

Pemahaman Siswa Kelas XI SMA Unggulan Kota Padang Terhadap Konsep Reaksi Pengendapan pada Pembelajaran Materi Kelarutan dan Hasilkali Kelarutan

Monica Prima Sari¹⁾, Hernani²⁾, Sri Mulyani³⁾

¹⁾Jurusan Pendidikan IPA, Universitas Negeri Padang

²⁾Jurusan Kimia, Universitas Pendidikan Indonesia

³⁾Jurusan Kimia, Universitas Pendidikan Indonesia

email: primasarimonica@fmipa.unp.ac.id

ABSTRACT

This paper describes 11th grade students' understanding of the concept of precipitation reaction at the end of the learning process of solubility and solubility product. Precipitation reaction is an important reaction in industry, pharmacy, and daily life. In the learning process, students are asked to predict the formation of precipitation based on their understanding of solubility and solubility product concepts. Thirty eleventh grade students in one of the best senior high schools in Padang were chosen as the subject of this study. Classroom learning process was observed and recorded. Data of students' understanding were collected through a set of essay problems which was validated through expert judgment, and then integrated in students' end-of-chapter test. Through qualitative analysis, this study revealed some mistakes and misconceptions that students have regarding the application of precipitation reaction concept, and possible sources of them. Recommendations for improving the quality of learning this concept in the future are provided at the end of the paper.

Keywords : *Students' understanding, Precipitation reaction, Solubility, Solubility product.*



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2018 by author and Universitas Negeri Padang.

PENDAHULUAN

Reaksi pengendapan merupakan salah satu reaksi yang sangat penting dalam dunia industri, obat-obatan, dan kehidupan sehari-hari. Baking soda (natrium bikarbonat) yang umum digunakan dalam industri makanan, peristiwa pelarutan enamel gigi (tersusun dari mineral hidroksiapatit, $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3\text{OH}]$), dan penggunaan Barium Sulfat untuk mendeteksi penyakit akibat gangguan sistem pencernaan adalah beberapa contoh dari penerapan reaksi pengendapan (Chang, 2008).

Reaksi pengendapan menghasilkan produk berupa senyawa tak larut (endapan), yang pembentukannya bergantung pada kelarutan senyawa ionik yang diharapkan mengendap (Chang, 2008). Terkait dengan kelarutan ini, para ahli kimia membagi kelarutan dalam beberapa tingkat, yaitu: "larut", "sedikit larut" dan "tak larut". Yang perlu digarisbawahi adalah bahkan senyawa yang dikategorikan "tak larut" sekalipun pada dasarnya tetap dapat larut, hanya saja dalam jumlah tertentu yang sangat sedikit.

Dalam kurikulum mata pelajaran Kimia untuk SMA, konsep reaksi pengendapan terdapat dalam materi Kelarutan dan Hasilkali Kelarutan yang dipelajari siswa di kelas IX. Seperti halnya konsep-konsep lain dalam mata

pelajaran Kimia SMA, kompetensi yang diharapkan dapat dicapai siswa adalah mampu menganalisis dan menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan sifat molekul, kesetimbangan kimia, reaksi kimia, kinetika kimia dan energetika, serta menerapkan pengetahuan ini pada berbagai bidang ilmu dan teknologi (Kemendikbud, 2016). Secara lebih spesifik, untuk materi Kelarutan dan Hasilkali Kelarutan, kompetensi dasar yang diharapkan dicapai siswa adalah mampu memprediksi terbentuknya endapan dari suatu reaksi berdasarkan prinsip kelarutan dan hasilkali kelarutan. Prediksi ini lebih menekankan aspek termodinamika karena fokus kepada produk yang akan terbentuk, bukan pada aspek kinetika (Harris, 2010). Pencapaian kompetensi ini bergantung pada pemahaman siswa terhadap konsep-konsep relevan yang telah dipelajari sebelumnya, yaitu: konsep mol, massa atom relatif, persamaan reaksi, kesetimbangan kimia, serta konsentrasi larutan.

Keterkaitan konsep reaksi pengendapan dalam materi kelarutan dan hasilkali kelarutan dengan banyak konsep kimia lainnya merupakan salah satu alasan mengapa materi ini dianggap sulit oleh siswa. Meski mata pelajaran kimia berisi berbagai fenomena dan aktivitas percobaan menarik serta pengetahuan yang ber-

manfaat untuk memahami dunia (Chiu, 2005), kimia merupakan mata pelajaran yang tidak populer di kalangan siswa (Holbrook, 2005). Salah satu penyebabnya adalah banyaknya konsep yang sulit dipahami siswa (Sheehan, 2010), yang sifatnya abstrak sehingga mengharuskan siswa untuk meluangkan waktu khusus dalam berusaha memahaminya (Wu dan Foos, 2008).

Pada dasarnya, konsep-konsep dalam ilmu kimia memiliki tiga level representasi, yaitu: makroskopis, simbolis, dan submikroskopis (Johnstone, 2000). Penguasaan terhadap konsep kimia mengharuskan siswa untuk memiliki pemahaman yang memadai pada setiap level representasi dan menghubungkan ketiga level tersebut untuk membangun pengetahuan dalam dirinya (Nakhleh dan Hinton, 1999). Secara tersirat dapat dipahami bahwa mata pelajaran kimia hanya menarik bagi siswa yang mampu berpikir kompleks, yang mampu menghubungkan pemahaman mereka pada setiap level representasi konsep kimia.

Berdasarkan uraian di atas, penulis melakukan penelitian di salah satu sekolah unggulan kota Padang untuk menggali pemahaman siswa terhadap konsep reaksi pengendapan dalam materi kelarutan dan hasilkali kelarutan. Penelitian ini difokuskan pada kemampuan siswa dalam menerapkan pemahaman mereka terhadap konsep kelarutan untuk memprediksi pembentukan endapan, yang merupakan kompetensi dasar dari materi ini. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menemukan miskonsepsi, konsepsi alternatif siswa atau bentuk kesalahan siswa dalam menerapkan pemahamannya terkait konsep reaksi pengendapan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian yang lebih besar mengenai keterkaitan proses pembelajaran dengan pemahaman siswa terkait konsep-konsep dalam materi kelarutan dan hasilkali kelarutan. Berhubung peneliti ingin mendapatkan pemahaman siswa tanpa intervensi khusus dari pihak lain (murni hanya dari guru dan proses pembelajaran), maka peneliti menerapkan strategi *naturalistic inquiry*. Strategi ini menekankan kealamiah setting penelitian tanpa manipulasi apapun dari peneliti, dan temuannya disajikan sesuai keadaan sebenarnya tanpa dilebih-lebihkan (Basrowi dan Suwandi, 2008).

Subyek dalam penelitian ini berjumlah 30 siswa yang ditentukan berdasarkan kesediaan guru untuk mengizinkan kelasnya diobservasi. Data utama dalam penelitian ini adalah pemahaman siswa, yang diperoleh dengan instrumen tes essay, yang sesuai untuk menggali pemahaman siswa yang sifatnya cukup kompleks (Gronlund dan Linn, 1990). Untuk menghindari bias, penyusunan tes ini tidak melibatkan guru yang mengajar kecuali saat peneliti mengkon-sultasikan kompetensi dasar dan indikator ketercapaian pembelajaran. Validasi instrumen tes essay dan rubrik penilaiannya dilakukan dengan cara *expert judgement* dengan melibatkan tiga orang dosen kimia dan empat guru kimia SMA. Soal yang telah divalidasi kemudian diintegrasikan ke dalam soal ulangan harian siswa untuk materi kelarutan dan hasilkali kelarutan.

Instrumen tes essay yang digunakan untuk menggali pemahaman konsep siswa terhadap konsep reaksi pengendapan dapat diperhatikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Instrumen Tes Essay Konsep Reaksi Pengendapan

No.	Butir soal												
1.	<p>Diketahui nilai K_{sp} senyawa garam sulfat berikut.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Senyawa elektrolit</th> <th>K_{sp}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CaSO₄</td> <td>$2,4 \times 10^{-5}$</td> </tr> <tr> <td>SnSO₄</td> <td>$2,5 \times 10^{-7}$</td> </tr> <tr> <td>BaSO₄</td> <td>$1,1 \times 10^{-10}$</td> </tr> <tr> <td>HgSO₄</td> <td>$6,7 \times 10^{-7}$</td> </tr> <tr> <td>PbSO₄</td> <td>$1,7 \times 10^{-8}$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Jika satu liter larutan garam sulfat mengandung ion Ca²⁺, Sn²⁺, Hg²⁺, Ba²⁺, dan Pb²⁺ dengan konsentrasi yang sama, kemudian larutan tersebut ditetesi larutan Na₂SO₄ maka tentukanlah urutan senyawa garam tersebut mulai dari yang pertama mengendap. Kemukakan alasanmu yang mendasari penentuan urutan tersebut.</p>	Senyawa elektrolit	K_{sp}	CaSO ₄	$2,4 \times 10^{-5}$	SnSO ₄	$2,5 \times 10^{-7}$	BaSO ₄	$1,1 \times 10^{-10}$	HgSO ₄	$6,7 \times 10^{-7}$	PbSO ₄	$1,7 \times 10^{-8}$
Senyawa elektrolit	K_{sp}												
CaSO ₄	$2,4 \times 10^{-5}$												
SnSO ₄	$2,5 \times 10^{-7}$												
BaSO ₄	$1,1 \times 10^{-10}$												
HgSO ₄	$6,7 \times 10^{-7}$												
PbSO ₄	$1,7 \times 10^{-8}$												
2.	<p>Seorang siswa diminta menyiapkan 0,5 L larutan yang mengandung 0,0075 mol NaCl dan 0,075 mol Pb(NO₃)₂. Mengingat bahwa senyawa timbal klorida sukar larut dalam air, siswa tersebut memprediksi bahwa endapan akan terbentuk. Buktikanlah prediksi siswa tersebut jika K_{sp} PbCl₂ diketahui bernilai $1,7 \times 10^{-5}$.</p>												

Untuk melihat keterkaitan pemahaman siswa dengan proses pembelajaran yang dilalui, peneliti melakukan observasi pembelajaran sebagai *complete observer*. Untuk kepentingan pengumpulan dan analisis data, setiap pertemuan terkait konsep reaksi pengendapan direkam kemudian ditranskripsikan.

Data pemahaman siswa bersifat kualitatif, oleh sebab itu peneliti memilih menggunakan teknik analisis data kualitatif. Teknik ini mencakup kegiatan mengorganisasikan data, memilah dan mengelola data, mensintesis, mencari pola, menemukan apa yang penting dari data, dan mengambil keputusan (Bogdan dan Baiken dalam Basrowi dan Suwandi, 2008). Melalui analisis horizontal, peneliti mengelompokkan pemahaman siswa ke dalam 6 derajat pemahaman yang dikembangkan oleh Abraham, Grzybowski, Renner, dan Marek, (1992), yang mencakup: memahami konsep, memahami sebagian, memahami sebagian dengan miskonsepsi, miskonsepsi, tidak memahami, dan tidak ada jawaban seperti ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Pemahaman Siswa (Abraham, R. Michael, dkk., 1992)

No.	Kriteria	Tingkat Pemahaman	Kategori Pemahaman
1.	Tidak ada jawaban/ kosong, menjawab saya tidak tahu.	Tidak ada respon	Tidak Memahami
2.	Mengulang pernyataan, menjawab tapi tidak berhubungan dengan pertanyaan atau tidak jelas.	Tidak memahami	
3.	Menjawab dengan penjelasan tidak logis.	Miskonsepsi	Miskonsepsi
4.	Jawaban menunjukkan ada konsep yang dikuasai tetapi ada pernyataan yang menunjukkan miskonsepsi.	Memahami sebagian dengan miskonsepsi	
5.	Jawaban menunjukkan hanya sebagian konsep dikuasai tanpa ada miskonsepsi.	Miskonsepsi	Memahami
6.	Jawaban menunjukkan konsep dipahami dengan semua penjelasan benar.	Memahami konsep	

Keenam derajat pemahaman untuk setiap soal tes telah divalidasi melalui experts judgement. Temuan penelitian berupa kesalahan siswa dalam menjawab soal dan konsepsi alternatif, digunakan untuk merefleksi proses pembelajaran dan menjadi dasar bagi peneliti untuk merumuskan rekomendasi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran konsep reaksi pengendapan di masa yang akan datang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pemahaman Siswa terhadap Konsep Reaksi Pengendapan

Untuk menjawab soal pertama, siswa harus memahami bahwa endapan garam sulfat akan terbentuk jika hasil kali konsentrasi ion-ion dalam larutan (Q_c) lebih besar dari nilai K_{sp} -nya masing-masing. Kelima kation dalam larutan garam sulfat diketahui memiliki konsentrasi dan koefisien yang sama dalam persamaan reaksi

setimbangnya. Dengan demikian, ketika ditambahkan larutan Na_2SO_4 , nilai K_{sp} yang terlampaui lebih dahulu adalah yang terkecil, kemudian diikuti nilai yang lebih besar. Dari soal, nilai K_{sp} terkecil dimiliki oleh $BaSO_4$, yaitu $1,1 \times 10^{-10}$. Oleh karena itu, ketika ditambahkan larutan Na_2SO_4 , yang mula-mula mengendap adalah $BaSO_4$, diikuti $PbSO_4$, $SnSO_4$, $HgSO_4$, dan terakhir $CaSO_4$.

Seperti halnya dalam menjawab soal pertama, soal kedua juga menuntut siswa untuk memahami bahwa endapan akan terbentuk jika nilai Q_c lebih besar dari K_{sp} . Karena nilai K_{sp} $PbCl_2$ sudah diketahui dari soal, maka yang harus dilakukan siswa adalah menghitung nilai Q_c . Perhitungan nilai Q_c memerlukan konsentrasi molar dari ion-ion $PbCl_2$. Jadi, benar tidaknya jawaban siswa untuk soal ini bergantung pada kebenaran perhitungan yang dilakukan dan prediksi berdasarkan hasil perhitungan tersebut.

Untuk soal pertama, kriteria jawaban siswa yang termasuk kategori memahami konsep adalah jika urutan garam sulfat dari yang lebih dulu hingga yang terakhir mengendap benar, dasar atau alasan penentuannya benar, dan menyinggung fakta bahwa koefisien ion dalam reaksi setimbang dan konsentrasi semua garam sama. Sementara untuk soal kedua, kriteria jawaban yang dinyatakan memahami konsep adalah jika pernyataan prediksi dan dasar prediksi pembentukan endapan benar, yaitu perbandingan nilai Q_c dengan K_{sp} , serta didukung hasil perhitungan yang menunjukkan bahwa nilai Q_c lebih besar dari K_{sp} . Jawaban siswa yang kurang atau mendekati kriteria untuk kedua soal ini akan masuk ke dalam lima kategori lainnya di bawah “memahami konsep”. Rincian deskripsi yang dijadikan panduan dalam pengkategorian pemahaman siswa dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 berikut ini.

Tabel 3. Kategori Pemahaman Siswa untuk soal $PbCl_2$

Tingkat Pemahaman	Deskripsi pemahaman
Memahami konsep	Pernyataan prediksi benar, menyatakan dasar prediksi adalah perbandingan Q_c dengan K_{sp} , serta didasarkan pada hasil perhitungan yang menunjukkan $Q_c > K_{sp}$.
Memahami sebagian	Pernyataan prediksi benar, didasarkan pada hasil perhitungan yang menunjukkan $Q_c > K_{sp}$.
Memahami sebagian dengan miskonsepsi	Pernyataan prediksi benar, didasarkan pada hasil perbandingan dimana $Q_c > K_{sp}$ tetapi terdapat kesalahan substitusi nilai konsentrasi molar atau persamaan untuk menghitung Q_c .
Miskonsepsi	Prediksi benar, tetapi dasar dari prediksi tersebut bukan perbandingan Q_c dengan K_{sp} .

Tidak memahami	Prediksi terbentuknya endapan salah.
Tidak ada respon	Kosong; menuliskan "saya tidak tahu" atau tidak menjawab sama sekali.

Tabel 4. Kategori Pemahaman Siswa Untuk Soal Urutan Garam Sulfat yang Duluan Mengendap

Tingkat Pemahaman	Deskripsi pemahaman
Memahami konsep	Urutan garam sulfat benar, dari yang paling awal mengendap hingga yang paling akhir, dasar penentuan urutan benar, terutama menyinggung koefisien ion dalam reaksi setimbang dan konsentrasi semua garam sama.
Memahami sebagian	Urutan garam benar, penjelasan hanya mengandung sebagian dari frasa penting dalam kunci jawaban.
Memahami sebagian dengan miskonsepsi	Urutan benar, penjelasan mengandung sedikit miskonsepsi, atau penjelasan benar tetapi ada kesalahan dalam urutan garam.
Miskonsepsi	Urutan terbalik, penjelasan tidak sesuai konsep atau tidak logis
Tidak memahami	Tidak mengurutkan garam sulfat berdasarkan cepat atau lambatnya garam tersebut mengendap.
Tidak ada respon	Kosong; menuliskan "saya tidak tahu" atau tidak menjawab sama sekali.

Tingkat pemahaman siswa berdasarkan hasil analisis horizontal terhadap jawaban siswa dapat dilihat pada Diagram 1 berikut ini.

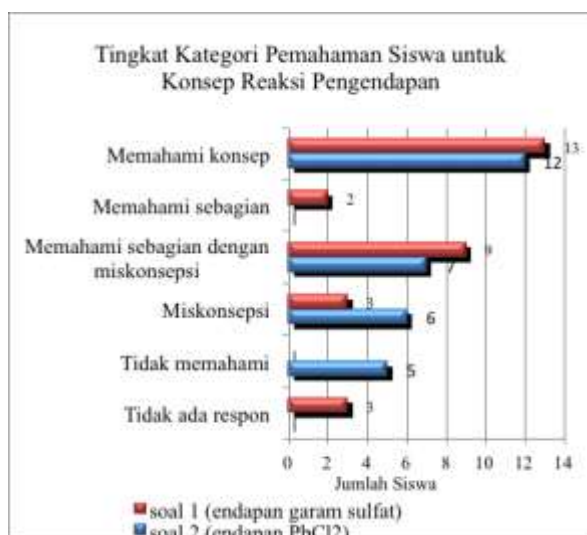


Diagram 1. Tingkat Kategori Pemahaman Siswa untuk Konsep Reaksi Pengendapan

Dari diagram 1 dapat dijelaskan bahwa kurang dari setengah subyek penelitian yang masuk ke-kategori memahami konsep, baik untuk soal 1 maupun soal 2. Meski mampu mengurutkan senyawa garam sulfat atau memprediksi pembentukan endapan dengan benar, peneliti

tetap menemukan adanya kesalahan atau miskonsepsi dari jawaban sejumlah siswa.

Temuan menarik adalah: untuk soal 1 ada tiga siswa yang tidak menjawab, sementara untuk soal 2 tidak ada siswa yang tidak menjawab namun ada lima siswa yang masuk kategori tidak memahami. Keterbatasan waktu penelitian menyebabkan peneliti tidak berkesempatan untuk melakukan wawancara dengan siswa untuk mencari penjelasan dibalik temuan ini. Dugaan sementara, siswa mencoba menebak jawaban untuk soal 2 berdasarkan data dalam soal meski tebakan tersebut membawa mereka ke dalam kategori tidak memahami. Dasar dari dugaan ini adalah temuan bahwa dua dari tiga siswa yang tidak menjawab soal 1 termasuk ke dalam lima siswa yang masuk kategori "tidak memahami" pada soal 2. Untuk soal 2, endapan yang diprediksi hanya untuk satu senyawa yaitu $PbCl_2$. Dari hasil ini, peneliti menduga siswa menggunakan data dalam soal atau *instinc* pribadi untuk memprediksi. Sementara untuk soal 1, tebakan demikian sulit dilakukan karena ada banyak senyawa yang harus dipertimbangkan. Tanpa pemahaman konsep yang benar, akan sulit bagi siswa untuk menjawab dengan benar.

Terkait dengan jawaban siswa yang mengandung kesalahan atau miskonsepsi, peneliti menjabarkan temuan tersebut dalam Tabel 4 berikut ini.

Tabel 5. Bentuk Kesalahan Siswa dalam Memprediksi Pembentukan Endapan Garam Sulfat Berdasarkan Nilai K_{sp} .

No.	Bentuk Kesalahan dan Contoh Jawaban Siswa
1.	<p>Kesalahan menuliskan urutan senyawa</p> <ul style="list-style-type: none"> SR21 mengurutkan garam sulfatnya terbalik dari tuntutan soal. SU8 membuat kesalahan dalam urutan $HgSO_4$ dan $SnSO_4$
2.	<p>Alasan penentuan urutan tidak tepat/ mengandung pernyataan yang salah</p> <ul style="list-style-type: none"> SR1 dan SR10: "Yang pertama akan mengendap adalah $BaSO_4$ karena terlalu basa karena menyebabkan larutan tersebut sukar larut; yang kedua yaitu $PbSO_4$ karena K_{sp} $PbSO_4$ memiliki K_{sp} yang basa juga (garam sukar larut); ketiga $HgSO_4$ karena K_{sp}-nya tepat jenuh, keempat $SnSO_4$ karena K_{sp}-nya tepat jenuh, kelima $CaSO_4$ karena K_{sp}-nya asam, jadi larutan tersebut akan semakin mudah larut".

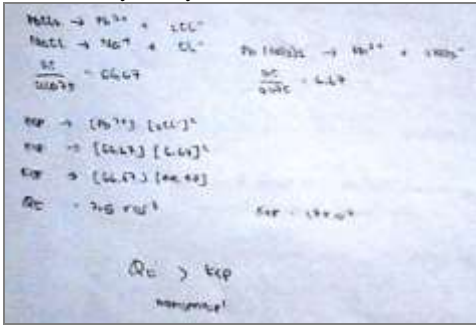
Ket: SR dan SU adalah label siswa untuk membedakan asal kelasnya

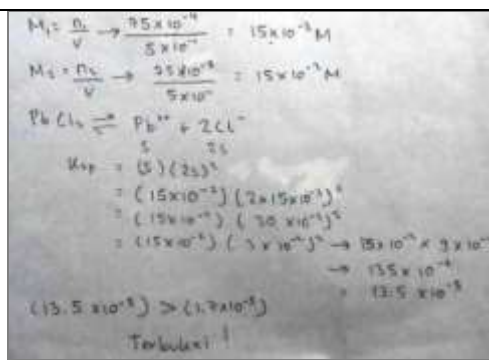
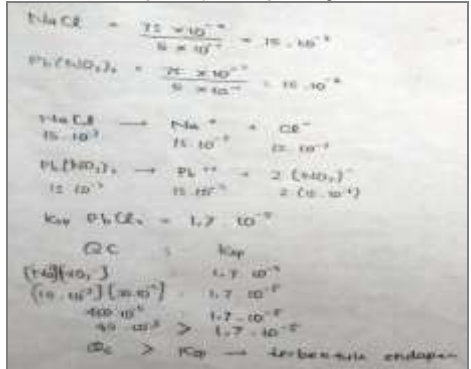
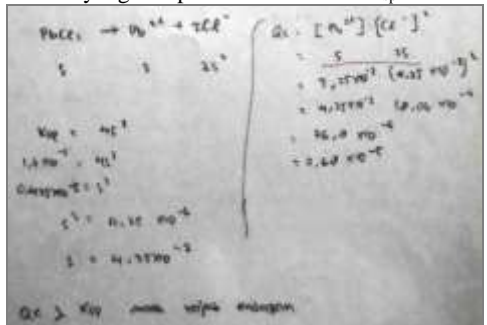
Melalui soal ini, pemahaman siswa yang diharapkan muncul adalah bahwa untuk senyawa-senyawa dengan perbandingan koefisien ion

yang sama, semakin kecil harga K_{sp} maka senyawa tersebut akan semakin mudah mengendap. Senyawa yang paling banyak ditemukan salah urutannya adalah $HgSO_4$ ($K_{sp} = 6,7 \times 10^{-7}$) dan $SnSO_4$ ($K_{sp} = 2,5 \times 10^{-7}$). Peneliti menduga kesalahan ini disebabkan kesalahan menginterpretasikan nilai K_{sp} yang memiliki bilangan pangkat negatif, sehingga K_{sp} $HgSO_4$ dipahami lebih kecil dari K_{sp} $SnSO_4$ padahal sebaliknya.

Selain kesalahan mengurutkan senyawa, ditemukan pula alasan penentuan yang tidak sesuai dengan konsep. Pada contoh kesalahan kedua, siswa tersebut salah mengurutkan $SnSO_4$ dan $HgSO_4$, dan alasan penentuan yang diberikan tidak tepat. $BaSO_4$ dipilih sebagai yang pertama mengendap karena terlalu basa, padahal tidak ada keterangan mengenai sifat asam dan basa dalam soal. Sifat basa ini juga menjadi dasar menentukan $PbSO_4$ sebagai senyawa kedua yang mengendap. Dari jawaban siswa yang ada dalam tanda kurung "garam sukar larut", sepertinya siswa memahami garam dengan nilai K_{sp} sangat kecil sebagai garam yang bersifat basa, dan garam yang bersifat basa adalah garam yang sukar larut. Dengan demikian, garam dengan K_{sp} sangat kecil dipahami sebagai garam yang sukar larut atau mudah mengendap.

Tabel 6. Bentuk Kesalahan Siswa dalam Memprediksi Pembentukan $PbCl_2$

No.	Bentuk Kesalahan dan Contoh Jawaban Siswa
1.	<p>Kesalahan dalam menentukan mol/ konsentrasi</p> <ul style="list-style-type: none"> SR25 dan SR17 membagi volum dengan mol untuk mendapatkan suatu nilai yang disubstitusikan ke dalam persamaan K_{sp}. Hasilnya dinyatakan sebagai Q_c dan dibandingkan dengan K_{sp} $PbCl_2$ nilainya ternyata lebih besar 
2.	<p>Kesalahan dalam mensubstitusikan nilai kelarutan (s)</p> <ul style="list-style-type: none"> SU7 mensubstitusikan konsentrasi dari masing-masing ion sebagai nilai kelarutan ke dalam persamaan K_{sp} $PbCl_2$ dimana $[Pb^{2+}] = s$, dan $[Cl^-] = 2s$.

No.	Bentuk Kesalahan dan Contoh Jawaban Siswa
	
3.	<p>Menghitung Q_c dari senyawa yang salah</p> <ul style="list-style-type: none"> SU26 menghitung Q_c dari $Pb(NO_3)_2$ kemudian membandingkannya dengan K_{sp} $PbCl_2$. 
4.	<p>Menghitung nilai kelarutan (s) untuk Q_c dari K_{sp}</p> <ul style="list-style-type: none"> SR14 menghitung kelarutan dari $PbCl_2$ dari nilai K_{sp} yang diberikan, kemudian nilainya disubstitusikan ke dalam persamaan menghitung Q_c. Nilai yang didapat lebih besar dari K_{sp}. 

Ket: SR dan SU adalah label siswa untuk membedakan asal kelasnya

Bentuk kesalahan pertama pada Tabel 3 di atas disebabkan siswa tidak memahami bagaimana menghitung konsentrasi yang terlihat dari tindakan membagi volum dengan mol, dimana seharusnya mol yang dibagi dengan volum. Meski salah menentukan konsentrasi, siswa tersebut memahami bahwa prediksi endapan didasarkan pada nilai Q_c yang lebih besar dari K_{sp} . Contoh bentuk kesalahan kedua disebabkan karena ketidakpahaman siswa tentang nilai yang harus dimasukkan ke dalam persamaan menghitung Q_c . Siswa memasukkan

nilai konsentrasi ion Pb^{2+} dan Cl^- hasil perhitungannya ke dalam persamaan K_{sp} untuk $PbCl_2$. Dengan kata lain, siswa menjadikan nilai konsentrasi masing-masing ion sebagai kelarutannya. Padahal, untuk kasus $PbCl_2$ dalam soal ini, nilai konsentrasi hasil perhitungan tidak sama dengan kelarutan. Jadi, untuk bentuk kesalahan seperti ini, meski siswa memahami bahwa prediksi endapan didasarkan pada perbandingan nilai K_{sp} dan Q_c , dan siswa mampu menuliskan persamaan K_{sp} untuk $PbCl_2$ dengan benar, kurang tepatnya pemahaman siswa tentang kelarutan dan konsentrasi menyebabkan hasil perhitungan siswa salah.

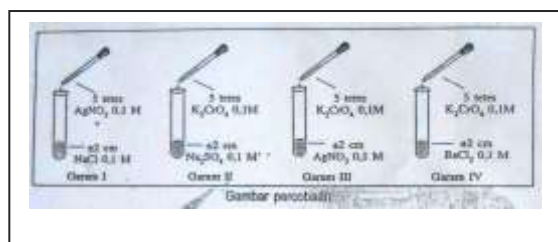
Sedikit berbeda, contoh bentuk kesalahan ketiga disebabkan ketidakpahaman siswa terhadap penggunaan nilai K_{sp} dan Q_c untuk memprediksi pembentukan endapan. Lebih tepatnya, siswa tersebut tidak memahami nilai K_{sp} dan Q_c dari senyawa mana yang harus dibandingkan. Sebagai akibatnya adalah pada jawabannya, siswa tersebut menghitung nilai Q_c dari $Pb(NO_3)_2$ kemudian membandingkannya dengan K_{sp} $PbCl_2$. Seharusnya, nilai Q_c dan K_{sp} yang dibandingkan adalah dari senyawa yang diprediksi mengendap, yaitu $PbCl_2$.

Contoh bentuk kesalahan keempat disebabkan karena siswa tidak memahami perbedaan konsentrasi dan kelarutan, sehingga siswa tersebut menghitung kelarutan $PbCl_2$ dari K_{sp} yang diberikan kemudian nilainya disubstitusikan ke dalam persamaan untuk menghitung Q_c . Jika kelarutan dihitung dari K_{sp} , kemudian digunakan menghitung Q_c , hasilnya tentu akan sama. Namun, hasil perbandingan yang didapat siswa adalah nilai Q_c lebih besar dari K_{sp} . Ternyata, dari jawaban siswa ditemukan kesalahan dalam menyatakan kelarutan ion Pb^{2+} dan Cl^- dan mensubstitusikan nilai kelarutan ke dalam persamaan Q_c . Siswa tersebut menyatakan kelarutan Pb^{2+} sebagai s dan Cl^- sebagai $2s$, namun ia mensubstitusikan nilai kelarutan ke dalam persamaan s dan s^2 . Selain itu, nilai kelarutan yang diperoleh dari K_{sp} $PbCl_2$ juga tidak benar karena kesalahan penarikan akar pangkat tiga. Kedua kesalahan inilah yang menyebabkan nilai Q_c yang ia peroleh lebih besar dari K_{sp} .

2. Proses Pembelajaran Konsep Reaksi Pengendapan

Pembelajaran konsep Reaksi Pengendapan dilaksanakan pada pertemuan keempat me-

lalui kegiatan praktikum. Siswa diminta membuat beberapa senyawa garam sukar larut melalui reaksi pengendapan dari dua larutan yang dicampurkan. Gambar 1 berikut ini menunjukkan langkah percobaan yang harus dilakukan siswa. Ilustrasi tersebut menunjukkan bahwa percobaannya cukup sederhana dan tidak membutuhkan waktu lama. Sebagaimana biasanya praktikum dilakukan di SMA, setelah percobaan siswa diminta menjawab beberapa pertanyaan dalam LKS.



Gambar 1. Ilustrasi Percobaan Pada Pembelajaran Konsep Reaksi Pengendapan

Berikut ini adalah kutipan dialog guru dan siswa saat menjelaskan konsep reaksi pengendapan di kelas.

Guru : “Sekarang, kapan terjadi reaksi pengendapan itu? Kan tadi ada larutan yang... Apa? Belum jenuh, tepat jenuh, dan lewat jenuh. Nah, kapan suatu larutan... garam itu mengendap? Kapan? Apa itu Q_c ? Sama dengan...?”

Siswa : “ K_{sp} ...” (bersama-sama)

Guru : “Sama dengan K_{sp} tapi apa? K_{sp} itu apa? K_{sp} itu adalah konsentrasi... Dah, ingat kalau dalam K_{sp} konsentrasi zat-zat dalam keadaan kesetimbangan sementara ini dalam keadaan tepat jenuh. Saat tepat jenuh, itu yang K_{sp} . Sementara Q_c , konsentrasinya sama dengan keadaan dalam tetapan kesetimbangan, tapi bukan dalam keadaan tepat je...? Tepat jenuh. Jadi kalau Q_c nya sama dengan K_{sp} , maka apa yang terjadi?”

Siswa : “Tepat jenuh...” (bersama-sama)

Guru : “Dah, hari Jumat kita sudah belajar mengenai garam-garam yang sukar larut. Nah, kapan, bisa terjadi pengendapan? Kapan garam tersebut mengendap? Misalnya garam dapur ini, kapan dia mengendap?”

SR14 : “Apabila larutannya sudah jenuh...”

Guru : “Larutannya sudah jenuh. Jika konsentrasi zat yang ada dalam sistem kesetimbangan tadi sudah lebih besar dari jumlah maksimum ini, maka garam tersebut akan membentuk endapan. Nah, hasil kali konsentrasi zat yang dalam garam tadi yang melewati konsentrasi zat dalam keadaan tepat jenuh, itu kita sebut dengan Q_c . Q_c ini rumusnya hampir sama dengan K_{sp} . Cuma kalau K_{sp} , konsentrasi zat ini adalah konsentrasi maksimum pada saat larutan tepat jenuh. Sementara, pada Q_c , konsentrasi misalnya untuk NaCl, konsentrasi Na^+ dan Cl^- nya ini adalah konsentrasi zat tersebut dalam keadaan yang sudah lewat jenuh tadi, harganya. Jadi rumusnya, Q_c dan K_{sp} itu sama, cuma K_{sp} konsentrasi zat pada saat sistem mencapai keadaan kesetim...bangan. Pada saat sistem mencapai keadaan kesetimbangan. tapi kalau Q_c konsentrasinya ini pada larutan, bisa jenuh pada larutan yang belum jenuh atau bisa juga pada larutan lewat je.. lewat jenuh. Jika harga Q_c masih lebih kecil dari pada harga K_{sp} , maka ini kita sebut larutnya larutan yang belum jenuh. Sementara ketika saat Q_c sama dengan K_{sp} , maka ini yang kita sebut dengan larutan tepat jenuh. tapi kalau Q_c sudah lebih besar dari K_{sp} , maka ini yang kita sebut larutan lewat jenuh. Jadi, kalau larutan lewat jenuh maka itu berarti sudah terbentuk endapan. Jadi kalau misalnya kita mau mengendapkan suatu zat, maka zat yang kita larutkan itu konsentrasinya harus lebih besar dari konsentrai ion-ionnya pada saat larutan tepat jenuh. Jadi kalau misalnya kita melarutkan suatu zat, garam atau zat yang sukar larut., kita sudah bisa meninjau sebelum kita melakukan percobaan apakah garam ini bisa menghasilkan endapan atau tidak.”

Pada dasarnya, guru sudah menjelaskan dalam pembelajaran bahwa Q_c berbeda dari K_{sp} , dan nilai konsentrasi yang disubstitusikan juga berbeda. Namun, dari kutipan proses pembelajaran tersebut, terdapat beberapa hal yang dapat membuat siswa kebingungan dalam mempred-

iksi terbentuknya endapan. Pertama, pada awalnya siswa memahami bahwa rumus K_{sp} dan Q_c hampir sama, namun kemudian dikatakan sama. Pada dasarnya, rumus Q_c dan K_{sp} memang sama, yang membedakan adalah keadaan saat mengambil nilai konsentrasi untuk dimasukkan ke dalam persamaan untuk menghitung Q_c dan K_{sp} . Kedua, konsentrasi yang disubstitusikan ke dalam persamaan K_{sp} dan Q_c . Dari proses pembelajaran, siswa memahami bahwa K_{sp} adalah konsentrasi zat saat tepat jenuh, dan Q_c adalah konsentrasi zat saat setimbang. Padahal, konsentrasi zat saat tepat jenuh adalah konsentrasi zat saat setimbang. Seharusnya, Q_c adalah hasil kali konsentrasi zat selama reaksi berlangsung, bisa di awal, saat setimbang, atau akhir reaksi. Saat Q_c sama dengan harga K_{sp} , keadaan saat itu disebut tepat jenuh.

Dalam buku teks pembelajaran, konsep reaksi pengendapan disajikan dalam bentuk aplikasi konsep dalam materi Kelarutan dan Hasil kali Kelarutan, yaitu untuk pemisahan campuran melalui pengendapan. Dalam menjelaskan aplikasi tersebut, buku teks tidak memuat perbandingan nilai Q_c dengan K_{sp} sebagai dasar memprediksi endapan. Berikut ini adalah kutipan materi dari buku teks tersebut.

8.6 Penggunaan Konsep K_{sp} dalam Pemisahan Zat

Harga K_{sp} suatu elektrolit dapat dipergunakan untuk memisahkan dua atau lebih larutan yang bercampur dengan cara pengendapan. Proses pemisahan ini dengan menambahkan suatu larutan elektrolit lain yang dapat berikatan dengan ion-ion dalam campuran larutan yang akan dipisahkan. Karena setiap larutan mempunyai kelarutan yang berbeda-beda, maka secara otomatis ada larutan yang mengendap lebih dulu dan ada yang mengendap kemudian, sehingga masing-masing larutan dapat dipisahkan dalam bentuk endapannya. Misalnya pada larutan jenuh MA berlaku persamaan:

$$K_{sp} = [M^n+][A^m-]$$

Jika larutan itu belum jenuh (MA yang terlarut masih sedikit), sudah tentu harga $[M^n+][A^m-]$ lebih kecil daripada harga K_{sp} . Sebaliknya jika $[M^n+][A^m-]$ lebih besar daripada K_{sp} , hal ini berarti larutan itu lewat jenuh, sehingga MA akan mengendap.

- Jika $[M^n+][A^m-] < K_{sp}$, maka larutan belum jenuh (tidak terjadi endapan).
- Jika $[M^n+][A^m-] = K_{sp}$, maka larutan tepat jenuh (tidak terjadi endapan).
- Jika $[M^n+][A^m-] > K_{sp}$, maka larutan lewat jenuh (terjadi endapan).

Gambar 2. Penerapan Konsep Kelarutan dan Hasil kali Kelarutan pada Reaksi Pengendapan dalam Buku Teks Siswa

Bentuk kesalahan (1) dan (2) pada Tabel 3 berkaitan dengan pemahaman siswa mengenai konsep kelarutan dan konsentrasi. Sementara bentuk kesalahan (3) dan (4) menunjukkan ketidakpahaman siswa mengenai konsep reaksi pengendapan itu sendiri. Berdasarkan proses pembelajaran yang terjadi, terlihat bahwa ketidakjelasan mengenai nilai konsentrasi yang disubstitusikan ke dalam persamaan K_{sp} dan Q_c diduga menjadi penyebab siswa melakukan ben-

tuk kesalahan (2), (3), dan (4). Sementara itu, bentuk kesalahan (1) berakar dari ketidakmampuan siswa membedakan konsep kelarutan dan konsentrasi.

3. Upaya Guru untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa terhadap Konsep Reaksi Pengendapan

Untuk mencegah siswa melakukan bentuk-bentuk kesalahan atau miskonsepsi dalam pembelajaran, terdapat beberapa hal dari proses pembelajaran yang dapat dilakukan.

Pertama, pembelajaran konsep reaksi pengendapan dilakukan melalui kegiatan percobaan pembuatan garam sukar larut dari campuran beberapa larutan. Setelah percobaan, siswa melengkapi LKS berisi soal penulisan persamaan reaksi pengendapan dan rumus kimia endapan, penulisan persamaan K_{sp} dan hubungan s dengan K_{sp} , serta perhitungan kelarutan senyawa dari data K_{sp} dan konsentrasi pelarut yang diberikan. Menurut peneliti, agar sesuai dengan kompetensi yang ingin dicapai dari pembelajaran, LKS siswa sebaiknya mengandung pertanyaan yang meminta siswa memprediksi pembentukan endapan dari larutan yang dicampurkan, kemudian prediksi tersebut dibuktikan dengan percobaan. Sehingga, siswa memahami cara memprediksi pembentukan endapan tersebut baik dari segi kuantitatif dan kualitatif.

Kedua, proses pembelajaran perlu menekankan perbedaan yang jelas mengenai nilai konsentrasi yang disubstitusikan ke dalam persamaan Q_c dan K_{sp} . Selain itu, perlu ditekankan juga bahwa nilai Q_c dan K_{sp} yang dibandingkan adalah nilai Q_c dan K_{sp} dari garam yang diprediksikan akan mengendap. Penekanan tersebut berkaitan dengan temuan dari jawaban siswa yang membandingkan Q_c satu senyawa dengan K_{sp} senyawa lain.

KESIMPULAN

Bentuk kesalahan atau miskonsepsi yang ditemukan dari hasil analisis jawaban siswa terkait soal prediksi pembentukan endapan antara lain: 1) kesalahan menuliskan urutan senyawa; 2) alasan penentuan yang tidak tepat atau mengandung pernyataan yang salah; 3) kesalahan dalam menghitung mol; 4) kesalahan mensubstitusikan nilai kelarutan (s); 5) menghitung nilai Q_c dari senyawa yang salah; dan 6) menghitung nilai kelarutan (s) untuk Q_c dari nilai K_{sp} . Analisis transkripsi rekaman proses

pembelajaran membawa peneliti pada dugaan penyebab munculnya bentuk-bentuk kesalahan pada jawaban siswa. Penyebab tersebut antara lain: ketidaksesuaian penjelasan terkait penerapan konsep kelarutan dan hasil kali kelarutan untuk memprediksi pembentukan endapan dalam buku teks siswa; soal-soal dalam LKS yang belum terlalu sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi pembelajaran; kurangnya penekanan guru saat menjelaskan nilai konsentrasi dan kelarutan yang harus disubstitusikan dalam persamaan untuk menghitung nilai Q_c dan K_{sp} . Dugaan penyebab ini dapat menjadi pertimbangan oleh guru untuk merumuskan skenario pembelajaran yang lebih baik untuk konsep reaksi pengendapan dimasa yang akan datang agar bentuk kesalahan dan miskonsepsi yang ditemukan ini tidak muncul kembali.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, M.R., Grzybowski, E.B., Renner, J.W., and Marek, E.A. (1992). "Understanding and Misunderstanding of Eight Graders of Five Chemistry Concepts Found in Textbooks". *Journal of Research In Science Teaching*. **29**, (2) 105 – 120.
- Basrowi dan Suwandi. (2008). *Memahami Penelitian Kualitatif*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Chang, R., Overby, J. (2008). *General Chemistry: The Essential Concepts*. 6th Ed. New York: McGraw-Hill Companies.
- Chiu, M. (2005). "A National Survey Of Students Conceptions In Chemistry In Taiwan". *Chemical Education International*. **6**. (1). Paper based on the lecture presented at the 18th ICCE, Istanbul, Turkey, 3-8 August 2004
- Gronlund, N.E. dan Linn, R.L. (1990). *Measurement and Evaluation In Teaching*. 6th Ed. New York: Macmillan Publishing Company
- Harris, D.C. (2010). *Quantitative Chemical Analysis*. 8th Ed. United States of America: W.H. Freeman and Company.
- Holbrook, J. (2005). "Making Chemistry Teaching Relevant". *Chemical Education International*. **6**, (1).
- Johnstone, A. H. (2000). "Teaching of Chemistry – Logical or Psychological?" *Chemistry Education: Research and*

- Practice in Europe*. 1(1), 9 – 15. doi: 10.1039/A9RP90001B.
- Kemendikbud. (2016). Peraturan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan No. 21 Tahun 2016 tentang Standar Isi. Jakarta: Kemendikbud
- Nakhleh, M.B., Hinton, M.E. (1999). “Students’ Microscopic, Macroscopic, and Symbolic Representation of Chemical Reactions”. *Chem. Educator*, 4, 158 – 167. doi: 10.1007/s00897990325a.
- Sheehan, M. (2010). *Identification of Difficult Topics In The Teaching and Learning of Chemistry in Irish High Schools and The Development of An Intervention Programme To Target Some Of The Difficulties*. Disertasi pada Department of Chemical and Environmental Science University of Umerick, Irlandia. Tidak Diterbitkan.
- Wu, C. and Foos, J. (2008). “Making Chemistry Fun To Learn”. *Literacy Education And Computer Education Journal (LICEJ)*. 1, (1), 3-7