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator berinteraksi dengan orang lain dengan persentase ketercapaian sebesar 83,68%.

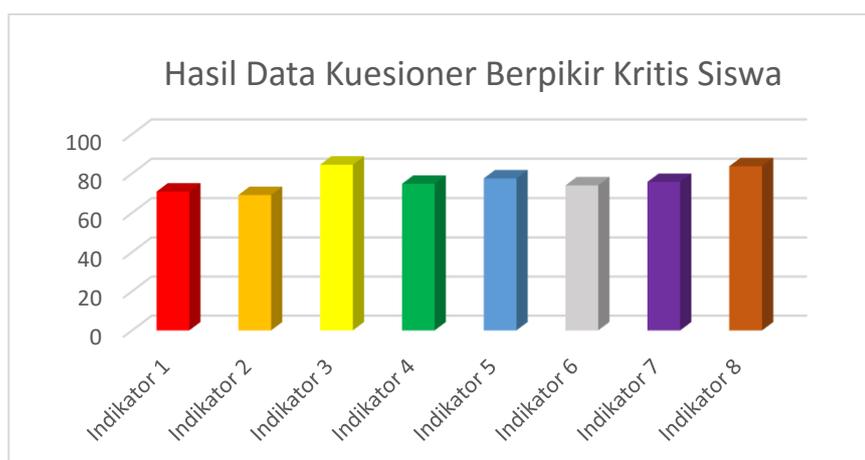
Berdasarkan hasil analisis data angket secara keseluruhan yang dapat dilihat pada Tabel 47, dapat diketahui bahwa pendekatan pembelajaran STEM berbasis *Problem Based Learning* dapat diterapkan dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan persentase keberhasilan sebesar 75,84%. Indikator berpikir kritis yang paling besar persentase ketercapaiannya

berdasarkan data angket adalah indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber dengan persentase ketercapaian sebesar 84,5%.

Tabel 47 Hasil analisis data kuesioner kemampuan berpikir kritis siswa

No	Indikator	Persentase	Kategori
1	Memfokuskan Pertanyaan	70,83%	Baik
2	Bertanya dan Menjawab Pertanyaan	68,53%	Baik
3	Mempertimbangkan Kredibilitas Sumber	84,5%	Sangat Baik
4	Mengobservasi dan Mempertimbangkan Laporan Observasi	74,65%	Baik
5	Menginduksi dan Mempertimbangkan Hasil Induksi	77,51%	Baik
6	Mendefinisikan Istilah dan Mempertimbangkan Suatu Definisi	73,95%	Baik
7	Menentukan Suatu Tindakan	75,7%	Baik
8	Berinteraksi dengan Orang Lain	81,02%	Baik
Rata-Rata		75,84%	Baik

Hasil ini membuktikan bahwa penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran sangat diperlukan untuk membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir kritis yang sangat dibutuhkan di kehidupan abad 21, sehingga pembelajaran di kelas bukan lagi hanya sekedar menghafal kemudian mampu mengerjakan soal dan mendapatkan nilai yang bagus. Berikut adalah grafik pencapaian per indikator berpikir kritis:



Gambar 12 Grafik 3. Hasil data kuesioner berpikir kritis siswa

Keterangan:

Indikator 1: Memfokuskan Pertanyaan

Indikator 2: Bertanya dan Menjawab Pertanyaan

Indikator 3: Mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak

Indikator 4: Mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi

Indikator 5: Menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi

Indikator 6: Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi

Indikator 7: Menentukan Suatu Tindakan

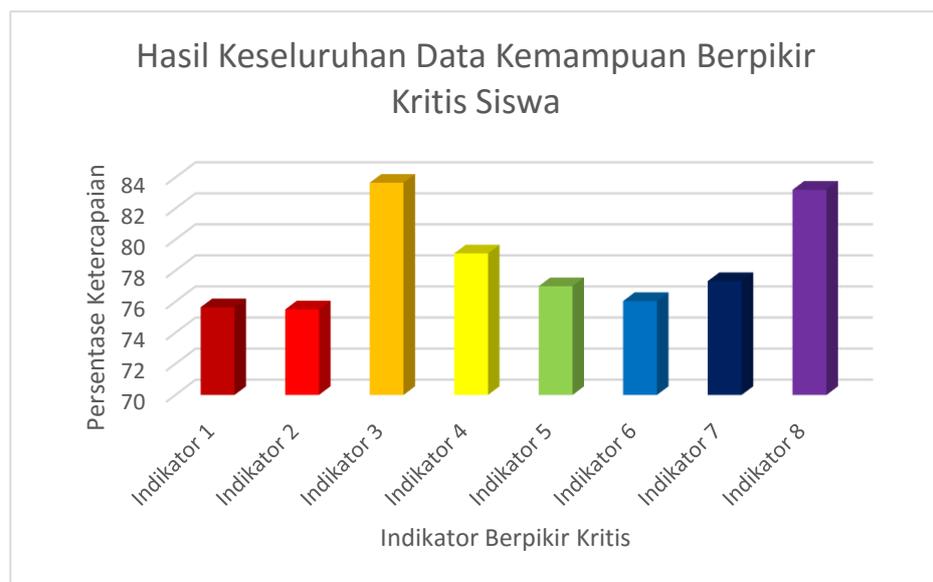
Indikator 8: Berinteraksi dengan Orang Lain

Gambaran secara keseluruhan mengenai penerapan pendekatan STEM berbasis *Problem Based Learning* dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa didapatkan dari nilai rata-rata masing-masing indikator berpikir kritis berdasarkan data dari seluruh instrument yang digunakan. Berdasarkan data pada Tabel 48, dapat dilihat rata-rata ketercapaian seluruh indikator berpikir kritis adalah sebesar 78,43%. Hasil ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa kelas X MIA 3 SMAN 42 Jakarta setelah diadakan pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM berbasis *Problem Based Learning* tergolong baik. Indikator berpikir kritis yang paling menonjol secara keseluruhan adalah indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber dan indikator berinteraksi dengan orang lain.

Tabel 48 Hasil keseluruhan kemampuan berpikir kritis siswa

No	Indikator	Persentase	Kategori
1	Memfokuskan Pertanyaan	75,64%	Baik
2	Bertanya dan Menjawab Pertanyaan	75,5%	Baik
3	Mempertimbangkan Kredibilitas Sumber	83,66%	Sangat Baik
4	Mengobservasi dan Mempertimbangkan Laporan Observasi	79,11%	Baik
5	Menginduksi dan Mempertimbangkan Hasil Induksi	76,99%	Baik
6	Mendefinisikan Istilah dan Mempertimbangkan Suatu Definisi	76,04%	Baik
7	Menentukan Suatu Tindakan	77,32%	Baik
8	Berinteraksi dengan Orang Lain	83,21%	Sangat Baik
Rata-Rata		78,43%	Baik

Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa pendekatan pembelajaran STEM berbasis *Problem Based Learning* dapat diterapkan dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa. Berikut adalah grafik pencapaian indikator berpikir kritis dari keseluruhan data yang diperoleh:



Gambar 13 Grafik 4. Hasil keseluruhan kemampuan berpikir kritis siswa

Keterangan:

Indikator 1: Memfokuskan Pertanyaan

Indikator 2: Bertanya dan Menjawab Pertanyaan

Indikator 3: Mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak

Indikator 4: Mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi

Indikator 5: Menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi

Indikator 6: Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi

Indikator 7: Menentukan Suatu Tindakan

Indikator 8: Berinteraksi dengan Orang Lain

C. Keterbatasan dalam Pelaksanaan Penelitian

Penelitian yang dilaksanakan di kelas X MIPA 3 SMAN 42 Jakarta ini memiliki keterbatasan, antara lain:

1. Waktu penelitian yang tersedia sangat terbatas sehingga menyulitkan peneliti untuk menyesuaikan setiap kegiatan pembelajaran selama proses penelitian.
2. Siswa yang belum mengenal pendekatan pembelajaran berbasis STEM sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama untuk membantu siswa menyesuaikan diri dengan pendekatan pembelajaran STEM.
3. Kondisi kelas yang kurang kondusif sehingga butuh pengkondisian yang lebih lama.
4. Ketersediaan alat dan bahan yang diperlukan untuk merancang aktivitas pembelajaran STEM berbasis *Problem Based Learning*.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan seluruh data penelitian, dapat disimpulkan bahwa pendekatan pembelajaran STEM dengan *Problem Based Learning* dapat diterapkan pada pembelajaran kimia di sekolah dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi stoikiometri.

Terdapat 5 tahapan dalam pembelajaran dengan menggunakan PBL, yaitu orientasi siswa pada masalah, mengorganisasi siswa untuk belajar, membimbing pengalaman individual atau kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Indikator berpikir kritis yang paling menonjol pada tahapan orientasi siswa pada masalah yaitu indikator memfokuskan pertanyaan. Indikator berpikir kritis yang paling menonjol pada tahapan mengorganisasi siswa pada masalah yaitu indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber. Indikator berpikir kritis yang paling menonjol pada tahap membimbing pengalaman individual atau kelompok yaitu indikator berinteraksi dengan orang lain dan indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber. Indikator berpikir kritis yang paling menonjol pada tahap mengembangkan dan menyajikan hasil karya yaitu indikator memfokuskan pertanyaan. Indikator yang paling menonjol pada tahap menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah yaitu indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber. Secara keseluruhan, indikator berpikir kritis yang paling berkembang selama proses pembelajaran adalah indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber dan indikator berinteraksi dengan orang lain.

Pembelajaran dengan PBL, membuat siswa menjadi lebih aktif untuk mencari sumber yang kredibel dan aktif berdiskusi untuk menemukan solusi yang tepat mengenai permasalahan yang dihadapi. Secara keseluruhan, pembelajaran kimia pada topik stoikiometri di kelas X MIA 3 SMAN 42 Jakarta dengan menggunakan pendekatan pembelajaran STEM berbasis *Problem Based Learning* membuat siswa menjadi lebih aktif untuk membangun pengetahuannya sendiri dalam mengaitkan keempat aspek dalam STEM sehingga dapat melatih siswa untuk menggunakan kemampuan berpikir kritis dan tidak lagi hanya sekedar menghafal rumus-rumus yang berkaitan dengan perhitungan kimia. Pembelajaran STEM memberikan sebuah alternatif baru dalam pembelajaran kimia di abad 21 yang menuntut siswa untuk dapat berpikir kritis dan memahami keterkaitan aspek-aspek dalam STEM untuk menjawab tantangan di abad ke 21.

B. Saran

Berdasarkan kegiatan penelitian yang telah dilakukan, maka peneliti mengajukan beberapa saran, yaitu:

- 1) Penelitian lanjutan yang membahas integrasi pendekatan STEM dengan *Problem Based Learning* pada materi kimia yang lain perlu dilakukan
- 2) Manajemen waktu yang baik sangat diperlukan dalam penerapan pendekatan STEM agar siswa lebih optimal dalam belajar.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, T. 2009. *Inovasi Pendidikan Melalui Problem Based Learning*. Jakarta: Kencana Prenada Media Grup.
- Anshory, I. 2003. *Kimia SMU untuk Kelas XI*. Jakarta: Erlangga.
- Arifin, M. 2000. *Strategi Belajar Mengajar Kimia, Prinsip, dan Aplikasinya Menuju Pembelajaran yang Efektif*. Bandung: JICA IMSTEP UPI Bandung.
- Arifin, Z. 2012. *Penelitian Pendidikan - Metode dan Paradigma Baru*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Barcelona, K. 2014. 21st Century Curriculum Change Initiative: A Focus on STEM Education as an Integrated Approach to Teaching and Learning. *American Journal of Educational Research*, 2(10), 862-875.
- Bybee, R. W. 2013. *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunity*. Arlington: National Science Teachers Association (NSTA) Press.
- Chang, R. 2005. *Kimia Dasar: Konsep-konsep Inti Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Chiu, M.H. 2005. A National Survey of Studets' Conceptions in Chemistry in Taiwan. *Chemical Education International*, 6 (1), 197-204.
- Chonkaew, P., Boonnak, S., Faikhamta, C. 2016. Development of Analytical Thinking Ability and Attitudes Towards Science Learning of Grade-11 Students Through Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM Education) in the Study of Stoichiometry. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 842-861.
- Ebbing, D.D., and Gammon, S.D. 2007. *General Chemistry Ninth Edition*. New York: Hughton Mifflin Company.
- Ennis, R. H. 2003. *Critical Thinking and Reasoning: Current Theories, Research, and Practice*. Cresskill, NJ: Hampton.
- Facione, P. A. 2011. *Critical Thinking : What it is and Why it Counts*. California: The California Academic Press.
- Ibrahim, M., dan Nur, M. 2005. *Pengajaran Berdasarkan Masalah*. Surabaya: University Press.

- Iswadi, H. 2016. *Sekelumit dari Hasil PISA 2015 yang Baru Dirilis*. Surabaya: Universitas Surabaya
- Jaude, S.B., and Barakat, H. 2003. Students' Problem Solving Strategies in Stoichiometry and Their Relationships to Conceptual Understanding and Learning Approaches. *Electronic Journal of Science Education*, 7(3), 1-3.
- Kasmadi, I. S., dan Indraspuri, R. P. 2010. Pengaruh Penggunaan Artikel Kimia dari Internet pada Model Pembelajaran Kreatif Problem Solving Terhadap Hasil Belajar Kimia Siswa SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 4 (1), 574-581.
- Kamdi, W. 2007. *Model-model Pembelajaran Inovatif*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Moleong, Lexy J. 2014. *Metodologi Penelitian Kualitatif, Edisi Revisi*. Jakarta: Remaja Rosdakarya
- National STEM Education Center. 2014. *STEM Education Network Manual*. Bangkok: The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.
- Patmawati, H. 2011. *Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit dengan Metode Praktikum*. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Reeve, E. M. 2013. *Implementing Science, Technology, Mathematics and Engineering (STEM) Education in Thailand and in ASEAN*. Bangkok: Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).
- Sanders, M. 2009. STEM, STEM Education, STEMmania. *Technol, Teach.* 68(4), 20–26.
- Santrock, J. W. 2011. *Psikologi Pendidikan, Edisi Kedua*. Jakarta: Kencana.
- Shahali, E. H. M., Halim, M., Rasul, S., Osman, K., Ikhsan, Z., dan Rahim, F. 2015. Bitara-STEMt Training of Trainers' Programme: Impact on Trainers' Knowledge, Beliefs, Attitudes and Efficacy Towards Integrated Stem Teaching. *J. Baltic Sci. Education*, 14(1), 85–95.
- Sirhan, G. 2007. Learning Difficulties in Chemistry: An Overview. *Journal of Turkish Science Education*, 4(2), 2-20.
- Stein, B., Haynes, A., Redding, M., Ennis, T., Cecil, M. 2007. Assessing Critical Thinking in STEM and Beyond. *Springer Netherlands*, 2(1), 79-82.
- Sudijono, A. 2008. *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.

- Sugiyono. 2008. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- _____. 2012. *Memahami Penelitian Kualitatif*. Bandung: Alfabeta.
- Talanquer, V. 2011. Macro, Submicro, and Symbolic: The Many Faces of the Chemistry Triplet. *International Journal Of Education*, 33(2), 179-195.
- Thobroni, M., dan Arif, M. 2012. *Belajar dan Pembelajaran, Mengembangkan Wacana dan Praktik Pembelajaran dalam Pembangunan Nasional*. Yogyakarta: Ar-ruzz Media.
- Trianto. 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif Progresif: Konsep, Landasan, dan Implementasinya pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Jakarta: Kencana.
- Trilling, B., and Fadel, C. 2009. *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Wijaya, C. 2010. *Pendidikan Remedial*. Bandung: Remaja Rosdakarya.

LAMPIRAN 1. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)**Rencana Pelaksanaan Pembelajaran**

Sekolah : SMAN 42 JAKARTA
Mata Pelajaran : Kimia
Pokok Bahasan : Stoikiometri
Kelas/Semester : X/dua
Alokasi Waktu : 5 x JP

A. Kompetensi Inti (KI)

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

B. Kompetensi Dasar dan Indikator

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
3.10. Menerapkan hukum-hukum dasar kimia, konsep massa molekul relatif, persamaan kimia, konsep mol, dan kadar zat untuk menyelesaikan perhitungan kimia	3.10.1. Menganalisis konsep mol untuk menyelesaikan persamaan reaksi dan perhitungan kimia (hubungan antara jumlah mol, massa dan volume gas). 3.10.2. Menganalisis aplikasi dan penerapan stoikiometri reaksi dalam kehidupan sehari-hari. 1.10.3. Menganalisis konsep mol untuk penyelesaian persamaan reaksi dan perhitungan kimia serta pereaksi pembatas. 1.10.4. Mendiskusikan rumus empiris dan rumus molekul suatu senyawa.
2.10. Mengolah data terkait hukum-hukum dasar kimia, konsep massa molekul relatif, persamaan kimia, konsep mol, dan kadar zat untuk menyelesaikan perhitungan kimia	2.10.1. Menganalisis penyelesaian penentuan jumlah mol, volume, massa atau jumlah partikel zat yang dihasilkan dalam suatu reaksi bila sejumlah mol, volume, dan massa 2.10.2. Menganalisis konsep mol untuk penyelesaian persamaan reaksi serta pereaksi pembatas

C. Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan diskusi kelompok dalam pembelajaran tentang konsep mol diharapkan siswa terlibat aktif dalam kegiatan pembelajaran, mampu menyampaikan pendapat, menjawab pertanyaan, memberi saran dan kritik, serta dapat :

1. Menyelesaikan permasalahan dalam perhitungan kimia dengan menggunakan prinsip konsep mol.
2. Mengaplikasikan penerapan stoikiometri reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari.
3. Menghubungkan konsep mol untuk menentukan pereaksi pembatas, rumus empiris dan rumus molekul.

D. Materi Pembelajaran

Faktual : Reaksi Kimia

Konsep : Konsep mol, rumus empiris, dan rumus molekul

Prinsip : Penyetaraan reaksi kimia

Prosedural : Menentukan rumus empiris dan rumus molekul serta penerapan stoikiometri reaksi dalam kehidupan

E. Pendekatan dan Model Pembelajaran

Pendekatan: STEM

Model : *Problem Based Learning*

F. Media, Alat, dan Sumber Pembelajaran

1. Media

LCD projector

2. Alat/Bahan

Alat tulis, White board

3. Sumber Belajar

- a) Sudarmo, Unggul. 2013. *KIMIA UNTUK SMA/MA KELAS X*. Jakarta: Erlangga.
- b) Buku-buku lain yang relevan, informasi melalui media cetak dan internet.

G. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran

Pertemuan Pertama (2 JP)

Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
<p>a) Kegiatan Pendahuluan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengucapkan salam untuk memulai pembelajaran. 2. Guru memeriksa kehadiran siswa melalui absensi. 3. Guru mengkondisikan keadaan kelas dan siswa agar siap untuk memulai pembelajaran. 4. Guru membimbing siswa untuk mengaitkan materi yang sudah dipelajari dengan materi yang akan dipelajari 5. Guru menyampaikan kompetensi dan indikator yang ingin dicapai pada topik stoikiometri 6. Guru menyampaikan ruang lingkup materi yang akan dipelajari 7. Guru menyampaikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan 8. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran 9. Guru melaksanakan kegiatan apersepsi dan memberikan motivasi 	10 menit
<p>b) Kegiatan Inti</p> <p>Tahap orientasi siswa pada masalah</p> <ol style="list-style-type: none"> 10. Guru memberikan penjelasan sederhana mengenai konsep mol. 11. Guru memberikan kesempatan bagi siswa untuk membuat peta konsep pribadi mengenai konsep mol. 12. Siswa mengajukan pertanyaan mengenai pembelajaran yang dibahas hari ini. 13. Guru menghubungkan konsep mol dalam stoikiometri dengan kehidupan sehari-hari. 14. Guru menjelaskan rancangan dan jadwal pengerjaan proyek yang akan dilakukan siswa dalam aktivitas STEM. <p>Tahap mengorganisasi siswa untuk belajar</p> <ol style="list-style-type: none"> 15. Guru membagi siswa ke dalam 6 kelompok kecil. 16. Guru memberikan kesempatan bagi siswa untuk menemukan prosedur pembuatan biodiesel dengan mengaitkan aspek-aspek dalam STEM. 	70 menit

<p>c) Kegiatan Penutup</p> <p>17. Guru memandu untuk penarikan kesimpulan bersama dengan siswa melalui proses diskusi serta memberikan penguatan melalui referensi.</p> <p>18. Guru memberikan penguatan terhadap sikap berdiskusi yang baik, penyampaian dengan bahasa yang baik dan benar</p> <p>19. Guru menegaskan alat dan bahan yang harus dibawa siswa untuk pengerjaan proyek yang akan dilakukan di pertemuan selanjutnya</p>	10 menit
---	----------

Pertemuan Kedua (2 JP)

Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
<p>a) Kegiatan Pendahuluan</p> <p>1. Guru mengucapkan salam untuk memulai pembelajaran.</p> <p>2. Guru memeriksa kehadiran siswa melalui absensi.</p> <p>3. Guru mengkondisikan keadaan kelas dan siswa agar siap untuk memulai pembelajaran.</p> <p>4. Guru melaksanakan kegiatan apersepsi dan memberikan motivasi</p>	10 menit
<p>b) Kegiatan Inti</p> <p>Tahap orientasi siswa pada masalah</p> <p>5. Guru mengajak siswa untuk mereview pembelajaran yang dilakukan di pertemuan sebelumnya.</p> <p>Tahap mengorganisasi siswa untuk belajar</p> <p>6. Guru meminta siswa untuk menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk pengerjaan proyek dalam aktivitas STEM.</p> <p>7. Guru menjelaskan kembali mengenai kegiatan proyek yang akan dilakukan</p> <p>Tahap membimbing pengalaman individual/kelompok</p> <p>8. Guru memonitor kegiatan dan perkembangan proyek yang dilakukan oleh masing-masing kelompok.</p> <p>9. Guru membimbing siswa untuk menganalisis permasalahan yang terjadi dalam pengerjaan proyek.</p>	70 menit
<p>c) Kegiatan Penutup</p> <p>10. Guru memandu untuk penarikan kesimpulan dapat dilakukan bersama dengan siswa melalui proses diskusi serta memberikan penguatan melalui referensi.</p> <p>11. Guru memberikan penguatan terhadap sikap berdiskusi yang baik, penyampaian dengan bahasa yang baik dan benar</p> <p>12. Guru memberikan penugasan untuk pertemuan selanjutnya.</p>	10 menit

Pertemuan Ketiga (2JP)

Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
<p>a) Kegiatan Pendahuluan</p> <p>1. Guru mengucapkan salam untuk memulai pembelajaran.</p> <p>2. Guru memeriksa kehadiran siswa melalui absensi.</p> <p>3. Guru mengkondisikan keadaan kelas dan siswa agar siap untuk memulai pembelajaran.</p> <p>4. Guru melaksanakan kegiatan apersepsi dan memberikan motivasi</p>	10 menit
<p>b) Kegiatan Inti</p> <p>Tahap orientasi siswa pada masalah</p> <p>5. Guru membimbing siswa untuk mereview kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan.</p> <p>6. Guru memberikan penjelasan sederhana mengenai rumus molekul dan rumus empirik, serta pereaksi pembatas</p> <p>Tahap mengorganisasi siswa untuk belajar</p> <p>7. Guru membimbing siswa menyiapkan alat dan bahan untuk pengerjaan proyek</p>	70 menit

<p>Tahap membimbing pengalaman individual/kelompok</p> <p>8. Guru memonitor kembali kegiatan dan perkembangan proyek yang dilakukan masing-masing kelompok.</p> <p>Tahap mengembangkan dan menyajikan hasil karya</p> <p>9. Guru membimbing siswa untuk membuat laporan dari hasil kegiatan yang telah dilakukan.</p>	
<p>c) Kegiatan Penutup</p> <p>9. Guru memandu untuk penarikan kesimpulan dapat dilakukan bersama dengan siswa melalui proses diskusi serta memberikan penguatan melalui referensi.</p> <p>10. Guru memberikan penguatan terhadap sikap berdiskusi yang baik, penyampaian dengan bahasa yang baik dan benar</p> <p>11. Guru memberikan penugasan untuk pertemuan selanjutnya.</p>	10 menit

Pertemuan Keempat (2 JP)

Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
<p>a) Kegiatan Pendahuluan</p> <p>1. Guru mengucapkan salam untuk memulai pembelajaran.</p> <p>2. Guru memeriksa kehadiran siswa melalui absensi.</p> <p>3. Guru mengkondisikan keadaan kelas dan siswa agar siap untuk memulai pembelajaran.</p> <p>4. Guru melaksanakan kegiatan apersepsi dan memberikan motivasi</p>	10 menit
<p>b) Kegiatan Inti</p> <p>Tahap orientasi siswa pada masalah</p> <p>5. Guru membimbing siswa untuk mereview materi dan kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan.</p> <p>Tahap mengorganisasi siswa untuk belajar</p> <p>6. Guru membimbing siswa untuk berkumpul dengan kelompok belajar yang telah ditetapkan</p> <p>Tahap membimbing pengalaman individual/kelompok</p> <p>7. Guru membimbing siswa untuk mencari sumber yang kredibel dan relevan untuk memperkuat pendapat kelompok.</p> <p>Tahap mengembangkan dan menyajikan hasil karya</p> <p>8. Guru meminta setiap kelompok untuk mempresentasikan laporan kegiatan yang telah dibuat</p> <p>Tahap menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah</p> <p>9. Guru mengevaluasi dan menganalisis proses pemecahan masalah dengan mengaitkan konsep stoikiometri dalam percobaan.</p> <p>10. Guru membagikan latihan soal untuk dibahas dalam kelompok siswa.</p>	70 menit
<p>c) Kegiatan Penutup</p> <p>8. Guru memandu untuk penarikan kesimpulan dapat dilakukan bersama dengan siswa.</p> <p>9. Guru memberikan penguatan terhadap sikap berdiskusi yang baik, penyampaian dengan bahasa yang baik dan benar</p> <p>10. Guru memberikan latihan soal untuk dikerjakan di rumah</p>	10 menit

Pertemuan Kelima (2 JP)

Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
a) Kegiatan Pendahuluan 1. Guru mengucapkan salam untuk memulai pembelajaran. 2. Guru memeriksa kehadiran siswa melalui absensi. 3. Guru mengkondisikan keadaan kelas dan siswa agar siap untuk memulai pembelajaran. 4. Guru melaksanakan kegiatan apersepsi dan memberikan motivasi	10 menit
b) Kegiatan Inti 5. Guru mengadakan tes untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa 6. Guru membagikan kuesioner berpikir kritis untuk diisi oleh siswa	70 menit
c) Kegiatan Penutup 7. Guru memandu untuk penarikan kesimpulan dapat dilakukan bersama dengan siswa. 8. Guru memberikan penguatan terhadap sikap berdiskusi yang baik, penyampaian dengan bahasa yang baik dan benar 9. Guru memberikan latihan soal untuk dikerjakan di rumah	10 menit

H. Penilaian

- 1) Teknik Penilaian: Pengamatan kelas dan tes tertulis.
- 2) Prosedur Penilaian:

No	Aspek yang dinilai	Teknik Penilaian	Waktu Penilaian
1	Keterampilan Berpikir Kritis: a. Memberikan penjelasan secara sederhana b. Membangun keterampilan dasar c. Menyimpulkan d. Memberikan penjelasan lanjut e. Mengatur strategi dan teknik	Pengamatan Kelas	Selama pembelajaran dan pelaksanaan proyek berlangsung
2	Kognitif: a. Menyelesaikan permasalahan dalam perhitungan kimia dengan menggunakan prinsip konsep mol. b. Menerapkan hitungan kimia dalam persamaan reaksi dan pereaksi pembatas. c. Menentukan rumus empiris dan rumus molekul.	Tes Tertulis	Ulangan Harian Bab Stoikiometri

Jakarta, 27 April 2017

Mengetahui,
 Guru Mapel Kimia
 SMAN 42 Jakarta

Mahasiswa Peneliti

Irwanto Septian, S.Pd

Andika Prasetya

Lampiran 2. Lembar Aktivitas STEM

Lembar Kerja Aktivitas

Kelompok :

Nama Anggota:

I. Judul : Pengaruh Stoikiometri Reaksi Dalam Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah

II. Tujuan

1. Menjelaskan penggunaan konsep stoikiometri reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari.
2. Menentukan massa atau volume zat yang terlibat dalam reaksi kimia berdasarkan konsep mol.
3. Menyimpulkan keterkaitan hasil perhitungan massa atau volume zat yang terlibat dalam reaksi kimia berdasarkan konsep mol.

III. Teori Singkat

Stoikiometri adalah suatu pokok bahasan dalam kimia yang melibatkan keterkaitan reaktan dan produk dalam sebuah reaksi kimia untuk menentukan kuantitas dari setiap zat yang bereaksi.

Biodiesel adalah bahan bakar mesin diesel yang terbuat dari sumberdaya hayati yang berupa minyak lemak nabati atau lemak hewani. Biodiesel dapat dibuat dari transesterifikasi asam lemak. Asam lemak dari minyak lemak nabati direaksikan dengan alkohol menghasilkan ester dan produk samping berupa gliserin.

IV. Alat dan Bahan

- **Alat**

- | | | |
|--------------------|--------------------------|---------------|
| 1. Timbangan | 4. Gelas kimia | 7. Kondensor |
| 2. Hot Plate | 5. Penyaring Buchner | 8. Termometer |
| 3. Batang Pengaduk | 6. Kertas saring whatman | |

- **Bahan**

1. Minyak jelantah
2. Metanol
3. NaOH
4. Akuades

V. Instruksi

1. Berdasarkan alat dan bahan yang telah tersedia, gunakan prosedur yang telah Anda temukan untuk mengubah minyak jelantah menjadi biodiesel!
2. Buatlah larutan metoksid yang akan digunakan sebagai pereaksi dalam pembentukan biodiesel dengan perbandingan yang telah ditentukan!

VI. Pertanyaan

1. Apa fungsi NaOH dalam pembuatan biodiesel? (science)
2. Bagaimana cara untuk mengolah minyak jelantah menjadi biodiesel? Tuliskan langkah-langkahnya! (engineering)
3. Bagaimana prinsip kerja dari penyaring Buchner (vacuum evaporator)? (technology)
4. Jika kita ingin membuat biodiesel dari 7,41mol trigliserida, berapa mL methanol (CH_3OH) yang diperlukan? (Diketahui: massa jenis methanol= $0,7915 \text{ g/cm}^3$; Ar C=12, H=1, O=16) (mathematics)

Lampiran 3. Jawaban Siswa pada Lembar Aktivitas Siswa

Lembar Kerja Aktivitas

Kelompok : 2 (Dua)

Nama Anggota:

1. Abidtar Al-ghifari	5. Pratama Aulia
2. Azhranie	6. M. Rehan
3. Adhbit Dergan	
4. Meliana Putri	

I. Judul : Pengaruh Stoikiometri Reaksi Dalam Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah

II. Tujuan

1. Menjelaskan penggunaan konsep stoikiometri reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari.
2. Menentukan massa atau volume zat yang terlibat dalam reaksi kimia berdasarkan konsep mol.
3. Menyimpulkan keterkaitan hasil perhitungan massa atau volume zat yang terlibat dalam reaksi kimia berdasarkan konsep mol.

III. Teori Singkat

Stoikiometri adalah suatu pokok bahasan dalam kimia yang melibatkan keterkaitan reaktan dan produk dalam sebuah reaksi kimia untuk menentukan kuantitas dari setiap zat yang bereaksi.

Biodiesel adalah bahan bakar mesin diesel yang terbuat dari sumberdaya hayati yang berupa minyak lemak nabati atau lemak hewani. Biodiesel dapat dibuat dari transesterifikasi asam lemak. Asam lemak dari minyak lemak nabati direaksikan dengan alkohol menghasilkan ester dan produk samping berupa gliserin

IV. Alat dan Bahan

- **Alat**

1. Timbangan	4. Gelas kimia	7. Kondensor
2. Hot Plate	5. Penyaring Buchner	8. Termometer
3. Batang Pengaduk	6. Kertas saring whatman	

- **Bahan**

1. Minyak jelantah
2. Metanol
3. NaOH
4. Akuades

V. Instruksi

1. Berdasarkan alat dan bahan yang telah tersedia, gunakan prosedur yang telah Anda temukan untuk mengubah minyak jelantah menjadi biodiesel!
2. Buatlah larutan metoksid yang akan digunakan sebagai pereaksi dalam pembentukan biodiesel dengan perbandingan yang telah ditentukan!

VI. Pertanyaan

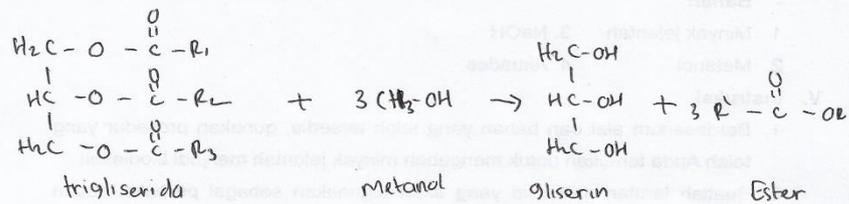
1. Apa fungsi NaOH dalam pembuatan biodiesel? (science)
2. Bagaimana cara untuk mengolah minyak jelantah menjadi biodiesel? Tuliskan langkah-langkahnya! (engineering)
3. Bagaimana prinsip kerja dari penyaring Buchner (vacuum evaporator)? (technology)
4. Jika kita ingin membuat biodiesel dari 7,41 mol trigliserida, berapa mL methanol (CH_3OH) yang diperlukan? (Diketahui: massa jenis methanol = $0,7915 \text{ g/cm}^3$; Ar C=12, H=1, O=16) (mathematics)

VII. Jawaban Pertanyaan

- 1) NaOH dalam percobaan ini digunakan sebagai katalis. Katalis merupakan suatu zat yang dapat mempercepat proses reaksi kimia antara minyak jelantah dengan alkohol tanpa ikut bereaksi. Katalis dapat menurunkan energi aktivasi dalam suatu reaksi, sehingga reaksi tersebut berlangsung lebih cepat.
- 2) Metode yang digunakan dalam pembuatan biodiesel ini ialah dengan menggunakan proses batch, yaitu dengan sistem pencampuran dan pengendapan. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:
 - 1) Mencampurkan metanol 100 mL dengan 1 gram NaOH. Aduk hingga NaOH larut sehingga didapatkan larutan metoksid.
 - 2) Minyak jelantah dipanaskan hingga suhu 55°C .
 - 3) Campurkan larutan metoksid dengan minyak jelantah.
 - 4) Diaduk selama 30 menit dengan suhu dijaga pada $55^\circ - 65^\circ\text{C}$.
 - 5) Masukkan ke dalam botol plastik, dan diamkan selama 1 hari.
 - 6) Pisahkan lapisan biodiesel dari endapan dengan menggunakan penyaring buchner dan pompa vakum.
 - 7) Panaskan hingga suhu 90°C cairan biodiesel yang sudah didapat.

3). Prinsip kerja dari penyaring buchner adalah menyedot udara di dalam corong agar lantan dapat menetes dan menurun, sedangkan padatan tetap berada di dalam corong.

4). Reaksi kimia yang terjadi :



Dit : ~~mol trigliserida = 7,41 mol~~
 mol trigliserida = 7,41 mol
 ρ metanol = 0,7915 g/cm³

Dit : Volume metanol ?

Jawab : Mol metanol = $\frac{3}{1} \times$ mol trigliserida
 $= \frac{3}{1} \times 7,41 = 22,23$ mol
 Massa metanol = mol \times Mr
 $= 22,23 \times 32$
 $= 711,36$ gram

$$V = \frac{M}{\rho} = \frac{711,36 \text{ gram}}{0,7915 \text{ g/cm}^3} = 898,75 \text{ cm}^3 = 898,75 \text{ mL} = 0,9 \text{ L}$$

Lampiran 4. Lembar Validasi Instrumen Soal Berpikir Kritis

Indikator Pencapaian Kompetensi	Soal	Tingkat Kognitif	Kesesuaian
Menganalisis konsep mol untuk penyelesaian persamaan reaksi dan perhitungan kimia	<p>1. Anda adalah seorang ilmuwan forensik yang sedang menyelidiki kasus pembunuhan yang melibatkan penggunaan racun. Korban diracuni dengan senyawa kimia dikloro benzena dengan rumus kimia $C_6H_4Cl_2$. Hasil otopsi menunjukkan bahwa di dalam tubuh korban terdapat sekitar 35 gram racun tersebut.. Tersangka utama adalah istrinya, Suzanne, yang bekerja sebagai profesor kimia di Universitas lokal. Catatan menunjukkan bahwa dia membeli 15 gram benzena (C_6H_6) dua hari sebelum pembunuhan itu. Benzene adalah salah satu senyawa yang dapat digunakan untuk membuat racun tersebut. Tapi dia mengklaim bahwa dia menggunakan benzena tersebut untuk membuat metil benzena ($C_6H_5CH_3$) yang akan digunakan dalam lab-nya. Dia menunjukkan sebuah botol yang berisi 18 gram metil benzena yang ia klaim baru saja dia buat.</p> <p>Setelah penelitian yang luas dalam literatur, Anda menemukan dua reaksi yang terkait dengan kasus ini. Untuk menghasilkan dikloro benzena, reaksi yang terjadi adalah:</p> $Cl_2 + C_6H_6 \rightarrow C_6H_4Cl_2 + H_2$ <p>Untuk menghasilkan metil benzena, reaksi yang terjadi adalah:</p> $CH_4 + C_6H_6 \rightarrow C_6H_5CH_3 + H_2$ <p>Setelah menyetarakan persamaan reaksi, gunakan konsep stoikiometri untuk memecahkan kasus ini. Apakah mungkin menghasilkan 18 gram metil benzena dari 15 gram benzena? Dan apakah mungkin menghasilkan 35 gram dikloro benzena dari 15 gram benzena?</p>	C4	✓

	Berdasarkan perhitungan kimia yang Anda lakukan, jelaskan apakah hasilnya menunjukkan sang istri tidak bersalah atau pelaku pembunuhan!		
Menganalisis konsep mol untuk penyelesaian persamaan reaksi dan perhitungan kimia serta pereaksi pembatas	<p>2. Anda seorang insinyur NASA. Anda adalah <i>chief engineer</i> dalam kapal Apollo 13 yang mengemban misi penerbangan ke bulan. Para astronot mulai kehabisan oksigen dan perlu menyingkirkan karbon dioksida berlebih di dalam kapal. Anda ingat bahwa para astronot memiliki wadah 5 kg natrium hidroksida di dalam kapal. Anda tahu bahwa natrium hidroksida dapat digunakan untuk menghilangkan karbon dioksida sesuai dengan reaksi berikut:</p> $\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ <p>Para astronot memiliki 4 hari tersisa sebelum mereka mendarat di bumi. Anda tahu bahwa ada tiga astronot, dan masing-masing astronot menghasilkan sekitar 500 gram karbon dioksida setiap hari. Apakah ada cukup natrium hidroksida dalam kabin untuk membersihkan udara kabin dari karbon dioksida berlebih, atau para astronot akan meninggal di dalam kapal karena kehabisan oksigen? Kemudian tentukan mana zat yang bertindak sebagai pereaksi pembatas dan massa zat yang tersisa dari reaksi tersebut!</p>	C4	✓
	<p>3. Anda adalah anggota kru pit NASCAR. Pada hari perlombaan Daytona 500, pembalap tim Anda, Darrel, memimpin balapan dengan 20 lap tersisa. Darrel baru saja keluar dari pit, setelah melakukan pengisian bahan bakar. Anda tahu bahwa 25 galon bahan bakar (3,5kg) berada di dalam tangki mobilnya. Di jalan keluar dari pit, Darrell menghubungi Anda melalui radionya dan bertanya, "Apakah aku akan memiliki cukup bahan bakar untuk menyelesaikan 20 lap terakhir atau aku harus membuat pit-stop yang lain?". Anda kemudian mengatakan, "Tunggu! Saya akan membuat beberapa perhitungan dan segera memberitahumu!".</p>	C4	✓

	<p>Informasi yang Anda ketahui terkait penggunaan bahan bakar tersebut adalah:</p> <ul style="list-style-type: none"> Rumus kimia untuk bahan bakar yang digunakan adalah C_5H_{12} dan mengalami reaksi pembakaran di mesin mobil dengan persamaan reaksi: $C_5H_{12} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ Mobil itu menggunakan rata-rata 300 gram oksigen untuk setiap lap. <p>Setelah melakukan perhitungan berdasarkan konsep stoikiometri, Apa yang akan Anda katakan kepada Darrel? "Anda bisa menyelesaikan perlombaan dengan bahan bakar tersebut" Atau "Anda harus datang ke pit sekali lagi!"</p>		
Menganalisis Konsep Mol untuk menentukan rumus molekul senyawa	<p>4. Hujan Asam merupakan salah satu fenomena alam yang terjadi dewasa ini di daerah industri. Normalnya, hujan memiliki pH 5,6 sehingga hujan dengan tingkat pH < 5,6 dapat dikatakan sebagai hujan asam. Tingkat keasaman yang lebih tinggi ini disebabkan karna adanya reaksi dari beberapa gas seperti CO_2, SO_2, dan NO_x membentuk asam karbonat, asam sulfat, dan asam nitrat yang merupakan senyawa asam yang bersifat korosif.</p> <p>Seorang ahli sains mengambil sampel gas yang didapat dari tempat terjadinya hujan asam. Gas tersebut merupakan senyawa oksida nitrogen (N_xO_y). Pada penguraian sempurna 50 mL gas N_xO_y pada suhu dan tekanan tetap, dihasilkan 50 mL nitrogen dioksida dan 25 mL oksigen. Tentukan rumus molekul senyawa tersebut!</p>	C4	✓
Menganalisis konsep mol untuk penyelesaian persamaan reaksi dan	<p>5. Anda seorang ahli kimia farmasi yang bekerja untuk sebuah perusahaan obat yang sedang berkembang. Suatu hari, ketika Anda melakukan penelitian terkait pengobatan kanker, Anda menemukan bahwa senyawa kimia kalsium nitrat, dapat mencegah kanker pada tikus. Anda kemudian merancang obat yang disintesis dari kalsium nitrat untuk</p>	C4	✓

<p>perhitungan kimia</p>	<p>mencegah kanker pada manusia juga. Komunitas medis memuji obat Anda sebagai "keajaiban".</p> <p>Perusahaan obat Anda diminta untuk memproduksi 15 kg obat baru pada akhir tahun ini. Obat ini begitu mahal karena salah satu reaktan, kalsium klorida, memerlukan biaya \$40 per gram. Perusahaan Anda memiliki keterbatasan sumber daya keuangan yang tersedia untuk itu dalam waktu tersebut.</p> <p>Ada tiga reaksi yang dibutuhkan untuk memproduksi obat. Reaksi utama adalah:</p> $\text{CaCl}_2 + \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaCl}$ <p>Dana yang tersedia untuk perusahaan Anda adalah \$40.000 untuk menjalankan proyek ini. Anda membutuhkan 10 kg kalsium nitrat untuk membuat 15 kg obat yang dibutuhkan. Apakah perusahaan Anda memiliki cukup dana untuk menghasilkan kalsium nitrat yang dibutuhkan untuk membuat obat yang diperlukan? Atau apakah perusahaan Anda harus menjual hak untuk obat tersebut kepada perusahaan yang lebih besar dengan dana yang berlimpah?</p>		
--------------------------	---	--	--

Jakarta, 6 April 2017

Validator



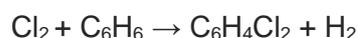
Prof. Dr. Nurbaity, M.Si.
NIP.19470926 197502 2 001

Lampiran 5. Instrumen Soal Berpikir Kritis

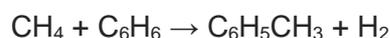
1. Anda adalah seorang ilmuwan forensik yang sedang menyelidiki kasus pembunuhan yang melibatkan penggunaan racun. Korban diracuni dengan senyawa kimia dikloro benzena dengan rumus kimia $C_6H_4Cl_2$. Hasil otopsi menunjukkan bahwa di dalam tubuh korban terdapat sekitar 35 gram racun tersebut.. Tersangka utama adalah istrinya, Suzanne, yang bekerja sebagai profesor kimia di Universitas lokal. Catatan menunjukkan bahwa dia membeli 15 gram benzena (C_6H_6) dua hari sebelum pembunuhan itu. Benzene adalah salah satu senyawa yang dapat digunakan untuk membuat racun tersebut. Tapi dia mengklaim bahwa dia menggunakan benzena tersebut untuk membuat metil benzena ($C_6H_5CH_3$) yang akan digunakan dalam lab-nya. Dia menunjukkan sebuah botol yang berisi 18 gram metil benzena yang ia klaim baru saja dia buat.

Setelah penelitian yang luas dalam literatur, Anda menemukan dua reaksi yang terkait dengan kasus ini.

Untuk menghasilkan dikloro benzena, reaksi yang terjadi adalah:



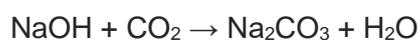
Untuk menghasilkan metil benzena, reaksi yang terjadi adalah:



Setelah menyetarakan persamaan reaksi, gunakan konsep stoikiometri untuk memecahkan kasus ini. Apakah mungkin menghasilkan 18 gram metil benzena dari 15 gram benzena? Dan apakah mungkin menghasilkan 35 gram dikloro benzena dari 15 gram benzena?

Berdasarkan perhitungan kimia yang Anda lakukan, jelaskan apakah hasilnya menunjukkan sang istri tidak bersalah atau pelaku pembunuhan!

2. Anda seorang insinyur NASA. Anda adalah *chief engineer* dalam kapal Apollo 13 yang mengemban misi penerbangan ke bulan. Para astronot mulai kehabisan oksigen dan perlu menyingkirkan karbon dioksida berlebih di dalam kapal. Anda ingat bahwa para astronot memiliki wadah 5 kg natrium hidroksida di dalam kapal. Anda tahu bahwa natrium hidroksida dapat digunakan untuk menghilangkan karbon dioksida sesuai dengan reaksi berikut:



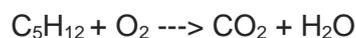
Para astronot memiliki 4 hari tersisa sebelum mereka mendarat di bumi. Anda tahu bahwa ada tiga astronot, dan masing-masing astronot menghasilkan

sekitar 500 gram karbon dioksida setiap hari. Apakah ada cukup natrium hidroksida dalam kabin untuk membersihkan udara kabin dari karbon dioksida berlebih, atau para astronot akan meninggal di dalam kapal karena kehabisan oksigen? Kemudian tentukan mana zat yang bertindak sebagai pereaksi pembatas dan massa zat yang tersisa dari reaksi tersebut!

3. Anda adalah anggota kru pit NASCAR. Pada hari perlombaan Daytona 500, pembalap tim Anda, Darrel, memimpin balapan dengan 20 lap tersisa. Darrel baru saja keluar dari pit, setelah melakukan pengisian bahan bakar. Anda tahu bahwa 25 galon bahan bakar (3,5kg) berada di dalam tangki mobilnya. Di jalan keluar dari pit, Darrell menghubungi Anda melalui radionya dan bertanya, "Apakah aku akan memiliki cukup bahan bakar untuk menyelesaikan 20 lap terakhir atau aku harus membuat pit-stop yang lain?". Anda kemudian mengatakan, "Tunggu! Saya akan membuat beberapa perhitungan dan segera memberitahumu!".

Informasi yang Anda ketahui terkait penggunaan bahan bakar tersebut adalah:

- a) Rumus kimia untuk bahan bakar yang digunakan adalah C_5H_{12} dan mengalami reaksi pembakaran di mesin mobil dengan persamaan reaksi:



- b) Mobil itu menggunakan rata-rata 300 gram oksigen untuk setiap lap.

Setelah melakukan perhitungan berdasarkan konsep stoikiometri, Apa yang akan Anda katakan kepada Darrel? "Anda bisa menyelesaikan perlombaan dengan bahan bakar tersebut" Atau "Anda harus datang ke pit sekali lagi!"

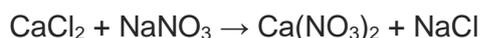
4. Hujan Asam merupakan salah satu fenomena alam yang terjadi dewasa ini di daerah industri. Normalnya, hujan memiliki pH 5,6 sehingga hujan dengan tingkat pH < 5,6 dapat dikatakan sebagai hujan asam. Tingkat keasaman yang lebih tinggi ini disebabkan karena adanya reaksi dari beberapa gas seperti CO_2 , SO_2 , dan NO_x membentuk asam karbonat, asam sulfat, dan asam nitrat yang merupakan senyawa asam yang bersifat korosif.

Seorang ahli sains ingin menganalisis gas dari lokasi terjadinya hujan asam. Gas tersebut merupakan senyawa oksida nitrogen (N_xO_y). Pada penguraian sempurna 50 mL gas N_xO_y pada suhu dan tekanan tetap, dihasilkan 50 mL nitrogen dioksida dan 25 mL oksigen. Tentukan rumus molekul senyawa tersebut!

5. Anda seorang ahli kimia farmasi yang bekerja untuk sebuah perusahaan obat yang sedang berkembang. Suatu hari, ketika Anda melakukan penelitian terkait pengobatan kanker, Anda menemukan bahwa senyawa kimia kalsium nitrat, dapat mencegah kanker pada tikus. Anda kemudian merancang obat yang disintesis dari kalsium nitrat untuk mencegah kanker pada manusia juga. Komunitas medis memuji obat Anda sebagai "keajaiban".

Perusahaan obat Anda diminta untuk memproduksi 15 kg obat baru pada akhir tahun ini. Obat ini begitu mahal karena salah satu reaktan, kalsium klorida, memerlukan biaya \$40 per gram. Perusahaan Anda memiliki keterbatasan sumber daya keuangan yang tersedia untuk itu dalam waktu tersebut.

Ada tiga reaksi yang dibutuhkan untuk memproduksi obat. Reaksi utama adalah:



Dana yang tersedia untuk perusahaan Anda adalah \$40.000 untuk menjalankan proyek ini. Anda membutuhkan 10 kg kalsium nitrat untuk membuat 15 kg obat yang dibutuhkan. Apakah perusahaan Anda memiliki cukup dana untuk menghasilkan kalsium nitrat yang dibutuhkan untuk membuat obat yang diperlukan? Atau apakah perusahaan Anda harus menjual hak untuk obat tersebut kepada perusahaan yang lebih besar dengan dana yang berlimpah?

Lampiran 6. Hasil Tes Berpikir Kritis Siswa

No	Nama	Skor Soal						Total Skor	Nilai	
		1	2	3	4	5	5			6
1	Abidzar Al Ghifari	4	2	3	2	4	4	3	22	73.33
2	Adhbir Devgan.	3	3	4	3	3	3	4	23	76.67
3	Albertus Benedicto	3	3	3	2	3	2	3	19	63.33
4	Alexandra Novira	4	4	3	3	3	3	4	24	80.00
5	Aloisius Andika	3	3	3	3	3	3	3	21	70.00
6	Athaya Aurelia	4	2	4	3	2	3	4	22	73.33
7	Aurelia A.	3	4	3	4	4	3	3	24	80.00
8	Azhranie Putri	4	3	3	4	3	3	4	24	80.00
9	Azizah Nur Wafiqah	3	3	4	3	3	4	3	23	76.67
10	Azzahra Shafa Aini	4	3	4	3	3	4	3	24	80.00
11	Bintang Akbar Prawira	3	3	3	3	3	4	4	23	76.67
12	Cecilia Mia Clarina	3	2	3	3	3	3	3	20	66.67
13	Dhevanni Ramdana	4	3	4	3	3	4	3	24	80.00
14	Fadilah Annisa Aprilia	4	3	3	4	3	3	4	24	80.00
15	Febiana Putri Riyadi	3	2	4	3	4	3	3	22	73.33
16	Garry Yefta	3	3	4	2	3	4	3	22	73.33
17	Gilang Aditya	2	3	3	2	3	3	4	20	66.67
18	Hana Nabilah Aprilia	3	2	2	3	4	2	3	19	63.33
19	Hani Nur Afifah	3	3	3	3	2	4	3	21	70.00
20	Jasmine Annisa	3	2	2	2	3	3	3	18	60.00
21	Khoir Sanjaya Siregar	3	3	4	3	3	3	4	23	76.67
22	Meliana Putri	2	3	3	4	2	3	3	20	66.67
23	Michael Mario	3	2	2	4	3	3	3	20	66.67
24	Muhammad Alwi	2	3	3	2	4	3	3	20	66.67

25	Muhammad Ircham	3	3	3	3	3	3	3	21	70.00
26	Muhammad Reihan	3	3	3	2	4	2	2	19	63.33
27	Muhammad Yusuf	2	4	2	3	2	2	3	18	60.00
28	Oktaviandi Prasetyo	3	3	3	3	3	3	3	21	70.00
29	Pratama Auliasyah	3	3	4	2	3	3	2	20	66.67
30	Rafi Nur Ramadhan	3	3	3	2	3	3	3	20	66.67
31	Riza Aulia Permana	2	3	4	2	3	3	3	20	66.67
32	Salma Aya Sofia	2	2	3	3	4	2	3	19	63.33
33	Sesilia Ivena	3	2	4	2	3	3	3	20	66.67
34	Shafira Salsabila	2	3	3	3	3	3	3	20	66.67
35	Sitti Laila Az-zahra	3	3	3	2	3	2	2	18	60.00
36	Winda Narilia	2	2	3	2	3	3	3	18	60.00
Jumlah per indikator		107	101	115	100	111	109	113	756	2520.00
Rata-rata Indikator		74.31	70.14	79.86	69.44	77.08	75.69	78.47		
RATA-RATA SKOR DAN NILAI									21.00	70.00

Lampiran 7. Lembar Observasi Kemampuan Berpikir Kritis Siswa

Lembar Observasi Pertemuan 1

Nama Sekolah: SMAN 42 Jakarta

Hari/Tanggal :

Kelas : X MIPA 3

Observer :

No	Aspek Berpikir Kritis	Indikator dan Sub Indikator Berpikir Kritis	Beri Tanda Ceklis			
			4	3	2	1
1	Memberikan Penjelasan Sederhana	1. Memfokuskan Pertanyaan a) Siswa dapat mengidentifikasi atau merumuskan kriteria kemungkinan jawaban b) Siswa dapat menjaga kondisi berpikir selama pembelajaran				
		2. Bertanya dan Menjawab Pertanyaan a) Siswa dapat memberikan penjelasan sederhana mengenai pertanyaan yang diberikan b) Siswa mengajukan pertanyaan untuk mengklarifikasi atau menjelaskan				
2	Membangun Keterampilan Dasar	3. Mempertimbangkan Kredibilitas Sumber a) Siswa dapat menggunakan informasi dari sumber yang kredibel untuk memperkuat alasan b) Siswa dapat mempertimbangkan kesesuaian sumber dengan pembelajaran yang sedang berlangsung				
3	Menyimpulkan	4. Menginduksi dan Mempertimbangkan Hasil Induksi a) Siswa dapat mengemukakan hipotesis awal terhadap kegiatan yang akan dilakukan b) Siswa dapat menyimpulkan pembelajaran yang telah dilakukan				

Lembar Observasi Pertemuan 1

Nama Sekolah: SMAN 42 Jakarta
Kelas : X MIPA 3

Hari/Tanggal :
Observer :

Hal-hal yang diamati:

1. Apakah selama pembelajaran siswa dapat memfokuskan pikirannya dan aktif dalam mengajukan pertanyaan tentang materi yang diajarkan?
2. Apakah siswa dapat merumuskan kriteria yang mungkin dalam menjawab pertanyaan dan dapat menjelaskannya?
3. Apakah selama pembelajaran siswa berusaha menemukan informasi yang sesuai dari sumber yang kredibel?
4. Apakah siswa dapat membuat kesimpulan dari pembelajaran yang dilakukan?
5. Dapatkah siswa mengemukakan hipotesis awal tentang percobaan yang akan dilakukan?

Lembar Observasi Pertemuan 2

Nama Sekolah: SMAN 42 Jakarta

Hari/Tanggal :

Kelas : X MIPA 3

Observer :

No	Aspek Berpikir Kritis	Indikator dan Sub Indikator Berpikir Kritis	Beri Tanda Ceklis			
			4	3	2	1
1	Memberikan Penjelasan Sederhana	1. Memfokuskan Pertanyaan a) Siswa dapat mengidentifikasi atau merumuskan kriteria kemungkinan jawaban b) Siswa dapat menjaga kondisi berpikir selama pembelajaran				
		2. Bertanya dan Menjawab Pertanyaan a) Siswa dapat memberikan penjelasan sederhana mengenai pertanyaan yang diberikan b) Siswa mengajukan pertanyaan untuk mengklarifikasi atau menjelaskan				
2	Membangun Keterampilan Dasar	3. Mempertimbangkan Kredibilitas Sumber a) Siswa dapat menggunakan informasi dari sumber yang kredibel untuk memperkuat alasan b) Siswa dapat mempertimbangkan kesesuaian sumber dengan pembelajaran yang sedang berlangsung c) Siswa dapat melaksanakan kegiatan percobaan dengan prosedur yang tepat				
		4. Mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi a) Mengamati gejala-gejala yang terjadi akibat pengaruh stoikiometri reaksi b) Mencatat hasil observasi ke dalam data pengamatan				
3	Menyimpulkan	5. Menginduksi dan Mempertimbangkan Hasil Induksi a) Siswa dapat mengemukakan hipotesis awal terhadap kegiatan yang akan dilakukan b) Siswa dapat merancang eksperimen dengan benar c) Siswa dapat menyimpulkan pembelajaran yang telah dilakukan				
4	Memberikan Penjelasan Lanjut	6. Mendefinisikan Istilah dan Mempertimbangkan Suatu Definisi a) Mengidentifikasi ketidakbenaran yang disengaja b) Memberikan penjelasan lanjut terhadap ketidakbenaran yang ditemukan				
5	Mengatur Strategi dan Teknik	7. Menentukan Suatu Tindakan a) Mengungkap permasalahan dalam percobaan b) Mengamati penerapan stoikiometri dalam percobaan				
		8. Berinteraksi dengan Orang Lain a) Menyampaikan argument yang baik dalam diskusi b) Menghargai pendapat orang lain dalam kelompok				

Lembar Observasi Pertemuan 2

Nama Sekolah: SMAN 42 Jakarta
Kelas : X MIPA 3

Hari/Tanggal :
Observer :

Hal-hal yang diamati:

1. Apakah selama pembelajaran siswa dapat memfokuskan pikirannya dan aktif dalam mengajukan pertanyaan tentang materi yang diajarkan?
2. Apakah siswa dapat merumuskan kriteria yang mungkin dalam menjawab pertanyaan dan dapat menjelaskannya?
3. Apakah selama pembelajaran siswa berusaha menemukan informasi yang sesuai dari sumber yang kredibel?
4. Selama kegiatan berlangsung, apakah siswa aktif mengikuti percobaan sesuai dengan prosedur yang diberikan?
5. Apakah siswa mencatat hal-hal yang ditemukan dalam percobaan ke dalam tabel pengamatan?
6. Apakah siswa dapat merancang eksperimennya dengan mempertimbangkan alat dan bahan yang tersedia?
7. Apakah siswa dapat mengungkap dan menjelaskan ketidakbenaran yang disengaja dalam percobaan?
8. Dapatkah siswa mengungkap permasalahan stoikiometri reaksi yang terjadi dalam percobaan?
9. Apakah siswa aktif berdiskusi dan saling menghargai pendapat dalam kelompok?
10. Apakah siswa dapat membuat kesimpulan dari pembelajaran yang dilakukan?

Lembar Observasi Pertemuan 3

Nama Sekolah: SMAN 42 Jakarta

Hari/Tanggal :

Kelas : X MIPA 3

Observer :

No	Aspek Berpikir Kritis	Indikator dan Sub Indikator Berpikir Kritis	Beri Tanda Ceklis			
			4	3	2	1
1	Memberikan Penjelasan Sederhana	1. Memfokuskan Pertanyaan a) Siswa dapat mengidentifikasi atau merumuskan kriteria kemungkinan jawaban b) Siswa dapat menjaga kondisi berpikir selama pembelajaran				
		2. Bertanya dan Menjawab Pertanyaan a) Siswa dapat memberikan penjelasan sederhana mengenai pertanyaan yang diberikan b) Siswa mengajukan pertanyaan untuk mengklarifikasi atau menjelaskan				
2	Membangun Keterampilan Dasar	3. Mempertimbangkan Kredibilitas Sumber a) Siswa dapat menggunakan informasi dari sumber yang kredibel untuk memperkuat alasan b) Siswa dapat mempertimbangkan kesesuaian sumber dengan pembelajaran yang sedang berlangsung c) Siswa dapat melaksanakan kegiatan percobaan dengan prosedur yang tepat				
		4. Mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi a) Mengamati gejala-gejala yang terjadi akibat pengaruh stoikiometri reaksi b) Mencatat hasil observasi ke dalam data pengamatan c) Menggunakan teknologi				
3	Menyimpulkan	5. Menginduksi dan Mempertimbangkan Hasil Induksi a) Siswa dapat mengemukakan hipotesis awal terhadap kegiatan yang akan dilakukan b) Siswa dapat merancang eksperimen dengan benar c) Siswa dapat menyimpulkan pembelajaran yang telah dilakukan				
4	Memberikan Penjelasan Lanjut	6. Mendefinisikan Istilah dan Mempertimbangkan Suatu Definisi a) Mengidentifikasi ketidakbenaran yang disengaja b) Memberikan penjelasan lanjut terhadap ketidakbenaran yang ditemukan				
5	Mengatur Strategi dan Teknik	7. Menentukan Suatu Tindakan a) Mengungkap permasalahan dalam percobaan b) Memilih kriteria untuk mempertimbangkan solusi yang mungkin				
		8. Berinteraksi dengan Orang Lain a) Menyampaikan argument yang baik dalam diskusi b) Menghargai pendapat orang lain dalam kelompok				

Lembar Observasi Pertemuan 3

Nama Sekolah: SMAN 42 Jakarta
Kelas : X MIPA 3

Hari/Tanggal :
Observer :

Hal-hal yang diamati:

1. Apakah selama pembelajaran siswa dapat memfokuskan pikirannya dan aktif dalam mengajukan pertanyaan tentang materi yang diajarkan?
2. Apakah siswa dapat merumuskan kriteria yang mungkin dalam menjawab pertanyaan dan dapat menjelaskannya?
3. Apakah selama pembelajaran siswa berusaha menemukan informasi yang sesuai dari sumber yang kredibel?
4. Selama kegiatan berlangsung, apakah siswa aktif mengikuti percobaan sesuai dengan prosedur yang diberikan?
5. Apakah siswa mencatat hal-hal yang ditemukan dalam percobaan ke dalam tabel pengamatan?
6. Apakah siswa dapat memahami prinsip kerja dan fungsi dari teknologi yang digunakan? Dan dapatkah siswa menggunakannya?
7. Apakah siswa dapat mengungkap dan menjelaskan ketidakbenaran yang disengaja dalam percobaan?
8. Dapatkah siswa mengungkap permasalahan stoikiometri reaksi yang terjadi dalam percobaan?
9. Apakah siswa aktif berdiskusi dan saling menghargai pendapat dalam kelompok?
10. Apakah siswa dapat membuat kesimpulan dari pembelajaran yang dilakukan?

Lembar Observasi Pertemuan 4

Nama Sekolah : SMAN 42 Jakarta
Kelas : X MIPA 3

Hari/Tanggal :
Observer :

No	Aspek Berpikir Kritis	Indikator Berpikir Kritis	Beri Tanda Ceklis			
			4	3	2	1
1	Memberikan Penjelasan Sederhana	1. Memfokuskan Pertanyaan a) Siswa dapat mengidentifikasi atau merumuskan kriteria kemungkinan jawaban b) Siswa dapat menjaga kondisi berpikir selama pembelajaran				
		2. Bertanya dan Menjawab Pertanyaan a) Siswa dapat memberikan penjelasan sederhana mengenai pertanyaan yang diberikan b) Siswa mengajukan pertanyaan untuk mengklarifikasi atau menjelaskan				
2	Membangun Keterampilan Dasar	3. Mempertimbangkan Kredibilitas Sumber a) Siswa dapat menggunakan informasi dari sumber yang kredibel untuk memperkuat alasan b) Siswa dapat mempertimbangkan kesesuaian sumber dengan pembelajaran yang sedang berlangsung				
		4. Mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi a) Menggunakan waktu yang singkat antara observasi dan laporan b) Melaporkan hasil observasi c) Mempertanggungjawabkan hasil observasi				
3	Menyimpulkan	5. Menginduksi dan Mempertimbangkan Hasil Induksi a) Mengemukakan hal-hal umum yang ditemukan b) Siswa dapat menyimpulkan sesuai fakta				
4	Memberikan Penjelasan Lanjut	6. Mendefinisikan Istilah dan Mempertimbangkan Suatu Definisi a) Mengidentifikasi ketidakbenaran yang disengaja b) Memberikan penjelasan lanjut terhadap ketidakbenaran yang ditemukan				
5	Mengatur Strategi dan Teknik	7. Menentukan Suatu Tindakan a) Mengungkap permasalahan dalam percobaan b) Memilih kriteria untuk mempertimbangkan solusi yang mungkin				
		8. Berinteraksi dengan Orang Lain a) Menyampaikan argument yang baik dalam diskusi b) Menghargai pendapat orang lain dalam kelompok				

Lembar Observasi Pertemuan 4

Nama Sekolah: SMAN 42 Jakarta
Kelas : X MIPA 3

Hari/Tanggal :
Observer :

Hal-hal yang diamati:

1. Apakah selama pembelajaran siswa dapat memfokuskan pikirannya dan aktif dalam mengajukan pertanyaan tentang materi yang diajarkan?
2. Apakah siswa dapat merumuskan kriteria yang mungkin dalam menjawab pertanyaan dan dapat menjelaskannya?
3. Apakah selama pembelajaran siswa berusaha menemukan informasi yang sesuai dari sumber yang kredibel?
4. Apakah siswa dapat menyelesaikan laporan observasi tepat waktu? Dan dapatkah siswa melaporkan hasil observasinya dengan baik?
5. Apakah siswa mengklasifikasikan aspek-aspek STEM dalam percobaan?
6. Apakah siswa dapat mengungkap dan menjelaskan hal-hal umum yang terdapat dalam percobaan?
7. Apakah siswa dapat membuat kesimpulan dari pembelajaran yang dilakukan?

Lampiran 8. Hasil Observasi Kemampuan Berpikir Kritis Siswa

A. Pertemuan I

Indikator Berpikir Kritis	Sub Indikator Berpikir Kritis	Kelompok Siswa	Skor				Persen (%)
			4	3	2	1	
Memfokuskan Pertanyaan	Mengidentifikasi atau merumuskan kriteria kemungkinan jawaban	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4		√			
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6			√		
	Menjaga kondisi berpikir	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4		√			
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6		√			
JUMLAH PERSENTASE			4	7	1		81,25%
Bertanya dan Menjawab Pertanyaan	Memberikan penjelasan sederhana	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4			√		
		Kelompok 5		√			
		Kelompok 6			√		
	Mengajukan pertanyaan untuk mengklarifikasi atau menjelaskan	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4			√		
		Kelompok 5		√			
		Kelompok 6		√			
JUMLAH PERSENTASE			1	8	3		70,83%
Mempertimbangkan Kredibilitas Sumber	Menggunakan informasi dari sumber yang kredibel untuk memperkuat alasan	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4		√			
		Kelompok 5		√			
		Kelompok 6		√			
	Mempertimbangkan kesesuaian sumber dengan pembelajaran	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5		√			
		Kelompok 6		√			
JUMLAH PERSENTASE			3	9			81,25%
Menginduksi dan Mempertimbangkan Hasil Induksi	Mengemukakan hipotesis	Kelompok 1			√		
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4			√		
		Kelompok 5		√			
		Kelompok 6		√			
	Menyimpulkan pembelajaran	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6			√		
JUMLAH PERSENTASE			4	5	3		77,07%

B. Pertemuan II

Indikator Berpikir Kritis	Sub Indikator Berpikir Kritis	Kelompok Siswa	Skor				Persen (%)
			4	3	2	1	
Memfokuskan Pertanyaan	Mengidentifikasi atau merumuskan kriteria kemungkinan jawaban	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4		√			
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6		√			
	Menjaga kondisi berpikir	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6		√			
JUMLAH PERSENTASE			6	6			87,5%
Bertanya dan Menjawab Pertanyaan	Memberikan penjelasan sederhana	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4		√			
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6		√			
	Mengajukan pertanyaan untuk mengklarifikasi atau menjelaskan	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4			√		
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6		√			
JUMLAH PERSENTASE			5	6	1		83,3%
Mempertimbangkan Kredibilitas Sumber	Menggunakan informasi dari sumber yang kredibel untuk memperkuat alasan	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5		√			
		Kelompok 6		√			
	Mempertimbangkan kesesuaian sumber dengan pembelajaran	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5		√			
		Kelompok 6		√			
	Meggunakan Prosedur yang Tepat	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5		√			
		Kelompok 6	√				
JUMLAH PERSENTASE			8	10			86,11%
Mengobservasi dan Mempertimbangkan Hasil Observasi	Mengamati gejala-gejala yang terjadi dalam percobaan	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2			√		
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5		√			
		Kelompok 6		√			
	Mencatat hasil observasi ke dalam data pengamatan	Kelompok 1			√		
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6		√			
JUMLAH PERSENTASE			3	7	2		77,09%
	Mengemukakan hipotesis	Kelompok 1			√		

Menginduksi dan Mempertimbangkan Hasil Induksi		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4			√		
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6		√			
						√	
	Merancang Eksperimen	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6				√	
	Menyimpulkan pembelajaran	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3		√			
Kelompok 4		√					
Kelompok 5		√					
Kelompok 6			√				
JUMLAH PERSENTASE			9	6	3		83,3%
Mendefinisikan Istilah dan Mempertimbangkan Suatu Definisi	Mengidentifikasi ketidakbenaran yang disengaja	Kelompok 1			√		
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5		√			
		Kelompok 6			√		
	Memberikan penjelasan lanjut	Kelompok 1			√		
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4		√			
Kelompok 5	√						
Kelompok 6				√			
JUMLAH PERSENTASE			3	5	4		72,92%
Menentukan Suatu Tindakan	Mengungkap Permasalahan	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2			√		
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4		√			
		Kelompok 5			√		
		Kelompok 6			√		
	Mengamati penerapan stoikiometri dalam percobaan	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4		√			
Kelompok 5				√			
Kelompok 6		√					
JUMLAH PERSENTASE			2	6	4		70,83%
Berinteraksi dengan Orang Lain	Menyampaikan Argument	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6		√			
	Menghargai Pendapat Orang Lain	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4	√				
Kelompok 5		√					
Kelompok 6		√					
JUMLAH PERSENTASE			5	7			85,4%

C. Pertemuan III

Indikator Berpikir Kritis	Sub Indikator Berpikir Kritis	Kelompok Siswa	Skor				Persen (%)
			4	3	2	1	
Memfokuskan Pertanyaan	Mengidentifikasi atau merumuskan kriteria kemungkinan jawaban	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6		√			
	Menjaga kondisi berpikir	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3			√		
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6		√			
JUMLAH PERSENTASE			8	3	1		89,59%
Bertanya dan Menjawab Pertanyaan	Memberikan penjelasan sederhana	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5		√			
		Kelompok 6		√			
	Mengajukan pertanyaan untuk mengklarifikasi atau menjelaskan	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4		√			
		Kelompok 5		√			
		Kelompok 6		√			
JUMLAH PERSENTASE			5	7			85,4%
Mempertimbangkan Kredibilitas Sumber	Menggunakan informasi dari sumber yang kredibel untuk memperkuat alasan	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5		√			
		Kelompok 6		√			
	Mempertimbangkan kesesuaian sumber dengan pembelajaran	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5		√			
		Kelompok 6		√			
	Meggunakan Prosedur yang Tepat	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3		√			
Kelompok 4		√					
Kelompok 5			√				
Kelompok 6		√					
JUMLAH PERSENTASE			9	9			87,5%
Mengobservasi dan Mempertimbangkan Hasil Observasi	Mengamati gejala-gejala yang terjadi dalam percobaan	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3			√		
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5		√			
		Kelompok 6		√			
	Mencatat hasil observasi ke dalam data pengamatan	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6		√			
	Menggunakan Teknologi	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2	√				

		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4		√			
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6			√		
JUMLAH PERSENTASE			8	8	2		83,3%
Menginduksi dan Mempertimbangkan Hasil Induksi	Mengemukakan hipotesis	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4			√		
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6		√			
	Merancang Eksperimen	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6		√			
	Menyimpulkan pembelajaran	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3		√			
Kelompok 4		√					
Kelompok 5		√					
Kelompok 6			√				
JUMLAH PERSENTASE			12	5	1		90,3%
Mendefinisikan Istilah dan Mempertimbangkan Suatu Definisi	Mengidentifikasi ketidakbenaran yang disengaja	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5			√		
		Kelompok 6		√			
	Memberikan penjelasan lanjut	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4		√			
Kelompok 5	√						
Kelompok 6			√				
JUMLAH PERSENTASE			3	7	2		77,1%
Menentukan Suatu Tindakan	Mengungkap Permasalahan	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4		√			
		Kelompok 5			√		
		Kelompok 6		√			
	Mengamati penerapan stoikiometri dalam percobaan	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4		√			
Kelompok 5		√					
Kelompok 6		√					
JUMLAH PERSENTASE			3	8	1		79,2%
Berinteraksi dengan Orang Lain	Menyampaikan Argument	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5		√			
		Kelompok 6		√			
	Menghargai Pendapat Orang Lain	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4	√				
Kelompok 5		√					
Kelompok 6	√						
JUMLAH PERSENTASE			6	6			87,5%

D. Pertemuan IV

Indikator Berpikir Kritis	Sub Indikator Berpikir Kritis	Kelompok Siswa	Skor				Persen (%)
			4	3	2	1	
Memfokuskan Pertanyaan	Mengidentifikasi atau merumuskan kriteria kemungkinan jawaban	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4		√			
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6		√			
	Menjaga kondisi berpikir	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4			√		
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6	√				
JUMLAH PERSENTASE			6	5	1		85,4%
Bertanya dan Menjawab Pertanyaan	Memberikan penjelasan sederhana	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5		√			
		Kelompok 6	√				
	Mengajukan pertanyaan untuk mengklarifikasi atau menjelaskan	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4		√			
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6		√			
JUMLAH PERSENTASE			7	5			89,6%
Mempertimbangkan Kredibilitas Sumber	Menggunakan informasi dari sumber yang kredibel untuk memperkuat alasan	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6	√				
	Mempertimbangkan kesesuaian sumber dengan pembelajaran	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5		√			
		Kelompok 6		√			
JUMLAH PERSENTASE			8	4			91,67%
Mengobservasi dan Mempertimbangkan Hasil Observasi	Menggunakan waktu yang singkat antara observasi dan laporan	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4			√		
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6		√			
	Melaporkan hasil observasi	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6		√			
	Mempertanggungjawabkan hasil observasi	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6		√			
JUMLAH PERSENTASE			12	5	1		90,3%
		Kelompok 1		√			

Menginduksi dan Mempertimbangkan Hasil Induksi	Mengemukakan hal-hal umum yang ditemukan	Kelompok 2		√			
		Kelompok 3			√		
		Kelompok 4			√		
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6			√		
		Kelompok 1		√			
	Menyimpulkan sesuai fakta	Kelompok 2	√				
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4		√			
		Kelompok 5	√				
		Kelompok 6	√				
JUMLAH PERSENTASE			5	4	3		79,17%
Mendefinisikan Istilah dan Mempertimbangkan Suatu Definisi	Mengidentifikasi ketidakbenaran yang disengaja	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4		√			
		Kelompok 5		√			
		Kelompok 6		√			
	Memberikan penjelasan lanjut	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5	√				
Kelompok 6		√					
JUMLAH PERSENTASE			4	8			83,3%
Menentukan Suatu Tindakan	Mengungkap Permasalahan	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2	√				
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4		√			
		Kelompok 5		√			
		Kelompok 6		√			
	Memilih kriteria untuk mempertimbangkan solusi yang mungkin	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4		√			
		Kelompok 5		√			
Kelompok 6		√					
Jumlah Persentase			4	8			83,3%
Berinteraksi dengan Orang Lain	Menyampaikan Argument	Kelompok 1		√			
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3		√			
		Kelompok 4	√				
		Kelompok 5		√			
		Kelompok 6		√			
	Menghargai Pendapat Orang Lain	Kelompok 1	√				
		Kelompok 2		√			
		Kelompok 3	√				
		Kelompok 4		√			
		Kelompok 5		√			
Kelompok 6	√						
JUMLAH PERSENTASE			4	8			83,3%

Lembar Observasi Pertemuan 1

Nama Sekolah: SMAN 42 Jakarta
Kelas : X MIPA 3

Hari/Tanggal : Kamis, 27 April 2019
Observer : Risky Andia

Hal-hal yang diamati:

1. Apakah selama pembelajaran siswa dapat memfokuskan pikirannya dan aktif dalam mengajukan pertanyaan tentang materi yang diajarkan?
2. Apakah siswa dapat merumuskan kriteria yang mungkin dalam menjawab pertanyaan dan dapat menjelaskannya?
3. Apakah selama pembelajaran siswa berusaha menemukan informasi yang sesuai dari sumber yang kredibel?
4. Apakah siswa dapat membuat kesimpulan dari pembelajaran yang dilakukan?
5. Dapatkah siswa mengemukakan hipotesis awal tentang percobaan yang akan dilakukan?

Jawaban

1. Iya, siswa mengajukan beberapa pertanyaan yg muncul dalam pembelajaran dan siswa fokus dlm pembelajaran
2. Iya, sebagian siswa dapat memberikan penjelasan singkat dari jawaban yg dibuat dgn mempertimbangkan langkah-langkah penyelesaian secara tepat
3. Iya, siswa menggunakan sumber yg seperti buku paket, internet, dll.
4. terdapat beberapa siswa yg belum mampu menyimpulkan pembelajaran namun sebagian besar sudah dapat membuat kesimpulan
5. pada pertemuan ini, hanya sebagian siswa yg dapat membuat hipotesis awal mengenai kegiatan yg dilakukan.

Lembar Observasi Pertemuan 3

Nama Sekolah: SMAN 42 Jakarta
Kelas : X MIPA 3

Hari/Tanggal : Kamis, 4 Mei 2017
Observer : Husky Amelza

Hal-hal yang diamati:

1. Apakah selama pembelajaran siswa dapat memfokuskan pikirannya dan aktif dalam mengajukan pertanyaan tentang materi yang diajarkan?
2. Apakah siswa dapat merumuskan kriteria yang mungkin dalam menjawab pertanyaan dan dapat menjelaskannya?
3. Apakah selama pembelajaran siswa berusaha menemukan informasi yang sesuai dari sumber yang kredibel?
4. Selama kegiatan berlangsung, apakah siswa aktif mengikuti percobaan sesuai dengan prosedur yang diberikan?
5. Apakah siswa mencatat hal-hal yang ditemukan dalam percobaan ke dalam tabel pengamatan?
6. Apakah siswa dapat memahami prinsip kerja dan fungsi dari teknologi yang digunakan? Dan dapatkah siswa menggunakannya?
7. Apakah siswa dapat mengungkap dan menjelaskan ketidakbenaran yang disengaja dalam percobaan?
8. Dapatkah siswa mengungkap permasalahan stoikiometri reaksi yang terjadi dalam percobaan?
9. Apakah siswa aktif berdiskusi dan saling menghargai pendapat dalam kelompok?
10. Apakah siswa dapat membuat kesimpulan dari pembelajaran yang dilakukan?

1. siswa sangat fokus dan berdiskusi dan muncul pertanyaan dlm diskusi
2. siswa memberikan penjelasan singkat terhadap pertanyaan yg muncul
3. Iya siswa menggunakan sumber yg relevan dan kredibel
4. Iya siswa melaksanakan kegiatan eksperimen dgn prosedur yg telah diberikan
5. Sebagian besar kelompok sudah membuat tabel pengamatan untuk mencatat data yg didapatkan
6. sebagian siswa sudah memahami prinsip dan teknologi yg digunakan, namun beberapa kelompok yg lain terlalu paham menggunakan teknologi tersebut karena waktu
8. Iya siswa dpt mengungkap permasalahan stoikiometri reaksi dlm percobaan
7. Iya siswa dpt mengungkap ketidakbenaran sengaja dlm kegiatan
9. siswa sangat aktif berdiskusi, bertukar pikiran dan saling menghargai
10. Iya, sebagian besar siswa dapat memberikan kesimpulan dari pembelajaran yg dilakukan

**Lampiran 9. Lembar Observasi Penerapan Pendekatan STEM dengan
*Problem Based Learning***

LEMBAR OBSERVASI

**Penerapan Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and
Mathematics*) Berbasis *Problem Based Learning* dalam Upaya
Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi
Stoikiometri di SMAN 42 Jakarta**

**Nama Sekolah: SMAN 42 Jakarta
Kelas : X MIPA 3**

**Hari/Tanggal :
Observer :**

Hal yang diamati	Keterangan
<p>Proses Pembelajaran:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Orientasi siswa pada masalah 2. Mengorganisasi siswa untuk belajar 3. Membimbing pengalaman individual atau kelompok 4. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya 5. Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah 6. Integrasi STEM dalam pembelajaran 	

Jakarta, 2017

Observer

LEMBAR OBSERVASI
Penerapan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Berbasis Problem Based Learning dalam Upaya Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Stoikiometri di SMAN 42 Jakarta

Nama Sekolah: SMAN 42 Jakarta
 Kelas : X MIPA 3

Hari/Tanggal : Kamis, 4 Mei 2017
 Observer : Rizky Amalia

Hal yang diamati	Keterangan
<p>Proses Pembelajaran:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Orientasi siswa pada masalah 2. Mengorganisasi siswa untuk belajar 3. Membimbing pengalaman individual atau kelompok 4. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya 5. Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah 6. Integrasi STEM dalam pembelajaran 	<p>Pada pertemuan ini, siswa melanjutkan kegiatan aktivitas pembelajaran STEM. Siswa melaksanakan kegiatan eksperimen dan menguraikan prosedur yg telah ditentukan untuk pemisahan dan pemurnian biodiesel dgn tepat. Siswa jg sangat aktif mencari berbagai sumber kredibel dan relevan dgn kegiatan yg sedang dilakukan. Siswa juga aktif mencari sumber untuk memeriksa jawaban mereka tentang pertanyaan yang terdapat dalam lembar aktivitas STEM. Secara keseluruhan, indikator berpikir kritis yg paling menonjol adalah mempertimbangan kredibilitas sumber. Integrasi pada STEM pada pembelajaran ini:</p> <ul style="list-style-type: none"> *sains : siswa memahami prinsip dlm reaksi kimia dan fungsi penambahan katalis *Teknologi : siswa memahami prinsip penggunaan pompa vakum dan penyangg bufer dalam proses pemisahan biodiesel

- engineering : siswa memahami langkah-langkah dlm pembuatan biodiesel dgn metode pengendapan dan pemisahan
- matematika : siswa memahami prinsip perhitungan kimia dlm percobaan

Jakarta, 4 Mei 2017

Observer


Rizky Amalia

Lampiran 11. Reflektif Jurnal Siswa

A. Reflektif Jurnal Pertemuan I

1. Menurut pendapat Anda, bagaimana pembelajaran kimia hari ini?
2. Apakah Anda dapat menjaga fokus berpikir selama pembelajaran?
3. Apa yang Anda pertimbangkan dalam memilih sumber belajar selain dari buku paket yang Anda miliki?
4. Dapatkah Anda membuat kesimpulan dari pembelajaran hari ini? Contohkan!

B. Reflektif Jurnal Pertemuan II

1. Menurut pendapat Anda, bagaimana pembelajaran kimia hari ini?
2. Apakah Anda dapat menjaga fokus berpikir selama pembelajaran?
3. Apakah Anda melakukan mengikuti prosedur percobaan yang tepat?
4. Apakah Anda dapat membuat rancangan proses pembuatan biodiesel dengan mengaitkan aspek STEM di dalamnya?
5. Dapatkah Anda menyampaikan ide dan mendengarkan pendapat dari teman sekelompok?

C. Reflektif Jurnal Pertemuan III

1. Dapatkah Anda menjaga fokus berpikir selama kegiatan berlangsung?
2. Apakah Anda menggunakan sumber yang relevan dan kredibel untuk menemukan jawaban dari permasalahan yang Anda temukan? Berikan contoh sumber yang Anda gunakan!
3. Apakah Anda memahami prinsip dan kegunaan dari teknologi yang digunakan dalam kegiatan? Jelaskan!
4. Ketidakbenaran apa yang Anda temukan dalam percobaan? Jelaskan!
5. Dapatkah Anda memberikan solusi untuk mengatasi ketidakbenaran yang Anda temukan? Jelaskan!

D. Reflektif Jurnal Pertemuan IV

1. Dapatkah Anda menjaga fokus berpikir selama kegiatan presentasi dilakukan?
2. Apakah kalian menggunakan sumber yang kredibel untuk memperkuat pendapat Anda? Berikan contohnya!
3. Dapatkah Anda mengungkap permasalahan yang disebabkan oleh faktor stoikiometri dalam percobaan? Jelaskan!
4. Dapatkah Anda memberikan kesimpulan dari kegiatan yang telah dilakukan?

Jasmine Annisa

X MIPA 3

No. :

Date: 4 Mei 2017

- 1) Awal pembelajaran kurang fokus karena baru selesai olah raga, namun setelah mulai praktikum lagi saya dapat menjaga fokus berpikir saya, karena menarik untuk saya
- 2) Iya, saya dan kelompok menggunakan sumber dari beberapa jurnal yang kami dapatkan di internet karena lebih terpercaya infonya, karena sudah terbukti kebenarannya.
- 3) Iya, saya memahami prinsip dan kegunaan dari pompa vakum dan pemurnian buchner yang digunakan dalam proses pemisahan biodiesel.
- 4) Ketidaktepatan yang saya temukan yaitu volume pereaksi yang digunakan perbandingannya tidak sesuai.
- 5) Stoikiometri reaksi mempengaruhi biodiesel yang dihasilkan

Lampiran 13. Lembar Validasi Instrumen Kuesioner Berpikir Kritis

LEMBAR VALIDASI KUISIONER

Tema : Bepikir Kritis
 Adaptasi dari : Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Pembelajaran Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit Dengan Metode Praktikum oleh Herti Patmawati, S.Pd

Indikator	Pernyataan	Kesesuaian Dengan Indikator		Kesesuaian Bahasa		Komentar
		Ya	Tidak	Ya	Tidak	
Memfokuskan pertanyaan	Dengan model pembelajaran yang telah dilakukan (STEM = Science, Technology, Engineering, and Mathematic), membuat saya dapat merumuskan kriteria untuk mempertimbangkan kemungkinan jawaban permasalahan yang terjadi dalam percobaan	✓		✓		
	Dengan model pembelajaran yang telah dilakukan, membuat saya dapat tetap fokus berpikir terhadap permasalahan yang terjadi dalam percobaan..	✓		✓		
	Dengan model pembelajaran yang telah dilakukan, tidak mempengaruhi kemampuan saya dalam mempertimbangkan kemungkinan jawaban dari permasalahan yang terjadi dalam percobaan	✓		✓		
	Dengan model pembelajaran yang telah dilakukan, membuat pembelajaran menjadi lebih sulit sehingga saya tidak mampu untuk tetap fokus dalam berpikir	✓		✓		

Bertanya dan Menjawab Pertanyaan	Dengan model pembelajaran yang telah dilakukan, saya bisa memberikan penjelasan sederhana tentang konsep stoikiometri dalam kegiatan yang dilakukan	✓		✓		
	Dengan model pembelajaran yang telah dilakukan, konsep penggunaan stoikiometri dalam kehidupan dapat lebih mudah dipahami	✓		✓		
	Dengan model pembelajaran yang telah dilakukan, melatih saya untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang dibahas dalam lembar aktivitas siswa	✓		✓		
	Menurut saya model pembelajaran yang telah dilakukan, tidak bermanfaat dalam pembelajaran kimia karena tidak menjelaskan materi yang dibahas.	✓		✓		
	Saya mudah memahami pelajaran kimia walaupun tidak menggunakan model pembelajaran yang telah dilakukan.	✓		✓		
	Dengan model pembelajaran yang telah dilakukan, membuat saya kebingungan memahami materi yang diajarkan	✓		✓		
Mempertimbangkan Kredibilitas sumber	Menurut saya suatu percobaan harus direncanakan dengan menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan	✓		✓		
	Menurut saya pelaksanaan percobaan tidak perlu direncanakan dengan baik karena hasilnya selalu gagal	✓		✓		
	Saya mempertimbangkan prosedur yang tepat dalam pembuatan biodiesel sesuai dengan alat dan bahan yang tersedia	✓		✓		

	Menurut saya percobaan dalam aktivitas pembelajaran STEM sangat rumit dan berbahaya untuk kesehatan sehingga saya malas mengikuti kegiatan tersebut	✓		✓		
	Pelaksanaan percobaan dalam aktivitas pembelajaran STEM sangat menarik sehingga membuat saya lebih aktif dalam mengikuti pembelajaran kimia	✓		✓		
Mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi	Melalui aktivitas pembelajaran STEM saya bisa mengobservasi dan mengamati gejala-gejala yang terjadi selama percobaan berlangsung.	✓		✓		
	Selama pelaksanaan percobaan saya tidak bisa mengamati gejala-gejala yang terjadi karena membingungkan	✓		✓		
	Saya dapat mempresentasikan hasil pengamatan yang didapat selama percobaan berlangsung	✓		✓		
	Saya tidak dapat mempresentasikan hasil pengamatan yang didapat karna saya tidak melakukan pengamatan dengan benar	✓		✓		
	Menurut saya mengamati perbandingan stoikiometri reaksi sangat penting dalam pembuatan biodiesel	✓		✓		
	Menurut saya, dalam pembuatan biodiesel cukup mengikuti prosedur pembuatannya saja tanpa perlu memperhatikan stoikiometri reaksi kimia	✓		✓		
	Selama kegiatan pembelajaran berlangsung, saya dapat memahami prinsip dan kegunaan dari teknologi yang digunakan dalam percobaan	✓		✓		

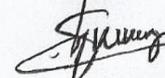
	Saya tidak mengerti penggunaan dan prinsip dari teknologi yang digunakan dalam percobaan	✓		✓		
Menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi	Saya menyadari bahwa keterkaitan aspek STEM dalam pembelajaran perlu diuji kebenarannya untuk memperoleh bukti yang benar dengan cara melaksanakan percobaan	✓		✓		
	Menurut saya, merangkai alat dan melakukan percobaan pembuatan biodiesel dapat melatih keterampilan	✓		✓		
	Saya menyuruh orang lain untuk melaksanakan percobaan pembuatan biodiesel karena terlalu rumit	✓		✓		
	Saya menarik kesimpulan sesuai dengan fakta-fakta yang relevan dengan gejala yang saya amati selama proses percobaan	✓		✓		
	Saya selalu mengubah fakta dan data-data ketika pelaksanaan praktikum berlangsung	✓		✓		
	Menurut saya model STEM dalam pembelajaran kimia tidak perlu karena tidak ada kaitannya dengan materi pembelajaran	✓		✓		
	Saya dapat menduga keterkaitan Sains, Teknologi, Engineering, dan Matematika dalam percobaan pembuatan biodiesel	✓		✓		
	Saya tidak dapat menduga keterkaitan Sains, Teknologi, Engineering, dan Matematika dalam percobaan pembuatan biodiesel	✓		✓		

Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi	Setelah melakukan percobaan, saya dapat mengklasifikasikan keterkaitan aspek STEM dalam pembuatan biodiesel	✓		✓		
	Melalui aktivitas pembelajaran STEM, saya dapat menjelaskan pengaruh stoikiometri reaksi kimia dalam pembuatan biodiesel	✓		✓		
	Saya tidak dapat mengklasifikasikan keterkaitan aspek STEM karna terlalu rumit dan membingungkan	✓		✓		
	Saya tidak dapat menjelaskan pengaruh stoikiometri reaksi kimia dalam pembuatan biodiesel karena saya tidak mengerti keterkaitan konsep stoikiometri reaksi dalam percobaan	✓		✓		
Menentukan Suatu Tindakan	Saya dapat mengungkap permasalahan yang terjadi dalam percobaan saya	✓		✓		
	Saya tidak dapat mengungkap permasalahan yang terjadi dalam percobaan karena saya tidak memahami konsepnya dengan baik	✓		✓		
	Saya dapat mempertimbangkan solusi mengenai permasalahan yang terjadi selama kegiatan pembuatan biodiesel	✓		✓		
	Saya kesulitan untuk mempertimbangkan solusi mengenai permasalahan yang terjadi karna saya tidak terlalu memahami kegiatan yang dilakukan	✓		✓		
Berinteraksi dengan orang lain	Saya suka jika guru melaksanakan pembelajaran kimia dengan pendekatan STEM karena bermanfaat dalam penerapan kehidupan sehari-hari	✓		✓		

Saya tidak suka jika guru melaksanakan pembelajaran kimia dengan pendekatan STEM karena merepotkan	✓		✓		
Saya dapat menyampaikan argumen dengan teman satu kelompok saat melakukan praktikum	✓		✓		
Saya lebih senang menyimpan argument saya karna saya tidak suka diskusi	✓		✓		
Saya menghargai dan mendengarkan saat teman saya mengutarakan pendapat	✓		✓		
Saya tidak suka mendengarkan pendapat teman saya karena tidak sesuai fakta	✓		✓		

Jakarta 11 April 2017

Validator



Prof. Dr. Nurbaity, M.Si.
NIP.19470926 197502 2 001

Lampiran 14. Instrumen Kuesioner Berpikir Kritis Siswa

LEMBAR KUESIONER SISWA TERHADAP PEMBELAJARAN KIMIA MATERI STOIKIOMETRI BERBASIS STEM

Petunjuk Pengisian:

- A. Bacalah petunjuk pengisian sebelum mengisi angket
- B. Sebelum menjawab, bacalah terlebih dahulu setiap pertanyaan dengan teliti, kemudian berikan respons (jawaban) kalian terhadap masing-masing pertanyaan.
- C. Berikan tanda checklist (v) pada kolom yang sesuai dengan pilihan.
- D. Berikan saran dan kritik pada kolom yang sudah disediakan
- E. Angket ini tidak berpengaruh pada nilai, jadi mohon bantuannya untuk mengisi dengan benar.

Keterangan:

SS = Sangat Setuju

S = Setuju

TS = Tidak Setuju

STS = Sangat Tidak Setuju

No	Pernyataan	SS	S	TS	STS
1	Dengan model pembelajaran yang telah dilakukan (STEM = Science, Technology, Engineering, and Mathematic), membuat saya dapat merumuskan kriteria untuk mempertimbangkan kemungkinan jawaban permasalahan yang terjadi dalam percobaan				
2	Dengan model pembelajaran yang telah dilakukan, membuat saya dapat tetap fokus berpikir terhadap permasalahan yang terjadi dalam percobaan.				
3	Dengan model pembelajaran yang telah dilakukan, tidak mempengaruhi kemampuan saya dalam mempertimbangkan kemungkinan jawaban dari permasalahan yang terjadi dalam percobaan				
4	Dengan model pembelajaran yang telah dilakukan, membuat pembelajaran menjadi lebih sulit sehingga saya tidak mampu untuk tetap fokus dalam berpikir				
5	Dengan model pembelajaran yang telah dilakukan, saya bisa memberikan penjelasan sederhana tentang konsep stoikiometri dalam kegiatan yang dilakukan				
6	Dengan model pembelajaran yang telah dilakukan, konsep penggunaan stoikiometri dalam kehidupan dapat lebih mudah dipahami				
7	Dengan model pembelajaran yang telah dilakukan, melatih saya untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang dibahas dalam lembar aktivitas siswa				
8	Menurut saya model pembelajaran yang telah dilakukan, tidak bermanfaat dalam pembelajaran kimia karena tidak menjelaskan materi yang dibahas.				

9	Saya mudah memahami pelajaran kimia walaupun tidak menggunakan model pembelajaran yang telah dilakukan.				
10	Dengan model pembelajaran yang telah dilakukan, membuat saya kebingungan memahami materi yang diajarkan				
11	Menurut saya suatu percobaan harus direncanakan dengan menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan				
12	Menurut saya pelaksanaan percobaan tidak perlu direncanakan dengan baik karena hasilnya selalu gagal				
13	Saya mempertimbangkan prosedur yang tepat dalam pembuatan biodiesel sesuai dengan alat dan bahan yang tersedia				
14	Menurut saya percobaan dalam aktivitas pembelajaran STEM sangat rumit dan berbahaya untuk kesehatan sehingga saya malas mengikuti kegiatan tersebut				
15	Pelaksanaan percobaan dalam aktivitas pembelajaran STEM sangat menarik sehingga membuat saya lebih aktif dalam mengikuti pembelajaran kimia				
16	Melalui aktivitas pembelajaran STEM saya bisa mengobservasi dan mengamati gejala-gejala yang terjadi selama percobaan berlangsung.				
17	Selama pelaksanaan percobaan saya tidak bisa mengamati gejala-gejala yang terjadi karena membingungkan				
18	Saya dapat mempresentasikan hasil pengamatan yang didapat selama percobaan berlangsung				
19	Saya tidak dapat mempresentasikan hasil pengamatan yang didapat karena saya tidak melakukan pengamatan dengan benar				
20	Menurut saya mengamati perbandingan stoikiometri reaksi sangat penting dalam pembuatan biodiesel				
21	Menurut saya, dalam pembuatan biodiesel cukup mengikuti prosedur pembuatannya saja tanpa perlu memperhatikan stoikiometri reaksi kimia				
22	Saya menyadari bahwa keterkaitan aspek STEM dalam pembelajaran perlu diuji kebenarannya untuk memperoleh bukti yang benar dengan cara melaksanakan percobaan				
23	Menurut saya, merangkai alat dan melakukan percobaan pembuatan biodiesel dapat melatih keterampilan				
24	Saya menyuruh orang lain untuk melaksanakan percobaan pembuatan biodiesel karena terlalu rumit				
25	Saya menarik kesimpulan sesuai dengan fakta-fakta yang relevan dengan gejala yang saya amati selama proses percobaan				
26	Saya selalu mengubah fakta dan data-data ketika pelaksanaan praktikum berlangsung				
27	Menurut saya model STEM dalam pembelajaran kimia tidak perlu karena tidak ada kaitannya dengan materi pembelajaran				
28	Setelah melakukan percobaan, saya dapat mengklasifikasikan keterkaitan aspek STEM dalam pembuatan biodiesel				
29	Melalui aktivitas pembelajaran STEM, saya dapat menjelaskan pengaruh stoikiometri reaksi kimia dalam pembuatan biodiesel				
30	Saya tidak dapat mengklasifikasikan keterkaitan aspek STEM karena terlalu rumit dan membingungkan				
31	Saya tidak dapat menjelaskan pengaruh stoikiometri reaksi kimia dalam pembuatan biodiesel karena saya tidak mengerti keterkaitan konsep stoikiometri reaksi dalam percobaan				
32	Saya dapat menyampaikan argumen dengan teman satu kelompok saat melakukan praktikum				
33	Saya menghargai dan mendengarkan saat teman saya mengutarakan pendapat				
34	Saya lebih senang menyimpan argument saya karena saya tidak suka diskusi				
35	Saya tidak suka mendengarkan pendapat teman saya karena tidak sesuai fakta				
36	Saya dapat menduga keterkaitan Sains, Teknologi, Engineering, dan Matematika dalam percobaan pembuatan biodiesel				

37	Saya tidak dapat menduga keterkaitan Sains, Teknologi, Engineering, dan Matematika dalam percobaan pembuatan biodiesel				
38	Selama kegiatan pembelajaran berlangsung, saya dapat memahami prinsip dan kegunaan dari teknologi yang digunakan dalam percobaan				
39	Saya tidak mengerti penggunaan dan prinsip dari teknologi yang digunakan dalam percobaan				
40	Saya dapat mengungkap permasalahan yang terjadi dalam percobaan saya				
41	Saya tidak dapat mengungkapkan permasalahan yang terjadi dalam percobaan karena saya tidak memahami konsepnya dengan baik				
42	Saya dapat mempertimbangkan solusi mengenai permasalahan yang terjadi selama kegiatan pembuatan biodiesel				
43	Saya kesulitan untuk mempertimbangkan solusi mengenai permasalahan yang terjadi karena saya tidak terlalu memahami kegiatan yang dilakukan				
44	Saya suka jika guru melaksanakan pembelajaran kimia dengan pendekatan STEM karena bermanfaat dalam penerapan kehidupan sehari-hari				
45	Saya tidak suka jika guru melaksanakan pembelajaran kimia dengan pendekatan STEM karena merepotkan				

20	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2
21	3	3	4	3	3	3	3	2	2	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	
22	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
23	3	2	3	2	3	3	3	2	2	2	3	4	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3
24	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
25	3	2	3	2	3	3	3	2	2	2	3	4	4	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3
26	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	3	3	2	3	3	3	3	3	3
27	3	3	2	4	2	2	3	3	3	3	3	4	3	4	3	2	3	3	4	3	4	2	
28	3	3	2	2	2	3	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
28	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3
30	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3
31	3	3	2	2	3	3	3	2	3	2	3	3	4	2	3	3	2	3	2	3	2	3	3
32	4	3	1	3	3	2	3	3	1	3	3	4	4	3	3	2	2	3	4	3	3	3	3
33	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3
34	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3
35	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3
36	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	2	4	2	3	4	4	4	4
	110	106	87	105	99	99	108	90	92	104	123	130	126	117	112	102	104	106	110	114	106	108	
	76.4	73.6	60.4	72.9	68.8	68.8	75	62.5	63.9	72.2	85.4	90	88	81.3	77.8	70.8	72.2	73.6	76.4	79.2	73.6	75	

B. Hasil Kuesioner Poin 23-45

NO	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	+	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1	4	3	1	4	3	2	4	4	4	4	3	4	4	2	1	4	4	3	4	4	4	3	4
2	3	4	3	4	3	2	2	2	3	4	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3

3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	
4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	4	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4
5	3	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4
6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	2	3	3	
7	3	3	3	3	2	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	2	2	
8	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	3	4	2	3	3	4	4	
9	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3
10	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	
11	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	4	2	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4	
12	4	4	3	4	3	3	4	4	3	2	2	4	2	3	4	3	4	3	3	4	3	4	4	
13	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	2	2	3	3	3	3	4	3	4	3	
14	3	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
15	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	
16	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
17	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	
18	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	
19	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	
20	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	
21	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	2	3	4	4	3	4	3	3	4	3	1	
22	3	4	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	
23	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	
24	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
25	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	
26	3	3	3	3	4	3	3	3	2	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
27	3	4	2	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	2	2	3	2	2	3	3	

28	4	3	2	3	2	2	3	2	2	4	4	4	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2
28	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	2	2	2	3	3	2	3	3	4	3	3
30	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	2	4	3
31	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2
32	3	4	3	4	3	2	3	3	3	3	3	4	4	3	3	2	3	2	4	2	3	3	3
33	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3
34	3	3	3	3	3	2	3	2	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3
35	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3
36	4	4	3	4	4	2	4	3	3	4	4	4	2	2	2	3	3	2	3	3	3	2	2
	113	125	107	120	115	101	114	107	104	123	119	128	112	102	103	109	109	104	113	111	108	111	107
	78.5	86.8	74.3	83.3	79.9	70.1	79.2	74.3	72.2	85.4	82.6	89	78	70.8	71.5	75.7	75.7	72.2	78.5	77.1	75	77.1	74.3

Lampiran 16. Protokol Wawancara

Protokol Wawancara Siswa Terhadap Penerapan Pembelajaran Berbasis STEM dalam Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis

Pertanyaan Umum

1. Bagaimana menurut pendapat kamu mengenai pembelajaran kimia hari ini?
2. Menurut kamu, apakah pembelajaran dengan pendekatan STEM layak untuk diterapkan dalam pembelajaran kimia?

Indikator Memfokuskan Pertanyaan

1. Apakah selama pembelajaran kamu dapat menjaga fokus dan kondisi berpikir kamu?
2. Apakah kamu dapat merumuskan suatu kemungkinan jawaban dari permasalahan ataupun pertanyaan-pertanyaan yang diberikan?

Indikator Bertanya dan Menjawab Pertanyaan

1. Apakah selama pembelajaran dengan pendekatan STEM, membuat kamu menjadi lebih aktif bertanya untuk mengklarifikasi kebenaran dari pengetahuan yang kamu dapatkan?
2. Apakah kamu menjadi lebih aktif untuk memberikan penjelasan terkait jawaban yang kamu ajukan, jika ada teman kamu yang bertanya tentang konsep yang menjadi dasar jawaban kamu?

Indikator Mempertimbangkan Kredibilitas Sumber

1. Apakah kamu selalu mempertimbangkan kualitas dari sumber yang kamu gunakan dalam pembelajaran?
2. Apa yang menjadi pertimbangan kamu dalam menggunakan sumber belajar?
3. Apakah selama melaksanakan percobaan, kamu menggunakan prosedur percobaan dengan tepat?

Indikator Mengobservasi dan Mempertimbangkan Hasil Observasi

1. Apakah selama percobaan, kamu mengamati setiap hal yang terjadi dan membandingkannya dengan hasil kelompok lain?

Indikator Menginduksi dan Mempertimbangkan Hasil Induksi

1. Dapatkah kamu membuat suatu dugaan awal mengenai kegiatan yang akan kamu lakukan?
2. Apakah kamu dapat membuat rancangan eksperimen pembuatan biodiesel dengan mengaitan aspek-aspek STEM?
3. Dapatkah kamu menyimpulkan hasil dari pembelajaran hari ini?

Indikator Mendefinisikan Istilah dan Mempertimbangkan Suatu Definisi

1. Apakah kamu mengetahui ketidakbenaran yang sengaja dibuat dalam percobaan?
2. Dapatkah memberikan penjelasan lebih detail dari ketidakbenaran yang kamu temukan tersebut?

Indikator Berinteraksi dengan Orang Lain

1. Apakah selama diskusi kelompok, kamu dapat menyampaikan ide kamu ke teman kelompok kamu?
2. Ketika ada teman kamu yang menyampaikan idenya, apa yang kamu lakukan? Dan bagaimana kamu menyanggah ide teman kamu?

dengan kegiatan yang dilakukan, jadi saya coba untuk memastikan dengan bertanya

- AA : saya juga sama pak, tadi saya belum terlalu paham tentang fungsi pemanasan minyak saat direaksikan dengan alkohol, jadi saya coba bertanya ke teman saya
- AP : adakah diantara kalian yang selama diskusi kelompok tadi dapat memberikan penjelasan ke temannya yang bertanya?
- AZ : saya pak. tadi saya sempat beberapa kali menjelaskan ke teman saya tentang fungsi penambahan NaOH
- AP : Seperti apa kamu menjelaskannya?
- AZ : Saya menjelaskan bahwa penambahan NaOH itu untuk mempercepat reaksi, karena si NaOH itu merupakan katalis yang memberikan semacam jalan pintas gitu pak jadi reaksinya bisa lebih cepat
- AP : oke azhranie good. Sekarang apakah selama percobaan tadi kalian mengikuti prosedur percobaan dengan tepat?
- AA : iyaa pak saya dan kelompok mengikuti langkah-langkah yang ada di prosedur karena nanti kalo ga sesuai takut bahaya gitu pak
- HN : iyaa pak saya juga mengikuti langkah demi langkahnya sesuai dengan prosedur, karena takut gagal percobaannya
- FA : iyaa saya juga mengikuti setiap prosedur yang diberikan pak
- AP : selama percobaan, apa saja yang kalian amati? Kalian bisa menemukan pengaruh stoikiometri reaksi kah?
- AU : saya mengamati tadi saat pencampuran minyak dengan larutan metoksid, terdapat seperti busa-busa gitu, karena setelah saya cari, terjadi reaksi penyabunan gitu pak. Nah terus hasil akhirnya setelah saya lihat, ada beberapa kelompok yang hasilnya cuman kaya busa gitu doang ada juga yang banyak larutannya, sepertinya ini pengaruh dari perbandingan antara volume pereaksi yang digunakan yang mempengaruhi stoikometri reaksinya.
- AP : oke bagus sekali, apakah kalian mencatat apa yang kalian amati ke dalam tabel pengamatan?
- AA : iyaa pak kita catat apa yang kita temukan, tapi awalnya ga dalam bentuk tabel
- HN : sama pak, saya mencatat tp tidak dalam bentuk tabel

- FA : kalau saya dari awal sudah buat tabel supaya lebih rapih dan mudah
- AU : kelompok saya juga sama pak dalam bentuk tabel mencatat hasil pengamatannya
- AZ : saya dari awal mencatat data pengamatannya sudah dalam bentuk tabel juga
- AP : selanjutnya, apakah kalian aktif menyampaikan pendapat kalian dalam kelompok atau mendengarkan pendapat teman kalian?
- AU : saya beberapa kali menyampaikan pendapat saya, dan kalau teman yang berbicara itu logis dan bahasanya ga kasar, saya pasti akan mendengarkan pak
- HN : saya lebih senang mendengarkan pendapat teman saya pak selama itu logis. Jadi saya ada pengetahuan baru
- AP : oke baik kalau begitu, saya rasa cukup. Terima kasih untuk waktunya ya
- ALL : sama-sama pak

Lampiran 20. Tabel Analisis Data

No	Indikator	Koding	Sumber Data	Tanggal	Responden
1	Memfokuskan Pertanyaan	"Siswa terlihat aktif dan sangat fokus pada saat pembelajaran"	Lembar Observasi	27 April 2017	Observer 1
		"siswa aktif bertanya selama pembelajaran dan sebagian besar dapat memberikan penjelasan jawaban mereka"	Lembar Observasi	27 April 2017	Observer 2
		"siswa sudah dapat menentukan kriteria-kriteria untuk jawaban dari persoalan yang diberikan dengan baik"	Lembar Observasi	27 April 2017	Observer 2
		"siswa sangat fokus dalam melaksanakan tugas yang sudah dibagi-bagi oleh kelompok masing-masing"	Lembar Observasi	28 April 2017	Observer 1
		"siswa nampak fokus menjalankan praktikum dan mendiskusikan pertanyaan yang diajukan seputar praktikum"	Lembar Observasi	28 April 2017	Observer 2
		"ya, saya selalu fokus pada percobaan yang saya dilakukan....."	Reflektif Jurnal Siswa	28 April 2017	Siswa 36
		"siswa tidak kehilangan fokus meskipun percobaannya gagal, justru menjadi lebih ingin tahu untuk mencari penyebab gagalnya percobaan mereka"	Lembar Observasi	4 Mei 2017	Observer 1
		"sebagian siswa fokus mencari informasi dari berbagai sumber untuk menganalisis kemungkinan penyebab gagalnya percobaan, dan sebagian lagi fokus dalam melanjutkan percobaannya"	Lembar Observasi	4 Mei 2017	Observer 2
		"siswa nampak fokus mendengarkan penjelasan yang disampaikan oleh masing-masing kelompok"	Lembar Observasi	5 Mei 2017	Observer 2
2	Bertanya dan Menjawab Pertanyaan	"siswa aktif bertanya dalam pembelajaran dan sebagian besar dapat memberikan penjelasan jawaban mereka"	Lembar Observasi	27 April 2017	Observer 1
		"Siswa dapat memberikan penjelasan dari jawaban mereka tentang pertanyaan yang diberikan"	Lembar Observasi	27 April 2017	Observer 2
		"siswa dapat memberikan penjelasan kepada teman sekelompoknya dengan baik"	Lembar Observasi	28 April 2017	Observer 1
		"situasi diskusi yang terlihat sangat menarik, di dalam kelompok, ada siswa yang nampak aktif menjelaskan pandangannya, dan sebagian lagi bertanya untuk memastikan pemahamannya"	Lembar Observasi	28 April 2017	Observer 1
		"siswa saling memberikan penjelasan dan bertukar informasi mengenai apa yang diketahuinya tentang pertanyaan yang ada di lembar aktivitas"	Lembar Observasi	4 Mei 2017	Observer 1
		"siswa sudah terbiasa untuk saling menjelaskan gagasan yang dimiliki untuk didiskusikan dengan teman sekelompok"	Lembar Observasi	4 Mei 2017	Observer 2

		“setiap kelompok dapat memberikan penjelasan dengan baik terhadap pertanyaan yang diberikan oleh kelompok lain”	Lembar Observasi	5 Mei 2017	Observer 1
3	Mempertimbangkan Kredibilitas Sumber	“siswa menggunakan beberapa sumber informasi seperti buku paket kimia, e-book, maupun sumber-sumber dari jurnal yang tersebar di internet”	Lembar Observasi	27 April 2017	Observer 2
		“sebagian kelompok siswa awalnya menggunakan informasi dari blogspot, namun kemudian berhasil menemukan jurnal-jurnal yang relevan terkait pembuatan biodiesel”	Lembar Observasi	27 April 2017	Observer 1
		“dalam pembelajaran saya mencoba mencari sumber di internet untuk memperkuat jawaban jika saya masih ragu”	Wawancara Siswa	27 April 2017	Siswa 23
		“siswa menggunakan sumber yang terpercaya seperti e-book ataupun jurnal untuk menjawab pertanyaan pada lembar aktivitas”	Lembar Observasi	4 Mei 2017	Observer 1
		“siswa melanjutkan praktikum dengan mengikuti prosedur yang diberikan dan menggunakan sumber yang kredibel untuk menjawab pertanyaan”	Lembar Observasi	4 Mei 2017	Observer 1
		“siswa mencari banyak sumber sebagai media penunjang mereka dalam menemukan informasi untuk memperkuat gagasan siswa”	Lembar Observasi	5 Mei 2017	Observer 2
		“siswa antusias mengikuti praktikum dan memperhatikan setiap langkah dalam prosedur pembuatan biodiesel”	Lembar Observasi	28 April 2017	Observer 1
		“siswa lebih memperhatikan kredibilitas sumber yang digunakan untuk menjawab pertanyaan yang muncul tentang praktikum yang dilakukan”	Lembar Observasi	28 April 2017	Observer 1
		“siswa memperkuat jawaban dengan menggunakan informasi dari berbagai sumber yang kredibel”	Lembar Observasi	5 Mei 2017	Observer 1
4	Menginduksi dan Mempertimbangkan Hasil Induksi	“terdapat beberapa kelompok yang belum dapat membuat hipotesis awal, namun sebagian besar kelompok sudah dapat membuat hipotesis awal dari kegiatan yang akan dilakukan”	Lembar Observasi	27 April 2017	Observer 2
		“siswa dapat menyimpulkan pembelajaran dengan baik”	Lembar Observasi	27 April 2017	Observer 1
		“saya dapat menyimpulkan pembelajaran hari ini....”	Reflektif Jurnal Siswa	27 April 2017	Siswa 24
		“siswa dapat merancang percobaan dengan baik dan membuat kesimpulan dari percobaan yang dilakukan”	Lembar Observasi	28 April 2017	Observer 1
		“siswa dapat membuat hipotesis awal setelah dapat merancang eksperimennya, dan kemudian membuat sebuah kesimpulan dari hasil percobaan yang didapat”	Lembar Observasi	28 April 2017	Observer 1

		"... saya dapat mengklasifikasikan aspek STEM pada kegiatan hari ini"	Reflektif Jurnal Siswa	4 Mei 2017	Siswa 15
		"siswa dapat mengklasifikasi aspek-aspek STEM dalam percobaan dengan benar"	Lembar Observasi	4 Mei 2017	Observer 2
		"siswa dapat menyimpulkan kegiatan yang telah dilakukan dan membuat klasifikasi aspek-aspek STEM dengan benar"	Lembar Observasi	4 Mei 2017	Observer 1
		"hanya sedikit hal-hal umum yang dibahas oleh siswa, namun siswa sudah dapat menyimpulkan percobaan sesuai fakta"	Lembar Observasi	5 Mei 2017	Observer 1
		"seluruh kelompok dapat menjelaskan dengan rinci pengaruh stoikiometri reaksi yang ada dalam percobaan"	Lembar Observasi	5 Mei 2017	Observer 2
5	Mengobservasi dan Mempertimbangkan Laporan Observasi	"siswa melakukan pengamatan dengan baik dan mencatat hasil yang didapat ke dalam tabel pengamatan"	Lembar Observasi	28 April 2017	Observer 1
		"sebagian besar siswa mencatat hasil pengamatan ke dalam tabel pengamatan dan membandingkannya dengan kelompok lain untuk menemukan pengaruh dari stoikiometri reaksi"	Lembar Observasi	28 April 2017	Observer 2
		"siswa telah memahami prinsip, fungsi dan penggunaan teknologi yang digunakan"	Lembar Observasi	4 Mei 2017	Observer 2
		"sebagian besar siswa sudah memahami prinsip dan kegunaan teknologi, namun ada beberapa siswa yang belum terlalu mengerti cara penggunaannya"	Lembar Observasi	4 Mei 2017	Observer 1
		"siswa mempresentasikan hasil kerja mereka dengan baik"	Lembar Observasi	4 Mei 2017	Observer 1
		"hampir seluruh kelompok, dapat mempresentasikan hasil diskusi kelompok yang mereka lakukan"	Lembar Observasi	4 Mei 2017	Observer 2
		"siswa mengumpulkan laporan praktikum tepat waktu dan mempresentasikannya dengan baik"	Lembar Observasi	5 Mei 2017	Observer 1
		"siswa mempertanggungjawabkan hasil observasinya dengan mengumpulkan laporan tepat waktu dan mempresentasikannya"	Lembar Observasi	5 Mei 2017	Observer 2
		"saya merasa sudah mempresentasikan hasil pengamatan kelompok saya dengan baik"	Wawancara Siswa	5 Mei 2017	Siswa 40
		"saya menyiapkan cukup baik untuk presentasi itu, jadi saya merasa yakin saat presentasi"	Wawancara Siswa	5 Mei 2017	Siswa 8
6	Mendefinisikan Istilah dan Mempertimbangkan Suatu Definisi	"siswa dapat menjelaskan dengan detail pengaruh dari stoikiometri reaksi terhadap hasil percobaan"	Lembar Observasi	28 April 2017	Observer 1

		"siswa mampu mengidentifikasi ketidakbenaran yang disengaja dan mampu menjelaskannya dengan lebih rinci"	Lembar Observasi	28 April 2017	Observer 1
		"siswa dapat menjelaskan dengan lebih rinci permasalahan yang ada dan prinsip dari pompa vakum"	Lembar Observasi	4 Mei 2017	Observer 1
		"hampir seluruh siswa memahami permasalahan yang dirancang dan penggunaan teknologi yang digunakan"	Lembar Observasi	4 Mei 2017	Observer 2
7	Menentukan Suatu Tindakan	"siswa masih kurang tanggap dalam mengungkap permasalahan yang mungkin terjadi dalam percobaan"	Lembar Observasi	28 April 2017	Observer 1
		"siswa dapat menentukan pengaruh dan penerapan dari stoikiometri reaksi pada percobaan, namun masih kurang dalam mengungkap permasalahan yang lain"	Lembar Observasi	28 April 2017	Observer 1
		"siswa menggunakan konsep mol untuk menyelesaikan perhitungan kimia dan mempertimbangkan sebuah solusi dari gagalnya percobaan"	Lembar Observasi	4 Mei 2017	Observer 1
		"siswa mampu menyelesaikan permasalahan yang ada dengan menghubungkan konsep mol dalam membuat solusi"	Lembar Observasi	4 Mei 2017	Observer 2

		"hampir sebagian besar kelompok siswa dapat menemukan solusi yang bisa digunakan untuk mengatasi permasalahan yang terjadi dalam percobaan"	Lembar Observasi	5 Mei 2017	Observer 2
8	Berinteraksi dengan Orang Lain	"siswa aktif berdiskusi dan saling menghargai pendapat satu sama lain"	Lembar Observasi	28 April 2017	Observer 1
		"siswa nampak senang dan antusias berdiskusi dengan teman sekelompoknya"	Lembar Observasi	28 April 2017	Observer 2
		"saya senang menyampaikan dan saling berbagi ide dalam diskusi kelompok"	Wawancara Siswa	5 Mei 2017	Siswa 11
		"siswa aktif berdiskusi dan saling bertukar pikiran saat diskusi kelompok"	Lembar Observasi	5 Mei 2017	Observer 1
		"siswa dapat menyampaikan pendapatnya saat diskusi kelompok dan terdapat sikap saling menghargai antar anggota"	Lembar Observasi	5 Mei 2017	Observer 2
		"saya senang bekerja kelompok, ga sendirian kerjanya, jadi lebih cepet dan juga bisa tukar pikiran satu sama lain"	Wawancara Siswa	5 Mei 2017	Siswa 6
		"saya senang berdiskusi karena menjadi lebih mudah menemukan solusi"	Wawancara Siswa	5 Mei 2017	Siswa 33

Surat Pernyataan Keaslian Skripsi

Dengan ini saya yang betanda tangan di bawah ini. Mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta :

Nama : Andika Prasetya
No. Registrasi : 3315133608
Jurusan : Kimia
Program Studi : Pendidikan kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang saya buat dengan judul "**Penerapan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dalam Upaya Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Melalui Problem Based Learning pada Materi Stoikiometri di SMAN 42 Jakarta**" adalah :

1. Dibuat dan diselesaikan oleh saya sendiri, berdasarkan data yang diperoleh dari hasil penelitian pada semester genap tahun ajaran 2016/2017
2. Bukan merupakan duplikat skripsi yang pernah dibuat oleh tim lain atau jiplak karya orang lain dan bukan terjemahan karya tulis orang lain.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan saya bersedia menanggung segala akibat yang timbul jika pernyataan saya tidak benar.

Jakarta, Agustus 2017
Yang membuat pernyataan


5000
RUPIAH
(Andika Prasetya)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Andika Prasetya lahir di Jakarta pada tanggal 13 Juni 1995. Penulis merupakan putra pertama dari pasangan Junaedy dan Muniroh. Penulis memiliki satu saudara perempuan bernama Riska Audina Ramadhanty yang lahir pada tanggal 27 November 2001. Saat ini penulis tinggal bersama orang tua penulis di Jalah Kh. Ahmad Dahlan RT 001/10 Kelurahan Petir, Kecamatan

Cipondoh, Tangerang, Banten.

Penulis menyelesaikan pendidikan formal di SDN 04 Duri Kosambi sebagai lulusan terbaik pada tahun 2007. Kemudian melanjutkan pendidikan formal di SMPN 176 Jakarta, SMAN 33 Jakarta, dan melanjutkan studi di S1 Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Jakarta.

Selama mengikuti perkuliahan di UNJ, penulis aktif mengikuti berbagai kegiatan yang melibatkan mahasiswa baik di tingkat jurusan kimia, maupun di tingkat fakultas MIPA. Penulis menjadi staff Departemen Pelayanan dan Pembelaan Mahasiswa di BEMJ Kimia periode 2015-2016.

Penulis menggemari berbagai jenis olahraga, terutama futsal, sepakbola, basket, dan badminton. Penulis merupakan fans dari klub sepakbola Chelsea Football Club.