

Materi Kimia untuk SAT KD 2

Topik 1: Reaksi Penggaraman 3

Reaksi penggaraman adalah reaksi pembentukan garam. Di sini, kita akan fokus pada jenis-jenis reaksi penggaraman yang melibatkan garam, basa, dan asam. Kunci pentingnya adalah memahami bagaimana ion-ion bereaksi dan apa saja syarat terjadinya reaksi (biasanya terbentuk endapan, gas, atau air).

A. Reaksi Garam + Garam

Ini adalah reaksi pertukaran ion (metatesis) antara dua larutan garam yang berbeda. Produknya juga akan berupa garam. **Syarat Reaksi:** Minimal salah satu produk garam yang terbentuk adalah **endapan** (tidak larut dalam air), sehingga ada pemisahan dari larutan. Anda perlu memahami tabel kelarutan untuk memprediksi endapan.

Contoh Umum: $\text{AX(aq)} + \text{BY(aq)} \rightarrow \text{AY(s)} + \text{BX(aq)}$ (atau sebaliknya) Di mana:

- AX dan BY adalah garam-garam reaktan.
- AY adalah garam yang mengendap (s).
- BX adalah garam yang tetap larut (aq).

Contoh Soal: Larutan natrium klorida direaksikan dengan larutan perak nitrat. Tuliskan persamaan reaksi ion lengkap dan persamaan reaksi ion bersihnya.

Pengerjaan:

1. **Identifikasi reaktan:** Natrium klorida (NaCl) dan perak nitrat (AgNO_3). Keduanya adalah garam yang larut dalam air.
2. **Prediksi produk:** Tukar pasangan ion.
 - Na^+ akan berpasangan dengan $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NaNO}_3$
 - Ag^+ akan berpasangan dengan $\text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$
3. **Tentukan kelarutan produk:**
 - NaNO_3 : Semua garam nitrat (NO_3^-) dan semua garam alkali (Na^+) larut dalam air. Jadi, NaNO_3 (aq).
 - AgCl : Sebagian besar klorida larut, tetapi AgCl adalah salah satu pengecualian yang **tidak larut (mengendap)**. Jadi, AgCl (s).
4. **Tulis persamaan reaksi molekul:** $\text{NaCl(aq)} + \text{AgNO}_3\text{(aq)} \rightarrow \text{AgCl(s)} + \text{NaNO}_3\text{(aq)}$
5. **Tulis persamaan reaksi ion lengkap:** Pisahkan semua senyawa ionik yang larut menjadi ion-ionnya. $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl(s)} + \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$
6. **Tulis persamaan reaksi ion bersih:** Hilangkan ion-ion penonton (ion yang sama di kedua sisi reaksi). $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl(s)}$

Catatan Tambahan: Penting untuk menguasai aturan kelarutan umum untuk memprediksi apakah suatu garam akan mengendap atau tidak.

B. Reaksi Garam + Basa

Reaksi ini melibatkan larutan garam dan larutan basa. **Syarat Reaksi:** Umumnya terjadi jika terbentuk **endapan hidroksida** (karena sebagian besar hidroksida logam adalah endapan, kecuali alkali dan beberapa alkali tanah), atau terbentuk gas amonia (NH_3) jika basa yang direaksikan adalah NH_3 dengan garam ammonium.

Contoh Umum: $\text{MX(aq)} + \text{YOH(aq)} \rightarrow \text{M(OH)}_n(\text{s}) + \text{YX(aq)}$ Di mana:

- MX adalah garam dan YOH adalah basa.
- M(OH)_n adalah hidroksida logam yang mengendap.

Contoh Soal: Larutan besi(III) klorida direaksikan dengan larutan natrium hidroksida. Tuliskan persamaan reaksi molekul dan tentukan produknya.

Pengerjaan:

1. **Identifikasi reaktan:** Besi(III) klorida (FeCl_3) dan natrium hidroksida (NaOH).
2. **Prediksi produk:** Tukar pasangan ion.
 - Fe^{3+} akan berpasangan dengan $\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe(OH)}_3$
 - Na^+ akan berpasangan dengan $\text{Cl}^- \rightarrow \text{NaCl}$
3. **Tentukan kelarutan produk:**
 - Fe(OH)_3 : Hidroksida besi(III) adalah **endapan** (s).
 - NaCl : Garam alkali dan klorida umumnya larut. Jadi, NaCl(aq) .
4. **Tulis persamaan reaksi molekul setara:** $\text{FeCl}_3(\text{aq}) + 3\text{NaOH(aq)} \rightarrow \text{Fe(OH)}_3(\text{s}) + 3\text{NaCl(aq)}$

Catatan Tambahan: Ingat bahwa sebagian besar hidroksida logam adalah endapan kecuali hidroksida logam alkali ($\text{LiOH}, \text{NaOH}, \text{KOH}$, dll.) dan beberapa hidroksida logam alkali tanah ($\text{Ca(OH)}_2, \text{Sr(OH)}_2, \text{Ba(OH)}_2$).

C. Reaksi Garam + Asam

Reaksi ini melibatkan larutan garam dan larutan asam. **Syarat Reaksi:** Umumnya terjadi jika:

1. Terbentuk **asam lemah** yang tidak stabil dan terurai menjadi gas dan air (misalnya $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2(\text{g})$, $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2(\text{g})$).
2. Terbentuk **endapan**.
3. Terbentuk **asam yang lebih lemah** daripada asam reaktan dan mengendap atau bersifat gas.

Contoh Umum: $\text{MX(aq)} + \text{HY(aq)} \rightarrow \text{HX(aq)} + \text{MY(s)}$ (jika terbentuk endapan) atau $\text{MX(aq)} + \text{HY(aq)} \rightarrow \text{HX(aq)} + \text{MY(aq)}$ (jika terbentuk gas)

Contoh Soal: Larutan kalium karbonat direaksikan dengan larutan asam klorida. Tuliskan persamaan reaksi molekul dan tentukan produknya.

Pengerjaan:

1. **Identifikasi reaktan:** Kalium karbonat (K_2CO_3) dan asam klorida (HCl).
2. **Prediksi produk:** Tukar pasangan ion.

- K^+ akan berpasangan dengan $Cl^- \rightarrow KCl$
- H^+ akan berpasangan dengan $CO_3^{2-} \rightarrow H_2CO_3$

3. Tentukan kelarutan/sifat produk:

- KCl : Garam alkali dan klorida umumnya larut. Jadi, $KCl(aq)$.
- H_2CO_3 (asam karbonat): Ini adalah asam lemah yang **tidak stabil** dan akan terurai menjadi air dan gas karbon dioksida. $H_2CO_3(aq) \rightarrow H_2O(l) + CO_2(g)$

4. Tulis persamaan reaksi molekul setara: $K_2CO_3(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow 2KCl(aq) + H_2CO_3(aq)$ Karena H_2CO_3 terurai, persamaan lengkapnya adalah: $K_2CO_3(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow 2KCl(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$

Catatan Tambahan: Ingat beberapa asam lemah yang tidak stabil:

- $H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2(g)$ (terbentuk gas CO_2)
 - $H_2SO_3 \rightarrow H_2O + SO_2(g)$ (terbentuk gas SO_2)
 - $NH_4OH \rightarrow H_2O + NH_3(g)$ (garam ammonium + basa kuat)
-

Topik 2: Senyawa Kompleks

Senyawa kompleks (atau senyawa koordinasi) adalah senyawa yang terdiri dari atom pusat (biasanya ion logam transisi) yang dikelilingi oleh molekul atau ion lain yang disebut ligan.

A. Apa itu Senyawa Kompleks?

Senyawa kompleks terbentuk ketika sebuah ion logam (biasanya logam transisi) bertindak sebagai asam Lewis (penerima pasangan elektron) dan berikatan dengan satu atau lebih molekul atau ion (ligan) yang bertindak sebagai basa Lewis (pendonor pasangan elektron) melalui ikatan kovalen koordinasi.

Contoh: $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ (Ion tetraaminakuprat(II))

B. Bagian-bagian Senyawa Kompleks

1. **Atom Pusat (Central Metal Atom/Ion):** Biasanya ion logam transisi (misalnya $Fe^{2+}, Cu^{2+}, Cr^{3+}, Co^{3+}$). Ini adalah penerima pasangan elektron.
2. **Ligan (Ligand):** Molekul atau ion (misalnya NH_3, H_2O, Cl^-, CN^-) yang memiliki pasangan elektron bebas yang dapat disumbangkan ke atom pusat.
3. **Bilangan Koordinasi (Coordination Number):** Jumlah atom donor ligan yang terikat langsung pada atom pusat.
4. **Bidang Koordinasi (Coordination Sphere):** Atom pusat dan semua ligan yang terikat padanya, biasanya dituliskan dalam kurung siku [].
5. **Ion Lawan (Counter Ion):** Ion yang berada di luar bidang koordinasi untuk menetralkan muatan kompleks (misalnya SO_4^{2-} dalam $Cu(NH_3)_4SO_4$).

Contoh: $K_4[Fe(CN)_6]$

- Atom Pusat: Fe²⁺
- Ligan: CN⁻
- Bilangan Koordinasi: 6 (ada 6 ligan CN⁻)
- Bidang Koordinasi: [Fe(CN)₆]
- Ion Lawan: K⁺

C. Pembagian Ligan Beserta Contoh dan Struktur Molekulnya

Ligan diklasifikasikan berdasarkan jumlah atom donor yang dapat berikatan dengan atom pusat:

1. **Ligan Monodentat (Mono-dentate):** Ligan yang hanya memiliki **satu** atom donor.

- **Contoh:**

- Amonia (NH₃): Atom donor N H---N-H | H
- Air (H₂O): Atom donor O H---O---H
- Klorida (Cl⁻): Atom donor Cl .. :..Cl:- ..
- Sianida (CN⁻): Atom donor C atau N C≡N:-
- Karbon Monoksida (CO): Atom donor C :C≡O:

2. **Ligan Bidentat (Bi-dentate):** Ligan yang memiliki **dua** atom donor.

- **Contoh:**

- Etilendiamina (en, NH₂CH₂CH₂NH₂): Dua atom N sebagai donor. H₂N-CH₂-CH₂-NH₂
- Oksalat (C₂O₄²⁻ atau ox): Dua atom O sebagai donor. ^OOC-COO^-

3. **Ligan Polidentat (Poly-dentate):** Ligan yang memiliki **lebih dari dua** atom donor.

- **Contoh:**

- EDTA (Etilenadiaminatetraasetat, EDTA⁴⁻): Memiliki enam atom donor (dua N dan empat O). Ini adalah ligan heksadentat. Struktur sangat kompleks, bayangkan N di tengah dengan dua gugus asetat di setiap N.

D. Tata Nama Senyawa Kompleks

Aturan IUPAC untuk penamaan senyawa kompleks:

1. **Nama Kation (jika ada) disebut lebih dulu**, diikuti oleh nama anion.

2. **Dalam bidang koordinasi (kurung siku):**

- **Nama ligan disebut lebih dulu**, diikuti oleh nama atom pusat.
- **Ligan diurutkan secara alfabetis.**
- **Jumlah ligan** ditunjukkan dengan awalan Yunani:
 - Di- (2), Tri- (3), Tetra- (4), Penta- (5), Heks- (6) untuk ligan sederhana.

- Bis- (2), Tris- (3), Tetrakis- (4), dst. untuk ligan yang namanya sudah mengandung awalan Yunani (misal etilendiamina).
- **Nama ligan bermuatan negatif** diberi akhiran "-o" (misal: kloro (Cl⁻), siano (CN⁻), hidroksa (OH⁻), okso (O²⁻), sulfato (SO₄2-)).
- **Nama ligan netral** tidak berubah (misal: amina (NH₃), akuo (H₂O), karbonil (CO), nitrosil (NO)).

3. Nama Atom Pusat:

- Jika kompleks **kation atau netral**, nama logam tetap sama (misal: tembaga, besi, kromium, kobalt).
- Jika kompleks **anion**, nama logam diberi akhiran "-at" (misal: kuprat, ferat, kromat, kobaltat).

4. Bilangan Oksidasi Atom Pusat: Ditulis dalam angka Romawi dalam tanda kurung setelah nama logam.

Contoh Soal Tata Nama:

1. [Co(NH₃)₆]Cl₃

- Kompleks: [Co(NH₃)₆] (kation)
- Ligan: 6 amina (NH₃)
- Atom pusat: Kobalt (Co)
- Muatan kompleks: +3 (karena 3 Cl⁻)
- Bilangan oksidasi Co: x+6(0)=+3→x=+3
- **Nama: Heksaminakobalt(III) klorida**

2. K₄[Fe(CN)₆]

- Ion lawan: Kalium (K⁺)
- Kompleks: [Fe(CN)₆] (anion)
- Ligan: 6 siano (CN⁻)
- Atom pusat: Besi (Fe)
- Muatan kompleks: -4 (karena 4 K⁺)
- Bilangan oksidasi Fe: x+6(-1)=-4→x-6=-4→x=+2
- **Nama: Kalium heksasianoferat(II)**

3. [Cr(H₂O)₄Cl₂]⁺

- Kompleks: [Cr(H₂O)₄Cl₂] (kation)
- Ligan: 4 akuo (H₂O), 2 kloro (Cl⁻). Urutkan alfabetis: akuo sebelum kloro.
- Atom pusat: Kromium (Cr)

- Muatan kompleks: +1
 - Bilangan oksidasi Cr: $x+4(0)+2(-1)=+1 \rightarrow x-2=+1 \rightarrow x=+3$
 - **Nama: Tetraakuodiklorokromium(III) ion**

E. Hibridisasi Senyawa Kompleks

Hibridisasi pada senyawa kompleks dijelaskan menggunakan **Teori Ikatan Valensi (Valence Bond Theory)**. Teori ini menjelaskan pembentukan ikatan kovalen koordinasi dan bentuk geometri kompleks berdasarkan orbital hibrida yang terbentuk pada atom pusat.

Langkah-langkah:

1. **Tentukan konfigurasi elektron atom pusat** dalam keadaan ionnya (sesuai bilangan oksidasinya dalam kompleks).
 2. **Gambarlah diagram orbital** dari atom pusat.
 3. **Identifikasi jenis ligan:**
 - **Ligan Medan Kuat:** Menyebabkan pasangan elektron pada orbital d atom pusat berpasangan (spin-pairing) jika memungkinkan, menghasilkan orbital d kosong di bagian dalam untuk hibridisasi. Contoh: CN⁻, CO, NH₃, en.
 - **Ligan Medan Lemah:** Tidak menyebabkan pasangan elektron berpasangan. Orbital d tetap tidak berpasangan sebanyak mungkin. Contoh: H₂O, F⁻, Cl⁻, Br⁻, I⁻.
 4. **Tentukan orbital hibrida** yang digunakan atom pusat untuk menerima pasangan elektron dari ligan. Jumlah orbital hibrida yang terbentuk sama dengan bilangan koordinasi.

Geometri Umum dan Hibridisasi:

Contoh Soal Hibridisasi: Tentukan jenis hibridisasi dan geometri molekul dari ion kompleks $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$.

Pengerjaan:

1. Tentukan atom pusat dan bilangan oksidasinya:
 - Atom pusat: Kobalt (Co)
 - Muatan kompleks: +3
 - Ligan NH₃ netral (muatan 0).
 - Bilangan oksidasi Co: $x+6(0)=+3 \rightarrow x=+3$. Jadi, Co³⁺.
 2. Konfigurasi elektron atom pusat:
 - Konfigurasi Co (Z=27): [Ar]3d⁷4s²
 - Konfigurasi Co³⁺: Lepaskan 2 elektron dari 4s dan 1 elektron dari 3d. [Ar]3d⁶4s⁰4p⁰
 3. Gambarlah diagram orbital Co³⁺: 3d⁴4s⁴p⁴d [↑↓][↑][↑][↑][↑][] [] [] [] [] [] [] []
 4. Identifikasi jenis ligan:

- Ligan NH₃ adalah **ligan medan kuat**. Ini akan menyebabkan elektron pada orbital 3d berpasangan jika memungkinkan.
5. **Hibridisasi:** Karena NH₃ adalah ligan medan kuat, 6 elektron pada 3d akan berpasangan, menyisakan 2 orbital 3d kosong di bagian dalam. 3d4s4p4d [↑↓][↑↓][↑↓][] [] [] [] [] (Orbital yang kosong dan digunakan untuk hibridisasi) Atom pusat membutuhkan 6 orbital kosong untuk menerima 6 pasangan elektron dari 6 ligan NH₃. Orbital yang akan digunakan: **dua 3d, satu 4s, dan tiga 4p**. Hibridisasi: d₂sp₃
 6. **Geometri:** Hibridisasi d₂sp₃ menghasilkan geometri **oktaedral**.