

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengembangan prosedur praktikum pereaksi pembatas.

Pengembangan prosedur praktikum merujuk pada prosedur praktikum penentuan pereaksi pembatas dari jurnal *A Dramatic Classroom Demonstration of Limiting Reagent Using the Vinegar and Sodium Hydrogen Carbonate Reaction* (terdapat dalam lampiran A.4) dan beberapa website internasional di internet. Berikut alat dan bahan yang digunakan dalam prosedur praktikum yang diperoleh:

Tabel 4.1. Alat dan Bahan dalam Prosedur Praktikum

No.	Komponen	Prosedur 1	Prosedur 2	Prosedur 3
1.	Alat	<ul style="list-style-type: none"><li>• Labu erlenmeyer 125 mL</li><li>• Gelas ukur 250 mL</li><li>• Gelas kimia 1000 mL</li><li>• Selang</li><li>• Klem dan Statif</li><li>• Pipet</li><li>• Tabung reaksi kecil</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gelas kimia 100 mL</li><li>• Labu erlenmeyer 250 mL</li><li>• Buret 50 mL</li><li>• Batang pengaduk</li><li>• Corong buchner</li><li>• Kaca arloji</li><li>• Pemanas/<i>Heater</i></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gelas kimia 250 mL</li><li>• Gelas ukur</li><li>• Kaca arloji</li><li>• Neraca</li><li>• Batang pengaduk</li><li>• Corong</li><li>• Oven</li></ul>
2.	Bahan	<ul style="list-style-type: none"><li>• Soda kue (<math>\text{NaHCO}_3</math>)</li><li>• Asam cuka (<math>\text{CH}_3\text{COOH}</math>)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <math>\text{CaCl}_2</math></li><li>• <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <math>\text{Pb}(\text{NO}_3)_2</math></li><li>• KI</li></ul>

Prosedur 1 terdapat dalam lampiran A.4, prosedur 2 terdapat dalam lampiran A.5 dan prosedur 3 terdapat dalam lampiran A.6.

1. Prosedur praktikum yang menghasilkan gas CO<sub>2</sub>.

Prosedur pertama menggunakan pereaksi soda kue (NaHCO<sub>3</sub>) dan asam cuka (CH<sub>3</sub>COOH), dengan fokus pengamatan pada volum gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari reaksi antara NaHCO<sub>3</sub> dan CH<sub>3</sub>COOH. Persamaan reaksinya adalah:



Asam cuka yang digunakan adalah asam cuka yang beredar di pasaran dengan label konsentrasi sebesar 25%. Untuk mengetahui molaritas dari asam cuka tersebut, dilakukan titrasi asam-basa. Sebelum dilakukan titrasi penentuan konsentrasi asam cuka, terlebih dahulu dilakukan standarisasi larutan NaOH 5 M menggunakan larutan asam oksalat 0,1001 M, didapatkan hasil konsentrasi NaOH sebesar 5,0050 M. Selanjutnya dilakukan titrasi penentuan konsentrasi asam cuka menggunakan larutan NaOH yang telah distandarisasi, diperoleh konsentrasi asam cuka sebesar 4,5596 M. data perhitungan terdapat dalam lampiran B.1.

Fokus pengamatan adalah volum gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari reaksi antara NaHCO<sub>3</sub> dan CH<sub>3</sub>COOH, oleh karena itu diperlukan alat yang dapat menampung volum gas CO<sub>2</sub> secara teliti. Alat pertama yang digunakan adalah generator gas yang terdapat di LKDA Jurusan Pendidikan Kimia UPI. Set alatnya dapat dilihat pada gambar 4.1.

Sebelum digunakan sebagai reaktor untuk kedua pereaksi, alat tersebut dicek terlebih dahulu dengan menggunakan air untuk memastikan tidak ada kebocoran. Saat dicoba, air terus keluar dari keran, hal ini dimungkinkan karena adanya celah pada tiap sambungan di alat tersebut. Sehingga diputuskan percobaan yang akan

dilakukan tidak menggunakan generator gas, selain itu set alat generator gas tidak terdapat di SMA.



Gambar 4.1. Generator gas

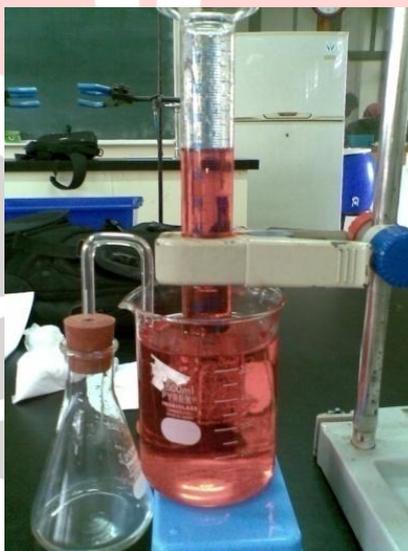
Selanjutnya dirancang kembali set alat yang dapat menampung gas  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan dari reaksi. Set alat yang dikembangkan mengacu pada rangkaian set alat yang terdapat dalam jurnal *A Dramatic Classroom Demonstration of Limiting Reagent Using the Vinegar and Sodium Hydrogen Carbonate Reaction*. Volum  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan diukur menggunakan prinsip pendesakan cairan oleh gas. Set alatnya dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. Set alat penampung  $\text{CO}_2$  ke-2

Volum asam cuka yang digunakan sebanyak 3 mL dan massa  $\text{NaHCO}_3$  sebanyak 0,1028 g. Dari hasil percobaan, volum  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan sebanyak 11 mL. Berdasarkan perhitungan, volum  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan dari reaksi tersebut seharusnya sebesar 32,83 mL, data perhitungan terdapat dalam lampiran B.2. Perbedaan tersebut disebabkan karena  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan larut dalam air. Kelarutan  $\text{CO}_2$  dalam air sebesar 144,9 mg/100 g air pada suhu  $25^\circ\text{C}$ . Kendala lain adalah tidak dapat melihat apakah soda kue yang terdapat dalam kertas saring telah habis bereaksi dengan asam cuka atau belum.

Karena set alat penampung  $\text{CO}_2$  yang sebelumnya terdapat kekurangan, maka dirancang kembali set alat yang lain. Set alat ke-3 dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Set alat penampung  $\text{CO}_2$  ke-3

Agar  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan tidak larut dalam air, maka air yang digunakan dicampur dengan 50% minuman berkarbonasi. Minuman berkarbonasi mengandung  $\text{CO}_2$ , sehingga diharapkan air yang digunakan telah jenuh dengan  $\text{CO}_2$ , maka  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan dari reaksi tidak ada yang larut dalam air yang

digunakan. Kendala yang dihadapi adalah air tersebut masih mengandung gelembung-gelembung gas yang berasal dari minuman berkarbonasi walaupun telah didiamkan selama satu minggu sehingga tidak bisa digunakan karena akan menyebabkan kebiasaan data dari volum  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan.

Set alat yang telah dibuat dengan prinsip pendesakan air oleh  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan tidak bisa digunakan karena berbagai alasan di atas, sehingga perlu dibuat set alat lain yang tidak menggunakan prinsip pendesakan air oleh  $\text{CO}_2$ . Set alat ke-4 yang digunakan dapat dilihat dalam gambar 4.4.



Gambar 4.4. Set alat penampung  $\text{CO}_2$  ke-4

Komposisi pereaksi yang digunakan sebagai berikut:

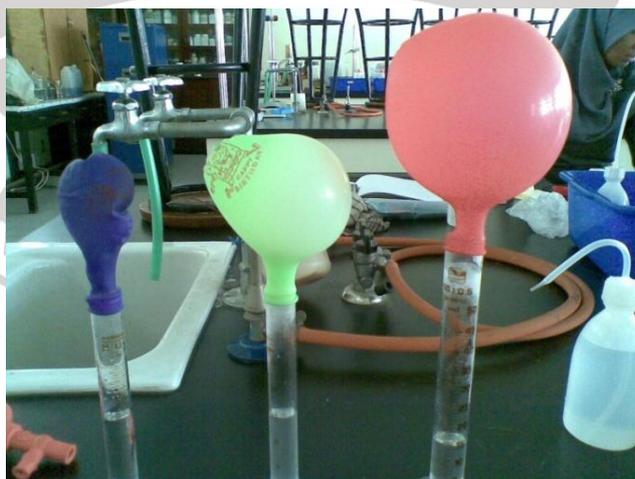
Tabel 4.2. Komposisi pereaksi menggunakan prosedur ke-1

Reaksi ke-	Volum asam cuka (mL)	Massa soda kue (gram)
1	5	0,1012
2	5	1,0000

Pada reaksi ke-1 volum gas  $\text{CO}_2$  tidak terdeteksi, berdasarkan perhitungan seharusnya volum gas  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan sebesar 32,2 mL data perhitungan

terdapat di lampiran B.3. Hal ini disebabkan karena  $\text{CO}_2$  yang terbentuk memenuhi ruang kosong yang terdapat dalam labu erlenmeyer sehingga tekanan  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan tidak cukup untuk menekan *syringe*. Volum *syringe* yang digunakan sebesar 10 mL. Pada reaksi ke-2 *syringe* tidak dapat menampung gas  $\text{CO}_2$  karena gas  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan sangat banyak, tekanan gas  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan juga sangat besar. Berdasarkan perhitungan, gas  $\text{CO}_2$  yang seharusnya dihasilkan sebesar 319,2 mL, data perhitungan terdapat di lampiran B.3. Kendala yang ditemui adalah terdapatnya gaya gesek antara karet dan plastik *syringe*, sehingga dibutuhkan tekanan yang cukup besar dari  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan agar volum  $\text{CO}_2$  dapat tertampung dalam *syringe*. Dari hasil percobaan, set alat penampung  $\text{CO}_2$  ke-4 tidak bisa digunakan.

Selain rangkaian alat yang telah disebutkan, untuk menampung gas  $\text{CO}_2$  yang terbentuk dari reaksi antara  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dengan  $\text{NaHCO}_3$ , digunakan balon. Rangkaian alatnya dapat dilihat pada gambar 4.5.



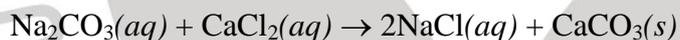
Gambar 4.5. Set alat penampung  $\text{CO}_2$  ke-5

Diameter balon digunakan sebagai indikator dari volum CO<sub>2</sub> yang dihasilkan. Kendala yang ditemui adalah adanya perbedaan elastisitas dari tiap balon, sehingga hasil yang diperoleh tidak akurat.

Pertimbangan pemilihan prosedur yang menggunakan NaHCO<sub>3</sub> dan CH<sub>3</sub>COOH adalah kemudahan dalam memperoleh bahan yang digunakan tetapi berdasarkan hasil percobaan, tidak ditemukan alat yang sesuai untuk menampung CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dan waktu reaksi yang dibutuhkan cukup lama maka dicari prosedur lain mengenai pereaksi pembatas yang sekiranya dapat diterapkan di SMA.

2. Prosedur praktikum yang menghasilkan endapan CaCO<sub>3</sub>.

Prosedur kedua menggunakan larutan CaCl<sub>2</sub> dan larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sebagai pereaksi, dengan fokus pengamatan pada endapan CaCO<sub>3</sub> yang dihasilkan dari reaksi CaCl<sub>2</sub> dengan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Persamaan reaksinya adalah:



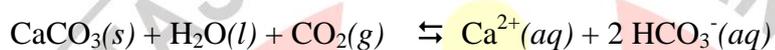
Komposisi pereaksi yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 4.3. Komposisi pereaksi menggunakan prosedur ke-2

Reaksi ke-	Volum Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 0,05 M (mL)	Volum CaCl <sub>2</sub> 0,2 M (mL)
1	200	75
2	250	50

Pada reaksi ke-1, yang menjadi pereaksi pembatas adalah Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, endapan CaCO<sub>3</sub> yang terbentuk seharusnya sebanyak 1 gram, data perhitungan terdapat dalam lampiran B.4. Setelah dilakukan percobaan menggunakan komposisi tersebut tidak dihasilkan endapan.

Pada reaksi ke-2, yang menjadi pereaksi pembatas adalah  $\text{CaCl}_2$ , endapan  $\text{CaCO}_3$  yang terbentuk seharusnya sebanyak 1 gram, data perhitungan terdapat dalam lampiran B.4. Setelah dilakukan percobaan menggunakan komposisi tersebut tidak juga dihasilkan endapan. Dari studi literatur diperoleh keterangan bahwa endapan  $\text{CaCO}_3$  yang terbentuk dapat larut kembali dalam air yang mengandung asam karbonat berlebih karena pembentukan kalsium hidrogen karbonat yang larut. Persamaan reaksinya adalah:



Air yang mengandung asam karbonat berlebih dihasilkan dari reaksi hidrolisis sebagian  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Persamaan Reaksinya adalah:

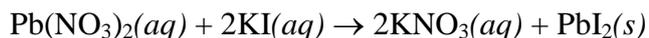


Pertimbangan digunakannya prosedur yang menghasilkan endapan  $\text{CaCO}_3$  adalah karena nilai  $K_{sp}$   $\text{CaCO}_3$  yang relatif kecil sebesar  $4,96 \times 10^{-9}$  sehingga endapan mudah terbentuk. Selain itu, endapan  $\text{CaCO}_3$  memiliki titik leleh yang tinggi yaitu sebesar  $825^\circ\text{C}$  sehingga tidak mudah terurai pada saat pengeringan tetapi karena endapan  $\text{CaCO}_3$  tersebut dapat larut kembali dalam air yang mengandung asam karbonat berlebih maka prosedur yang menggunakan pereaksi larutan  $\text{CaCl}_2$  dan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  tidak bisa digunakan.

3. Prosedur praktikum yang menghasilkan endapan  $\text{PbI}_2$ .

Prosedur ke-3 menggunakan larutan  $\text{PbNO}_3$  dan larutan KI sebagai pereaksinya, dengan fokus pengamatan pada berat endapan  $\text{PbI}_2$  yang dihasilkan.

Persamaan reaksinya adalah:



Komposisi pereaksi yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 4.4. Komposisi pereaksi ke-1 menggunakan prosedur ke-3

Reaksi ke-	Volum $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,1 M (mL)	Volum KI 0,2 M (mL)
1	30	22
2	22	30

Pada reaksi ke-1, yang menjadi pereaksi pembatas adalah KI sedangkan pada reaksi ke-2 yang menjadi pereaksi pembatas adalah  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ . Pengeringan endapan menggunakan *hotplate* membutuhkan waktu selama 30 menit. Jumlah endapan  $\text{PbI}_2$  yang seharusnya diperoleh dari kedua reaksi diatas adalah 1,0142 gram, data perhitungan terdapat di lampiran B.5. Berdasarkan percobaan, diperoleh hasil berat endapan  $\text{PbI}_2$  pada reaksi ke-1 sebanyak 1,16 gram dan pada reaksi ke-2 sebesar 1,39 gram. Untuk menimbang endapan yang terbentuk digunakan neraca Ohaus. Penimbangan menggunakan neraca Ohaus dilakukan untuk menyesuaikan dengan ketersediaan alat di sekolah. Kendala yang dihadapi jika digunakan eksperimen ini adalah tidak tersedianya *hotplate* di sekolah untuk mengeringkan endapan yang terbentuk dan lamanya waktu yang diperlukan untuk melakukan eksperimen yaitu sebanyak 80 menit dikhawatirkan jumlah jam pelajaran kimia di sekolah tidak mencukupi untuk pelaksanaan eksperimen. Hasil endapan yang diperoleh juga belum sama, sehingga dicari komposisi lain.

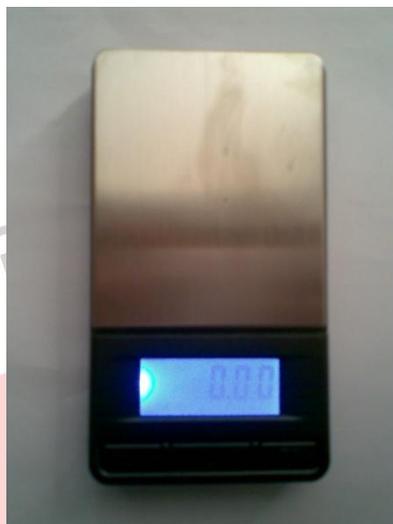
Berdasarkan kendala yang ditemui pada eksperimen sebelumnya, maka dicari upaya untuk mengatasi kendala yang dihadapi seperti tidak adanya *hotplate* di sekolah. Untuk mengatasinya disusun set alat pengering sederhana yang terdiri dari kaki tiga, kassa asbes, pembakar spirtus dan alumunium foil. Set alatnya dapat dilihat dalam gambar 4.6.



Gambar 4.6. Set alat pengering sederhana

Lamanya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan eksperimen diakibatkan oleh penggunaan neraca Ohaus untuk menimbang kertas saring dan endapan yang dihasilkan, massa endapan yang dihasilkan minimal harus 1 gram agar dapat teramati dengan baik ketika proses penimbangan dengan neraca Ohaus. Banyaknya endapan akan mempengaruhi proses pengeringan, semakin banyak endapan, semakin lama pula waktu yang diperlukan dalam proses pengeringan. Untuk mengatasi masalah tersebut maka dicari jenis neraca lain yang dapat digunakan secara lebih efisien. Neraca yang digunakan adalah jenis *digital pocket scale* yang memiliki ketelitian hingga dua angka dibelakang koma seperti ketelitian neraca Ohaus, walaupun di sekolah belum tersedia *digital pocket scale*

tetapi dilihat dari harga jauh lebih terjangkau daripada harga neraca Ohaus sehingga dimungkinkan sekolah bisa menyediakannya.



Gambar 4.7. *Digital pocket scale*

Selanjutnya dicari kembali komposisi pereaksi yang sesuai. Komposisi pereaksi yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 4.5. Komposisi pereaksi ke-2 menggunakan prosedur ke-3

Reaksi ke-	Volum Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 0,1 M (mL)	Volum KI 0,1 M (mL)	Endapan PbI <sub>2</sub> yang terbentuk (gram)
1	5	5	0,14
2	8	5	0,11
3	11	5	0,14

Dari ketiga reaksi diatas, yang menjadi pereaksi pembatas adalah KI dan endapan PbI<sub>2</sub> yang seharusnya terbentuk adalah 0,12 gram data perhitungan terdapat dalam lampiran B.6. Pengeringan endapan membutuhkan waktu selama 15 menit. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan eksperimen sebanyak 60 menit.

Dari hasil yang didapat, komposisi tersebut belum dapat membuktikan adanya pereaksi pembatas dalam suatu reaksi karena pada reaksi ke-2 berat

endapan tidak sama dengan reaksi yang lainnya sehingga dicari kembali komposisi pereaksi yang sesuai. Komposisi lain yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 4.6. Komposisi pereaksi ke-3 menggunakan prosedur ke-3

Reaksi ke-	Konsentrasi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	Volum $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (mL)	Volum KI 0,2 M (mL)	Endapan $\text{PbI}_2$ yang terbentuk (gram)
1	0,2 M	5	5	0,27
2	0,3 M	5	5	0,27
3	0,4 M	5	5	0,27

Dari ketiga reaksi diatas, yang menjadi pereaksi pembatas adalah KI dan endapan  $\text{PbI}_2$  yang seharusnya terbentuk adalah 0,23 gram data perhitungan terdapat di lampiran B.7. Pengeringan endapan membutuhkan waktu selama 15 menit. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan eksperimen adalah 60 menit. Langkah-langkah eksperimen ini cukup sulit dilakukan oleh siswa SMA kelas X. Pada saat penyaringan dan pengeringan endapan, dimungkinkan siswa akan mengalami kesulitan dan membutuhkan waktu yang lama dalam pengerjaannya, maka dicari alternatif lain agar eksperimen mudah dilakukan oleh siswa, sehingga yang menjadi fokus pengamatan diganti menjadi tinggi endapan yang terbentuk, bukan massa endapan yang dihasilkan. Berdasarkan hasil percobaan, reaksi yang dipilih untuk dijadikan prosedur praktikum penentuan pereaksi pembatas adalah prosedur yang menggunakan larutan  $\text{PbNO}_3$  dan larutan KI. Selanjutnya dilakukan optimasi terhadap konsentrasi masing-masing pereaksi, agar hasil reaksi dapat diamati walaupun konsentrasi yang digunakan relatif rendah.

Alat-alat yang digunakan untuk melakukan eksperimen adalah tabung reaksi, gelas ukur 10 mL, rak tabung reaksi, penggaris, dan pipet tetes. Komposisi pereaksi yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 4.7. Komposisi pereaksi ke-1 menggunakan prosedur pengukuran tinggi endapan

Reaksi ke-	Volum $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,1 M (mL)	Volum KI 0,1 M (mL)	Tinggi endapan $\text{PbI}_2$ (cm)
1	1	4	0,2
2	2	4	0,6
3	3	4	0,6
4	4	4	0,6
5	5	4	0,6

Berdasarkan hasil pengukuran tinggi endapan, pada reaksi ke-1 endapan yang diperoleh terlalu sedikit dikhawatirkan siswa mengalami kesulitan dalam mengukur tingginya, sehingga dicari komposisi lain yang menghasilkan endapan yang dapat diukur. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan eksperimen adalah 60 menit. Komposisi lain yang digunakan:

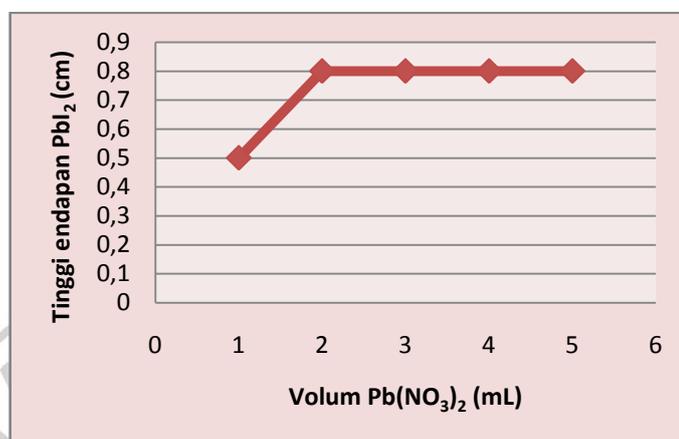
Tabel 4.8. Komposisi pereaksi ke-2 menggunakan prosedur pengukuran tinggi endapan

Reaksi ke-	Volum $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,2 M (mL)	Volum KI 0,2 M (mL)	Tinggi endapan $\text{PbI}_2$ (cm)
1	1	4	0,5
2	2	4	0,6
3	3	4	0,6
4	4	4	0,6
5	5	4	0,6

Dari data yang diperoleh kemudian dibuat grafik untuk menunjukkan hubungan antara tinggi endapan yang terbentuk dengan volum larutan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  yang ditambahkan (gambar 4.8).

Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan eksperimen adalah 55 menit. Berdasarkan hasil percobaan, komposisi pereaksi ke-2 menggunakan prosedur pengukuran tinggi endapan sudah dapat dipakai sebagai acuan dalam penyusunan prosedur praktikum. Optimasi dihentikan karena telah didapat kondisi yang

optimal dilihat dari pengukuran waktu tercepat dan kemudahan dalam pengerjaannya.



Gambar 4.8. Grafik hubungan antara tinggi endapan yang terbentuk dengan volum larutan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$



Gambar 4.9. Foto hasil optimasi menggunakan prosedur pengukuran tinggi endapan

Berdasarkan hasil optimasi didapatkan prosedur praktikum kimia yang optimal pada subpokok materi pereaksi pembatas adalah prosedur praktikum yang menggunakan bahan larutan KI 0,2 M dan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  0,2 M, dengan fokus pengamatan adalah tinggi endapan  $\text{PbI}_2$  yang terbentuk, dan waktu yang

dibutuhkan untuk melakukan eksperimen sebanyak 55 menit. Pertimbangan digunakannya KI dan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  sebagai pereaksi adalah berdasarkan survei lapangan diperoleh keterangan bahwa dari lima SMA di kota Bandung, empat diantaranya pernah menggunakan KI dan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  sebagai pereaksi pada praktikum hukum kekekalan massa, sehingga pereaksi tersebut tersedia di sekolah. Selain itu endapan  $\text{PbI}_2$  yang berwarna kuning memudahkan siswa dalam mengukur tinggi endapan yang terbentuk. Nilai  $K_{sp}$   $\text{PbI}_2$  relatif kecil yaitu sebesar  $8,49 \times 10^{-9}$  memudahkan pembentukan endapan walaupun konsentrasi yang digunakan relatif kecil dan volum pereaksi yang digunakan sedikit. Prosedur praktikum pereaksi pembatas hasil optimasi terdapat dalam lampiran A.7.

**B. Pengembangan LKS berbasis inkuiri terstruktur berdasarkan hasil optimasi prosedur praktikum pada subpokok materi pereaksi pembatas.**

LKS berbasis inkuiri terstruktur disusun setelah diperoleh prosedur praktikum yang optimal. Dalam penyusunannya memperhatikan langkah-langkah pendekatan inkuiri yaitu merumuskan masalah, mengajukan hipotesis, pengumpulan data, menguji hipotesis, dan merumuskan kesimpulan. Pendekatan inkuiri yang digunakan adalah pendekatan inkuiri terstruktur sehingga rumusan masalah yang akan diajukan berasal dari guru. Pada langkah merumuskan masalah, siswa diberi fenomena terlebih dahulu, agar rumusan masalah yang diajukan tidak diluar dari yang diharapkan, kemudian pada langkah mengajukan hipotesis, siswa diminta menuliskan jawaban sementara dari rumusan masalah yang telah diajukan berdasarkan pengetahuan awal siswa. Langkah pengumpulan

data dilakukan melalui eksperimen. Sebelum melakukan eksperimen, siswa diharuskan memilih alat-alat yang akan digunakan, hal ini bertujuan agar siswa dapat merencanakan percobaan menggunakan alat-alat yang sesuai, sehingga pembelajaran yang dilakukan bermakna bagi siswa. Bahan yang digunakan telah disediakan oleh guru karena siswa kelas X belum bisa membuat larutan pereaksi. Pendekatan yang digunakan adalah inkuiri terstruktur, sehingga prosedur untuk melakukan eksperimen diberikan oleh guru, tetapi tidak dalam bentuk seperti pada eksperimen buku resep masakan. Prosedur diberikan dalam bentuk pertanyaan dan petunjuk untuk membimbing siswa melakukan eksperimen. Guru juga membimbing siswa pada saat pelaksanaan eksperimen. Pada langkah menguji hipotesis, siswa diberikan bimbingan berupa pertanyaan-pertanyaan yang menuntun mereka untuk dapat merumuskan kesimpulan dan membandingkan hasilnya dengan hipotesis yang telah diajukan sebelumnya. Rancangan LKS sebelum divalidasi terdapat dalam lampiran A.8. Selanjutnya LKS yang telah dirancang, divalidasi oleh dosen dan direvisi. Perbaikan dilakukan pada fenomena yang akan diberikan kepada siswa untuk dapat merumuskan masalah. Fenomena yang diberikan dihubungkan dengan peristiwa yang dekat dengan kehidupan siswa agar mempermudah siswa dalam merumuskan masalah. Perbaikan juga dilakukan pada langkah pengumpulan data dan langkah merumuskan kesimpulan, pertanyaan-pertanyaan yang diberikan lebih banyak agar siswa lebih mudah merumuskan kesimpulan dan menemukan konsep yang ingin dicapai. LKS revisi ke-1 terdapat dalam lampiran A.9. LKS revisi ke-1 kemudian divalidasi oleh guru-guru SMA. Aspek validasi LKS oleh guru terdiri atas validasi terhadap

keefektifan kalimat dalam LKS, tata letak dan perwajahan LKS, kelayakan prosedur praktikum dalam LKS, dan kesesuaian LKS dengan langkah-langkah inkuiri. Hasil validasi dari tiap aspek sebagai berikut:

1. Keefektifan kalimat dalam LKS

Aspek keefektifan kalimat mengacu pada syarat konstruksi dalam pembuatan LKS. Format validasi terhadap keefektifan kalimat dalam LKS terdapat dalam lampiran A.10. Berikut hasil validasi guru terhadap keefektifan kalimat dalam LKS:

Tabel 4.9. Hasil validasi guru terhadap keefektifan kalimat dalam LKS

Indikator keefektifan kalimat	Pernyataan					Skor	Tingkat persetujuan (%)	Kategori
	SS	S	N	TS	STS			
1. Bahasa yang digunakan jelas/mudah dipahami	4	6	-	-	-	44	88	Sangat kuat
2. Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat berpikir siswa.	4	5	1	-	-	43	86	Sangat kuat
3. Bahasa yang digunakan sesuai EYD.	4	6	-	-	-	44	88	Sangat kuat
4. Kelogisan/ide kalimat dapat diterima oleh akal.	4	6	-	-	-	44	88	Sangat kuat
5. Kalimat dalam LKS cermat/tidak menimbulkan tafsiran ganda.	2	8	-	-	-	42	84	Sangat kuat

Indikator keefektifan kalimat	Pernyataan					Skor	Tingkat persetujuan (%)	Kategori
	SS	S	N	TS	STS			
6. Menggunakan kata-kata yang hemat/efisien dan setiap kata mempunyai fungsi yang jelas.	2	8	-	-	-	42	88	Sangat kuat
7. Ketegasan atau penekanan pada ide pokok kalimat jelas.	2	7	1	-	-	41	82	Sangat kuat
8. Struktur bahasa yang dipakai baik (mempunyai subjek dan predikat yang jelas).	2	8	-	-	-	42	84	Sangat kuat
Rata-rata						42,75	86	Sangat kuat

Keterangan:

SS = Sangat Setuju

N = Netral

STS = Sangat Tidak setuju

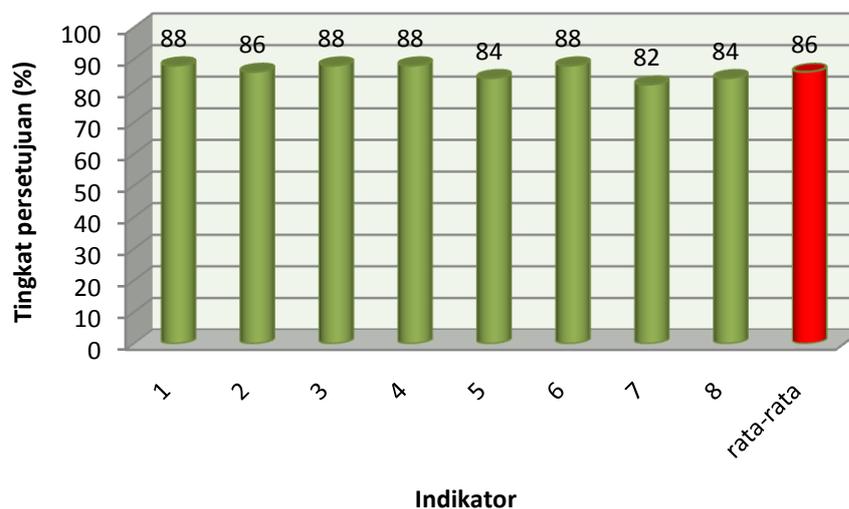
S = Setuju

TS = Tidak setuju

Berdasarkan hasil tersebut rata-rata tingkat persetujuan guru terhadap keefektifan kalimat dalam LKS adalah 86% tergolong kategori sangat kuat, artinya kalimat dalam LKS sudah sangat efektif. Pengolahan data untuk hasil validasi guru dalam aspek keefektifan kalimat dapat dilihat dalam lampiran B.8. Hasil validasi guru dalam aspek keefektifan kalimat disajikan pada gambar 4.10.

Pada aspek keefektifan kalimat indikator ke-2 (Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat berpikir siswa), guru menyarankan lebih banyak penggunaan

gambar disertai dengan penjelasannya karena siswa biasanya lebih paham jika disertai dengan gambar.



Gambar 4.10. Diagram hasil validasi terhadap keefektifan kalimat

Keterangan:

1. Bahasa yang digunakan jelas/mudah dipahami.
2. Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat berpikir siswa.
3. Bahasa yang digunakan sesuai Ejaan Yang Disempurnakan (EYD).
4. Kelogisan/ide kalimat dapat diterima oleh akal.
5. Kalimat dalam LKS cermat/tidak menimbulkan tafsiran ganda.
6. Menggunakan kata-kata yang hemat/efisien dan setiap kata mempunyai fungsi yang jelas.
7. Ketegasan atau penekanan pada ide pokok kalimat jelas.
8. Struktur bahasa yang dipakai baik (mempunyai subjek dan predikat yang jelas).

Selain mengisi format validasi, guru juga diwawancara untuk memperoleh respon tambahan. Format wawancara untuk mengetahui respon guru terdapat dalam lampiran A.11. Berikut hasil wawancara yang dilakukan dengan lima validator:

**Pertanyaan:** “Apakah kalimat yang digunakan di tiap tahap dalam LKS sudah bisa dipahami oleh siswa?”

Guru 1: “Pada umumnya sudah bisa dipahami siswa, karena bahasanya sudah bahasa yang biasa digunakan”.

- Guru 2: “Sudah bisa dipahami”.
- Guru 3: “Kalimatnya perlu penyederhanaan, dibantu dengan gambar-gambar, kemudian dari gambar tersebut diberi penjelasan”.
- Guru 4: “Kalimatnya sudah cukup jelas”.
- Guru 5: “Kalau untuk siswa lebih baik menggunakan banyak gambar dan dikasih keterangan di bawah gambarnya agar lebih dimengerti”.

Menurut Piaget, anak di atas 11 tahun sudah dapat berpikir formal. Artinya dalam periode ini ia tidak perlu berpikir dengan bantuan benda atau hal-hal yang konkrit, ia mempunyai cara berpikir abstrak (Arifin, M. *et al*, 2003). Siswa SMA kelas X memasuki tahap awal tingkat perkembangan operasional formal, sehingga belum bisa berpikir secara abstrak dengan cepat. Oleh karena itu penggunaan gambar diharapkan dapat membantu siswa untuk memahami LKS dengan lebih baik. Pada aspek keefektifan kalimat indikator ke-7 (Ketegasan atau penekanan pada ide pokok kalimat jelas), guru memberi saran agar ide pokok kalimat dituliskan dengan huruf yang ditebalkan atau dimiringkan agar ide pokok kalimat dapat lebih dipahami oleh siswa.

## 2. Tata letak dan perwajahan LKS

Aspek tata letak dan perwajahan mengacu pada syarat teknis dalam pembuatan LKS. Format validasi terhadap tata letak dan perwajahan LKS terdapat dalam lampiran A.12. Berikut hasil validasi guru terhadap tata letak dan perwajahan LKS:

Tabel 4.10. Hasil validasi guru terhadap tata letak dan perwajahan LKS

Indikator tata letak dan perwajahan	Pernyataan					Skor	Tingkat persetujuan (%)	Kategori
	S	S	N	T	S			
1. Perbandingan huruf dengan gambar serasi.	6	4	-	-	-	46	92	Sangat kuat

Indikator tata letak dan perwajahan	Pernyataan					Skor	Tingkat persetujuan (%)	Kategori
	SS	S	N	TS	STS			
2. Gambar dapat menyampaikan pesan dengan baik.	5	5	-	-	-	45	90	Sangat kuat
3. Penampilan LKS menarik	6	4	-	-	-	46	92	Sangat kuat
4. Tulisan dan gambar jelas	6	4	-	-	-	46	92	Sangat kuat
Rata-rata						45,75	91,5	Sangat kuat

Keterangan:

SS = Sangat Setuju

N = Netral

STS = Sangat Tidak setuju

S = Setuju

TS = Tidak setuju

Berdasarkan hasil tersebut rata-rata tingkat persetujuan guru terhadap tata letak dan perwajahan LKS adalah 91,5% tergolong kategori sangat kuat, artinya tata letak dan perwajahan LKS sudah sangat baik. Pengolahan data hasil validasi guru dalam aspek tata letak dan perwajahan LKS dapat dilihat dalam lampiran B.9. Hasil validasi guru dalam aspek tata letak dan perwajahan LKS disajikan pada gambar 4.11. Berikut hasil wawancara mengenai tata letak dan perwajahan LKS yang dilakukan dengan lima validator:

**Pertanyaan:** “Apakah tata letak dan perwajahan LKS sudah menarik?”

Guru 1: “Menurut ibu sudah bagus, tetapi gambar di *cover* LKS kalau bisa disesuaikan dengan yang akan digunakan dalam percobaan, terus halamannya jangan terlalu banyak kalau bisa lebih di *press* lagi, mungkin spasi atau ukuran hurufnya lebih diperkecil”.

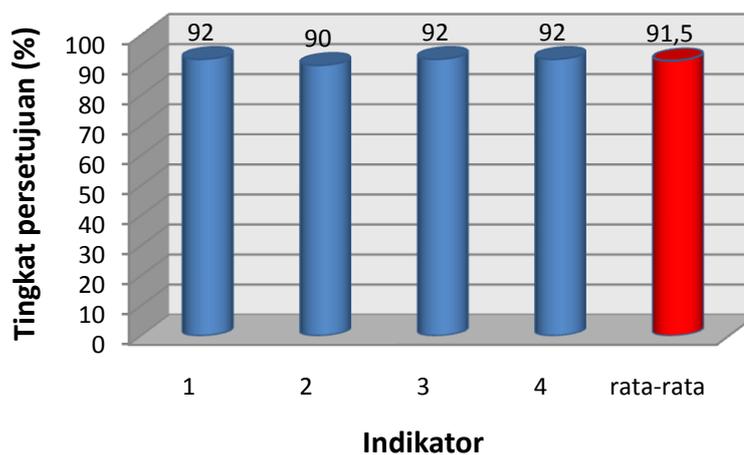
Guru 2: “Sudah cukup bagus, tapi di *cover* ada beberapa alat yang tidak digunakan yah? Sebaiknya disesuaikan dengan yang akan digunakan”.

Guru 3: “Penampilan LKS sudah bagus”.

Guru 4: “Kalau dari penampilan keseluruhan sudah bagus”.

Guru 5: “Penggunaan gambar kartun kurang berpengaruh terhadap isi dari LKS, ukuran gambar yang berhubungan dengan materi lebih diperbesar”.

Berdasarkan hasil wawancara tersebut diperoleh saran perbaikan terhadap penampilan *cover* LKS dan penggunaan kertas yang terlalu banyak.



Gambar 4.11. Diagram hasil validasi terhadap tata letak dan perwajahan LKS

Keterangan:

1. Perbandingan huruf dengan gambar serasi.
2. Gambar dapat menyampaikan pesan dengan baik.
3. Penampilan LKS menarik.
4. Tulisan dan gambar jelas.

3. Kelayakan prosedur praktikum dalam LKS

Berdasarkan studi pendahuluan, diperoleh keterangan bahwa salah satu alasan metode eksperimen jarang diterapkan pada pembelajaran adalah terbatasnya alat dan bahan yang akan digunakan, sehingga dalam penyusunan LKS berbasis inkuiri terstruktur pada subpokok materi pereaksi pembatas ini perlu diperhatikan ketersediaan alat dan bahan yang terdapat di sekolah. Disamping itu mudah tidaknya pengerjaan eksperimen juga perlu mendapat perhatian karena eksperimen ini akan diterapkan kepada siswa SMA kelas X yang belum berpengalaman dalam melakukan eksperimen. Alokasi waktu pelaksanaan

eksperimen juga harus disesuaikan dengan jumlah jam pelajaran yang disediakan oleh sekolah. Format validasi terhadap kelayakan prosedur praktikum dalam LKS terdapat dalam lampiran A.13. Berikut hasil validasi guru terhadap kelayakan prosedur praktikum dalam LKS:

Tabel 4.11. Hasil validasi guru terhadap kelayakan prosedur praktikum dalam LKS

No	Indikator kelayakan prosedur praktikum	Pernyataan					Skor	Tingkat persetujuan (%)	Kategori
		S S	S	N	T S	S T S			
1.	Alat yang digunakan mudah didapat dan tersedia di sekolah.	7	3	-	-	-	47	94	Sangat kuat
2.	Bahan yang digunakan mudah didapat dan tersedia di sekolah.	3	3	3	1	-	38	76	kuat
3.	Prosedur praktikum mudah dikerjakan.	6	3	1	-	-	45	90	Sangat kuat
4.	Pengamatan warna dalam praktikum mudah diamati.	6	3	1	-	-	45	90	Sangat kuat
5.	Pengukuran tinggi endapan dalam praktikum mudah dilakukan.	4	2	4	-	-	40	80	kuat
6.	Analisis data pengamatan mendukung siswa memahami konsep pereaksi pembatas.	3	5	2	-	-	41	82	Sangat kuat

No	Indikator kelayakan prosedur praktikum	Pernyataan					Skor	Tingkat persetujuan (%)	Kategori
		SS	S	N	TS	STS			
7.	Praktikum dapat dilaksanakan sesuai dengan alokasi waktu yang tersedia.	2	5	3	-	-	39	78	Kuat
Rata-rata							42,14	84,29	Sangat kuat

Keterangan:

SS = Sangat Setuju

N = Netral

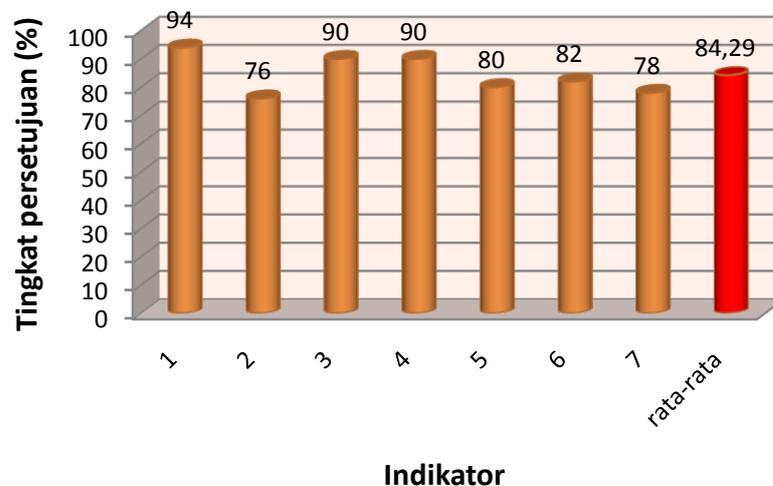
STS = Sangat Tidak setuju

S = Setuju

TS = Tidak setuju

Berdasarkan hasil tersebut rata-rata tingkat persetujuan guru terhadap kelayakan prosedur praktikum dalam LKS adalah 84,29% tergolong kategori sangat kuat, artinya prosedur praktikum yang terdapat dalam LKS sangat layak untuk diterapkan di SMA. Pengolahan data untuk validasi guru dalam aspek kelayakan prosedur praktikum dalam LKS dapat dilihat di lampiran B.10. Hasil validasi guru dalam aspek kelayakan prosedur praktikum dalam LKS disajikan pada gambar 4.12.

Pada indikator kelayakan prosedur praktikum ke-2 (Bahan yang digunakan mudah didapat dan tersedia di sekolah), tiga orang validator meragukan ketersediaan bahan yang akan digunakan dan satu orang validator tidak setuju dengan pernyataan dalam indikator tersebut karena tidak semua sekolah menyediakan  $Pb(NO_3)_2$  dan KI untuk pelaksanaan eksperimen di sekolah, tetapi dari hasil studi pendahuluan, dari lima sekolah, empat diantaranya menggunakan  $Pb(NO_3)_2$  dan KI untuk eksperimen hukum kekekalan massa, sehingga dimungkinkan sekolah lain juga bisa menyediakannya.



Gambar 4.12. Diagram hasil validasi kelayakan prosedur praktikum dalam LKS

Keterangan:

1. Alat yang digunakan mudah didapat dan tersedia di sekolah.
2. Bahan yang digunakan mudah didapat dan tersedia di sekolah.
3. Prosedur praktikum mudah dikerjakan.
4. Pengamatan warna dalam praktikum mudah diamati.
5. Pengukuran tinggi endapan dalam praktikum mudah dilakukan
6. Analisis data pengamatan mendukung siswa memahami konsep pereaksi pembatas.
7. Eksperimen dapat dilaksanakan sesuai dengan alokasi waktu yang tersedia.

Selain mengisi format validasi, dilakukan juga wawancara untuk memperoleh respon tambahan mengenai kelayakan prosedur praktikum yang terdapat dalam LKS yang dikembangkan. Berikut hasil wawancara yang dilakukan dengan lima validator:

**Pertanyaan:** “Apakah eksperimen dalam LKS bisa dilaksanakan di sekolah dilihat dari ketersediaan alat dan bahan serta alokasi waktu yang tersedia?”

Guru 1: “Kalau dari alat yang digunakan sudah bisa, karena sederhana, bahan juga bisa tetapi untuk bahaya bahan diinformasikan kepada siswa karena menggunakan logam berat ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , dilihat dari waktu cukup bisa dilakukan”.

Guru 2: “Dilihat dari alat dan bahan bisa dilakukan, kalau alokasi waktu eksperimen 55 menit itu tidak mungkin, masalahnya anak baru

mengenal praktikum, waktu yang mungkin sekitar 2 jam pelajaran (90 menit)".

Guru 3: "Dilihat dari alat dan bahan sudah tersedia disekolah, dilihat dari alokasi 2 jam pelajaran sudah cukup untuk melakukan eksperimen hingga kesimpulan".

Guru 4: "Menurut ibu, dari alat dan bahan sudah bisa, tetapi waktu 2 jam pelajaran kurang karena siswa harus membuat dulu rumusan masalah, kalau hanya untuk eksperimen sudah cukup, tetapi kalau sampai mengisi semua pertanyaan dalam LKS tidak akan cukup".

Guru 5: "Penyediaan bahan tergantung kebijakan sekolah, kalau alat sudah tersedia, waktu cukup".

Dari hasil wawancara, guru meragukan waktu yang dibutuhkan untuk pelaksanaan eksperimen menggunakan LKS yang dikembangkan, hal ini disebabkan karena siswa kelas X belum terbiasa melakukan eksperimen dan sebelum melakukan eksperimen siswa diharuskan merumuskan masalah dan mengajukan hipotesis terlebih dahulu, hal tersebut akan membutuhkan waktu lama dalam pengerjaannya.

#### 4. Kesesuaian LKS dengan langkah-langkah inkuiri

LKS yang dikembangkan adalah LKS berbasis inkuiri terstruktur, sehingga diperlukan validasi terhadap kesesuaian LKS dengan langkah-langkah inkuiri. Format validasi terhadap kesesuaian LKS dengan langkah-langkah inkuiri terdapat dalam lampiran A.14. Hasil yang diperoleh sebagai berikut:

Tabel 4.12. Hasil validasi kesesuaian LKS dengan langkah-langkah inkuiri

Aspek penilaian	Pernyataan					Skor	Tingkat persetujuan (%)	Kategori
	SS	S	N	TS	STS			
1. Fenomena yang diberikan membantu siswa dalam merumuskan masalah dan	5	5	-	-	-	45	90	Sangat kuat

Aspek penilaian	Pernyataan					Skor	Tingkat persetujuan (%)	Kategori
	SS	S	N	TS	STS			
mengajukan hipotesis .								
2. Arahan eksperimen dalam LKS sudah sesuai dengan langkah pengumpulan data.	5	4	1	-	-	44	88	Sangat kuat
3. Analisis data dalam LKS membantu siswa untuk menguji hipotesis yang telah dibuat.	3	6	1	-	-	42	84	Sangat kuat
4. Pertanyaan-pertanyaan dalam kesimpulan pada LKS menuntun siswa untuk menemukan konsep.	4	6	-	-	-	44	88	Sangat kuat
Rata-rata						43,75	87,5	Sangat kuat

Keterangan:

SS = Sangat Setuju

S = Setuju

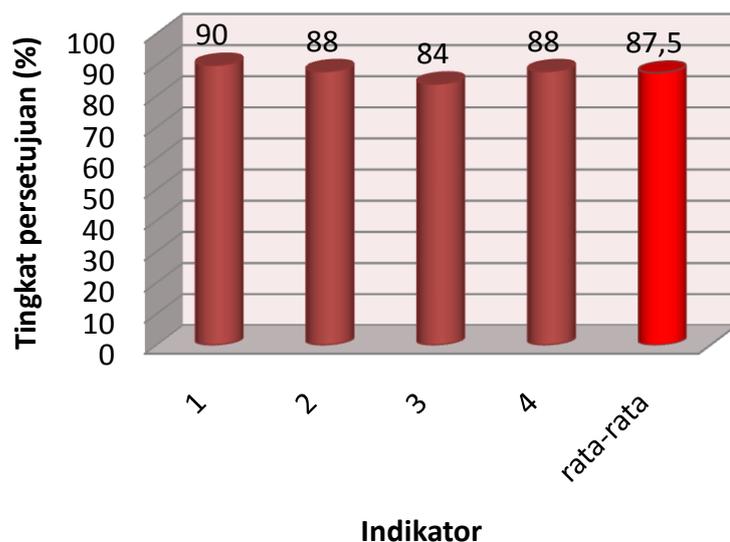
N = Netral

TS = Tidak setuju

STS = Sangat Tidak setuju

Berdasarkan hasil tersebut rata-rata tingkat persetujuan guru terhadap kesesuaian LKS dengan langkah-langkah inkuiri adalah 87,5% tergolong kategori sangat kuat, artinya LKS yang disusun sudah sangat sesuai dengan tahapan inkuiri. Pengolahan data untuk hasil validasi guru dalam aspek kesesuaian LKS

dengan langkah-langkah inkuiri dapat dilihat dalam lampiran B.11. Hasil validasi guru dalam aspek kesesuaian LKS dengan langkah-langkah inkuiri disajikan pada gambar 4.13.



Gambar 4.13. Diagram hasil validasi kesesuaian LKS dengan langkah-langkah inkuiri

Keterangan:

1. Fenomena yang diberikan membantu siswa dalam merumuskan masalah dan mengajukan hipotesis.
2. Arahan eksperimen dalam LKS sudah sesuai dengan langkah pengumpulan data.
3. Analisis data dalam LKS membantu siswa untuk menguji hipotesis yang telah dibuat.
4. Pertanyaan-pertanyaan dalam kesimpulan pada LKS menuntun siswa untuk menemukan konsep.

Pada tahap merumuskan masalah satu orang validator memberikan saran agar perintah dalam LKS lebih lengkap, sehingga siswa lebih fokus merumuskan masalah pada fenomena reaksi antara  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  dan KI, bukan pada fenomena pembakaran kertas. Berikut hasil wawancara yang dilakukan dengan lima validator:

**Pertanyaan:** “LKS yang dikembangkan adalah LKS berbasis inkuiri, menurut Bapa/Ibu tahap mana yang kira-kira sulit dikerjakan oleh siswa?”

Guru 1 : “Di tahap pemecahan masalah, harus lebih dibimbing oleh guru”.

Guru 2 : “Pada tahap pengumpulan data (eksperimen) karena anak belum berpengalaman dalam melakukan eksperimen apalagi disuruh menentukan sendiri alat yang akan digunakan. Dalam merumuskan masalah juga siswa akan mengalami kesulitan”.

Guru 3 : “Pada tahap perumusan masalah, kecuali jika mereka diberi LKS sebelum praktikum kemudian disuruh mempelajari terlebih dahulu, akan lebih memudahkan siswa, pada tahap kesimpulan juga siswa harus dibimbing oleh guru”.

Guru 4 : “Pada saat merumuskan masalah dan hipotesis, karena anak belum terbiasa, apa itu masalah juga harus dijelaskan terlebih dahulu oleh guru. Tahap kesimpulan juga perlu dibimbing oleh guru”.

Guru 5 : “Tahap rumusan masalah perlu diberi contoh terlebih dahulu, tahap pengumpulan data juga harus dituntun, anak-anak suruh membaca terlebih dahulu dan dituntun oleh guru”.

Dari hasil wawancara diperoleh informasi bahwa siswa akan mendapat kesulitan dalam menjawab pertanyaan pada setiap tahapan inkuiri, hal ini dikarenakan siswa belum berpengalaman dalam menerapkan tahapan inkuiri pada saat pembelajaran, oleh karena itu bimbingan dari guru sangat diperlukan ketika pelaksanaan eksperimen.

Setelah menganalisis hasil validasi dan mempertimbangkan saran dari guru, dilakukan revisi terhadap LKS ke-1 sehingga didapat LKS revisi ke-2. Perbaikan yang dilakukan adalah pada *cover* LKS hanya menampilkan gambar alat yang akan digunakan pada saat eksperimen. Pada langkah merumuskan masalah, perintahnya lebih diperjelas, rumusan masalah yang diajukan adalah mengenai fenomena reaksi antara  $Pb(NO_3)_2$  dan KI bukan pada fenomena pembakaran kertas. Pada tahap pemilihan alat juga lebih diperjelas. Penggunaan kertas lebih dikurangi dengan cara memperkecil ukuran huruf yang digunakan dalam LKS. LKS revisi ke-2 terdapat dalam lampiran A.15.

### C. Keterlaksanaan eksperimen menggunakan LKS yang dikembangkan.

LKS revisi ke-2 kemudian diuji coba secara terbatas pada 17 orang siswa yang dibagi dalam lima kelompok. Tiap kelompok diobservasi oleh seorang observer. Lembar observasi terdapat dalam lampiran A.16. Hasil observasi terhadap keterlaksanaan eksperimen sebagai berikut:

Tabel 4.13. Hasil observasi terhadap keterlaksanaan eksperimen

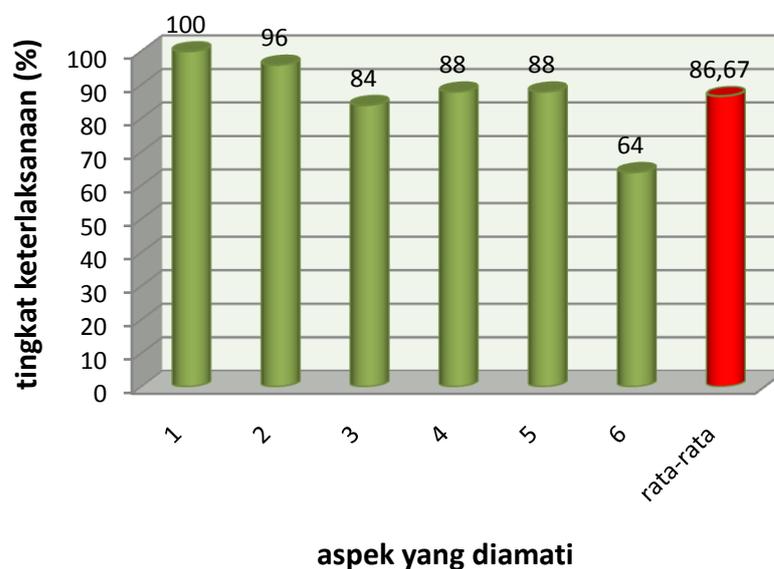
Aspek yang diamati	Penilaian					Skor	Keterlaksanaan (%)	Kategori
	1	2	3	4	5			
1. Ketepatan pemilihan alat.	-	-	-	-	5	25	100	Sangat kuat
2. Keterampilan penggunaan alat dan bahan.	-	-	-	1	4	24	96	Sangat kuat
3. Menentukan variabel yang diamati/diukur.	-	1	-	1	3	21	84	Sangat kuat
4. Cara mengamati/mengukur variabel eksperimen.	-	-	-	3	2	22	88	Sangat kuat
5. Cara menuliskan hasil pengamatan.	-	-	-	3	2	22	88	Sangat kuat
6. Efisiensi kerja siswa.	1	1	-	2	1	16	64	kuat
Rata-rata						21,67	86,67	Sangat kuat

Keterangan:

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

Berdasarkan hasil tersebut rata-rata keterlaksanaan eksperimen adalah 86,67% termasuk kategori sangat kuat, artinya keterlaksanaan eksperimen sangat baik. Pengolahan data untuk keterlaksanaan eksperimen menggunakan LKS berbasis inkuiri terstruktur pada subpokok materi pereaksi pembatas yang dikembangkan

dapat dilihat dalam lampiran B.12. Hasil observasi terhadap keterlaksanaan eksperimen menggunakan LKS yang dikembangkan disajikan pada gambar 4.14.



Gambar 4.14. Diagram hasil observasi terhadap keterlaksanaan eksperimen

Keterangan:

1. Ketepatan pemilihan alat.
2. Keterampilan penggunaan alat dan bahan.
3. Menentukan variabel yang diamati/diukur.
4. Cara mengamati/mengukur variabel eksperimen.
5. Cara menuliskan hasil pengamatan.
6. Efisiensi kerja siswa.

Eksperimen menggunakan LKS berbasis inkuiri terstruktur diawali dengan merumuskan masalah dan mengajukan hipotesis, dari hasil jawaban siswa dalam LKS, rumusan masalah dan hipotesis belum sesuai dengan yang diharapkan, siswa membutuhkan waktu yang cukup lama dalam pengerjaannya, walaupun telah mendapat bimbingan dari guru.

Tahap pengumpulan data dilakukan dengan melakukan eksperimen, diawali dengan pemilihan alat yang sesuai untuk digunakan dalam pengerjaan eksperimen, jawaban siswa dalam LKS sudah sesuai dengan yang diharapkan, hal

ini sejalan dengan hasil observasi pada aspek ke-1 (Ketepatan pemilihan alat) yang memperoleh keterlaksanaan 100% dengan kategori sangat baik. Keterlaksanaan pada aspek ke-2 (Keterampilan penggunaan alat dan bahan) sebesar 96% dengan kategori sangat baik, hal ini sejalan dengan jawaban siswa dalam LKS sesuai dengan yang diharapkan ketika diberikan pertanyaan mengenai keterampilan penggunaan alat dan bahan. Keterlaksanaan pada aspek ke-3 (Menentukan variabel yang diamati/diukur) sebesar 84% dengan kategori sangat baik, artinya siswa dapat menentukan variabel yang akan menjadi pengamatan dalam pelaksanaan eksperimen walaupun belum secara lengkap. Keterlaksanaan pada aspek ke-4 (Cara mengamati/mengukur variabel eksperimen) sebesar 88% dan aspek ke-5 (Cara menuliskan hasil pengamatan) sebesar 88% dengan kategori sangat baik, hal ini sejalan dengan jawaban siswa pada saat mengisi tabel pengamatan dalam LKS telah hampir sesuai dengan yang diharapkan, siswa kurang lengkap dalam mengisi tabel pengamatan ketika kedua pereaksi telah dicampurkan.

Pada aspek efisiensi kerja siswa, satu kelompok mendapat penilaian sangat tidak baik, dan satu kelompok mendapat penilaian tidak baik dengan keterlaksanaan sebesar 64%, hal ini dikarenakan siswa belum terbiasa melakukan eksperimen sehingga membutuhkan waktu yang lama dalam pengerjaannya. Waktu pelaksanaan eksperimen dengan menggunakan LKS yang dikembangkan selama 3 jam pelajaran setara dengan 135 menit (45 menit $\times$ 3).

**D. Hasil respon siswa terhadap pelaksanaan eksperimen dan LKS yang dikembangkan.**

Setelah melakukan eksperimen, siswa diminta untuk mengisi angket terhadap pelaksanaan eksperimen dan LKS yang dikembangkan. Angket respon siswa terdapat dalam lampiran A.17. Hasil yang diperoleh sebagai berikut:

Tabel 4.14. Hasil angket respon siswa terhadap pelaksanaan eksperimen

Pernyataan	Pendapat					Skor	Tingkat persetujuan (%)	Kategori
	SS	S	N	TS	STS			
Eksperimen penentuan pereaksi pembatas yang dilakukan:								
a. Mudah dalam pengerjaannya	4	10	1	2	-	67	78,82	Kuat
b. Mudah dalam pengamatan warna.	8	9	-	-	-	76	89,41	Sangat kuat
c. Mudah dalam pengukuran tinggi endapan.	4	11	-	2	-	68	80	Kuat
d. Sesuai dengan waktu yang tersedia.	2	5	2	8	-	52	61,18	Kuat
e. Memperjelas konsep pereaksi pembatas.	3	14	-	-	-	71	83,53	Sangat kuat
f. Menggunakan alat yang sederhana dan terdapat di laboratorium sekolah.	6	11	-	-	-	74	87,06	Sangat kuat
g. Menggunakan bahan yang sudah pernah ditemui di	7	7	-	1	2	67	78,82	Kuat

Pernyataan	Pendapat					Skor	Tingkat persetujuan (%)	Kategori
	SS	S	N	TS	STS			
laboratorium sekolah.								
Rata-rata						67,86	79,83	Kuat

Keterangan:

SS = Sangat Setuju

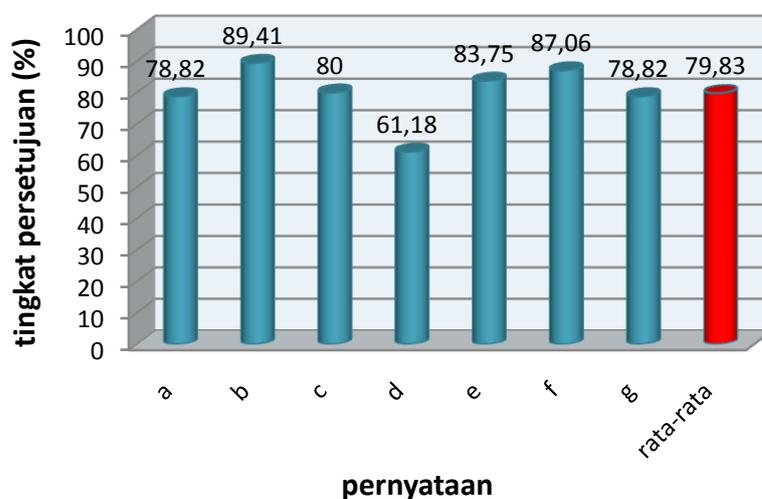
N = Netral

STS = Sangat Tidak setuju

S = Setuju

TS = Tidak setuju

Berdasarkan hasil tersebut tingkat persetujuan siswa terhadap pelaksanaan eksperimen adalah 79,83% tergolong kategori kuat, artinya eksperimen yang dilakukan mendapatkan respon baik dari siswa. Pengolahan data angket respon siswa terhadap pelaksanaan eksperimen dapat dilihat dalam lampiran B.13. Hasil respon siswa terhadap pelaksanaan eksperimen disajikan pada gambar 4.15.



Gambar 4.15. Diagram hasil respon siswa terhadap pelaksanaan eksperimen

Keterangan:

- Mudah dalam pengerjaannya.
- Mudah dalam pengamatan warna.
- Mudah dalam pengukuran tinggi endapan.
- Sesuai dengan waktu yang tersedia.
- Memperjelas konsep pereaksi pembatas.
- Menggunakan alat yang sederhana dan terdapat di laboratorium sekolah.
- Menggunakan bahan yang sudah pernah ditemui di laboratorium sekolah.

Pada pernyataan d (Sesuai dengan waktu yang tersedia) tingkat persetujuan yang diperoleh adalah 61,18%, hasil angket ini sesuai dengan hasil observasi terhadap efisiensi kerja siswa, hal ini dikarenakan siswa belum terbiasa merumuskan masalah dan mengajukan hipotesis sehingga membutuhkan waktu lama dalam pengerjaannya. Selain itu, siswa juga belum terbiasa melakukan eksperimen.

Setelah melakukan eksperimen, satu orang perwakilan dari tiap kelompok diwawancara untuk memperoleh respon tambahan, format wawancara terdapat dalam lampiran A.18. Berikut hasil wawancara yang diperoleh:

**Pertanyaan:** “Apakah eksperimen mudah dikerjakan? Bagian manakah yang paling sulit dikerjakan?”

Siswa 1 : “Gampang, ga ada bagian yang susah, gampang semua”.

Siswa 2 : “Awalnya rada bingung, tapi kesannya gampang, bagian yang susah pas ngukur tinggi harus rada teliti”.

Siswa 3 : “Gampang, bagian yang susah kalau aku pas ngocok-ngocoknya bu, soalnya kan harus benar-bener tuh biar kecampur semuanya”.

Siswa 4 : “Lumayan, yang susah ngukur tingginya”.

Siswa 5 : “Menurut saya gampang setelah diberi instruksi, eksperimennya gampang, bisa diatur”.

Berdasarkan hasil wawancara, dapat disimpulkan bahwa pengerjaan eksperimen tergolong mudah dilakukan oleh siswa SMA kelas X hal ini sesuai dengan hasil angket pada pernyataan a (Mudah dalam pengerjaannya) diperoleh tingkat persetujuan siswa sebesar 78,82% tergolong kategori kuat, artinya pengerjaan eksperimen mudah dilakukan.

**Pertanyaan:** “Apakah eksperimen mudah dalam pengamatan dan pengukurannya? Manakah yang lebih sukar diamati, pengamatan warna atau pengukuran tinggi endapan?”.

Siswa 1 : “Gampang semua”.

Siswa 2 : “Yang lebih susah pas ngukur tinggi harus rada teliti”.

Siswa 3 : “Gampang semua”.

- Siswa 4 : “Yang lebih susah ngukur tingginya”.  
 Siswa 5 : “Gampang semua”.

Berdasarkan hasil wawancara, pengukuran tinggi endapan lebih sulit dilakukan daripada pengamatan warna, hal ini sejalan dengan hasil angket, tingkat persetujuan terhadap aspek kemudahan dalam pengamatan warna sebesar 89,41% tergolong kategori sangat kuat artinya pengamatan warna sangat mudah dilakukan dan terhadap kemudahan dalam pengukuran tinggi endapan sebesar 80% tergolong kategori kuat artinya pengukuran tinggi endapan mudah dilakukan.

**Pertanyaan:** “Apakah eksperimen menggunakan alat yang sederhana dan terdapat di laboratorium sekolah?”.

- Siswa 1 : “Iya”.  
 Siswa 2 : “Iya udah pernah liat”.  
 Siswa 3 : “Iya”.  
 Siswa 4 : “Iya”.  
 Siswa 5 : “Iya”.

Berdasarkan hasil wawancara, dapat disimpulkan bahwa alat-alat yang digunakan dalam eksperimen tidak asing lagi bagi siswa, sesuai dengan hasil angket, tingkat persetujuan siswa sebesar 87,06% terhadap pernyataan eksperimen menggunakan alat yang sederhana dan terdapat di laboratorium sekolah tergolong kategori sangat kuat.

**Pertanyaan:** “Apakah eksperimen menggunakan bahan yang sudah pernah ditemui di laboratorium sekolah?”.

- Siswa 1 : “Baru liat bu”.  
 Siswa 2 : “Baru liat”.  
 Siswa 3 : “Baru kalau bahan mah”.  
 Siswa 4 : “Baru bu”.  
 Siswa 5 : “Baru”

Hasil wawancara menunjukkan bahwa siswa belum pernah mengenal bahan yang digunakan dalam eksperimen, hal ini tidak sesuai dengan hasil angket yang menunjukkan sebesar 78,82% tergolong kategori kuat, artinya siswa sudah



Pernyataan	Pendapat					Skor	Tingkat persetujuan (%)	Kategori
	SS	S	N	TS	STS			
subpokok materi pereaksi pembatas yang diberikan:								
a. Meningkatkan minat dalam mengerjakan eksperimen.	8	9	-	-	-	76	89,41	Sangat kuat
b. Kalimatnya mudah dipahami.	5	10	1	-	1	69	81,18	Sangat kuat
c. Pertanyaan yang terdapat dalam LKS mudah dijawab.	3	11	-	3	-	64	75,29	Kuat
d. Perintah dalam LKS dapat dilakukan dengan mudah.	5	9	1	1	1	67	78,82	Kuat
e. Menampilkan gambar-gambar yang mempermudah pengerjaan eksperimen.	8	8	1	-	-	75	88,24	Sangat kuat
	Rata-rata					70,2	82,59	Sangat kuat

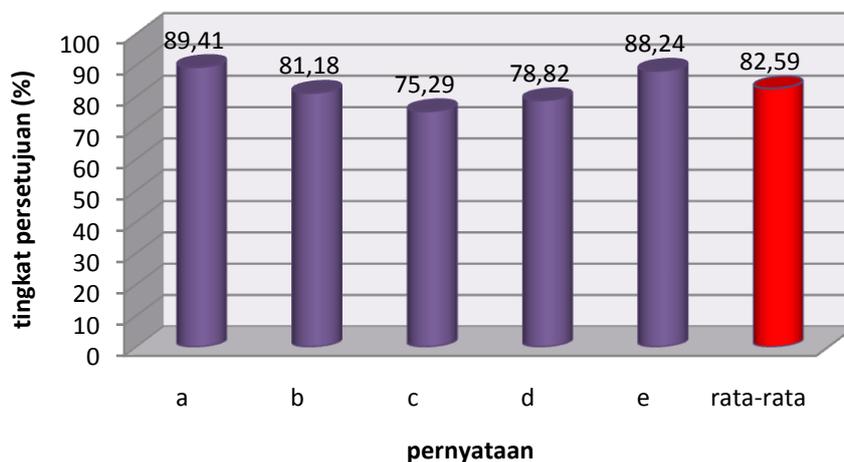
Keterangan:

SS = Sangat Setuju      N = Netral      STS = Sangat Tidak setuju

S = Setuju      TS = Tidak setuju

Berdasarkan hasil tersebut rata-rata tingkat persetujuan siswa terhadap pernyataan mengenai LKS yang dikembangkan adalah 82,59% tergolong sangat kuat, artinya siswa memberikan respon sangat baik terhadap LKS yang dikembangkan. Pengolahan data untuk hasil respon siswa terhadap LKS berbasis inkuiri terstruktur pada subpokok materi pereaksi pembatas dapat dilihat di

lampiran B.14. Hasil respon siswa terhadap LKS yang dikembangkan disajikan pada gambar 4.16.



Gambar 4.16. Diagram hasil respon siswa terhadap LKS yang dikembangkan.

Keterangan:

- Meningkatkan minat dalam mengerjakan eksperimen.
- Kalimatnya mudah dipahami.
- Pertanyaan yang terdapat dalam LKS mudah dijawab.
- Perintah dalam LKS dapat dilakukan dengan mudah.
- Menampilkan gambar-gambar yang mempermudah pengerjaan eksperimen.

Berikut hasil wawancara yang dilakukan dengan perwakilan siswa dari tiap kelompok:

**Pertanyaan:** “Apakah kalimat dalam LKS mudah dipahami? Kalimat dalam tahap mana yang paling sulit dipahami?”.

Siswa 1 : “Kalau dari kalimatnya ngerti”.

Siswa 2 : “Kalimatnya ngerti”.

Siswa 3 : “Ngerti”.

Siswa 4 : “Ngerti”.

Siswa 5 : “Ngerti”.

Berdasarkan hasil wawancara, diperoleh keterangan bahwa kalimat yang digunakan dalam LKS sudah dapat dipahami oleh siswa, hal ini sesuai dengan hasil angket terhadap pernyataan b (Kalimat dalam LKS mudah dipahami) sebesar

81,18% tergolong kategori sangat kuat, artinya kalimat dalam LKS sangat mudah dipahami siswa.

**Pertanyaan:** “Apakah tiap tahapan dalam LKS dapat dikerjakan dengan mudah? Tahap mana yang paling sulit dikerjakan?”.

Siswa 1 : “Rumusan masalah, tapi setelah dijelasin sama ibu jadi ngerti, hipotesis juga sulit”.

Siswa 2 : “Rumusan masalah, soalnya jarang, paling pernah di pelajaran sejarah bikin rumusan masalahnya, bikin hipotesis sulit”.

Siswa 3 : “Rumusan masalah, pernah di sejarah bikin rumusan masalah, tapi cuma selewat, terus di hipotesis aku kesulitan”.

Siswa 4 : “Rumusan masalah, hipotesis”.

Siswa 5 : “Rumusan masalah, hipotesis juga sulit”.

Berdasarkan hasil wawancara diperoleh keterangan bahwa tahap yang susah dikerjakan oleh siswa adalah pada saat merumuskan masalah dan mengajukan hipotesis, hal ini dikarenakan siswa jarang diberikan latihan untuk merumuskan masalah pada saat pembelajaran. Pada tahap lainnya, siswa tidak mengalami kesulitan, sesuai dengan hasil angket tingkat persetujuan siswa terhadap pernyataan f (pertanyaan yang terdapat dalam LKS mudah dijawab) sebesar 75,29% tergolong kategori kuat dan terhadap pernyataan g (perintah dalam LKS dapat dilakukan dengan mudah) sebesar 78,82% tergolong kategori kuat.

**Pertanyaan:** “Apakah gambar-gambar yang ada dalam LKS mempermudah dalam pengerjaan eksperimen?”.

Siswa 1 : “Iya”.

Siswa 2 : “Mempermudah”.

Siswa 3 : “Mempermudah”.

Siswa 4 : “Iya”.

Siswa 5 : “Kalau dari praktek jadi lebih mudah disertai gambar”.

Berdasarkan hasil wawancara, diperoleh keterangan bahwa gambar-gambar yang ada dalam LKS dapat mempermudah dalam pengerjaan eksperimen, hal ini sesuai dengan hasil angket terhadap pernyataan e (LKS menampilkan gambar-gambar yang mempermudah pengerjaan eksperimen) sebesar 88,24% tergolong kategori

sangat kuat, artinya gambar-gambar yang terdapat dalam LKS sangat mempermudah dalam pengerjaan eksperimen.

### **Revisi LKS ke-3**

Dari hasil uji keterlaksanaan eksperimen dan penjarangan respon siswa terhadap pelaksanaan eksperimen dan LKS yang dikembangkan, dilakukan kembali revisi LKS ke-3. Dari hasil jawaban siswa dalam LKS, pada tahap merumuskan masalah dan mengajukan hipotesis belum seluruhnya sesuai dengan yang diharapkan, sehingga pada pelaksanaannya harus lebih mendapat bimbingan dari guru.

Pada tahap pengumpulan data langkah pengukuran volum pereaksi dalam gelas ukur perlu diberikan cara membaca miniskus yang benar, karena dalam pelaksanaannya sebagian besar siswa belum bisa mengukur volum pereaksi secara benar, hal tersebut dapat mempengaruhi hasil reaksi yang diharapkan, sehingga dilakukan revisi LKS dengan penambahan cara pembacaan miniskus yang benar. Pada langkah mengocok campuran kedua pereaksi, siswa tidak melakukan dengan benar, sehingga pembentukan endapan  $PbI_2$  sebagai hasil reaksi tidak sesuai dengan yang diharapkan. Untuk mengatasi hal tersebut, pada pelaksanaannya dibutuhkan bimbingan guru dengan cara mendemonstrasikan cara mengocok campuran terlebih dahulu agar siswa tidak melakukan kesalahan.

Pada langkah menggambar grafik, siswa mendapat kesulitan, hal ini dikarenakan belum terdapatnya skala angka pada sumbu X dan sumbu Y. Oleh karena itu dilakukan revisi pada LKS yang dikembangkan dengan mencantumkan

skala angka pada sumbu X dan sumbu Y agar siswa lebih mudah dalam menggambarkan grafik hubungan antara tinggi endapan yang terbentuk dengan volum larutan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  yang ditambahkan. Informasi bahaya bahan dan cara penanggulangannya juga perlu dicantumkan dalam LKS agar siswa lebih berhati-hati pada saat melakukan eksperimen. LKS revisi ke-3 terdapat dalam lampiran A.19.

