



# **BUKU AJAR**

## **MEMPREDIKSI TERBENTUKNYA ENDAPAN DARI PADATAN SUKAR LARUT (PERHITUNGAN)**

Untuk Siswa Kelas XI SMA

Disusun Oleh :  
Rani Apriza Nur Putri Dewanda



## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga E-book yang berjudul "*Memprediksi Terbentuknya Endapan dari Padatan Sukar Larut*" ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik. E-book ini disusun sebagai salah satu media pembelajaran kimia yang diharapkan dapat membantu peserta didik dalam memahami konsep kelarutan, hasil kali kelarutan (Ksp), serta penerapannya dalam memprediksi terbentuknya endapan dalam larutan.

Materi dalam E-book ini disajikan secara sistematis dan kontekstual, dilengkapi dengan penjelasan konsep, contoh perhitungan, serta latihan soal yang dirancang untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan analitis peserta didik. Dengan demikian, peserta didik tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu menerapkannya dalam pemecahan masalah kimia yang berkaitan dengan fenomena sehari-hari.

Penulis menyadari bahwa E-book ini masih memiliki keterbatasan dan memerlukan penyempurnaan. Oleh karena itu, saran dan masukan yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan dan pengembangan E-book ini ke depannya. Semoga E-book ini dapat memberikan manfaat bagi peserta didik, pendidik, serta semua pihak yang terlibat dalam proses pembelajaran kimia.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan E-book ini. Semoga E-book ini dapat digunakan secara optimal dan memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran kimia.

Bandarlampung, 20 Desember 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Kata Pengantar .....                                                                                              | 2         |
| Daftar Isi .....                                                                                                  | 3         |
| Tujuan Pembelajaran .....                                                                                         | 4         |
| <br><b>BAB I KELARUTAN DAN HASIL KALI KELARUTAN</b>                                                               |           |
| A. Pendahuluan .....                                                                                              | 5         |
| B. Pengertian Kelarutan .....                                                                                     | 7         |
| C. Larutan Jenuh dan Kestimbangan Kelarutan .....                                                                 | 7         |
| D. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kelarutan .....                                                                | 7         |
| E. Padatan Sukar Larut .....                                                                                      | 7         |
| F. Hasil Kali Kelarutan ( $K_{sp}$ ) .....                                                                        | 7         |
| G. Nilai $K_{sp}$ Beberapa Padatan Sukar Larut .....                                                              | 8         |
| <br><b>BAB II MEMPREDIKSI TERBENTUKNYA ENDAPAN BERDASARKAN<br/>NILAI <math>Q_c</math> DAN <math>K_{sp}</math></b> |           |
| A. Pengertian $Q_c$ (Kuosien Reaksi Konsentrasi) .....                                                            | 9         |
| B. Hubungan $Q_c$ dan $K_{sp}$ .....                                                                              | 9         |
| C. Langkah Sistematis Memprediksi Terbentuknya Endapan.....                                                       | 10        |
| D. Contoh Perhitungan Memprediksi Endapan .....                                                                   | 10        |
| <br><b>BAB III LATIHAN DAN EVALUASI</b>                                                                           |           |
| A. Evaluasi .....                                                                                                 | 12        |
| <br><b>Glosarium .....</b>                                                                                        |           |
| <b>Referensi .....</b>                                                                                            | <b>15</b> |

## TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah melalui proses pembelajaran diharapkan peserta didik mampu :

1. Menyadari adanya keteraturan dari sifat larutan sebagai wujud kebesaran Tuhan YME dan pengetahuan tentang adanya keteraturan tersebut sebagai hasil pemikiran kreatif manusia yang kebenarannya bersifat tentatif
2. Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu, disiplin, jujur, objektif, terbuka, mampu membedakan fakta dan opini, ulet, teliti, bertanggung jawab, kritis, kreatif, inovatif, demokratis, komunikatif) dalam berdiskusi dan menyelesaikan perhitungan ilmiah.
3. Memprediksi terbentuknya endapan dari suatu reaksi berdasarkan prinsip kelarutan dan data hasil kelarutan ( $K_{sp}$ ).
4. Mengolah dan menganalisis data hasil percobaan atau hasil perhitungan untuk memprediksi terbentuknya endapan.



## **BAB I**

### **KELARUTAN DAN HASIL KALI KELARUTAN**

Cobalah perhatikan fenomena berikut



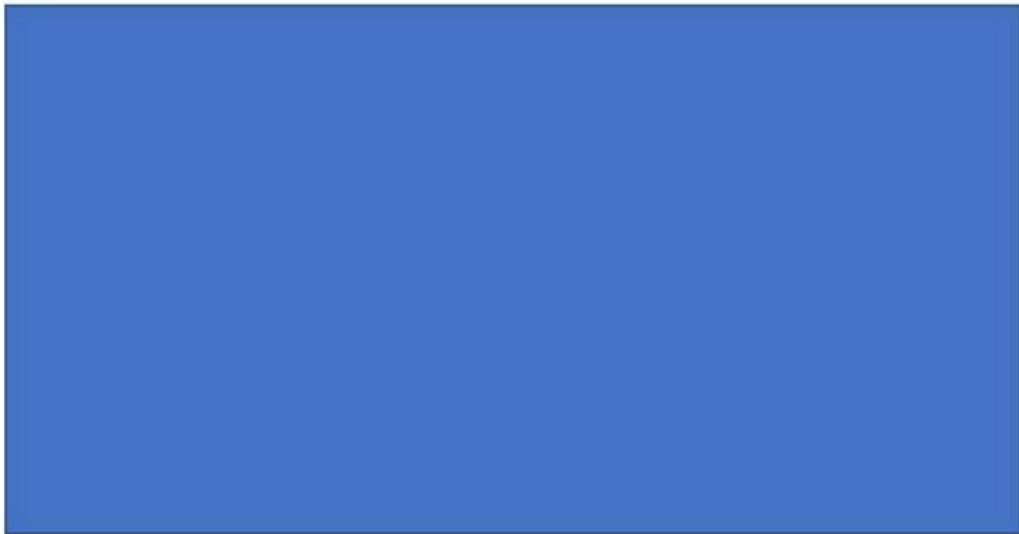
(Gambar Terbentuknya endapan pada pemanas air / kettle)

Dalam kehidupan sehari-hari, banyak orang menggunakan pemanas air (kettle) di rumahnya untuk berbagai keperluan. Awalnya pemanas air terlihat bersih dan mengkilap. Namun, setelah beberapa kali digunakan, tiba-tiba muncul lapisan putih keras pada dasar atau dinding alat tersebut. Semakin sering digunakan, kerak itu semakin tebal, bahkan kadang membuat air terasa berbeda. Padahal, air yang dituangkan ke dalamnya tampak jernih tanpa warna.

Fenomena ini sebenarnya merupakan contoh nyata proses pengendapan dalam kehidupan sehari-hari. Kerak putih tersebut adalah endapan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang terbentuk ketika ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{CO}_3^{2-}$  di dalam air melebihi batas kelarutannya. Dengan kata lain, air yang terlihat bersih dan bening ternyata menyimpan ion-ion yang bisa berubah menjadi endapan jika kondisi tertentu terpenuhi.

Jika air yang tampak bening saja bisa menghasilkan endapan, bagaimana dengan dua larutan yang kita campurkan di laboratorium? Apakah selalu menghasilkan endapan? Apa yang menentukan endapan itu muncul atau tidak?

Perhatikan video pembelajaran berikut:



Perhatikan materi berikut:



## **A. Kelarutan (Solubility)**

### **1. Pengertian Kelarutan**

Kelarutan adalah jumlah maksimum zat terlarut yang dapat melarut dalam sejumlah tertentu pelarut pada suhu tertentu hingga membentuk larutan jenuh. Pada kondisi ini, terjadi kesetimbangan antara zat padat yang melarut dan yang mengendap.

Sebagai contoh, jika suatu garam sukar larut dimasukkan ke dalam air, hanya sebagian kecil yang dapat larut, sedangkan sisanya akan tetap sebagai padatan.

### **2. Larutan Jenuh dan Kesetimbangan Kelarutan**

Larutan jenuh adalah larutan yang telah mengandung zat terlarut dalam jumlah maksimum. Pada larutan jenuh, terjadi kesetimbangan dinamis sebagai berikut:

Pada keadaan ini:

- Laju pelarutan = laju pengendapan
- Jumlah zat terlarut tetap konstan

### **3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kelarutan**

Beberapa faktor yang memengaruhi kelarutan suatu zat antara lain:

#### **1. Jenis zat terlarut dan pelarut**

Zat ionik umumnya lebih mudah larut dalam pelarut polar seperti air.

#### **2. Suhu**

Sebagian besar zat padat memiliki kelarutan yang meningkat dengan kenaikan suhu.

#### **3. Ion senama (Common Ion Effect)**

Keberadaan ion yang sama dalam larutan dapat menurunkan kelarutan suatu garam sukar larut

## **B. Hasil Kali Kelarutan**

adalah konstanta kesetimbangan untuk proses pelarutan garam sukar larut menjadi ion-ionnya dalam keadaan setimbang.

Berikut adalah nilai K<sub>sp</sub> beberapa padatan sukar larut:

| Zat terlarut         | Reaksi kesetimbangan kelarutan                                                                                      | K <sub>sp</sub>       |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Aluminium hidroksida | $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{OH}^{-}(\text{aq})$         | $1,3 \times 10^{-33}$ |
| Barium karbonat      | $\text{BaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$                | $5,1 \times 10^{-9}$  |
| Barium sulfat        | $\text{BaSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$                | $1,1 \times 10^{-10}$ |
| Besi(III) hidroksida | $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{OH}^{-}(\text{aq})$         | $4 \times 10^{-38}$   |
| Kalsium fluorida     | $\text{CaF}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{F}^{-}(\text{aq})$                    | $5,3 \times 10^{-9}$  |
| Kalsium karbonat     | $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$                | $2,8 \times 10^{-9}$  |
| Kalsium sulfat       | $\text{CaSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$                | $9,1 \times 10^{-6}$  |
| Magnesium fluorida   | $\text{MgF}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{F}^{-}(\text{aq})$                    | $3,7 \times 10^{-8}$  |
| Magnesium fosfat     | $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s}) \rightleftharpoons 3\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{PO}_4^{3-}(\text{aq})$ | $1 \times 10^{-25}$   |
| Magnesium hidroksida | $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^{-}(\text{aq})$         | $1,8 \times 10^{-11}$ |
| Magnesium karbonat   | $\text{MgCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$                | $3,5 \times 10^{-8}$  |
| Perak bromida        | $\text{AgBr}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^{+}(\text{aq}) + \text{Br}^{-}(\text{aq})$                      | $5,0 \times 10^{-13}$ |
| Perak iodida         | $\text{AgI}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^{+}(\text{aq}) + \text{I}^{-}(\text{aq})$                        | $8,5 \times 10^{-17}$ |
| Perak karbonat       | $\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{Ag}^{+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$       | $8,5 \times 10^{-12}$ |
| Perak klorida        | $\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^{+}(\text{aq}) + \text{Cl}^{-}(\text{aq})$                      | $1,8 \times 10^{-10}$ |
| Raksa(I) klorida     | $\text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Hg}_2^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^{-}(\text{aq})$       | $1,3 \times 10^{-16}$ |
| Timbal(II) iodida    | $\text{PbI}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{I}^{-}(\text{aq})$                    | $7,1 \times 10^{-9}$  |
| Timbal(II) kromat    | $\text{PbCrO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + \text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$              | $2,8 \times 10^{-13}$ |



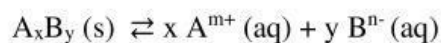
## BAB II

### MEMPREDIKSI TERBENTUKNYA ENDAPAN BERDASARKAN NILAI QC DAN KSP

#### A. Qc (Kuosien Reaksi Konsentrasi) dalam konteks kelarutan

Qc (Kuosien Reaksi Konsentrasi) adalah nilai yang dihitung dari konsentrasi ion-ion yang benar-benar ada dalam larutan pada kondisi saat ini, terutama setelah dua larutan dicampurkan. Qc dihitung seperti Ksp, tetapi menggunakan konsentrasi ion yang aktual, bukan konsentrasi pada keadaan jenuh.

Untuk garam dengan rumus umum:



Maka nilai Qc dirumuskan sebagai:

$$Qc = [A^{m+}]^x \times [B^{n-}]^y$$

Keterangan:

$[A^{m+}]$  = konsentrasi ion kation A setelah pencampuran

$[B^{n-}]$  = konsentrasi ion anion B setelah pencampuran

x = koefisien ion kation dalam reaksi kesetimbangan

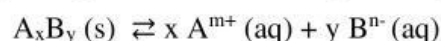
y = koefisien ion anion dalam reaksi kesetimbangan

#### B. Perhitungan sistematis memprediksi terbentuknya endapan

##### 1. Mengidentifikasi garam yang terbentuk

Ketika mencampurkan larutan yang mengandung kation  $A^{m+}$  dengan larutan yang mengandung anion  $B^{n-}$  maka garam yang mungkin terbentuk adalah  $A_xB_y$

##### 2. Menghitung konsentrasi masing-masing ion setelah pencampuran



**Konsentrasi ion  $A^{m+}$  setelah pencampuran**

$$[A^{m+}] \text{ campuran} = \frac{M_a \times V_a}{V_{\text{total}}}$$

**Konsentrasi ion B<sup>n-</sup> setelah pencampuran**

$$[B^{n-}] \text{ campuran} = \frac{M_b \times V_b}{V_{\text{total}}}$$

Keterangan:

Ma : Molaritas larutan yang mengandung ion A<sup>m+</sup>

Va : Volume larutan yang mengandung ion A<sup>m+</sup>

Mb : Molaritas larutan yang mengandung ion B<sup>n-</sup>

Vb : Volume larutan yang mengandung ion B<sup>n-</sup>

V total : Va + Vb (dalam satuan sama)

**3. Menghitung Qc**

$$Q_c = [A^{m+}]^x \times [B^{n-}]^y$$

**4. Membandingkan Qc dengan Ksp**

| Perbandingan<br>Qc dan Ksp | Kondisi Larutan                           |
|----------------------------|-------------------------------------------|
| Qc > Ksp                   | Larutan lewat jenuh & terjadi pengendapan |
| Qc = Ksp                   | Larutan tepat jenuh                       |
| Qc < Ksp                   | Larutan tidak jenuh (tidak mengendap)     |

Perhatikanlah table berikut:

| Gelas<br>Kimia | [Pb (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ] | [NaCl] | Volume<br>Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | Volume<br>NaCl | Volume<br>Total |
|----------------|---------------------------------------|--------|---------------------------------------------|----------------|-----------------|
| 1              | 0,05 M                                | 0,05 M | 10 ml                                       | 4 ml           | 14 ml           |
| 2              | 0,05 M                                | 0,05 M | 10 ml                                       | 8 ml           | 18 ml           |
| 3              | 0,05 M                                | 0,05 M | 10 ml                                       | 10 ml          | 20 ml           |
| 4              | 0,05 M                                | 0,05 M | 10 ml                                       | 12 ml          | 22 ml           |
| 5              | 0,05 M                                | 0,05 M | 10 ml                                       | 14 ml          | 24 ml           |

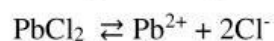
Berdasarkan data pada tabel, hitunglah:

1. Konsentrasi  $\text{Pb}^{2+}$  dan  $\text{Cl}^-$  setelah pencampuran untuk setiap gelas

$$[\text{Pb}^{2+}] \text{ campuran} = \frac{[\text{Pb}^{2+}] \times V \text{ Pb(NO}_3)_2}{V \text{ total}}$$

$$[\text{Cl}^-] \text{ campuran} = \frac{[\text{Cl}^-] \times V \text{ NaCl}}{V \text{ total}}$$

2. Hitunglah nilai  $Q_c$



$$Q_c = [\text{Pb}^{2+}] [\text{Cl}^-]^2$$

3. Bandingkan  $Q_c$  dengan  $K_{sp}$  ( $K_{sp} \text{ PbCl}_2$  adalah  $1,7 \times 10^{-5}$ ) dan prediksikan apakah endapan terbentuk.
4. Tuliskan semua hasil perhitungan pada tabel yang disediakan.

| Gelas | $[\text{Pb}^{2+}]$ | $[\text{Cl}^-]$ | $Q_c$ | Prediksi |
|-------|--------------------|-----------------|-------|----------|
|       |                    |                 |       |          |
|       |                    |                 |       |          |
|       |                    |                 |       |          |
|       |                    |                 |       |          |
|       |                    |                 |       |          |

## EVALUASI

### A. TEXTFIELD (ISIAN SINGKAT)

1. Jika larutan  $\text{AgNO}_3(\text{aq})$  dicampurkan dengan larutan  $\text{NaCl}(\text{aq})$ , maka endapan yang terbentuk adalah.....

2. Campuran larutan  $\text{BaCl}_2(\text{aq})$  dan  $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq})$  akan menghasilkan endapan.....

### B. SINGLE CHOICE (PILIHAN GANDA)

3. Pasangan larutan berikut yang membentuk endapan adalah ...

4. Endapan putih akan terbentuk jika larutan berikut dicampurkan ...

### C. CHECKBOXES

5. Pasangan larutan berikut yang dapat membentuk endapan adalah ... (*pilih semua yang benar*)

- ☐  $\text{AgNO}_3(\text{aq}) + \text{NaCl}(\text{aq})$
- ☐  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{KI}(\text{aq})$
- ☐  $\text{KNO}_3(\text{aq}) + \text{NaCl}(\text{aq})$
- ☐  $\text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq})$



6. Campuran larutan berikut yang tidak membentuk endapan adalah ... (*pilih semua yang benar*)

- ☐  $\text{NaNO}_3(\text{aq}) + \text{KCl}(\text{aq})$
- ☐  $\text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{NaCl}(\text{aq})$
- ☐  $\text{BaCl}_2(\text{aq}) + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq})$
- ☐  $\text{AgNO}_3(\text{aq}) + \text{NaBr}(\text{aq})$

#### D. SELECT (DROPDOWN)

7. Jika larutan  $\text{AgNO}_3$  dicampurkan dengan larutan  $\text{NaBr}$ , maka hasil reaksi yang benar adalah.....

- ☐ Tidak terbentuk endapan
- ☐ Terbentuk endapan putih
- ☐ Terbentuk endapan kuning pucat
- ☐ Larutan berubah warna menjadi biru

8. Pencampuran larutan  $\text{CaCl}_2$  dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  akan menghasilkan...

- ☐ Larutan tetap jernih
- ☐ Endapan putih
- ☐ Endapan hijau
- ☐ Endapan coklat

## GLOSARIUM

- Kelarutan: Jumlah maksimum zat yang dapat melarut dalam pelarut pada suhu tertentu.
- Larutan jenuh: Larutan yang mengandung zat terlarut dalam jumlah maksimum.
- Padatan sukar larut: Senyawa ionik yang hanya sedikit larut dalam air.
- Endapan: Zat padat yang terbentuk dari reaksi dalam larutan karena melebihi batas kelarutan.
- Hasil kali kelarutan ( $K_{sp}$ ): Tetapan kesetimbangan pelarutan zat sukar larut.
- $Q_c$  (Kuosien reaksi konsentrasi): Nilai hasil kali konsentrasi ion-ion pada kondisi saat ini.
- Ion senama: Ion yang sama dengan ion yang dihasilkan dari pelarutan suatu senyawa.
- Kesetimbangan kelarutan: Keadaan saat laju pelarutan sama dengan laju pengendapan

## REFERENSI

- Chang, R., & Goldsby, K. (2016). *Chemistry*. New York: McGraw-Hill Education
- Petrucci, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., & Bissonnette, C. (2017). *General Chemistry: Principles and Modern Applications*. Pearson Education.
- Brady, J. E., Jespersen, N. D., & Hyslop, A. (2012). *Chemistry: The Molecular Nature of Matter*. John Wiley & Sons.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2022). *Buku Teks Kimia SMA Kelas XI*. Jakarta: Kemendikbud.
- Silberberg, M. S. (2018). *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change*. McGraw-Hill