

LAMPIRAN 6

HASIL ANALISIS KEDALAMAN KONSEP PADA OBJEK PENELITIAN


Keterangan kriteria kedalaman konsep:

Kurang Dalam (KD) : Jika terdapat bagian teks pada penjelasan konsep standar yang tidak dimuat pada penjelasan konsep subjek penelitian

Sesuai (S) : Jika seluruh bagian teks penjelasan konsep standar terdapat pada penjelasan konsep subjek penelitian

Terlalu Dalam (TD) : Jika penjelasan konsep subjek penelitian memuat bagian teks di luar penjelasan konsep standar

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
3.14.1. Menyebutkan pengertian larutan jenuh	Larutan Jenuh	Jika suatu larutan mengandung sejumlah zat terlarut sebanyak yang dapat dilarutkannya pada suhu tertentu , maka larutan tersebut adalah larutan jenuh dan kelebihan zat terlarut yang ditambahkan mengendap di bagian bawah larutan. (Brady, dkk., 2012, hlm. 156)	Jika sejumlah garam dapur dilarutkan ke dalam air dan ada sebagian yang tidak dapat larut lagi, larutan tersebut merupakan <i>larutan jenuh</i> (Gambar 8.1). Jika ke dalam larutan jenuh NaCl tersebut ditambahkan lagi NaCl, NaCl yang ditambahkan akan mengendap sebagai padatan NaCl. Dengan demikian, konsentrasi larutan sama dengan kelarutan NaCl dalam air.	√		

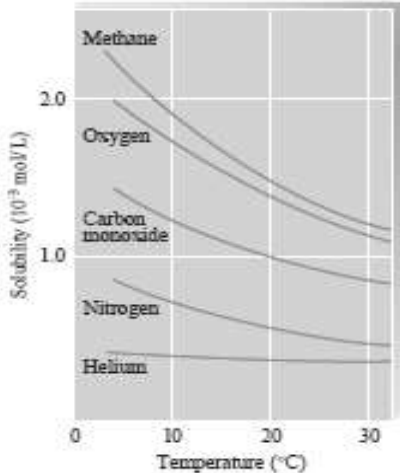
Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
			 <p>Sumber: Dokumen Peneliti</p> <p>Gambar 8.1 Penambahan Kristal NaCl ke dalam larutan NaCl jenuh menyebabkan NaCl tambahan mengendap sebagai padatan NaCl (hlm. 288)</p>			
3.14.4. Menyebutkan pengertian kelarutan	Kelarutan	<p>Kelarutan diartikan sebagai massa zat terlarut yang membentuk suatu larutan jenuh dengan sejumlah pelarut pada suhu tertentu. Suhu tersebut harus spesifik karena kelarutan berubah seiring perubahan suhu. (Brady, dkk., 2012 hlm. 156; hlm. 593)</p> <p>Terdapat dua kuantitas yang menyatakan kelarutan suatu zat: kelarutan molar, yaitu jumlah mol zat</p>	<p>Kelarutan (solubility) suatu zat di dalam suatu pelarut menyatakan jumlah maksimum suatu zat yang dapat larut di dalam suatu pelarut. (hlm. 287-288)</p> <p>Satuan kelarutan umumnya dinyatakan dalam gram/L atau mol/L.</p>	√		

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
		terlarut dalam 1 L larutan jenuh (mol per liter), dan kelarutan, yaitu jumlah gram zat terlarut dalam 1 L larutan jenuh (gram per liter). (Chang & Overby, 2011, hlm. 608)	(hlm. 287-288) Jumlah gula yang dapat larut dalam 1 liter air kurang lebih 1.800 gram. Dengan kata lain, kelarutan gula dalam air adalah 1.800 gram per liter air. (hlm. 287)			
3.14.5. Menjelaskan pengaruh suhu terhadap kelarutan	Pengaruh Suhu Terhadap Kelarutan	Dalam suatu larutan jenuh terdapat kesetimbangan dinamis antara zat terlarut yang tak larut dan zat terlarut yang larut dalam larutan, seperti yang terlihat pada persamaan di bawah. $\text{zat terlarut}_{\text{tidak larut}} \rightleftharpoons \text{zat terlarut}_{\text{larut}}$ Selama suhu dipertahankan konstan, konsentrasi zat terlarut dalam larutan tetap. Tetapi, jika suhu campuran berubah, kesetimbangan ini akan berbalik dan lebih banyak zat terlarut akan larut atau akan mengendap. Untuk menganalisis bagaimana suhu mempengaruhi kelarutan, kita dapat menggunakan asas Le Chatelier. Kebanyakan padatan ionik larut dengan proses endotermis. Kelarutannya dalam air biasanya meningkat seiring peningkatan suhu.	Kelarutan zat padat dalam air akan semakin tinggi jika suhunya dinaikkan. Hal ini disebabkan adanya kalor yang akan mengakibatkan semakin renggangnya jarak antarmolekul pada zat padat tersebut. Merenggangnya jarak antarmolekul pada molekul-molekul zat padat menjadikan kekuatan gaya antarmolekul menjadi lemah sehingga mudah terlepas oleh adanya pengaruh gaya tarik molekul-molekul air. Grafik pada Gambar 8.2 menunjukkan adanya pengaruh suhu terhadap kelarutan beberapa zat padat.	√		

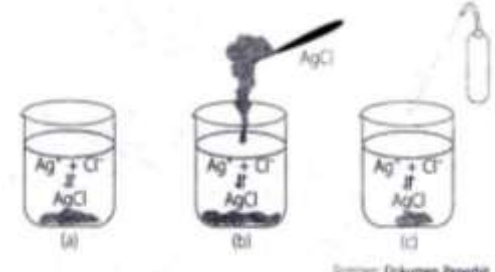
Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
		<p>Untuk meningkatkan suhu suatu larutan, panas (energi) ditambahkan. Ketika zat terlarut larut dalam suatu zat pelarut, panas diserap atau ditingkatkan. Berdasarkan asas Le Chatelier, ketika kita menambahkan energi panas untuk menaikkan suhu, sistem merespon dengan menggunakan sebagian energi yang kita tambahkan. Hal ini menyebabkan kesetimbangan bergeser ke kanan. Dengan kata lain, lebih banyak zat terlarut yang larut ketika kesetimbangan berubah. Jadi, ketika proses pelarutan bersifat endotermik, peningkatan suhu akan menambah kelarutan zat terlarut. Ini adalah peristiwa yang biasa terjadi untuk padatan yang dilarutkan dalam zat pelarut cair.</p>	<p>The graph plots solubility against temperature for five different salts. The curves for CaCl₂ · 2H₂O, CaCl₂ · 4H₂O, KNO₃, and KBr all show a significant increase in solubility as temperature rises. In contrast, the curve for NaCl is nearly horizontal, indicating that its solubility is almost independent of temperature.</p>			

Gambar 8.2 Pengaruh suhu terhadap kelarutan beberapa zat padat (hlm. 288-289)

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
		<p>Gambar 17.6. Kelarutan beberapa padatan sebagai suatu fungsi suhu.</p> <p>Beberapa padatan, seperti Na_2SO_4 anhidrat, serta banyak cairan dan gas larut dengan proses eksotermis. Kelarutannya biasanya berkurang seiring peningkatan suhu.</p> <p>(Brady, dkk., 2012, hlm. 593-594; Whitten, dkk., 2004, hlm. 552-553)</p>				

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
		 <p>Gambar 11.7 Kelarutan beberapa gas dalam air sebagai fungsi suhu pada tekanan tetap 1 atm gas di atas larutan. (Zumdahl & Zumdahl, 2010, hlm. 508)</p>	<p>Berbeda dengan zat padat, kenaikan suhu akan menyebabkan kelarutan gas dalam air berkurang. Hal ini disebabkan suhu yang meningkat mengakibatkan gas yang terlarut di dalam air akan terlepas meninggalkan air. (hlm. 289)</p>			
3.14.6. Menjelaskan tetapan hasil kali kelarutan (K_{sp})	Tetapan Hasil Kali Kelarutan (K_{sp})	<p>Kita akan mengasumsikan ketika suatu padatan ionic larut dalam air, zat padat tersebut terdisosiasi sempurna menjadi kation dan anion. Sebagai contoh, kalsium florida larut dalam air sebagai berikut:</p> $\text{CaF}_2(s) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Ca}^{2+}(aq) + 2\text{F}^{-}(aq)$	<p>Senyawa-senyawa ion yang terlarut di dalam air akan terurai menjadi partikel-partikel penyusunnya yang berupa ion positif dan ion negatif. Jika ke dalam larutan jenuh suatu senyawa ion ditambahkan padatan senyawa ion, padatan tersebut akan mengendap. Padatan yang tidak larut (endapan) ini tidak mengalami ionisasi. Jika ke dalam sistem</p>		√	

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
		<p>Ketika padatan garam tersebut pertama kali dimasukkan ke dalam air, tidak ada ion Ca^{2+} dan F^- yang muncul. Tetapi, selama proses pelarutan terjadi terus menerus, konsentrasi Ca^{2+} dan F^- bertambah, sehingga kemungkinan besar ion-ion tersebut akan bertabrakan dan membentuk kembali fase padatan. Dengan demikian kedua proses tersebut terjadi—reaksi pelarutan dan reaksi sebaliknya:</p> $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{F}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{CaF}_2(\text{s})$ <p>Akhirnya, kesetimbangan dinamis tercapai:</p> $\text{CaF}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{F}^-(\text{aq})$ <p>Pada titik ini tidak ada lagi padatan yang larut (larutan dikatakan jenuh). (Zumdahl & Zumdahl, 2010, hlm. 744-745)</p>	<p>tersebut ditambahkan air, padatan tersebut akan segera larut dan terionisasi. Sebaliknya, jika air dalam larutan tersebut diuapkan, ion-ion akan segera mengkristal. Dalam peristiwa ini terjadi sistem kesetimbangan antara zat padat dengan ion-ionnya di dalam larutan.</p> <p>Gambar 8.3 menunjukkan sejumlah AgCl dilarutkan ke dalam 100 mL air dan larut sebagian. AgCl yang melarut mengalami ionisasi:</p> $\text{AgCl}(\text{s}) \rightarrow \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ <p>sedangkan AgCl yang tidak larut tetap sebagai padatan AgCl yang mengendap. Jika air diuapkan, terjadi penggabungan ion Ag^+ dan ion Cl^- menjadi padatan (endapan) AgCl:</p> $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$ <p>Proses sebaliknya, jika ke dalam air tersebut ditambahkan air, endapan AgCl akan segera larut dan terionisasi:</p> $\text{AgCl}(\text{s}) \rightarrow \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$			

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
			 <p>Gambar 8.3 Proses Pelarutan AgCl dalam air.</p> <p>(a) Pada saat dilarutkan, sebagian AgCl larut dan sebagian tetap mengendap, terjadi kesetimbangan : $\text{AgCl}(s) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(aq) + \text{Cl}^-(aq)$.</p> <p>(b) Ke dalam larutan tersebut ditambahkan AgCl padat dan akan terus terjadi pengendapan.</p> <p>(c) Pada saat ditambah air, sebagian AgCl yang masih mengendap akan melarut dan terionisasi.</p> <p>(hlm. 289-290)</p>			

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
		<p>Seandainya kita menambahkan satu gram padatan barium sulfat, BaSO₄, ke dalam 1,0 liter air pada suhu 25°C dan mengaduk hingga larutan jenuh. Sangat sedikit BaSO₄ yang larut. BaSO₄ yang telah larut terdisosiasi sempurna menjadi ion-ion penyusunnya.</p> $\text{BaSO}_4(s) \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{O}} \text{Ba}^{2+}(aq) + \text{SO}_4^{2-}(aq)$ <p>(Kita biasanya menghilangkan H₂O di atas tanda panah seperti persamaan sebelumnya)</p> <p>Dalam kesetimbangan senyawa yang sedikit larut dalam air, tetapan kesetimbangan tersebut disebut tetapan hasil kali kelarutan, <i>K_{sp}</i>. Aktivitas padatan BaSO₄ adalah satu. Oleh sebab itu, konsentrasi padatan tidak dimasukkan dalam persamaan tetapan kesetimbangan. Untuk larutan BaSO₄ jenuh dalam hubungannya dengan padatan BaSO₄ dapat dituliskan:</p> $\text{BaSO}_4(s) \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}(aq) + \text{SO}_4^{2-}(aq)$ <p style="text-align: center;">dan</p> $K_{sp} = [\text{Ba}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}]$ <p>Tetapan hasil kali kelarutan untuk BaSO₄ adalah hasil kali konsentrasi ion-ion penyusunnya dalam suatu larutan jenuh.</p>	<p>Dengan demikian, di dalam larutan jenuh tersebut terdapat reaksi kesetimbangan:</p> $\text{AgCl}(s) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(aq) + \text{Cl}^-(aq)$ $K = \frac{[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]}{[\text{AgCl}]}$ <p>Oleh karena konsentrasi zat padat selalu tetap, <i>K</i>[AgCl] akan menghasilkan nilai tetap, sehingga</p> $K[\text{AgCl}] = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$ <p>Untuk larutan jenuh AgCl, konsentrasi ion Ag⁺ dan Cl⁻ mempunyai nilai yang setara dengan nilai kelarutan AgCl dalam air sehingga nilai <i>K</i> pada kesetimbangan kelarutan disebut sebagai <i>tetapan hasil kali kelarutan (K_{sp})</i>.</p> $K_{sp} [\text{AgCl}] = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$ <p>Pada larutan jenuh senyawa ion A_{<i>m</i>}B_{<i>n</i>} di dalam air akan menghasilkan reaksi kesetimbangan:</p> $\text{A}_m\text{B}_n(s) \rightleftharpoons m\text{A}^{n+}(aq) + n\text{B}^{m-}(aq)$ <p>Nilai hasil kali kelarutannya dinyatakan dengan rumus:</p> $K_{sp} \text{A}_m\text{B}_n = [\text{A}^{n+}]^m [\text{B}^{m-}]^n$			

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
		<p>Umumnya, ekspresi hasil kali kelarutan untuk suatu senyawa adalah hasil kali konsentrasi ion-ion penyusunnya dipangkatkan koefisiennya yang sama dengan jumlah ion dalam suatu rumus senyawa. Nilainya tetap pada suhu yang tetap untuk suatu larutan jenuh dari suatu senyawa. Ini adalah asas hasil kali kelarutan.</p> <p>Secara umum, kita dapat melambangkan pelarutan suatu senyawa yang sukar larut dan K_{sp}-nya sebagai</p> $M_yX_z(s) \rightleftharpoons yM^{z+}(aq) + zX^{y-}(aq)$ <p>dan</p> $K_{sp} = [M^{z+}]^y [X^{y-}]^z$ <p>Kita sering meringkas istilah “tetapan hasil kali kelarutan” menjadi “hasil kali kelarutan”. (Whitten, dkk., 2004, hlm. 823-825)</p>	<p>Nilai tetapan hasil kali kelarutan (K_{sp}) suatu zat selalu tetap pada suhu tetap. Jika suhunya berubah, nilai K_{sp} juga akan mengalami perubahan. (hlm. 289-291)</p>			
		<ul style="list-style-type: none"> MgF₂ $MgF_2(s) \rightleftharpoons Mg^{2+}(aq) + 2F^-(aq)$ $K_{sp} = [Mg^{2+}][F^-]^2$ Ag₂CO₃ $Ag_2CO_3(s) \rightleftharpoons 2Ag^+(aq) + CO_3^{2-}(aq)$ $K_{sp} = [Ag^+]^2 [CO_3^{2-}]$ Ca₃(PO₄)₂ $Ca_3(PO_4)_2(s) \rightleftharpoons 3Ca^{2+}(aq) + 2PO_4^{3-}(aq)$ 	<p>Contoh</p> <ol style="list-style-type: none"> Untuk senyawa ion sukar larut Ag₂CrO₄ dengan reaksi kesetimbangan: $Ag_2CrO_4(s) \rightleftharpoons 2Ag^+(aq) + CrO_4^{2-}(aq)$ $K_{sp} Ag_2CrO_4 = [Ag^+]^2 [CrO_4^{2-}]$ Untuk senyawa ion sukar larut Ca₃(PO₄)₂ dengan reaksi kesetimbangan: $Ca_3(PO_4)_2(s) \rightleftharpoons 3Ca^{2+}(aq) + 2PO_4^{3-}(aq)$ 			

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
		$K_{sp} = [Ca^{2+}]^3 [PO_4^{3-}]^2$ (Chang & Overby, 2011, hlm. 606)	$K_{sp} Ca_3(PO_4)_2 = [Ca^{2+}]^3 [PO_4^{3-}]^2$ (hlm. 290)			
3.14.7. Menjelaskan hubungan tetapan hasil kali kelarutan (K_{sp}) dengan kelarutan	Hubungan Tetapan Hasil Kali Kelarutan (K_{sp}) dengan Kelarutan	<p>Nilai K_{sp} suatu garam memberikan kita informasi tentang kelarutannya. (Zumdahl & Zumdahl, 2010, hlm. 749-750)</p> <p>Kita harus teliti menggunakan nilai K_{sp} untuk memprediksi kelarutan relatif dari suatu kelompok garam. Terdapat dua kemungkinan:</p> <p>1. Garam-garam yang dibandingkan menghasilkan jumlah ion yang sama. Sebagai contoh, perhatikan</p> $AgI(s) \quad K_{sp} = 1.5 \times 10^{-16}$ $CuI(s) \quad K_{sp} = 5.0 \times 10^{-12}$ $CaSO_4(s) \quad K_{sp} = 6.1 \times 10^{-5}$ <p>Masing-masing padatan tersebut larut dan menghasilkan dua ion.</p> $\text{Garam} \rightleftharpoons \text{kation} + \text{anion}$ $K_{sp} = [\text{kation}][\text{anion}]$ <p>Jika x adalah kelarutan dalam mol/L, maka pada kesetimbangan</p>	<p>Nilai hasil kali kelarutan (K_{sp}) suatu senyawa ionik yang sukar larut dapat memberikan informasi tentang kelarutan senyawa tersebut dalam air. (hlm. 293)</p> <p>Semakin besar nilai K_{sp} suatu zat, semakin mudah larut senyawa tersebut.</p> <p>Hubungan Kelarutan dengan K_{sp} Seperti telah dituliskan sebelumnya bahwa konsentrasi larutan jenuh senyawa ion A_mB_n sama dengan nilai kelarutan A_mB_n dalam satuan mol/liter. Senyawa A_mB_n yang terlarut akan mengalami ionisasi dalam sistem kesetimbangan:</p> $A_mB_n(s) \rightleftharpoons mA^{n+}(aq) + nB^{m-}(aq)$ <p>Jika nilai kelarutan dari senyawa A_mB_n sebesar s mol/L, di dalam reaksi kesetimbangan tersebut konsentrasi ion-ion A^{n+} dan B^{m-} adalah:</p> $A_mB_n(s) \rightleftharpoons mA^{n+}(aq) + nB^{m-}(aq)$ $s \text{ mol/L} \quad m s \text{ mol/L} \quad n s \text{ mol/L}$	√		

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
		<p> $[kation] = x$ $[anion] = x$ $K_{sp} = [kation][anion] = x^2$ $x = \sqrt{K_{sp}} = \text{kelarutan}$ </p> <p>Oleh sebab itu, pada kasus ini kita dapat membandingkan kelarutan padatan-padatan tersebut dengan membandingkan nilai K_{sp}-nya:</p> <p style="text-align: center;"> $\text{CaSO}_4(s) > \text{CuI}(s) > \text{AgI}(s)$ <small>Most soluble; largest K_{sp} Least soluble; smallest K_{sp}</small> </p> <p>Jadi, zat terlarut dengan nilai K_{sp} terbesar memiliki kelarutan molar terbesar.</p> <p>2. Garam-garam yang dibandingkan menghasilkan jumlah ion yang berbeda. Sebagai contoh, perhatikan</p> <p style="text-align: center;"> $\text{CuS}(s) \quad K_{sp} = 8.5 \times 10^{-45}$ $\text{Ag}_2\text{S}(s) \quad K_{sp} = 1.6 \times 10^{-49}$ $\text{Bi}_2\text{S}_3(s) \quad K_{sp} = 1.1 \times 10^{-73}$ </p> <p>Karena garam-garam tersebut menghasilkan jumlah ion yang berbeda ketika larut, nilai K_{sp} tidak dapat dibandingkan secara langsung untuk menentukan kelarutan relatif. Jika zat terlarut yang dibandingkan tidak sejenis, kamu harus</p>	<p>sehingga tetapan hasil kali kelarutan A_mB_n adalah:</p> $K_{sp} A_mB_n = [A^{n+}]^m [B^{m-}]^n$ $= (m s)^m (n s)^n$ $= m^m \times n^n (s)^{m+n}$ <p>Jadi, untuk reaksi kesetimbangan:</p> $A_mB_n(s) \rightleftharpoons mA^{n+}(aq) + nB^{m-}(aq)$ $K_{sp} A_mB_n = m^m \times n^n (s)^{(m+n)}$ <p>dengan: s = kelarutan A_mB_n dalam satuan mol/L.</p> <p>Berdasarkan rumus tersebut dapat ditentukan nilai kelarutannya sebagai berikut.</p> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $s = \sqrt[m+n]{\frac{K_{sp}}{m^m \times n^n}}$ </div> <p>(hlm. 293; hlm. 291)</p>			

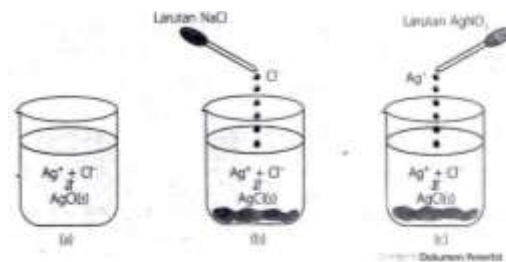
Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman														
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD												
		<p>menghitung masing-masing kelarutan molar dan membandingkan hasilnya.</p> <p>Tabel 16.2. Kelarutan CuS, Ag₂S, dan Bi₂S₃ pada 25°C</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Salt</th> <th>K_{sp}</th> <th>Calculated Solubility (mol/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CuS</td> <td>8.5 × 10⁻⁴⁵</td> <td>9.2 × 10⁻²³</td> </tr> <tr> <td>Ag₂S</td> <td>1.6 × 10⁻⁴⁹</td> <td>3.4 × 10⁻¹⁷</td> </tr> <tr> <td>Bi₂S₃</td> <td>1.1 × 10⁻⁷³</td> <td>1.0 × 10⁻¹⁵</td> </tr> </tbody> </table> <p>Jika kita menghitung kelarutannya, kita mendapatkan hasil yang dirangkum dalam tabel 16.2. Urutan kelarutannya adalah</p> $\text{Bi}_2\text{S}_3(s) > \text{Ag}_2\text{S}(s) > \text{CuS}(s)$ <p style="text-align: center;"> Most soluble Least soluble </p> <p>yang merupakan kebalikan dari urutan nilai K_{sp}-nya.</p> <p>(Petrucci, dkk., 2010, hlm. 788)</p>	Salt	K _{sp}	Calculated Solubility (mol/L)	CuS	8.5 × 10 ⁻⁴⁵	9.2 × 10 ⁻²³	Ag ₂ S	1.6 × 10 ⁻⁴⁹	3.4 × 10 ⁻¹⁷	Bi ₂ S ₃	1.1 × 10 ⁻⁷³	1.0 × 10 ⁻¹⁵				
Salt	K _{sp}	Calculated Solubility (mol/L)																
CuS	8.5 × 10 ⁻⁴⁵	9.2 × 10 ⁻²³																
Ag ₂ S	1.6 × 10 ⁻⁴⁹	3.4 × 10 ⁻¹⁷																
Bi ₂ S ₃	1.1 × 10 ⁻⁷³	1.0 × 10 ⁻¹⁵																
3.14.8. Menghitung nilai kelarutan suatu zat berdasarkan data tetapan hasil kali kelarutan (K _{sp})	Perhitungan Kelarutan Zat berdasarkan Data Tetapan Hasil Kali Kelarutan (K _{sp})	<p>Ketika hasil kali kelarutan untuk suatu senyawa diketahui, kelarutan senyawa tersebut dalam H₂O pada 25°C dapat dihitung.</p> <p>Contoh</p> <p>Hitung kelarutan molar, konsentrasi ion-ion penyusunnya, dan kelarutan dalam gram per liter</p>	<p>2. Pada suhu tertentu, nilai K_{sp} Ca(OH)₂ = 4 x 10⁻¹². Hitunglah kelarutan Ca(OH)₂ dalam air pada suhu tersebut.</p> <p>Jawab:</p> $K_{sp} \text{Ca(OH)}_2 = 4 \times 10^{-12}$ <p>Reaksi kesetimbangan kelarutan:</p> $\text{Ca(OH)}_2(s) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(aq) + 2\text{OH}^-(aq)$		√													

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
		<p>untuk (a) perak klorida, AgCl ($K_{sp} = 1,8 \times 10^{-10}$), dan (b) seng hidroksida, $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ($K_{sp} = 4,5 \times 10^{-17}$).</p> <p>Perencanaan Kita diberikan nilai masing-masing tetapan hasil kali kelarutannya. Dalam masing-masing kasus kita tulis persamaan yang tepat, gambar konsentrasi pada kesetimbangan, dan substitusi ke dalam ekspresi K_{sp}.</p> <p>Penyelesaian (a) Persamaan untuk pelarutan perak klorida dan ekspresi hasil kali kelarutannya adalah</p> $\text{AgCl}(s) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(aq) + \text{Cl}^-(aq)$ $K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1,8 \times 10^{-10}$ <p>Masing-masing AgCl yang larut menghasilkan satu Ag^+ and satu Cl^-. Kita asumsikan $x = \text{mol/L}$ AgCl yang larut, yaitu, kelarutan molarnya.</p> $\begin{array}{l} \text{AgCl}(s) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(aq) + \text{Cl}^-(aq) \\ x \text{ mol/L} \rightleftharpoons \quad x M \quad \quad x M \end{array}$ <p>Pensubstitusian ke dalam ekspresi hasil kali kelarutan memberikan</p> $K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = (x)(x) = 1,8 \times 10^{-10}$ $x^2 = 1,8 \times 10^{-10}$ $x = 1,3 \times 10^{-5}$	<p>Nilai $m = 1$ dan $n = 2$, maka:</p> $s = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{4}}$ $s = \sqrt[3]{\frac{4 \times 10^{-12}}{4}}$ $s = 10^{-4} \text{ mol/L}$ <p>Cara lain: Dimisalkan kelarutan $\text{Ca}(\text{OH})_2 = s \text{ mol/L}$ maka:</p> $\begin{array}{l} \text{Ca}(\text{OH})_2(s) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(aq) + 2\text{OH}^-(aq) \\ s \text{ mol/L} \quad \quad \quad s \text{ mol/L} \quad \quad 2s \text{ mol/L} \\ K_{sp} \text{ Ca}(\text{OH})_2 = [\text{Ca}^{2+}][\text{OH}^-]^2 \\ \quad \quad \quad = (s)(2s)^2 \\ 4 \times 10^{-12} = 4s^3 \\ 10^{-12} = s^3 \\ s = 10^{-4} \text{ mol/L} \end{array}$ <p>3. Berapa gram $\text{Mg}(\text{OH})_2$ yang dapat larut dalam 250 mL air pada suhu 7°C jika pada suhu tersebut $K_{sp} \text{ Mg}(\text{OH})_2 = 3,2 \times 10^{-11}$. ($M_r \text{ Mg}(\text{OH})_2 = 58$)</p> <p>Jawab: $K_{sp} \text{ Mg}(\text{OH})_2 = 3,2 \times 10^{-11}$ $\text{Mg}(\text{OH})_2(s) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(aq) + 2\text{OH}^-(aq)$</p>			

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
		<p>$x = \text{kelarutan molar AgCl} = 1,3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$</p> <p>Satu liter AgCl jenuh mengandung $1,3 \times 10^{-5} \text{ mol AgCl}$ yang larut pada 25°C. Dari persamaan yang setara kita mengetahui konsentrasi ion-ion penyusunnya.</p> <p>$x = \text{kelarutan molar} = [\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-]$ $= 1,3 \times 10^{-5} \text{ mol/L} = 1,3 \times 10^{-5} \text{ M}$</p> <p>Sekarang kita dapat menghitung massa AgCl yang larut dalam satu liter larutan jenuh.</p> $\frac{? \text{ g AgCl}}{\text{L}} = \frac{1,3 \times 10^{-5} \text{ mol AgCl}}{\text{L}} \times \frac{143 \text{ g AgCl}}{1 \text{ mol AgCl}}$ $= 1,9 \times 10^{-3} \text{ g AgCl/L}$ <p>Satu liter larutan AgCl jenuh mengandung hanya 0,0019 g AgCl yang larut.</p> <p>(b) Persamaan untuk pelarutan seng hidroksida, Zn(OH)_2, dalam air dan ekspresi hasil kali kelarutannya adalah</p> $\text{Zn(OH)}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^{-}(\text{aq})$ $K_{\text{sp}} = [\text{Zn}^{2+}][\text{OH}^{-}]^2 = 4,5 \times 10^{-17}$ <p>Kita asumsikan $x = \text{kelarutan molar}$, sehingga $[\text{Zn}^{2+}] = x$ and $[\text{OH}^{-}] = 2x$, dan kita mempunyai</p>	$s = \sqrt[3]{\frac{K_{\text{sp}}}{4}}$ $s = \sqrt[3]{\frac{3,2 \times 10^{-11}}{4}}$ $s = 2 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ <p>Jadi, Mg(OH)_2 yang dapat larut dalam 250 mL air adalah”</p> $= 2 \times 10^{-4} \times \frac{250 \text{ mL}}{1.000 \text{ mL}}$ $= 5 \times 10^{-5} \text{ mol}$ <p>maka massa Mg(OH)_2 yang terlarut adalah:</p> $= 5 \times 10^{-5} \text{ mol} \times 58 \text{ g/mol}$ $= 0,0029 \text{ gram}$ <p>(hlm. 292-293)</p>			

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
		$\text{Zn(OH)}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^{-}(\text{aq})$ $x \text{ mol/L} \rightleftharpoons x \text{ M} \quad 2x \text{ M}$ <p>Pensubstitusian ke persamaan hasil kali kelarutan memberikan</p> $[\text{Zn}^{2+}][\text{OH}^{-}]^2 = (x)(2x)^2 = 4,5 \times 10^{-17}$ $4x^3 = 4,5 \times 10^{-17} \quad x^3 = 11 \times 10^{-18} \quad x = 2,2 \times 10^{-6}$ <p>x = kelarutan molar $\text{Zn(OH)}_2 = 2,2 \times 10^{-6}$ mol $\text{Zn(OH)}_2/\text{L}$</p> $x = [\text{Zn}^{2+}] = 2,2 \times 10^{-6} \text{ M}$ <p>dan</p> $2x = [\text{OH}^{-}] = 4,4 \times 10^{-6} \text{ M}$ <p>Kita sekarang dapat menghitung massa Zn(OH)_2 yang larut dalam satu liter larutan jenuh.</p> $\frac{x \text{ g Zn(OH)}_2}{\text{L}} = \frac{2,2 \times 10^{-6} \text{ mol Zn(OH)}_2}{\text{L}} \times \frac{99 \text{ g Zn(OH)}_2}{1 \text{ mol Zn(OH)}_2}$ $= 2,2 \times 10^{-4} \text{ g Zn(OH)}_2/\text{L}$ <p>Satu liter larutan Zn(OH)_2 jenuh mengandung hanya 0,00022 g Zn(OH)_2 yang larut. (Whitten, dkk., 20014, hlm. 828-829)</p>				
3.14.9. Menjelaskan pengaruh ion senama terhadap	Pengaruh Ion Senama	Pengaruh ion senama berlaku untuk kesetimbangan kelarutan seperti pada kesetimbangan ionik yang	Jika ke dalam larutan jenuh AgCl ditambahkan beberapa tetes larutan NaCl, pengendapan AgCl		√	

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
kelarutan	terhadap Kelarutan	<p>lain. Kelarutan suatu senyawa lebih kecil dalam larutan yang mengandung suatu ion yang senama dengan senyawa tersebut daripada kelarutannya dalam air murni (selama tidak ada reaksi lain yang disebabkan oleh keberadaan ion senama tersebut).</p> <p>Seandainya kita mengaduk timbal(II) klorida (suatu senyawa yang kelarutannya rendah) dengan air cukup lama untuk menghasilkan kesetimbangan berikut:</p> $\text{PbCl}_2(s) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(aq) + 2\text{Cl}^{-}(aq)$ <p>Jika sekarang kita menambahkan suatu larutan pekat senyawa timbal yang mudah larut, seperti $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, penambahan konsentrasi Pb^{2+} dalam larutan PbCl_2 akan menggeser kesetimbangan ke kiri sehingga beberapa PbCl_2 mngendap. Peristiwa tersebut adalah suatu aplikasi sederhana asas Le Châtelier, akibatnya PbCl_2 lebih sukar larut dalam larutan yang mengandung Pb^{2+} dari larutan lain daripada dalam air murni. Pengaruh yang sama akan terjadi jika suatu larutan pekat garam klorida yang mudah larut, seperti NaCl, ditambahkan ke larutan PbCl_2 jenuh. Penambahan Cl^{-} akan menggeser kesetimbangan ke kiri sehingga jumlah PbCl_2 yang larut berkurang.</p>	<p>akan terjadi. Demikian juga jika ke dalam larutan AgCl tersebut ditambahkan beberapa tetes larutan AgNO_3.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Larutan AgCl, semua AgCl terionisasi menjadi ion Ag^{+} dan Cl^{-}. 2) Penambahan larutan yang mengandung ion Cl^{-} menyebabkan terjadinya endapan AgCl. 3) Penambahan larutan yang mengandung ion Ag^{+} menyebabkan terjadinya endapan AgCl. 			



Gambar 8.4 Pengaruh ion senama terhadap kelarutan.

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
		<p>Peristiwa yang dijelaskan di atas merupakan suatu contoh pengaruh ion senama. Dalam hal ini, Pb^{2+} adalah ion senama ketika kita menambahkan $Pb(NO_3)_2$ dan Cl^- adalah ion senama ketika kita menambahkan $NaCl$. Pengaruh ion senama dapat mengurangi kelarutan suatu garam.</p> <p>(Brady,dkk., 2012, hlm. 838-839 dan Whitten, dkk., 2004 hlm. 829)</p>	<p>Jika ke dalam kesetimbangan tersebut ditambahkan ion Cl^-, kesetimbangan akan bergeser ke kiri sehingga mengakibatkan jumlah $AgCl$ yang mengendap bertambah. Demikian juga jika ke dalam sistem kesetimbangan tersebut ditambahkan ion Ag^+, sistem kesetimbangan akan bergeser ke kiri dan berakibat bertambahnya jumlah $AgCl$ yang mengendap.</p> <p>Kesimpulannya, jika ke dalam sistem kesetimbangan kelarutan ditambahkan ion yang senama, kelarutan senyawa tersebut menjadi berkurang. Secara teoritis dapat dijelaskan dengan contoh soal berikut.</p> <p>(hlm/ 297-298)</p>			
3.14.10. Menghitung kelarutan suatu zat dalam larutan yang mengandung ion senama berdasarkan data tetapan hasil kali kelarutan (K_{sp})	Perhitungan Kelarutan Zat dalam Larutan yang Mengandung Ion Senama berdasarkan Data Tetapan	<p>Contoh</p> <p>Untuk magnesium florida, MgF_2, $K_{sp} = 6.4 \times 10^{-9}$. (a) Hitung kelarutan molar magnesium florida dalam air murni. (b) Hitung kelarutan molar MgF_2 dalam 0,10 M larutan natrium florida, NaF. (c) Bandingkan kedua kelarutan molar tersebut.</p> <p>Perencanaan</p> <p>Untuk bagian (a), kita tulis persamaan kimia yang</p>	<p>Contoh Soal</p> <p>$K_{sp} AgCl$ pada $25^{\circ}C$ adalah $2,0 \times 10^{-10}$.</p> <p>a) Berapa kelarutan $AgCl$ dalam air pada suhu tersebut?</p> <p>b) Berapa kelarutan $AgCl$ di dalam larutan $NaCl$ 0,1 M?</p> <p>Jawab:</p> <p>a) Misal kelarutan $AgCl$ dalam air: s mol/L</p>		√	

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
	Hasil Kali Kelarutan (K_{sp})	<p>tepat dan ekspresi kelarutan molar, gambar konsentrasi pada kesetimbangan, dan substitusi ke ekspresi hasil kali kelarutannya. Untuk bagian (b), kita mengetahui bahwa NaF adalah suatu senyawa ionik yang mudah larut yang terdisosiasi sempurna menjadi ion-ionnya. MgF_2 adalah suatu senyawa yang sukar larut. Kedua senyawa menghasilkan ion F^- sehingga ini adalah suatu kasus pengaruh ion senama. Kita tulis persamaan yang tepat dan ekspresi hasil kali kelarutan, gambar konsentrasi pada kesetimbangan, dan substitusi ke dalam ekspresi hasil kali kelarutannya. Untuk bagian (c), kita bandingkan kelarutan molar dengan menghitung rasio keduanya.</p> <p>Penyelesaian</p> <p>(a) Kita asumsikan x = kelarutan molar MgF_2, suatu garam sukar larut.</p> $MgF_2(s) \rightleftharpoons Mg^{2+}(aq) + 2F^-(aq) \quad (\text{reversible})$ $x \text{ mol/L} \rightleftharpoons x M \quad 2x M$ $K_{sp} = [Mg^{2+}][F^-]^2 = 6.4 \times 10^{-9}$ $(x)(2x)^2 = 6.4 \times 10^{-9}$ $x = 1.2 \times 10^{-3}$ <p>$1.2 \times 10^{-3} M$ = kelarutan molar MgF_2 dalam air murni</p>	$AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + Cl^-(aq)$ $s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L} \quad s \text{ mol/L}$ $K_{sp} AgCl = [Ag^+][Cl^-]$ $2,0 \times 10^{-10} = (s)(s)$ $2,0 \times 10^{-10} = s^2$ $s = 1,41 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ <p>Atau dengan menggunakan rumus $s = \sqrt{K_{sp}}$</p> <p>Didapatkan $s = 1,41 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$</p> <p>b) Misal kelarutan $AgCl$ dalam larutan $NaCl$ 0,1 M = n mol/L</p> $AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + Cl^-(aq)$ $n \text{ mol/L} \quad n \text{ mol/L} \quad n \text{ mol/L}$ $NaCl(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + Cl^-(aq)$ $0,1 \text{ mol/L} \quad 0,1 \text{ mol/L} \quad 0,1 \text{ mol/L}$ <p>Di dalam sistem terdapat:</p> $[Ag^+] = n \text{ mol/L}$ $[Cl^-] = (n + 0,1) \text{ mol/L}$ $= 0,1 \text{ mol/L}$ <p>Oleh karena $[Cl^-]$ yang berasal dari $AgCl$ sangat sedikit dibandingkan $[Cl^-]$ yang berasal dari $NaCl$, $[Cl^-]$ yang berasal dari $NaCl$, $[Cl^-]$ yang berasal dari $AgCl$ dapat diabaikan.</p> $K_{sp} AgCl = [Ag^+][Cl^-]$ $2,0 \times 10^{-10} = (n)(0,1)$			

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
		<p>(b) NaF adalah suatu garam ionic yang mudah larut, sehingga, 0,10 M F⁻ dihasilkan dengan</p> $\text{NaF(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{F}^-(\text{aq}) \quad (\text{complete})$ $0,10 \text{ M} \rightleftharpoons 0,10 \text{ M} \quad 0,10 \text{ M}$ <p>Kita asumsikan y = kelarutan molar MgF₂, suatu garam sukar larut.</p> $\text{MgF}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{F}^-(\text{aq}) \quad (\text{reversible})$ $y \text{ mol/L} \rightleftharpoons y \text{ M} \quad 2y \text{ M}$ <p>Jumlah [F⁻] adalah 0,10 M dari NaF ditambah 2y M dari MgF₂, atau (0,10 + 2y) M.</p> $K_{\text{sp}} = [\text{Mg}^{2+}][\text{F}^-]^2 = 6,4 \times 10^{-9}$ $(y)(0,10 + 2y)^2 = 6,4 \times 10^{-9}$ <p>Sangat sedikit MgF₂ yang larut, sehingga y bernilai kecil. Hal ini menandakan bahwa 2y << 0,10, sehingga 0,10 + 2y ≈ 0,10. Lalu (y)(0,10)² = 6,4 × 10⁻⁹ dan y = 6,4 × 10⁻⁷ 6,4 × 10⁻⁷ M = kelarutan molar MgF₂ dalam 0,10 M NaF</p> <p>(c) Rasio kelarutan molar dalam air dengan</p>	<p>$n = 2 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$</p> <p>Kelarutan AgCl dalam air 1,41 × 10⁻⁵ mol/L, jauh lebih besar daripada kelarutan AgCl dalam larutan NaCl 0,1 M yang besarnya 2 × 10⁻⁹ mol/L. Dari perhitungan tersebut terlihat jelas bahwa semakin besar konsentrasi ion yang senama (Cl⁻: klorida), semakin kecil kelarutannya. Anda dapat membuktikannya sendiri dengan mengambil konsentrasi NaCl 1 M.</p> <p>(hlm. 298-299)</p>			

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
		kelarutan molar dalam 0,10 M larutan NaF adalah: $\frac{\text{molar solubility (in H}_2\text{O)}}{\text{molar solubility (in NaF solution)}} = \frac{1,2 \times 10^{-3} \text{ M}}{6,4 \times 10^{-7} \text{ M}} = \frac{1900}{1}$ Kelarutan molar MgF ₂ dalam 0,10 M NaF (6,4 × 10 ⁻⁷ M) mendekati 1900 kali lebih kecil daripada kelarutan molarnya dalam air murni (1,2 × 10 ⁻³ M). (Whitten, dkk., 2004 hlm. 829-830)				
3.14.11. Memprediksi terbentuknya endapan dari suatu reaksi berdasarkan hasil kali ion (Q_{sp})	Prediksi Pembentukan Endapan Suatu Reaksi berdasarkan Hasil Kali Ion (Q_{sp})	Kegunaan lain dari asas hasil kali kelarutan adalah perhitungan konsentrasi maksimum ion-ion yang ada dalam larutan. Dari perhitungan ini kita dapat menentukan apakah suatu endapan akan terbentuk dalam suatu larutan tertentu dengan membandingkan Q_{sp} dengan K_{sp} . Kuosien reaksi, Q , untuk reaksi umum dapat ditulis sebagai berikut. $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD, \quad Q = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$ <div style="display: flex; align-items: center; margin-left: 100px;"> <div style="margin-right: 10px;">←</div> <div style="margin-right: 10px;">←</div> <div style="font-size: 0.8em;">not necessarily equilibrium concentrations</div> </div> Kuosien reaksi memiliki bentuk yang sama seperti tetapan kesetimbangan, tetapi konsentrasi ion-ion	Nilai K_{sp} suatu zat dapat digunakan untuk memperkirakan terjadi atau tidaknya endapan suatu zat jika dua larutan yang mengandung ion-ion dari senyawa sukar larut dicampurkan. Untuk memperkirakan terjadi atau tidaknya endapan A_mB_n dari larutan yang mengandung ion A^{n+} dan B^{m-} , digunakan konsep hasil kali ion (Q_{sp}): $Q_{sp} A_mB_n = [A^{n+}]^m [B^{m-}]^n$ (hlm. 293-294)		√	

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
		<p>pada kuosien reaksi tidak harus dalam keadaan kesetimbangan. Ketika diterapkan untuk kesetimbangan kelarutan, Q_{sp} umumnya disebut hasil kali ion karena bentuknya yaitu konsentrasi ion-ion hasil dipangkatkan koefisiennya. (Whitten, dkk., 2004, hlm. 716; hlm. 831; Petrucci, dkk, 2010, 793)</p>				
		<p>Jika $Q_{sp} < K_{sp}$ Terjadi proses penguraian padatan Tidak ada endapan; jika ada padatan, maka padatan dapat larut Jika $Q_{sp} = K_{sp}$ Larutan bersifat jenuh Padatan dan larutan berada dalam kesetimbangan; baik proses penguraian padatan maupun pembentukan padatan terjadi $Q_{sp} > K_{sp}$ Proses pembentukan padatan; terjadi pengendapan untuk membentuk lebih banyak padatan (Whitten, dkk., 2004, hlm. 831)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Jika $Q_{sp} > K_{sp}$ maka akan terjadi endapan A_mB_n • Jika $Q_{sp} = K_{sp}$ maka akan terjadi larutan jenuh A_mB_n • Jika $Q_{sp} < K_{sp}$ maka belum terjadi larutan jenuh maupun endapan A_mB_n (hlm. 294) 			
		<p>Contoh Apakah 100 mL natrium sulfat, Na_2SO_4, 0,00075 M yang dicampur dengan 50 mL barium klorida, $BaCl_2$, 0,015 M akan membentuk suatu endapan? Perencanaan</p>	<p>Contoh Soal Ke dalam 100 mL larutan $AgNO_3$ 0,001 M ditambahkan 100 mL larutan Na_2CO_3 0,001 M. Selidikilah dengan perhitungan apakah pada penambahan tersebut sudah mengakibatkan</p>			

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
		<p>Kita mencampurkan dua larutan garam ionik yang mudah larut. Pertama kita cari jumlah masing-masing zat terlarut pada pencampuran langsung tersebut. Lalu kita cari molaritas masing-masing zat terlarut pada pencampuran langsung tersebut. Lalu kita cari konsentrasi masing-masing ion dalam larutan baru. Sekarang kita pertanyakan “Apakah campuran ion-ion dalam larutan tersebut membentuk senyawa yang sukar larut?” Jawabannya adalah “Ya, Ba^{2+} dan SO_4^{2-} dapat membentuk BaSO_4,” sehingga kita hitung Q_{sp} dan membandingkannya dengan K_{sp}.</p> <p>Penyelesaian</p> <p>Kita cari masing-masing jumlah zat terlarut pada pencampuran langsung tersebut.</p> $\underline{?} \text{ mmol Na}_2\text{SO}_4 = 100. \text{ mL} \times \frac{0.00075 \text{ mmol Na}_2\text{SO}_4}{\text{mL}}$ $= 0.075 \text{ mmol Na}_2\text{SO}_4$ $\underline{?} \text{ mmol BaCl}_2 = 50. \text{ mL} \times \frac{0.015 \text{ mmol BaCl}_2}{\text{mL}}$ $= 0.75 \text{ mmol BaCl}_2$ <p>Ketika larutan dicampurkan, volume dapat</p>	<p>terjadinya endapan Ag_2CO_3. Diketahui $K_{sp} \text{ Ag}_2\text{CO}_3$ pada suhu 25°C adalah $6,3 \times 10^{-12}$.</p> <p>Jawab:</p> $\text{AgNO}_3 = 0,001 \text{ M} \times 100 \text{ mL}$ $= 0,1 \text{ mmol}$ $\text{Ag}^+ = 0,1 \text{ mmol}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 0,001 \text{ M} \times 100 \text{ mL}$ $= 0,1 \text{ mmol}$ $\text{CO}_3^{2-} = 0,1 \text{ mmol}$ <p>Volume campuran 200 mL, sehingga:</p> $[\text{Ag}^+] = \frac{0,1}{200} \text{ mol/L} = 5 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ $[\text{CO}_3^{2-}] = \frac{0,1}{200} \text{ mol/L} = 5 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ $\text{Ag}_2\text{CO}_3(s) \rightleftharpoons 2\text{Ag}^+(aq) + \text{CO}_3^{2-}(aq)$ $Q_{sp} \text{ Ag}_2\text{CO}_3 = [\text{Ag}^+]^2 [\text{CO}_3^{2-}]$ $= (5 \times 10^{-4})^2 (5 \times 10^{-4})$ $= 1,25 \times 10^{-10}$ <p>$K_{sp} \text{ Ag}_2\text{CO}_3 = 6,3 \times 10^{-12}$ (sudah diketahui)</p> <p>Oleh karena $Q_{sp} > K_{sp}$, pada pencampuran ini telah terjadi endapan Ag_2CO_3.</p> <p>Contoh Soal</p> <p>Ke dalam akuades yang volumenya 100 mL ditambahkan masing-masing 1 mL larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$</p>			

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
		<p>ditambahkan untuk menentukan volume akhir larutan.</p> <p>Volume larutan campuran = 100 mL + 50 mL + 150 mL</p> <p>Lalu kita cari molaritas masing-masing zat terlarut pada pencampuran langsung tersebut.</p> $M_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = \frac{0.075 \text{ mmol Na}_2\text{SO}_4}{150. \text{ mL}} = 0.00050 \text{ M Na}_2\text{SO}_4$ $M_{\text{BaCl}_2} = \frac{0.75 \text{ mmol BaCl}_2}{150. \text{ mL}} = 0.0050 \text{ M BaCl}_2$ <p>Sekarang kita cari konsentrasi masing-masing ion dalam larutan tersebut.</p> $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{s}) \xrightarrow{100\%} 2\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \quad (\text{to completion})$ $0.00050 \text{ M} \rightleftharpoons 0.0010 \text{ M} \quad 0.00050 \text{ M}$ $\text{BaCl}_2(\text{s}) \xrightarrow{100\%} \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \quad (\text{to completion})$ $0.0050 \text{ M} \rightleftharpoons 0.0050 \text{ M} \quad 0.010 \text{ M}$ <p>Kita pertimbangkan dua jenis senyawa yang</p>	<p>0,01 M dan 1 mL larutan NaCl 0,01 M. Dengan menganggap bahwa volume larutan tetap 100 mL dan nilai $K_{\text{sp}} \text{PbCl}_2 = 2,0 \times 10^{-5}$, tunjukkan dengan perhitungan apakah akan terjadi endapan pada reaksi di atas.</p> <p>Jawab:</p> <p>Jika volume dianggap tetap 100 mL, konsentrasi ion Pb^{2+} dan konsentrasi ion Cl^- yang terdapat dalam larutan dapat dihitung sebagai berikut.</p> $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = 1 \text{ mL} \times 0,01 \text{ M} = 0,01 \text{ mmol}$ $\text{ion Pb}^{2+} = 0,01 \text{ mmol}$ $[\text{Pb}^{2+}] = \frac{0,01 \text{ mmol}}{100 \text{ mL}} = 10^{-4} \text{ mol/L}$ $\text{NaCl} = 1 \text{ mL} \times 0,01 \text{ M} = 0,01 \text{ mmol}$ $\text{ion Cl}^- = 0,01 \text{ mmol}$ $[\text{Cl}^-] = \frac{0,01 \text{ mmol}}{100 \text{ mL}} = 10^{-4} \text{ mol/L}$ $Q_{\text{sp}} \text{PbCl}_2 = [\text{Pb}^{2+}] [\text{Cl}^-]^2 = (10^{-4}) (10^{-4})^2 = 10^{-12}$ $K_{\text{sp}} \text{PbCl}_2 = 2,0 \times 10^{-5}$ <p>Oleh karena $Q_{\text{sp}} < K_{\text{sp}}$, dapat diperkirakan bahwa</p>			

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
		<p>dicampurkan dan tentukan apakah suatu reaksi dapat terjadi. Keduanya, Na_2SO_4 dan BaCl_2 adalah garam ionik yang mudah larut. Pada pencampuran tersebut, larutan baru mengandung campuran ion-ion Na^+, SO_4^{2-}, Ba^{2+}, dan Cl^-. Kita harus mempertimbangkan kemungkinan pembentukan dua senyawa baru, NaCl dan BaSO_4. Natrium klorida adalah senyawa ionik yang mudah larut sehingga Na^+ and Cl^- tidak bergabung dalam larutan. BaSO_4, tetapi, hanya sedikit larut, dan padatan BaSO_4 akan mengendap dalam larutan jika $Q_{sp} > K_{sp}$ BaSO_4. K_{sp} untuk BaSO_4 adalah $1,1 \times 10^{-10}$. Penyubtitusian $[\text{Ba}^{2+}] = 0,0050 \text{ M}$ dan $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,00050 \text{ M}$ ke ekspresi Q_{sp} untuk BaSO_4, kita dapatkan</p> $Q_{sp} = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$ $= (5,0 \times 10^{-3})(5,0 \times 10^{-4})$ $= 2,5 \times 10^{-6} (Q_{sp} > K_{sp})$ <p>Karena $Q_{sp} > K_{sp}$ padatan BaSO_4 akan mengendap hingga $[\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$ sama dengan K_{sp} BaSO_4. (Whitten, dkk., 2004, hlm. 831-832)</p>	<p>dalam reaksi tersebut tidak dihasilkan endapan PbCl_2. (hlm. 294-295)</p>			
3.14.13. Menghitung konsentrasi untuk mengendapkan ion tertentu	Perhitungan Konsentrasi untuk	<p>Contoh Padatan perak nitrat ditambahkan perlahan ke suatu larutan yang mengandung NaCl, NaBr, dan NaI</p>	<p>Contoh Soal Suatu larutan yang mengandung ion Mg^{2+} dan ion Mn^{2+} dengan konsentrasi masing-masing $0,1 \text{ M}$</p>		√	

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
berdasarkan data tetapan hasil kali kelarutan (K_{sp})	Mengendapkan Ion Tertentu berdasarkan Data Tetapan Hasil Kali Kelarutan (K_{sp})	<p>masing-masing 0,0010 M. Hitung $[Ag^+]$ yang dibutuhkan untuk menginisiasi pengendapan masing-masing perak halida. Untuk AgI, $K_{sp} = 1,5 \times 10^{-16}$; untuk AgBr, $K_{sp} = 3,3 \times 10^{-13}$; dan untuk AgCl, $K_{sp} = 1,8 \times 10^{-10}$.</p> <p>Perencanaan Kita diberikan suatu larutan yang mengandung ion Cl^-, Br^-, and I^- dengan konsentrasi yang sama; semuanya membentuk garam perak yang sukar larut. Lalu secara perlahan kita tambahkan ion Ag^+. Kita menggunakan masing-masing K_{sp} untuk menentukan $[Ag^+]$ yang harus berlebih untuk menginisiasi pengendapan masing-masing garam.</p> <p>Penyelesaian Kita hitung $[Ag^+]$ yang dibutuhkan untuk memulai pengendapan masing-masing perak halida. Hasil kali kelarutan untuk AgI adalah</p> $[Ag^+][I^-] = 1,5 \times 10^{-16}$ <p>$[I^-] = 1,0 \times 10^{-3}$ M, sehingga $[Ag^+]$ yang harus berlebih untuk menginisiasi pengendapan AgI adalah</p>	<p>akan dipisahkan dengan menaikkan nilai pH larutan (dengan menambahkan NH_3. Berapa pH larutan agar Mn^{2+} mengendap sebagai $Mn(OH)_2$, sedangkan Mg^{2+} tetap di dalam larutan. Diketahui $K_{sp} Mg(OH)_2 = 1,8 \times 10^{-11}$ dan $K_{sp} Mn(OH)_2 = 1,9 \times 10^{-13}$.</p> <p>Jawab: Jika diperhatikan dari nilai Ksp kedua zat tersebut, terlihat bahwa $Mn(OH)_2$ lebih mudah mengendap daripada $Mg(OH)_2$ sehingga dapat dicari $[OH^-]$ untuk larutan jenuh $Mg(OH)_2$. Di dalam larutan terdapat ion $Mg^{2+} = 0,1$ M ion $Mn^{2+} = 0,1$ M $K_{sp} Mg(OH)_2 = 1,8 \times 10^{-11}$ $K_{sp} Mn(OH)_2 = 1,9 \times 10^{-13}$ Larutan jenuh $Mg(OH)_2$ terjadi jika: $[Mg^{2+}][OH^-]^2 = K_{sp} Mg(OH)_2$ Telah diketahui bahwa $[Mg^{2+}] = 0,1$ M, maka $(0,1)[OH^-]^2 = 1,8 \times 10^{-11}$ $[OH^-]^2 = 1,8 \times 10^{-10}$ $[OH^-] = \sqrt{1,8 \times 10^{-11}}$ $= 1,34 \times 10^{-5}$ $pOH = -\log 1,34 \times 10^{-5}$</p>			

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
		$[Ag^+] = \frac{1.5 \times 10^{-16}}{[I^-]} = \frac{1.5 \times 10^{-16}}{1.0 \times 10^{-3}} = 1.5 \times 10^{-13} M$ <p>Oleh karena itu, AgI akan mulai mengendap ketika $[Ag^+] > 1,5 \times 10^{-13} M$.</p> <p>Mengulang perhitungan seperti itu untuk perak bromide memberikan</p> $[Ag^+][Br^-] = 3.3 \times 10^{-13}$ $[Ag^+] = \frac{3.3 \times 10^{-13}}{[Br^-]} = \frac{3.3 \times 10^{-13}}{1.0 \times 10^{-3}} = 3.3 \times 10^{-10} M$ <p>Lalu, $[Ag^+] > 3,3 \times 10^{-10} M$ dibutuhkan untuk memulai pengendapan AgBr.</p> <p><i>Untuk memulai pengendapan perak klorida,</i></p> $[Ag^+][Cl^-] = 1.8 \times 10^{-10}$ $[Ag^+] = \frac{1.8 \times 10^{-10}}{[Cl^-]} = \frac{1.8 \times 10^{-10}}{1.0 \times 10^{-3}} = 1.8 \times 10^{-7} M$ <p>Untuk mengendapkan AgCl, kita harus mempunyai</p>	<p>= 4,87 pH = 9,13</p> <p>Pada pH = 9,13 larutan Mg^{2+} belum mengendap sebagai $Mg(OH)_2$, sebab pada pH tersebut $Q_{sp} Mg(OH)_2 < K_{sp} Mg(OH)_2$ dan baru terbentuk larutan jenuh $Mg(OH)_2$.</p> <p>Bagaimana dengan Mn^{2+}, apakah sudah mengendap sebagai $Mn(OH)_2$? Untuk itu, kita selidiki $Q_{sp} Mn(OH)_2$ pada pH = 9,13.</p> <p>$[Mn^{2+}] = 0,1 M$ (sudah diketahui) $[OH^-] = 1,34 \times 10^{-5} M$ (pada pH = 9,13) $Q_{sp} Mn(OH)_2 = [Mn^{2+}] [OH^-]^2$ $= (0,1) (1,34 \times 10^{-5})^2$ $= 1,8 \times 10^{-11}$</p> <p>$K_{sp} Mn(OH)_2 = 1,9 \times 10^{-13}$ (diketahui) maka, $Q_{sp} Mn(OH)_2 > K_{sp} Mn(OH)_2$ artinya $Mn(OH)_2$ sudah mengendap.</p> <p>Jadi, pada pH = 9,13 ion Mn^{2+} sudah mengendap sebagai $Mn(OH)_2$, sedangkan ion Mg^{2+} tetap sebagai larutan. Dengan demikian, kedua ion dapat terpisah setelah dilakukan penyaringan (filtrasi). (hlm. 295-296)</p>			

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
		<p>$[Ag^+] > 1,8 \times 10^{-7} M$.</p> <p>Kita sudah menunjukkan bahwa</p> <p>untuk mendapatkan AgI, $[Ag^+] > 1,5 \times 10^{-13} M$ untuk mendapatkan AgBr, $[Ag^+] > 3,3 \times 10^{-10} M$ untuk mendapatkan AgCl, $[Ag^+] > 1,8 \times 10^{-7} M$</p> <p>Perhitungan ini menyatakan bahwa ketika $AgNO_3$ ditambahkan perlahan ke larutan yang mengandung masing-masing 0,0010 M NaI, NaBr, dan NaCl, AgI akan mengendap pertama, AgBr mengendap kedua, dan AgCl mengendap terakhir.</p> <p>(Whitten, dkk., 2004, hlm. 834-835)</p>				
3.14.14. Menjelaskan pengaruh kepolaran pelarut terhadap kelarutan	Pengaruh Kepolaran Pelarut terhadap Kelarutan	<p>Ungkapan “yang sejenis melarutkan yang sejenis” membantu dalam memprediksi kelarutan suatu zat dalam suatu pelarut. Kita harus menggunakan pelarut polar untuk melarutkan zat terlarut polar atau ionik dan pelarut nonpolar untuk melarutkan zat terlarut nonpolar.</p> <p>Ketika suatu zat (zat terlarut) larut dalam zat lainnya (pelarut), partikel zat terlarut akan menyebar ke seluruh pelarut. Partikel zat terlarut tersebut menempati posisi yang biasanya ditempati molekul pelarut. Kemudahan partikel zat terlarut menggantikan molekul pelarut bergantung pada</p>	<p>a. Jenis pelarut</p> <p>Senyawa polar (mempunyai kutub muatan) akan mudah larut dalam senyawa polar, misalnya alkohol dan semua asam merupakan senyawa polar sehingga mudah larut dalam air yang juga merupakan senyawa polar. Selain senyawa polar, senyawa ion seperti NaCl juga mudah larut dalam air dan terurai menjadi ion-ion. Senyawa nonpolar akan mudah larut dalam senyawa nonpolar, misalnya lemak mudah larut dalam minyak. Senyawa polar umumnya tidak larut dalam senyawa nonpolar, misalnya alkohol tidak larut dalam minyak tanah.</p>	√		

Indikator Pembelajaran	Label Konsep	Penjelasan Konsep		Kedalaman		
		Standar	Subjek Penelitian	KD	S	TD
		<p>kekuatan relatif dari tiga jenis interaksi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interaksi pelarut-pelarut • Interaksi zat terlarut-zat terlarut • Interaksi pelarut-zat terlarut <p>Larutan akan terbentuk ketika jenis dan besar ketiga jenis interaksi tersebut sama. Dengan demikian, padatan ionik seperti NaCl larut dalam pelarut polar seperti air karena daya tarik ion-dipol antara ion Na⁺ dan Cl⁻ dan molekul H₂O yang polar sama besar dengan daya tarik dipol-dipol antar molekul air dan daya tarik ion-ion antara ion Na⁺ dan Cl⁻. Dengan cara yang sama, zat organik nonpolar seperti kolesterol, C₂₂H₄₆O, larut dalam pelarut organik nonpolar seperti benzene, C₆H₆, karena kesamaan gaya disperse London yang terjadi di antara kedua jenis molekul. Tetapi, minyak, tidak larut dalam air karena kedua cairan memiliki jenis gaya antarmolekul yang berbeda.</p> <p>(Chang & Overby, 2011, hlm. 437-438; Zumdahl & Zumdahl, 2010, hlm. 501-502; McMurry, hlm. 431)</p>	(hlm. 288)			