

# Bab

# III

## Kimia Unsur



### Tujuan Pembelajaran

- Setelah mempelajari bab ini Anda dapat mengetahui kelimpahan, sifat, pembuatan, manfaat, dan bahaya dari unsur dan senyawanya.

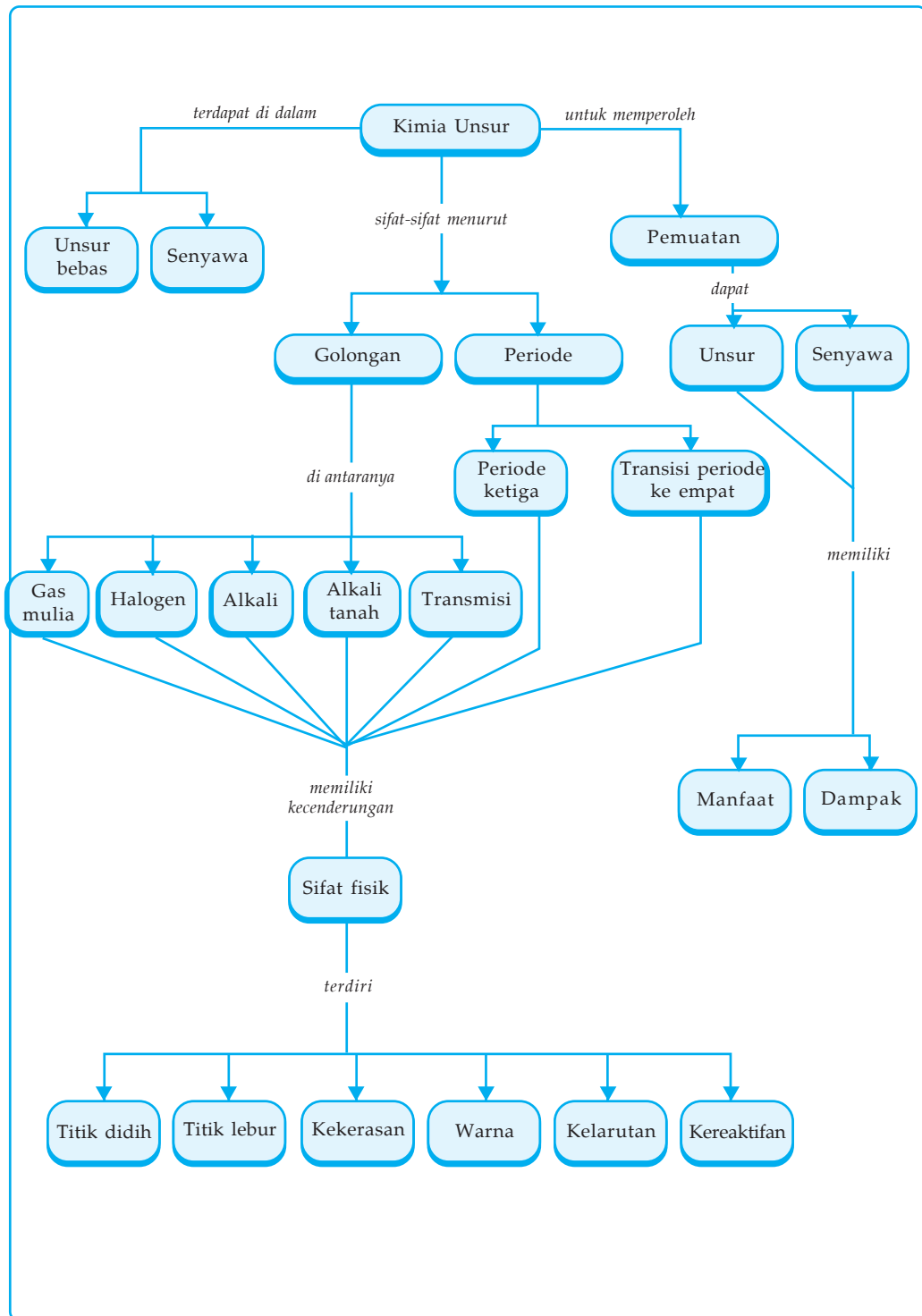
Setiap hari kita menggunakan bahan, baik untuk makanan, minuman, pernapasan, pakaian, bahan bakar, dan berbagai peralatan. Semua bahan yang kita perlukan sehari-hari tersusun dari unsur-unsur baik sebagai unsur bebas maupun sudah terikat sebagai senyawa. Demikian pula halnya dalam industri juga menggunakan bahan dan peralatan yang tersusun dari unsur-unsur.

Penggunaan bahan baik unsur maupun senyawa didasarkan pada sifat bahan tersebut. Misalnya, oksigen dapat mengoksidasi bahan sehingga digunakan untuk mengoksidasi makanan dan bahan bakar. Tembaga dan aluminium bersifat sebagai konduktor yang baik dan tidak berkarat sehingga digunakan untuk membuat kabel dan peralatan memasak.

Pada bab ini akan kita pelajari kelimpahan unsur-unsur di alam, sifat-sifat, kegunaan, dampak dan proses pembuatan unsur dan senyawanya dalam kehidupan sehari-hari dan industri.

### Kata Kunci

- sifat-sifat unsur
- kelimpahan unsur



## A. Kelimpahan Unsur-Unsur di Alam

Sampai saat ini sudah dikenal sekitar 116 unsur, 92 diantaranya terdapat di alam dan yang lainnya merupakan unsur buatan. Unsur yang paling banyak terdapat di alam ternyata adalah helium (terdapat di matahari). Sedangkan unsur yang paling banyak terdapat di bumi kita ini adalah oksigen, kemudian silikon, aluminium, dan besi.

**Tabel 3.1 Unsur-Unsur yang Membangun Bumi Bagian Luar**

Unsur	% Berat	Unsur	% Berat
Oksigen	49,20	Klor	0,19
Silikon	25,67	Fosfor	0,11
Aluminium	7,50	Mangan	0,09
Besi	4,71	Karbon	0,08
Kalsium	3,39	Belerang	0,06
Natrium	2,63	Barium	0,04
Kalium	2,40	Nitrogen	0,03
Magnesium	1,93	Fluor	0,03
Hidrogen	0,87	Stronsium	0,02
Titan	0,58	Unsur-unsur lain	0,47

Sebagian besar dari unsur-unsur yang ada di alam terdapat sebagai senyawa, hanya sebagian kecil saja yang terdapat sebagai unsur bebas.

**Tabel 3.2 Berbagai Mineral dan Terdapatnya di Indonesia**

No.	Unsur	Mineral
1.	Tembaga	Kalkopirit, $\text{CuFeS}_2$ Kalkosit, $\text{Cu}_2\text{S}$
2.	Besi	Hematit, $\text{Fe}_3\text{O}_4$ Magnetit, $\text{Fe}_3\text{O}_4$ Pirit, $\text{FeS}_2$ Siderit, $\text{FeCO}_3$
3.	Nikel	NiS
4.	Emas	Unsur
5.	Aluminium	Bauksit, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ Kriolit, $\text{Na}_3\text{AlF}_6$
6.	Timah	Kasiterit, $\text{SnO}_2$
7.	Krom	Kromit, $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$
8.	Mangan	Pirolusit, $\text{MnO}_2$ Braunit, $\text{Mn}_2\text{O}_3$
9.	Seng	Seng Blende, $\text{ZnS}$ Kolamin, $\text{ZnCO}_3$
10.	Vanadium	Vanadit $\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$

### Soal Kompetensi 3.1

1. Mengapa sebagian besar unsur di alam terdapat sebagai senyawa, bukan sebagai unsur bebas?
2. Di Papua terdapat tambang logam yang sangat besar, logam apa yang diperoleh dari tambang tersebut dan perusahaan apa yang mengelola?
3. Sebutkan nama dan rumus kimia dari bijih logam:
  - a. besi
  - b. aluminium
  - c. tembaga
4. Lengkapi tabel berikut dengan benar!

No.	Nama Bijih	Rumus Kimia	Logam yang Terkandung
a.	Ilmenit	...	...
b.	Tembaga pirit	...	...
c.	Manganit	...	...
d.	Vanadit	...	...
e.	Hematit	...	...
f.	Timbal kromat	...	...

## B. Sifat-Sifat Unsur

Sifat-sifat unsur sangat ditentukan oleh konfigurasi elektronnya. Unsur-unsur dalam sistem periodik disusun menurut kenaikan nomor atom dan berdasarkan konfigurasi elektronnya. Unsur-unsur yang memiliki susunan elektron terluar sama memiliki sifat kimia yang sama dan dimasukkan dalam satu golongan, dan unsur-unsur yang memiliki jumlah kulit yang sama dimasukkan dalam satu periode. Oleh karena itu, pada bagian ini akan dibahas sifat-sifat unsur menurut golongan dan menurut periode. Sifat-sifat tersebut meliputi sifat fisis dan sifat kimia, seperti penampilan, kelarutan, titik didih, titik leleh, kekerasan, jari-jari atom, kereaktifan, dan sifat khusus lainnya.

### 1. Gas Mulia

Unsur-unsur gas mulia dalam sistem periodik menempati golongan VIII A yang terdiri dari unsur Helium (He), Neon (Ne), Argon (Ar), Kripton (Kr), Xenon (Xe) dan Radon (Rn). Struktur elektron terluar gas mulia yang oktet (8) (kecuali helium duplet (2)) merupakan struktur yang paling stabil, oleh karena itu gas mulia sukar bereaksi dengan unsur lain sehingga disebut gas inert (lamban).

Pada tahun 1962 Neil Bartlett berhasil mensintesis senyawa gas mulia yaitu XePtF<sub>6</sub>. Dalam waktu yang singkat ahli kimia yang lain menunjukkan bahwa Xenon dapat bereaksi langsung dengan Fluor membentuk XeF<sub>2</sub>, XeF<sub>4</sub>, dan XeF<sub>6</sub>.

Sejak saat itu istilah inert tidak lagi sesuai dan para ahli kimia mulai menyebut dengan golongan gas mulia.

### a. Sifat-sifat fisis

Sifat-sifat fisis gas mulia berubah secara periodik seperti terlihat pada tabel berikut.

**Tabel 3.3 Sifat-Sifat Fisis Gas Mulia**

Sifat	Helium	Neon	Argon	Kripton	Xenon	Radon
• Nomor atom (Z)	2	10	18	36	54	86
• Konfigurasi elektron	1s <sup>2</sup>	1s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup>	3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup>	4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup>	5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>	6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup>
• Titik cair (°C)	-272,2	-248,6	-189,4	-157,2	-111,8	-71
• Titik didih (°C)	-268,9	-246,0	-185,9	-153,4	-108,1	-62
• Rapatannya (g/cm <sup>3</sup> )	0,178	0,900	1,78	3,73	5,89	9,73
• Energi pengion (ev)	24,6	21,6	15,8	14,0	12,1	10,7
• Jari-jari atom (Å)	0,50	0,65	0,95	1,10	1,30	1,45
• Keelektronegatifan	2,7	4,4	3,5	3,0	2,6	2,4

#### 1) Wujud gas mulia

Unsur gas mulia terdapat sebagai gas tak berwarna yang monoatomik, ini erat kaitannya dengan struktur elektron oktet dan duplet dari gas mulia. Sedangkan wujud gas pada suhu kamar disebabkan titik cair dan titik didih gas mulia yang rendah.

#### 2) Titik cair dan titik didih

Titik cair dan titik didih gas mulia meningkat dengan bertambahnya nomor atom. Hal ini disebabkan semakin bertambahnya gaya dispersi antar atom gas mulia sesuai bertambahnya massa atom relatif (Ar).

#### 3) Kelarutan

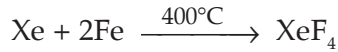
Kelarutan gas mulia dalam air bertambah besar dari Helium (He) hingga Radon (Rn). Pada suhu 0 °C dalam 100 ml air terlarut 1 ml He, 6 ml Ar, dan 50 ml Rn.

### b. Sifat-sifat kimia

Selama bertahun-tahun unsur gas mulia disebut sebagai gas inert. Sejak penemuan XePtF<sub>6</sub> oleh Neil Bartlett anggapan gas inert gugur. Energi ionisasi kripton, Xenon dan Radon hampir sama dengan energi ionisasi

oksigen dan masih lebih rendah dari fluor. Oleh karena itu dimungkinkan tiga unsur tersebut dapat membentuk senyawa dan telah dibuktikan oleh Bartlett.

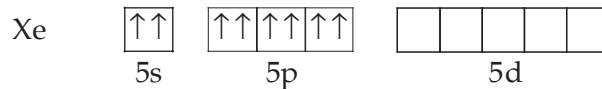
Radon dapat bereaksi spontan dengan fluor pada suhu kamar. Sementara Xenon memerlukan pemanasan atau permulaan reaksi secara fotokimia. Xenon dapat bereaksi dengan Fluor pada suhu 400°C dan tekanan 6 atmosfer.



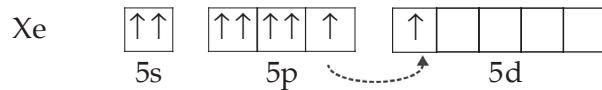
Kripton bereaksi dengan Fluor hanya bila keduanya dikenakan penyinaran atau pelepasan muatan listrik.

Terbentuknya senyawa gas mulia dapat dijelaskan dengan hibridisasi. Perhatikan pembentukan ikatan XeF<sub>2</sub>

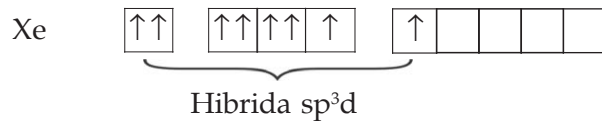
Struktur elektron Xe dapat dituliskan :



Untuk membentuk XeF<sub>2</sub> satu elektron 5p harus dipromosikan ke sub kulit 5d yang diikuti dengan pembentukan orbital hibrida sp<sup>3</sup>d.



Setelah mengalami hibridisasi dihasilkan.



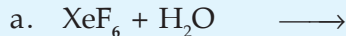
Dua elektron yang tidak berpasangan tersebut digunakan untuk berikatan dengan fluor. Xe (dalam XeF<sub>2</sub>)



**Soal Kompetensi 3.2**

1. Mengapa unsur-unsur gas mulia pernah disebut sebagai gas inert?
2. Bagaimanakah hubungan nomor atom, jari-jari atom, energi ionisasi dan kereaktifan pada unsur gas mulia?
3. Bagaimanakah sifat-sifat fisis gas mulia pada suhu kamar?
4. Jelaskan dengan hibridisasi pembentukan senyawa XeF<sub>4</sub> dan XeF<sub>6</sub> dan perkiraan bentuk molekulnya!

5. Tuliskan persamaan reaksinya:



## 2. Halogen

Unsur-unsur halogen dalam sistem periodik menempati golongan VIIA yang terdiri dari unsur Fluor (F), Klor (Cl), Brom (Br), Yod (I), dan Astatin (At). Unsur-unsur golongan VIIA disebut unsur halogen artinya pembentuk garam. Pada bagian ini unsur Astatin tidak dibahas karena bersifat radioaktif dengan waktu paruh pendek sehingga jarang ditentukan dan sifat-sifatnya belum banyak diketahui.

### a. Sifat-Sifat Fisis

Sifat-sifat halogen berubah secara periodik seperti terlihat pada Tabel berikut.

**Tabel 3.4 Sifat-Sifat Fisis Halogen**

Sifat	Fluor	Klor	Brom	Yod
• Nomor atom (Z)	9	17	35	53
• Konfigurasi elektron	$[\text{He}]2s^2p^5$	$[\text{Ne}]3s^23p^5$	$[\text{Ar}]3d^{10}4s^24p^5$	$[\text{Kr}]4d^{10}5s^25p^5$
• Titik cair ( $^{\circ}\text{C}$ )	-220	-101	-7	114
• Titik didih ( $^{\circ}\text{C}$ )	-188	-35	59	184
• Rapatannya ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	$1,69 \times 10^{-3}$	$3,21 \times 10^{-3}$	3,12	4,93
• Energi pengionan tingkat pertama ( $\text{Kj mol}^{-1}$ )	1681	1251	1140	1008
• Afinitas elektron ( $\text{Kj mol}^{-1}$ )	-328	-349	-325	-295
• Kelektronegatifan (skala Pauling)	4,0	3,0	2,8	2,5
• Potensial reduksi standar (volt) $\text{X}_2 + 2e^- \rightarrow 2\text{X}^-$	2,87	1,36	1,06	0,54
• Jari-jari kovalen, Å	0,64	0,99	1,14	1,33
• Jari-jari ion ( $\text{X}^-$ ), Å	1,19	1,67	1,82	2,06
• Energi Ikatan X-X ( $\text{Kj mol}^{-1}$ )	155	242	193	151

### 1) Wujud halogen

Unsur halogen berupa molekul diatomik ( $\text{X}_2$ ) dengan energi ikatan X - X berkurang dari  $\text{Cl}_2$  sampai  $\text{I}_2$ , sesuai dengan penambahan jari-jari atomnya. Semakin panjang jari-jari atom semakin lemah ikatan antaratom sehingga semakin mudah diputuskan akibatnya energi ikatan makin rendah. Energi ikatan F - F lebih kecil dibanding dengan energi ikatan Cl -

Cl dan Br - Br, hal ini berhubungan dengan kereaktifan  $F_2$ . Semakin reaktif molekul  $X_2$  menyebabkan ikatan semakin mudah diputuskan sehingga energi ikatan relatif kecil.

## 2) Titik Cair dan Titik Didih

Titik cair dan titik didih halogen meningkat dengan bertambahnya nomor atom. Hal ini disebabkan semakin bertambahnya gaya dispersi antarmolekul halogen sesuai bertambahnya massa molekul relatif ( $M_r$ ). Sesuai titik cair dan titik didihnya, maka wujud halogen pada suhu kamar bervariasi,  $F_2$  dan  $Cl_2$  berupa gas,  $Br_2$  cair, dan  $I_2$  padat.

## 3) Warna

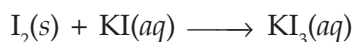
Unsur-unsur halogen dapat dikenali dari bau dan warnanya karena berbau merangsang. Fluor berwarna kuning muda, klor hijau kekuningan, Brom cokelat, dan yod berwarna ungu.

## 4) Kelarutan

Kelarutan halogen dari fluor sampai yod dalam air semakin berkurang. Fluor selain larut juga bereaksi dengan air.



Yod sukar larut dalam air, tetapi mudah larut dalam larutan yang mengandung ion  $I^-$  karena membentuk ion poliiodida  $I_3^-$ , misalnya  $I_2$  larut dalam larutan KI.



Karena molekul halogen nonpolar sehingga lebih mudah larut dalam pelarut nonpolar, misalnya  $CCl_4$ , aseton, kloroform, dan sebagainya.

## b. Sifat-Sifat Kimia

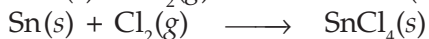
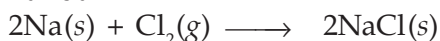
### 1) Kereaktifan

Unsur-unsur halogen adalah unsur-unsur yang reaktif, hal ini terbukti keberadaan halogen di alam sebagai senyawa. Kereaktifan halogen dipengaruhi keelektronegatifannya. Semakin besar keelektronegatifan semakin reaktif karena semakin mudah menarik elektron.

Selain dipengaruhi keelektronegatifan, kereaktifan halogen juga dipengaruhi oleh energi ikatan halogen. Semakin kecil energi ikatan halogen, semakin mudah diputuskan ikatan tersebut sehingga makin reaktif halogen. Dengan melihat data keelektronegatifan dan energi ikat halogen, dapat disimpulkan kereaktifan halogen dari atas ke bawah semakin berkurang.

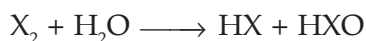
Kereaktifan halogen ini dapat dibuktikan dengan reaksi halogen dengan berbagai senyawa atau unsur lain.

- a. Halogen dapat bereaksi dengan sebagian besar logam menghasilkan halida.

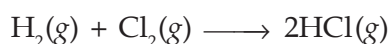


- b. Halogen dapat bereaksi dengan air.

Reaksi Fluor dengan air menghasilkan HF dan gas oksigen, sedangkan halogen lainnya bereaksi dengan air menurut reaksi:



- c. Halogen dapat bereaksi dengan hidrogen menghasilkan asam halida.



- d. Halogen dapat bereaksi dengan hidrokarbon (alkana, alkena, dan alkuna).

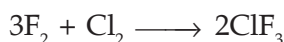
Reaksinya dengan alkana adalah reaksi substitusi, sedangkan reaksinya dengan alkena dan alkuna adalah reaksi adisi.

- e. Halogen dapat bereaksi dengan basa.



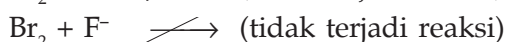
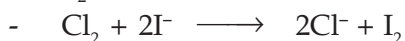
Bila larutan NaOH dipanaskan akan dihasilkan NaCl dan NaClO<sub>3</sub>.

- f. Halogen dapat bereaksi dengan halogen lainnya.



## 2) Daya Oksidasi

Halogen merupakan oksidasi kuat. Sifat oksidator halogen dari atas ke bawah semakin lemah, sehingga halogen-halogen dapat mengoksidasi ion halida di bawahnya.



Dari reaksi di atas juga berarti ion halida ( $\text{X}^-$ ) bersifat reduktor. Sifat reduktor ion halida makin ke bawah semakin kuat. Agar lebih memahami daya oksidasi halogen dan daya reduksi ion halida, lakukan kegiatan berikut!



### Kegiatan Ilmiah 3.1

#### Daya Pengoksidasi Halogen terhadap $\text{Fe}^{2+}$ dan Gaya Pereduksi

##### Alat dan Bahan:

- Tabung reaksi
- Rak tabung reaksi
- Pipet tetes
- Larutan klor
- Larutan brom
- Larutan yod
- Larutan  $\text{FeSO}_4$  0,1 M
- Larutan  $\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$  0,1 M
- Larutan  $\text{KBr}$  0,1 M
- Larutan  $\text{KI}$  0,1 M
- Larutan  $\text{KSCN}$  0,1 M

##### Langkah kerja:

##### Membedakan ion $\text{Fe}^{2+}$ dengan ion $\text{Fe}^{3+}$

1. Masukkan 1 tetes larutan  $\text{FeSO}_4$  0,1 M ke dalam tabung reaksi I dan larutan  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  0,1 M dalam tabung reaksi II!
2. Tambahkan 1 tetes larutan  $\text{KSCN}$  0,1 M ke dalam masing-masing tabung!

##### Hasil Pengamatan:

Larutan	Perubahan warna setelah penambahan larutan $\text{KSCN}$
$\text{FeSO}_4$	...
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	...

##### Daya Pengoksidasi Halogen

1. Masukkan 15 tetes larutan klor ke dalam tabung reaksi I, 15 tetes larutan brom ke dalam tabung reaksi II, dan 15 tetes larutan iodium ke dalam tabung reaksi III!
2. Tambahkan 15 tetes larutan  $\text{FeSO}_4$  0,1 M ke dalam masing-masing tabung!
3. Ujilah ion  $\text{Fe}^{3+}$  dengan menambahkan 15 tetes larutan  $\text{KSCN}$  0,1 M ke dalam tiap tabung reaksi!

##### Hasil Pengamatan:

Larutan	Perubahan warna setelah penambahan	
	Larutan $\text{FeSO}_4$	Larutan $\text{FeSO}_4$ + larutan $\text{KSCN}$
$\text{Cl}_2$	....	....
$\text{Br}_2$	....	....
$\text{I}_2$	....	....

### Daya Pereduksi Halida

1. Masukkan masing-masing 15 tetes larutan  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  0,1 M ke dalam tiga tabung reaksi yang berbeda!
2. Tambahkan 15 tetes larutan  $\text{NaCl}$  0,1 M ke dalam tabung I, 15 tetes larutan  $\text{KBr}$  0,1 M ke dalam tabung II, dan 15 tetes  $\text{KI}$  0,1 M ke dalam tabung III!

### Hasil Pengamatan:

Warna larutan $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	Ditambah larutan	Perubahan yang terjadi
...	$\text{NaCl}$	...
...	$\text{KBr}$	...
...	$\text{KI}$	...

### Pertanyaan:

1. a. Bagaimana urutan daya pengoksidasi  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$  dan  $\text{I}_2$ ?  
b. Bagaimana urutan daya pereduksi  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ , dan  $\text{I}^-$ ?
2. Dapatkah reaksi berikut menghasilkan halogen?
  - a.  $\text{F}_2 + \text{NaCl} \longrightarrow$
  - b.  $\text{F}_2 + \text{KBr} \longrightarrow$
  - c.  $\text{Br}_2 + \text{NaCl} \longrightarrow$
  - d.  $\text{I}_2 + \text{KF} \longrightarrow$
  - e.  $\text{Cl}_2 + \text{KBr} \longrightarrow$

### Soal Kompetensi 3.3

1. Bagaimanakah hubungan nomor atom, jari-jari atom, afinitas elektron, dan kereaktifan unsur-unsur halogen?
2. Diketahui potensial reduksi standar:  
 $\text{F}_2 + 2e \longrightarrow 2\text{F}^- \quad E^\circ = 2,87 \text{ volt.}$   
 $\text{Cl}_2 + 2e \longrightarrow 2\text{Cl}^- \quad E^\circ = 1,36 \text{ volt.}$   
 $\text{Br}_2 + 2e \longrightarrow 2\text{Br}^- \quad E^\circ = 1,06 \text{ volt.}$   
 $\text{I}_2 + 2e \longrightarrow 2\text{I}^- \quad E^\circ = 0,54 \text{ volt.}$   
Berdasarkan data di atas manakah reaksi berikut yang dapat berlangsung:
  - a.  $\text{F}_2 + \text{KCl} \longrightarrow$
  - b.  $\text{Cl}_2 + \text{KF} \longrightarrow$
  - c.  $\text{Br}_2 + \text{NaCl} \longrightarrow$
  - d.  $\text{Cl}_2 + \text{KI} \longrightarrow$

3. Mengapa halogen lebih mudah larut dalam  $\text{CCl}_4$  dari pada dalam air?
4. Tuliskan persamaan reaksi yang terjadi!
  - a.  $\text{Al} + \text{Cl}_2 \longrightarrow$
  - b.  $\text{Si} + \text{Br}_2 \longrightarrow$
  - c.  $\text{Pu} + \text{Cl}_2 \longrightarrow$
  - d.  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
  - e.  $\text{Cl}_2 + \text{F}_2 \longrightarrow$
5. Urutkan unsur-unsur halogen berdasar:
  - a. kenaikan jari-jari atom,
  - b. daya oksidasi,
  - c. titik didih, dan
  - d. kereaktifan!

## Tokoh

### Bernard Courtois (1777– 1838)

Courtois lahir di Dijon, Prancis pada tanggal 8 Februari 1777 dan meninggal di Paris pada tanggal 27 September 1838. Ia adalah ahli kimia Prancis penemu iodium. Pada tahun 1811 Courtois banyak menambahkan asam pada abu ganggang laut. Dari abu timbul uap berwarna ungu lembayung yang dapat mengembun menjadi kristal hitam mengkilat. Kristal ini merupakan unsur baru yang oleh Sir Humphrey Davy diberi nama yod (yodium). Sejak itu nama Courtois menjadi terkenal.

## 2. Alkali

Alkali merupakan unsur-unsur golongan IA kecuali hidrogen, yang meliputi litium (Li), natrium (Na), kalium (K), rubidium (Rb), sesium (Cs), dan Fransium (Fr).

### a. Sifat Fisis

Secara umum sifat fisis unsur-unsur alkali seperti yang tertera pada Tabel 3.4 berikut.

**Tabel 3.5 Sifat Fisika Logam Alkali (Tak Termasuk Fransium)**

	Li	Na	K	Rb	Cs
• titik leleh, °C	181	98	64	39	29
• titik didih, °C	1.336	881	766	694	679
• rapatan, g/cm <sup>3</sup>	0,54	0,97	0,87	1,53	1,88
• distribusi elektron	2.1	2.8.1	2.8.8.1	2.8.18.8.1	2.8.18.18.8.1
• energi pengionan, eV	5,4	5,1	4,3	4,2	3,9
• jari-jari atom, Å	1,34	1,54	1,96	2,16	2,35
• jari-jari ion, Å	0,60	0,95	1,33	1,48	1,69
• keelektronegatifan	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7
• potensial reduksi standar (volt)	-3,05	-2,71	-2,92	-2,49	-3,02
• struktur kristal	bcc	bcc	bcc	bcc	bcc

### 1) Wujud Alkali

Alkali merupakan unsur logam yang lunak dan dapat diiris. Dari data kekerasan (skala Mohs) terlihat dari atas ke bawah semakin berkurang, hal ini berarti makin ke bawah semakin lunak.

### 2) Titik didih dan Titik Cair

Logam-logam alkali memiliki titik didih dan titik cair yang rendah dan cukup lunak. Hal ini disebabkan karena atom-atom logam alkali mempunyai satu elektron valensi sehingga gaya yang mengikat partikel-partikel terjejal relatif lemah.

### 3) Energi Ionisasi (Energi Pengion)

Energi ionisasi logam-logam alkali relatif rendah dibanding energi ionisasi logam-logam lain. Hal ini menunjukkan bahwa logam alkali lebih mudah melepaskan elektron daripada logam lainnya. Energi ionisasi logam alkali dari atas ke bawah makin rendah, sehingga dari litium sampai sesium semakin reaktif.

### 4) Potensial Reduksi Standar

Harga potensial reduksi standar kecuali litium dari atas ke bawah semakin negatif. Hal ini menunjukkan semakin mudahnya melepas elektron (sifat reduktor semakin kuat dari Na sampai Cs).

Penyimpangan harga potensial reduksi ( $E^\circ$ ) pada litium disebabkan karena energi hidrasi Li jauh lebih besar daripada alkali yang lain sehingga potensial reduksi Li paling negatif.

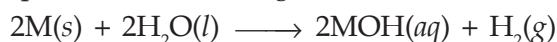
## b. Sifat Kimia

Unsur-unsur alkali merupakan golongan logam yang paling reaktif. Kereaktifan logam alkali dari atas ke bawah semakin bertambah, hal ini disebabkan energi ionisasinya dari atas ke bawah semakin rendah sehingga semakin mudah melepaskan elektron.

Kereaktifan logam alkali dapat dibuktikan dengan kemampuan bereaksinya dengan berbagai unsur lain dan senyawa.

### 1) Unsur Alkali dapat Bereaksi dengan Air

Reaksi unsur alkali dengan air menghasilkan basa dan gas hidrogen. Secara umum dapat dituliskan sebagai berikut:



Reaksi natrium dengan air sangat hebat, sehingga bila mereaksikan logam natrium dengan air logam natrium harus dipotong sekecil mungkin agar tidak terjadi ledakan dan jangan sekali-kali memegang logam natrium karena dapat bereaksi dengan air/keringat pada tangan Anda.

Agar lebih memahami reaksi alkali dengan air, lakukan kegiatan berikut.



### Kegiatan Ilmiah 3.2

#### Kereaktifan Beberapa Logam Alkali dan Alkali Tanah

##### Tujuan:

Mempelajari keaktifan beberapa logam alkali dan alkali tanah.

##### Alat dan Bahan:

- gelas kimia
- logam natrium (Na)
- kaca arloji
- logam magnesium (Mg)
- tang besi
- logam kalium (K)
- pisau
- logam kalsium (Ca)
- kertas saring

##### Langkah Kerja:

1. Isi gelas kimia dengan air dua per tiga bagian, tambahkan 2 - 3 PP! Catat apa yang terjadi!
2. Dengan menggunakan tang besi, ambil logam natrium dari botol penyimpanan. Dengan menggunakan kertas saring, absorsikan minyak tanah dari permukaan logam itu. Amati permukaan dan catat penampilannya!
3. Iris logam itu, amati permukaan, dan catat penampilannya!
4. Potong logam natrium sebesar kacang hijau dan masukkan potongan itu ke dalam gelas kimia yang berisi air dengan menggunakan tang besi. Segera tutup gelas itu dengan kaca arloji. Perhatikan dan catat apa yang terjadi!

5. Ulangi pekerjaan di atas tetapi Na diganti dengan Mg, K, dan Ca!

**Hasil Pengamatan:**

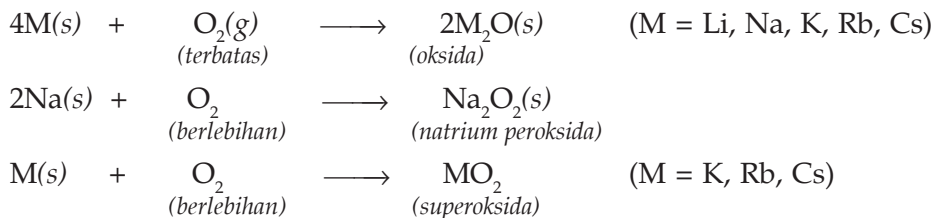
Logam	Penampilan logam sebelum diiris	Penampilan permukaan irisan logam	Perubahan yang terjadi setelah logam dimasukkan ke dalam air
Na	....	....	....
Mg	....	....	....
K	....	....	....
Ca	....	....	....

**Pertanyaan:**

1. Mengapa logam natrium dan kalium disimpan dalam minyak tanah?
2. Mengapa setelah dimasukkan logam air menjadi berwarna merah?
3. Terdengarkah suara letupan? Jika terdengar mengapa dapat terjadi?
4. Bandingkan kereaktifan logam-logam alkali dan alkali tanah yang seperiode berdasar percobaan di atas!

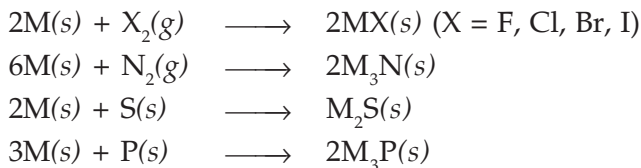
**2) Reaksi dengan Oksigen.**

Logam alkali dapat bereaksi dengan oksigen membentuk oksidanya. Bila oksigen yang direaksikan berlebihan, natrium dapat membentuk peroksida, kalium, rubidium dan sesium membentuk superoksida.



Untuk menghindari reaksi dengan uap air dan gas oksigen di udara, maka logam alkali disimpan dalam minyak tanah.

**3) Reaksi dengan Unsur Nonlogam Lainnya (Halogen, Nitrogen, Belerang dan Fosfor)**



### Soal Kompetensi 3.4

1. Jelaskan hubungan jari-jari atom, energi ionisasi, kereaktifan logam-logam alkali, dan tunjukkan dengan contoh reaksi!
2. Mengapa logam-logam alkali disimpan dalam minyak tanah?
3. Bagaimanakah sifat fisis logam alkali yang berbeda dengan logam pada umumnya?
4. Tuliskan persamaan reaksinya bila:
  - a. Kalium + gas klor
  - b. Natrium + gas nitrogen
  - c. Rubidium + gas oksigen berlebihan
  - d. Litium + belerang
  - e. Natrium + gas hidrogen
5. Apakah nama lain dari logam natrium dan kalium?

## 3. Alkali Tanah

Unsur-unsur alkali tanah dalam sistem periodik menempati golongan IIA. Unsur-unsur alkali tanah terdiri dari berilium (Be), magnesium (Mg), kalsium (Ca), stronsium (Sr), barium (Ba), dan radium (Ra). Disebut alkali tanah karena oksida dan hidroksida dalam air bersifat basa (alkalis) dan oksidanya serupa dengan  $Al_2O_3$  dan oksida logam berat yang sejak semula dikenal dengan nama tanah.

### a. Sifat-Sifat Fisis

Unsur-unsur alkali tanah kecuali berilium (Be) semua merupakan logam putih keperakan dan lebih keras dari alkali. Sifat-sifat fisis lainnya tertera dalam Tabel 3.6

**Tabel 3.6 Sifat-Sifat Fisika Logam-logam Alkali Tanah (Tak Termasuk Radium)**

	Be	Mg	K	Rb	Cs
• titik leleh, °C	1,277	650	850	769	725
• titik didih, °C	2.484	1.105	1.487	1.381	1.849
• rapatan, g/cm <sup>3</sup>	1,86	1,74	1,55	2,6	3,59
• distribusi elektron	2.2	2.8.2	2.8.8.2	2.8.18.8.2	2.8.18.18.8.2
• energi pengionan, eV	9,3	7,6	6,1	5,7	5,2
• jari-jari atom, Å	1,25	1,45	1,74	1,92	1,98
• jari-jari ion, Å	0,31	0,65	0,99	1,13	1,35
• keelektronegatifan	1,5	1,2	1,0	1,0	0,9
• potensial reduksi standar (volt)	-1,85	-2,37	-2,87	-2,89	-2,91
• struktur kristal	hex	hex	fcc	fcc	bcc

Pada tabel di atas terlihat dengan naiknya nomor atom, jari-jari atom bertambah panjang yang berakibat semakin lemahnya gaya tarik antaratom. Hal ini menyebabkan makin menurunnya titik leleh dan titik didih.

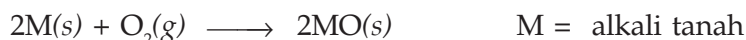
Logam alkali tanah memiliki 2 elektron valensi sehingga ikatan logamnya lebih kuat daripada ikatan logam pada alkali seperiode. Hal ini menyebabkan titik leleh, titik didih, kerapatan, dan kekerasan alkali tanah lebih besar daripada logam alkali seperiode.

## b. Sifat-Sifat Kimia Alkali Tanah

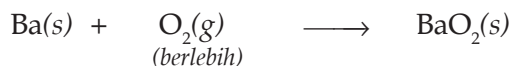
Alkali tanah merupakan golongan logam yang reaktif meskipun tidak sereaktif alkali. Kereaktifan logam alkali tanah meningkat dengan semakin meningkatnya jari-jari atom. Alkali tanah dapat bereaksi dengan hampir semua unsur nonlogam dengan ikatan ion (kecuali berilium yang membentuk ikatan kovalen). Beberapa reaksi alkali tanah dengan senyawa atau unsur lain adalah sebagai berikut.

### 1) Reaksi dengan Oksigen

Semua logam alkali tanah dapat bereaksi dengan oksigen membentuk oksida yang mudah larut dalam air.



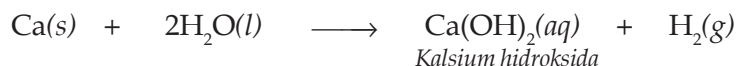
Bila oksigen berlebih dan pada tekanan tinggi terjadi peroksida.



Kelarutan oksidanya semakin besar dari atas ke bawah.

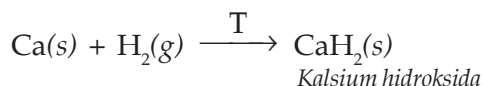
### 2) Reaksi dengan Air

Magnesium bereaksi lambat dengan air, kalsium stronsium, dan barium bereaksi lebih cepat dengan air membentuk basa dan gas hidrogen.

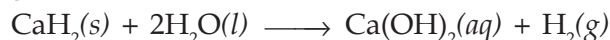


### 3) Reaksi dengan Hidrogen

Alkali tanah bereaksi dengan gas hidrogen membentuk hidrida dengan ikatan ion.

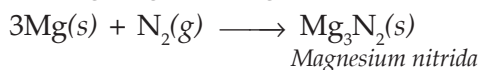


Hidrida alkali tanah dapat bereaksi dengan air menghasilkan basa dan gas hidrogen.



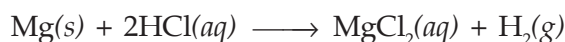
#### 4) Reaksi dengan Nitrogen

Reaksi alkali tanah dengan gas nitrogen membentuk nitrida.

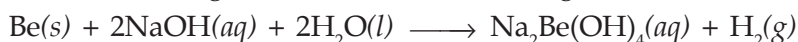


#### 5) Reaksi dengan asam

Alkali tanah bereaksi dengan asam menghasilkan garam dan gas hidrogen. Reaksi semakin hebat dari atas ke bawah.



Berilium bersifat amfoter (dapat bereaksi dengan asam dan basa). Reaksi berilium dengan basa kuat adalah sebagai berikut:



#### 6) Reaksi dengan Halogen

Semua alkali tanah dapat bereaksi dengan halogen membentuk garam dengan ikatan ion kecuali berilium. Secara umum dapat dituliskan:



#### 7) Reaksi Nyala

Pada pemanasan/pembakaran senyawa alkali pada nyala api menyebabkan unsur alkali tereksitasi dengan memancarkan radiasi elektromagnetik sehingga memberikan warna nyala berilium (putih), magnesium (putih), kalsium (jingga merah), stronsium (merah), dan barium (hijau). Agar dapat mengamati langsung warna nyala garam alkali dan alkali tanah, lakukan kegiatan berikut.



### Kegiatan Ilmiah 3.3

#### Mengamati Warna Nyala Garam Alkali dan Alkali Tanah

##### Alat dan Bahan:

- Tabung reaksi
- Pemanas spiritus/bunsen
- Gelas ukur
- HCl pekat
- Kaca arloji
- Kristal NaCl, KCl, CaCl<sub>2</sub>, SrCl<sub>2</sub>, BaCl<sub>2</sub>
- Kawat nikrom

##### Langkah Kerja:

1. Siapkan garam-garam NaCl, KCl, CaCl<sub>2</sub>, SrCl<sub>2</sub>, dan BaCl<sub>2</sub> dalam kaca arloji yang terpisah!
2. Tuangkan masing-masing 2 mL HCl pekat pada kedua tabung reaksi!

- Celupkan kawat nikrom ke dalam HCl pekat pada tabung I kemudian bakarlah pada nyala api agar kawat nikrom bersih.
- Celupkan kawat nikrom ke dalam HCl pekat pada tabung II kemudian ke dalam kristal NaCl, selanjutnya bakarlah pada nyala api dan amatilah!
- Ulangi langkah kerja 3 dan 4 dengan mengganti NaCl dengan garam-garam yang lain.

#### Hasil Pengamatan:

No.	Garam	Warna Nyala
1.	NaCl	....
2.	KCl	....
3.	CaCl <sub>2</sub>	....
4.	SrCl <sub>2</sub>	....
5.	BaCl <sub>2</sub>	....

#### Pertanyaan:

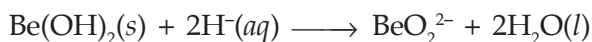
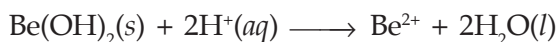
- Mengapa pembakaran garam alkali dan alkali tanah dapat memberikan warna?
- Mengapa unsur-unsur alkali dan alkali tanah memberikan warna nyala yang berbeda-beda?
- Apakah warna nyala dari pembakaran garam natrium, kalium, stronsium, dan barium?

### c. Kelarutan Basa Alkali Tanah dan Garamnya

Basa alkali tanah berbeda dengan basa alkali, basa alkali tanah ada yang sukar larut. Harga hasil kelarutan ( $K_{sp}$ ) dari basa alkali tanah dapat dilihat pada tabel berikut.

Hidroksida	Be(OH) <sub>2</sub>	Mg(OH) <sub>2</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>	Sr(OH) <sub>2</sub>	Ba(OH) <sub>2</sub>
$K_{sp}$	$2 \times 10^{-18}$	$1,8 \times 10^{-11}$	$5,5 \times 10^{-6}$	$3,2 \times 10^{-4}$	$5 \times 10^{-3}$

Dari data  $K_{sp}$  di atas terlihat harga  $K_{sp}$  dari Be(OH)<sub>2</sub> ke Ba(OH)<sub>2</sub> makin besar, berarti hidroksida alkali tanah kelarutannya bertambah besar dengan naiknya nomor atom. Be(OH)<sub>2</sub> dan Mg(OH)<sub>2</sub> sukar larut, Ca(OH)<sub>2</sub> sedikit larut, Sr(OH)<sub>2</sub> dan Ba(OH)<sub>2</sub> mudah larut. Be(OH)<sub>2</sub> bersifat amfoter (dapat larut dalam asam dan basa kuat).



Harga hasil kali kelarutan ( $K_{sp}$ ) beberapa garam alkali tanah terlihat dalam tabel berikut.

Kation Anion	Be <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Ba <sup>2+</sup>
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	besar	besar	$9,1 \times 10^{-6}$	$7,6 \times 10^{-7}$	$1,1 \times 10^{-10}$
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	besar	besar	$7,1 \times 10^{-4}$	$3,6 \times 10^{-5}$	$1,2 \times 10^{-10}$
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	–	$1 \times 10^{-15}$	$2,8 \times 10^{-9}$	$1,1 \times 10^{-10}$	$5,1 \times 10^{-9}$
C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	kecil	$8,6 \times 10^{-5}$	$2 \times 10^{-9}$	$2 \times 10^{-7}$	$1,6 \times 10^{-7}$

Dari tabel  $K_{sp}$  di atas terlihat hasil kali kelarutan garam sulfat berkurang dari BeSO<sub>4</sub> sampai BaSO<sub>4</sub> berarti kelarutan garam sulfatnya dari atas ke bawah semakin kecil. Kelarutan garam kromat dari BeCrO<sub>4</sub> sampai BaCrO<sub>4</sub>. Semua garam karbonatnya sukar larut, semua garam oksalatnya sukar larut kecuali MgC<sub>2</sub>O<sub>4</sub> yang sedikit larut. Untuk lebih memahami kelarutan basa dan garam alkali lakukan kegiatan berikut.



### Kegiatan Ilmiah 3.4

#### Mengidentifikasi Ion Alkali Tanah

##### Alat dan Bahan:

- Tabung reaksi dan rak
- Pipet tetes
- Larutan NaOH, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> masing-masing 0,1 M.

##### Langkah Kerja:

1. Tetesilah empat larutan yang mengandung kation alkali tanah dalam tabung reaksi yang disediakan oleh guru dengan larutan NaOH 0,1 M!
2. Amatilah terjadinya endapan dan catatlah pada tabel pengamatan!
3. Ulangi langkah 1 dan 2 dengan mengganti larutan NaOH dengan larutan-larutan yang tersedia!

Pereaksi	Tabung 1	Tabung 2	Tabung 3	Tabung 4
NaOH 0,1 M berlebihan	....	....	....	....
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,1 M	....	....	....	....
K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> 0,1 M	....	....	....	....
Na <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 0,1 M	....	....	....	....

Buatlah kesimpulan ion apakah yang terdapat pada masing-masing tabung reaksi!

### Soal Kompetensi 3.5

1. Diketahui harga  $K_{sp}$  dari beberapa senyawa stronsium dan barium sebagai berikut.

	$\text{OH}^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{CrO}_4^{2-}$	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	$\text{CO}_3^{2-}$
$\text{Sr}^{2+}$	$3,2 \times 10^{-4}$	$3,6 \times 10^{-7}$	$3,6 \times 10^{-5}$	$1,1 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-7}$
$\text{Ba}^{2+}$	$5 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-10}$	$1,2 \times 10^{-10}$	$5,1 \times 10^{-9}$	$1,6 \times 10^{-7}$

Bila suatu campuran mengandung ion  $\text{Sr}^{2+}$  dan  $\text{Ba}^{2+}$  larutan manakah dari berikut ini yang paling efektif untuk memisahkan ion  $\text{Sr}^{2+}$  dan  $\text{Ba}^{2+}$ ? Berikan penjelasan!

Larutan yang tersedia

$\text{KOH}$  0,1 M;  $\text{K}_2\text{SO}_4$  0,1 M;  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  0,1 M;

$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  0,1 M; dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,1 M.

2. Ke dalam larutan  $\text{MgCl}_2$  0,3 M ditetes larutan  $\text{KOH}$  tetes demi tetes. Setelah pH berapakah mulai terbentuk endapan  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  ( $K_{sp} \text{Mg}(\text{OH})_2 = 3 \times 10^{-11}$ ).

## 4. Unsur-Unsur Periode Ketiga

Unsur-unsur periode ketiga memiliki jumlah kulit elektron yang sama, yaitu tiga kulit. Akan tetapi konfigurasi elektron dari masing-masing unsur berbeda, hal ini akan menyebabkan sifat-sifat kimia yang berbeda. Dari kiri ke kanan unsur periode ketiga berturut-turut adalah natrium (Na), magnesium (Mg), aluminium (Al), silikon (Si), fosfor (P), belerang (S), klor (Cl) dan argon (Ar). Na, Mg, dan Al merupakan unsur logam, Si semilogam, P, S dan Cl nonlogam, Ar gas mulia. Beberapa sifat unsur-unsur periode ketiga diberikan pada Tabel 3.6 berikut.

Tabel 3.7 Beberapa Sifat Unsur Periode Ketiga

Unsur	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
Nomor atom	11	12	13	14	15	16	17	18
Konfigurasi K elektron	2	2	2	2	2	2	2	2
L	8	8	8	8	8	8	8	8
M	1	2	3	4	5	6	7	8
Energi ionisasi (KJ/mol)	496	738	578	786	1012	1000	1251	1527
Titik cair, °C	97,8	649	660	1410	44	113	-101	-184,2
Titik didih, °C	883	1090	2467	2680	280	445	-35	-185,7
Struktur	kristal logam	kristal logam	kristal logam	molekul kovalen raksasa	molekul poliatom	molekul poliatom	molekul diatom	molekul monoatom
Tingkat oksidasi tertinggi	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	-
Afinitas elektron (KJ/mol)	-53	230	-44	-134	-72	-200	-349	35
Kelektronegatifan	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	3,0	-

## a. Sifat-Sifat Fisis

### 1) Wujud pada Suhu Biasa

Dari titik leleh dan titik didih kita dapat menyimpulkan bahwa unsur-unsur dari natrium sampai belerang berwujud padat, sedangkan klor dan argon berwujud gas pada suhu biasa.

### 2) Titik Leleh dan Titik Didih

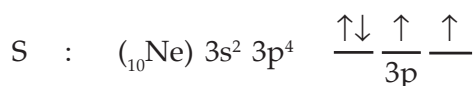
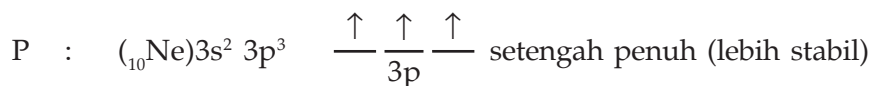
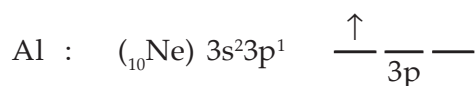
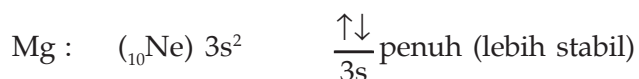
Titik leleh dan titik didih unsur periode ketiga dari natrium ke kanan meningkat dan mencapai puncaknya pada silikon, kemudian turun. Dari natrium sampai aluminium titik leleh dan titik didih meningkat seiring bertambah kuatnya ikatan logam karena bertambahnya jumlah elektron valensi. Silikon memiliki titik leleh dan titik didih tertinggi karena silikon memiliki struktur kovalen raksasa dimana setiap atom silikon terikat secara kovalen pada empat atom silikon lainnya. Zat dengan struktur seperti ini memiliki titik leleh dan titik didih yang sangat tinggi.

Fosfor, belerang, klor, dan argon memiliki titik leleh dan titik didih yang relatif rendah karena merupakan molekul-molekul nonpolar yang terikat dengan gaya Van der Waals yang relatif lemah. Gaya Van der Waals bergantung pada massa molekul relatifnya. Semakin besar massa molekul relatif semakin kuat gaya Van der Waals, akibatnya titik leleh dan titik didih makin tinggi. Massa molekul relatif  $S_8 > P_4 > Cl_2 > Ar$ , sehingga belerang memiliki titik leleh dan titik didih lebih tinggi dari  $P_4$ ,  $Cl_2$ , dan Ar.

### 3) Energi Ionisasi

Secara umum energi ionisasi unsur periode ketiga dari kiri ke kanan meningkat. Akan tetapi energi ionisasi Al lebih rendah dari energi ionisasi Mg dan energi ionisasi S lebih rendah dari P.

Hal ini disebabkan oleh susunan elektron dalam orbital yang penuh atau setengah penuh memiliki kestabilan yang lebih besar. Susunan elektron valensi dalam orbital seperti tercantum di bawah ini:



Karena elektron-elektron dalam orbital dari atom Mg penuh sehingga lebih stabil akibatnya energi ionisasi Mg lebih tinggi dari Al, dan elektron-elektron dalam orbital dari atom P setengah penuh sehingga lebih stabil akibatnya energi ionisasi P lebih tinggi dari S.

#### 4) Sifat Logam

Sifat logam unsur periode ketiga dari kiri ke kanan semakin berkurang. Dari Na sampai Al merupakan unsur logam dengan titik leleh, titik didih, kerapatan dan kekerasan meningkat, hal ini disebabkan penambahan elektron valensi yang mengakibatkan ikatan logam semakin kuat. Dengan demikian daya hantar listrik (sifat konduktor) juga semakin kuat. Silikon merupakan semilogam (metalloid) bersifat semikonduktor, sedangkan fosfor, belerang dan klor merupakan nonlogam yang tidak menghantarkan listrik.

Untuk lebih memahami sifat-sifat fisis unsur periode ketiga lakukan kegiatan berikut:



### Kegiatan Ilmiah 3.5

#### Menyelidiki Sifat Logam Unsur-unsur Periode Ketiga

##### Alat dan Bahan:

- Kaca arloji
- Kawat
- Penjepit logam
- Unsur aluminium
- Unsur magnesium
- Pisau
- Lampu pijar
- Kertas saring
- Unsur belerang
- Unsur natrium
- Baterai

##### Langkah Kerja:

1. Ambil sepotong natrium dari tempat penyimpanan dengan penjepit logam dan letakkan pada kaca arloji! Bersihkan minyak tanah pada permukaan natrium dengan kertas saring!
2. Potonglah sebagian logam natrium (tipis) dan amati permukannya! Perhatikan kilap, warna dan kekerasannya!
3. Uji daya hantar listrik natrium yang masih mengkilap!
4. Ulangi langkah ke-2 dan 3 untuk magnesium, aluminium, dan belerang!

##### Hasil pengamatan:

No.	Sifat Unsur	Na	Mg	Al	S
1.	Wujud	...	...	...	...
2.	Warna	...	...	...	...
3.	Kekerasan	...	...	...	...
4.	Daya hantar listrik	...	...	...	...

##### Pertanyaan:

Manakah yang bersifat logam dan manakah yang nonlogam pada percobaan Anda?

### Soal Kompetensi 3.6

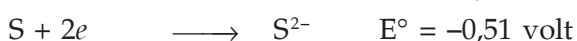
1. Bagaimanakah hubungan nomor atom unsur-unsur periode dengan jari-jari atomnya?
2. Susunlah unsur-unsur periode ketiga berdasarkan:
  - a. energi ionisasi yang semakin meningkat;
  - b. titik leleh yang semakin meningkat!
3. Mengapa energi ionisasi Mg lebih tinggi dari energi ionisasi Al dan energi ionisasi P lebih tinggi dari energi ionisasi S?
4. Mengapa silikon memiliki titik leleh dan titik didih tertinggi di antara unsur periode ketiga yang lain?
5. Bagaimanakah sifat logam unsur-unsur periode ketiga dari kiri ke kanan? Jelaskan!

## b. Sifat-Sifat Kimia

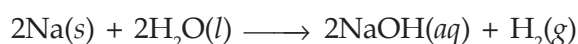
### 1) Sifat Reduktor dan Oksidator

Sesuai dengan fakta bahwa dari kiri ke kanan unsur-unsur periode ketiga semakin sukar melepaskan elektron serta makin mudah menangkap elektron, sehingga dari natrium sampai klor sifat reduktor berkurang dan sifat oksidator bertambah. Natrium merupakan reduktor kuat dan klor merupakan oksidator kuat.

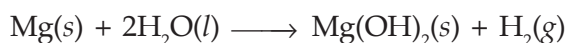
Kekuatan sifat reduktor dan oksidator dapat dilihat dari harga potensial elektroda. Semakin besar (positif) harga potensial elektroda semakin mudah mengalami reduksi yang berarti sifat oksidator makin kuat, dan sebaliknya makin kecil (negatif) harga potensial elektroda makin mudah dioksidasi yang berarti sifat reduktor makin kuat.



Daya pereduksi natrium, magnesium, dan aluminium dapat dibandingkan dari reaksinya dengan air. Natrium bereaksi hebat dengan air menghasilkan NaOH dan gas hidrogen. Hal ini menunjukkan bahwa natrium merupakan reduktor kuat.



Magnesium bereaksi lambat dengan air menghasilkan  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  yang tidak larut dan gas hidrogen.

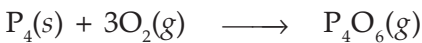
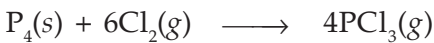
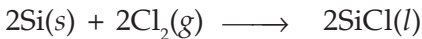


Aluminium tidak bereaksi dengan air pada suhu biasa tetapi bereaksi dengan uap air panas menghasilkan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan gas hidrogen.



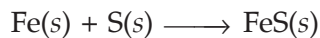
Karena sifat reduktor yang kuat dari natrium, magnesium, dan aluminium ini, maka ketiga logam tersebut digunakan sebagai reduktor pada berbagai proses.

Silikon dan fosfor merupakan reduktor yang lemah sehingga dapat bereaksi dengan oksidator kuat, misalnya klor dan oksigen.

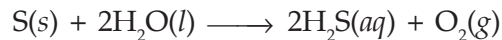


Fosfor selain sebagai reduktor lemah juga merupakan oksidator lemah sehingga dapat bereaksi dengan reduktor kuat.

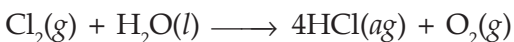
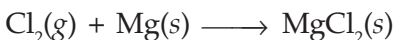
Belerang memiliki sifat reduktor yang lebih lemah dari fosfor tetapi memiliki sifat oksidator yang lebih kuat dari fosfor. Belerang dapat mengoksidasi hampir semua logam, misalnya dengan besi terjadi reaksi sebagai berikut:



Belerang dapat mengoksidasi air menjadi gas oksigen.

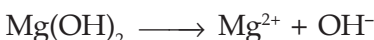
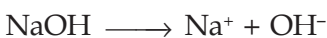


Klor merupakan oksidator kuat, dapat mengoksidasi hampir semua logam, dan nonlogam dan berbagai senyawa.



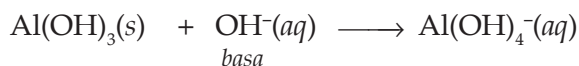
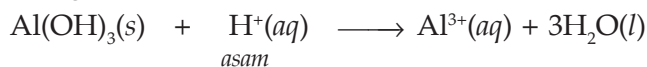
## 2) Sifat Asam Basa Hidroksida Unsur Periode Ketiga

Hidroksida unsur periode ketiga terdiri dari  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Si}(\text{OH})_4$ ,  $\text{P}(\text{OH})_5$ ,  $\text{S}(\text{OH})_6$  dan  $\text{Cl}(\text{OH})_7$ . Berdasarkan energi ionisasinya, bila energi ionisasi unsur periode ketiga rendah ikatan antara unsur periode ketiga dengan  $-\text{OH}$  adalah ion sehingga dalam air melepaskan ion  $\text{OH}^-$  (bersifat basa).

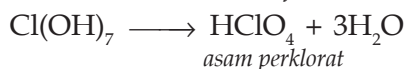
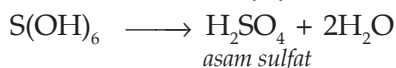
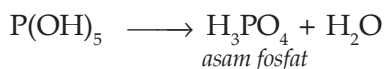
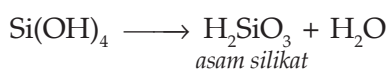


$\text{NaOH}$  tergolong basa kuat dan mudah larut dalam air, sedangkan  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  meskipun tergolong basa kuat tetapi tidak sekuat  $\text{NaOH}$ .  $\text{Al}(\text{OH})_3$  bersifat amfoter, artinya dapat bersifat sebagai asam sekaligus basa

tergantung lingkungannya. Dalam lingkungan asam,  $\text{Al(OH)}_3$  bersifat sebagai basa dan sebaliknya dalam lingkungan basa,  $\text{Al(OH)}_3$  bersifat sebagai asam.



Bila energi ionisasi unsur periode ketiga tinggi ikatan antara unsur periode ketiga dengan  $\text{-OH}$  merupakan ikatan kovalen, sehingga tidak dapat melepaskan  $\text{OH}^-$  tetapi melepaskan ion  $\text{H}^+$  karena ikatan  $\text{O-H}$  bersifat polar. Dengan demikian  $\text{Si(OH)}_4$ ,  $\text{P(OH)}_5$ ,  $\text{S(OH)}_6$ , dan  $\text{Cl(OH)}_7$  bersifat asam.



Sifat asam dari  $\text{Si(OH)}_4$  atau  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  sampai  $\text{Cl(OH)}_7$  atau  $\text{HClO}_4$  makin kuat karena bertambahnya muatan positif atom pusat, sehingga gaya tolak terhadap  $\text{H}^+$  makin kuat akibatnya makin mudah melepaskan  $\text{H}^+$  berarti sifat asam makin kuat. Jadi, sifat asam  $\text{H}_2\text{SiO}_3 < \text{H}_3\text{PO}_4 < \text{H}_2\text{SO}_4 < \text{HClO}_4$ .

$\text{H}_2\text{SiO}_3$  dan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  merupakan asam lemah, sedangkan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{HCl}$  tergolong asam kuat.

### Soal Kompetensi 3.7

1. Bagaimanakah urutan unsur-unsur periode ketiga berdasar:
  - a. sifat reduktor yang semakin kuat;
  - b. sifat oksidator yang semakin kuat?
2. Tuliskan persamaan reaksi yang terjadi bila:
  - a.  $\text{SiO}_2 + \text{Mg}$
  - b.  $\text{MnO}_2 + \text{HCl}$
  - c.  $\text{Na} + \text{H}_2\text{O}$
3. Apakah yang Anda ketahui tentang reaksi termit? Tuliskan reaksinya!
4. Bagaimanakah hubungan energi ionisasi unsur-unsur periode ketiga dengan sifat asam basa hidroksidanya?
5. Apakah perbedaan sifat  $\text{NaOH}$  dengan  $\text{Cl(OH)}_7$ ?

6. Energi ionisasi unsur-unsur periode ketiga secara umum dari kiri ke kanan makin besar, tetapi penurunan Al dan S sehingga energi ionisasi  $Mg > Al$  dan energi ionisasi  $P > S$ . Jelaskan hal tersebut dengan mengaitkan konfigurasi elektron!
7. Unsur periode ketiga yang manakah yang memiliki:
  - a. energi ionisasi terbesar,
  - b. paling elektronegatif,
  - c. sifat reduktor terkuat,
  - d. bersifat amfoter?
8. Mengapa Si memiliki titik didih paling tinggi di antara unsur periode ketiga yang lain?
9. Tuliskan reaksi yang terjadi bila oksida berikut terlarut dalam air:
  - a.  $Na_2O$
  - b.  $MgO$
  - c.  $SO_3$
  - d.  $Cl_2O_5$
  - e.  $Cl_2O_7$
10. Tunjukkan dengan reaksi kimia bahwa  $Al(OH)_3$  bersifat amfoter dapat bereaksi dengan asam maupun basa kuat!
11. Manakah dari hidroksida berikut yang bersifat basa, amfoter, dan asam :  $NaOH$ ,  $Al(OH)_3$ ,  $Mg(OH)_2$ ,  $Cl(OH)_7$ ? Jelaskan jawaban Anda!
12. Bandingkan sifat basa dari  $NaOH$ ,  $Mg(OH)_2$  dan  $Al(OH)_3$ .
13. Bandingkan sifat asam dari  $H_3PO_4$ ,  $H_2SO_4$  dan  $HClO_4$ .
14. Tuliskan persamaan reaksinya.
  - a.  $Al(OH)_3 + HCl$
  - b.  $Al(OH)_3 + NaOH$
15. Unsur P, Q, R, dan S merupakan unsur periode ketiga. Hidroksida P dalam air dapat memerahkan kertas lakmus. Hidroksida Q dapat bereaksi dengan  $KOH$  dan  $H_2SO_4$ . Hidroksida R dapat membirukan kertas lakmus dan mudah larut dalam air. Hidroksida S dapat memerahkan kertas lakmus tetapi mudah terurai menjadi oksida dan air. Urutkan unsur P, Q, R, dan S menurut kenaikan nomor atomnya!

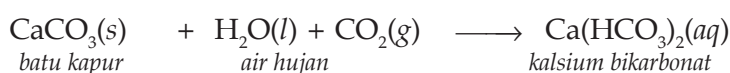
## Air Sadah

### 1. Pengertian Air Sadah

Bila kita masuk dalam sebuah gua di daerah berkapur kita akan melihat stalaktit dan stalagmit. Bagaimanakah terjadinya stalaktit dan stalagmit? Pernahkah Anda merebus air dalam ketel yang sudah lama digunakan? Apa yang dapat Anda amati dalam dasar ketel? Semua peristiwa tersebut ada kaitannya dengan air sadah.

Di dalam air seringkali terkandung mineral yang terlarut, misalnya  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  dan lain-lain tergantung dari sumber airnya. Air yang mengandung ion  $\text{Ca}^{2+}$  atau  $\text{Mg}^{2+}$  dalam jumlah yang cukup banyak disebut *air sadah*. Penggunaan air sadah ini menimbulkan beberapa masalah diantaranya sukar berbuih bila digunakan untuk mencuci dengan sabun, menimbulkan kerak pada ketel bila direbus karena air sadah mengendapkan sabun menjadi scum dan mengendapkan  $\text{CaCO}_3$  bila dipanaskan. Air yang hanya sedikit atau tidak mengandung ion  $\text{Ca}^{2+}$  atau  $\text{Mg}^{2+}$  disebut air lunak.

Air sadah terutama disebabkan adanya  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  yang terlarut dalam air. Ion kalsium dan bikarbonat, antara lain berasal dari proses pelarutan batu kapur  $\text{CaCO}_3$  dalam lapisan tanah oleh air hujan yang mengandung sedikit asam.



Air yang menetes di dalam gua mengandung  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  yang terlarut dan  $\text{CaCO}_3$  yang tidak larut.  $\text{CaCO}_3$  yang tertinggal di langit-langit gua semakin bertambah panjang membentuk stalaktit dan air yang menetes membawa  $\text{CaCO}_3$  yang semakin menumpuk di dasar gua makin tinggi membentuk stalagmit. Air yang terus mengalir mengandung  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  terlarut merupakan air sadah. Untuk mengetahui kesadahan suatu air dapat dilakukan penambahan tetesan air sabun terhadap suatu contoh sampel air sampai terbentuk busa. Air sadah memerlukan lebih banyak air sabun untuk membentuk busa, sedangkan air lunak hanya membutuhkan sedikit air sabun untuk membentuk busa.

## 2. Macam Kesadahan Air

Kesadahan air dapat dibedakan menjadi kesadahan sementara dan kesadahan tetap.

### a. Kesadahan Sementara

Suatu air sadah disebut memiliki kesadahan sementara bila kesadahan dapat hilang dengan dididihkan. Kesadahan sementara disebabkan garam-garam bikarbonat yaitu kalsium bikarbonat  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  dan magnesium bikarbonat  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ . Ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  dari senyawa tersebut akan mengendap sebagai  $\text{CaCO}_3$  bila air sadah dididihkan.



$\text{CaCO}_3$  mengendap pada ketel menjadi lapisan kerak.

### b. Kesadahan Tetap

Air yang memiliki kesadahan tetap, kesadahannya tidak hilang meskipun dididihkan. Kesadahan tetap disebabkan garam-garam kalsium dan magnesium selain bikarbonat.

### 3. Cara Menghilangkan Kesadahan

Kesadahan sementara dapat dihilangkan dengan mendidihkan air karena ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  akan diendapkan sebagai  $\text{CaCO}_3$  atau  $\text{MgCO}_3$ .

Kesadahan tetap dapat dihilangkan dengan cara:

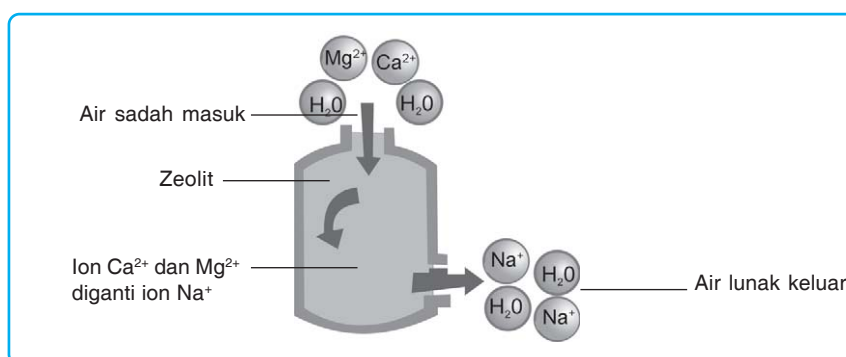
#### a. Menambahkan $\text{Na}_2\text{CO}_3$

Natrium karbonat  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dapat menghilangkan kesadahan sementara dan kesadahan tetap karena ion-ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  akan diendapkan sebagai  $\text{CaCO}_3$  dan  $\text{MgCO}_3$ . Misalnya, air sadah tetap yang mengandung garam  $\text{CaCl}_2$ , maka ion  $\text{Ca}^{2+}$  dari  $\text{CaCl}_2$  dapat diendapkan dengan menambahkan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .



#### b. Dengan Resin Penukar Ion

Dalam proses penukaran ion, air sadah tetap dilewatkan melalui material seperti zeolit (natrium aluminium silikat) yang akan mengambil ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  menggantikan ion  $\text{Na}^+$ . Dengan demikian, diperoleh air lunak karena sudah tidak mengandung ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$ .



Gambar 3.1 Proses penghilangan kesadahan air secara tetap.

Ilustrasi : Haryana

### 4. Kerugian Penggunaan Air Sadah

Penggunaan air sadah menimbulkan beberapa kerugian antara lain sebagai berikut.

- Cucian menjadi kurang bersih karena air sadah menggumpalkan sabun, sehingga menjadi boros sabun.
- Sabun yang menggumpal menjadi *scum* yang meninggalkan noda pada pakaian akibatnya pakaian menjadi kusam.
- Menimbulkan kerak pada ketel, pipa air, dan pipa radiator sehingga mengakibatkan boros bahan bakar karena keraknya tidak menghantarkan panas dengan baik dan dapat menyumbat pipa air.

Agar lebih memahami cara menghilangkan kesadahan air, lakukan kegiatan berikut.



### Kegiatan Ilmiah 3.6

#### Kesadahan Air

##### Tujuan:

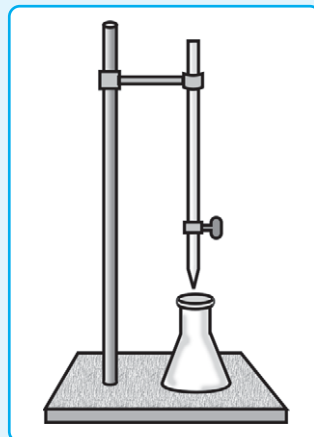
Menghilangkan kesadahan air.

##### Alat dan Bahan:

- |                 |                            |
|-----------------|----------------------------|
| - Tabung reaksi | - Sampel air A, B, C       |
| - Gelas ukur    | - Air suling               |
| - Erlenmeyer    | - $\text{Na}_2\text{CO}_3$ |
| - Buret         | - Air sabun                |

##### Langkah Kerja:

1. Susunlah alat seperti pada gambar!
2. Isilah buret dengan air sabun sampai skala nol!
3. Ambillah 5 mL air suling dalam erlenmeyer.
4. Teteskan air sabun dalam buret pada air suling sampai terbentuk busa. Catat jumlah tetesan air sabun!
5. Ambillah 5 mL air suling dalam erlenmeyer kemudian didihkan lalu tetesi dengan air sabun sampai terbentuk busa, catat jumlah tetesannya!
6. Ambillah 5 mL air suling dalam erlenmeyer tambahkan 1 mL larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  kemudian tetesi dengan air sabun dan catat jumlah tetesannya!
7. Ulangi langkah 3 sampai 6 dengan mengganti air suling dengan sampel air A, B, dan C!



Buatlah laporan hasil percobaan untuk dipresentasikan!

##### Pertanyaan:

1. Manakah dari ketiga sampel tersebut yang termasuk air lunak, air sadah sementara, dan air sadah tetap?
2. Mengapa perlu diuji terhadap air suling?
3. Kesimpulan apa yang dapat Anda peroleh dari kegiatan ini?

### Soal Kompetensi 3.8

1. Apakah yang dimaksud dengan air sadah tetap?
2. Apakah kerugian dan keuntungan dari mengonsumsi air sadah?
3. Jelaskan terbentuknya stalaktit dan stalagmit pada gua-gua!
4. Bagaimana cara menghilangkan kesadahan air yang bersifat:
  - a. sementara,
  - b. tetap?
5. Mengapa air sadah sering dijumpai di daerah pegunungan kapur?

## 5. Unsur-Unsur Transisi

Sebagaimana telah kita pelajari di kelas XI, unsur-unsur transisi adalah unsur-unsur yang pengisian elektronnya berakhir pada orbital-orbital subkulit d. Pada bagian ini akan kita pelajari unsur transisi periode keempat yang terdiri dari unsur skandium (Sc), titanium (Ti), vanadium (V), kromium (Cr), mangan (Mn), besi (Fe), kobalt (Co), nikel (Ni), tembaga (Cu), dan seng (Zn).

### a. Sifat fisis

Semua unsur transisi merupakan unsur logam sehingga bersifat konduktor, berwujud padat pada suhu kamar (kecuali Hg), paramagnetik, dan sebagainya. Sifat-sifat unsur transisi periode keempat dapat dilihat pada Tabel 3.7 berikut.

Tabel 3.8 Sifat Fisis Unsur Deret Transisi yang Pertama

Unsur	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
titik leleh, °C	1.539	1.660	1.917	1.857	1.244	1.537	1.491	1.455	1.084	420
titik didih, °C	2.730	3.318	3.421	2.682	2.120	2.872	2.897	2.920	2.582	911
rapatan, g/cm <sup>3</sup>	2,99	4,51	6,1	7,27	7,30	7,86	8,9	8,90	8,92	7,1
distribusi elektron	2.8.9.2	2.8.10.2	2.8.11.2	2.8.13.1	2.8.13.2	2.8.14.2	2.8.15.2	2.8.16.2	2.8.18.1	2.8.18.2
energi pengionan, eV	6,5	6,8	6,7	6,8	7,4	7,9	7,9	7,6	7,7	9,4
jari-jari atom, Å	1,61	1,45	1,32	1,25	1,24	1,24	1,25	1,25	1,28	1,33
keelektonegatifan	1,3	1,5	1,6	1,6	1,5	1,8	1,8	1,8	1,9	1,6
struktur kristal	hex	hex	bcc	bcc	sc	bcc	hex	fcc	fcc	hex

Tabel 3.9 Sifat Fisika Unsur Deret Transisi Kedua

Unsur	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Mg	Co
titik leleh, °C	1.530	1.852	2.477	2.610	2.250	2.427	1.963	1.554	962	321
titik didih, °C	3.304	4.504	4.863	4.646	4.567	4.119	3.727	2.940	2.164	767
rapatan, g/cm <sub>3</sub>	4,5	6,5	8,6	10,2	11,5	12,4	12,4	12,0	10,5	5,8
struktur kristal	hex	hex	bcc	bcc	hex	hex	fcc	fcc	fcc	hex

**Tabel 3.10 Sifat fisis Unsur Deret Transisi Kedua**

Unsur	Ia	Ht	Ia	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg
titik leleh, °C	920	2,222	2,985	3,407	3,180	~2,727	2,545	1,772	1,064	~39
titik didih, °C	3,470	4,450	5,513	5,663	5,687	~5,500	4,389	3,824	2,808	357
rapatan, g/cm <sub>3</sub>	6,2	13,3	16,6	19,4	21,0	22,6	22,6	21,4	19,3	13,6
struktur kristal	hex	hex	bcc	bcc	hex	hex	fcc	fcc	fcc	rmb

### 1. Sifat Logam

Kecuali seng logam-logam transisi memiliki elektron-elektron yang berpasangan. Hal ini lebih memungkinkan terjadinya ikatan-ikatan logam dan ikatan kovalen antaratom logam transisi. Ikatan kovalen tersebut dapat terbentuk antara elektron-elektron yang terdapat pada orbital d. Dengan demikian, kisi kristal logam-logam transisi lebih sukar dirusak dibanding kisi kristal logam golongan utama. Itulah sebabnya logam-logam transisi memiliki sifat keras, kerapatan tinggi, dan daya hantar listrik yang lebih baik dibanding logam golongan utama.

### 2. Titik Leleh dan Titik Didih

Unsur-unsur transisi umumnya memiliki titik leleh dan titik didih yang tinggi karena ikatan antaratom logam pada unsur transisi lebih kuat.

Titik leleh dan titik didih seng jauh lebih rendah dibanding unsur transisi periode keempat lainnya karena pada seng orbital d-nya telah terisi penuh sehingga antaratom seng tidak dapat membentuk ikatan kovalen.

### 3. Sifat Magnet

Pengisian elektron unsur-unsur transisi pada orbital d belum penuh mengakibatkan ion-ion unsur transisi bersifat paramagnetik artinya atom atau ion logam transisi tertarik oleh medan magnet. Unsur-unsur dan senyawa-senyawa dari logam transisi umumnya mempunyai elektron yang tidak berpasangan dalam orbital-orbital d. Semakin banyak elektron yang tidak berpasangan, makin kuat sifat paramagnetiknya.

### 4. Jari-Jari Atom

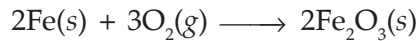
Tidak seperti periode ketiga, jari-jari atom unsur-unsur transisi periode keempat tidak teratur dari kiri ke kanan. Hal ini dipengaruhi oleh banyaknya elektron-elektron 3d yang saling tolak-menolak yang dapat memperkecil gaya tarik inti atom terhadap elektron-elektron. Akibatnya elektron-elektron akan lebih menjauhi inti atom, sehingga jari-jari atomnya lebih besar.

## b. Sifat Kimia

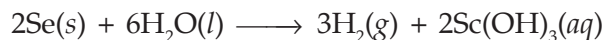
### 1. Kereaktifan

Dari data potensial elektroda, unsur-unsur transisi periode keempat memiliki harga potensial elektroda negatif kecuali Cu ( $E^\circ = + 0,34$  volt). Ini menunjukkan logam-logam tersebut dapat larut dalam asam kecuali tembaga.

Kebanyakan logam transisi dapat bereaksi dengan unsur-unsur nonlogam, misalnya oksigen, dan halogen.



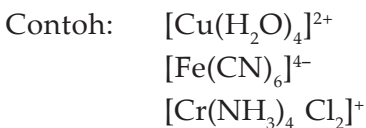
Skandium dapat bereaksi dengan air menghasilkan gas hidrogen.



### 2. Pembentukan Ion Kompleks

Semua unsur transisi dapat membentuk ion kompleks, yaitu suatu struktur dimana kation logam dikelilingi oleh dua atau lebih anion atau molekul netral yang disebut ligan.

Antara ion pusat dengan ligan terjadi ikatan kovalen koordinasi, dimana ligan berfungsi sebagai basa Lewis (penyedia pasangan elektron).



Senyawa unsur transisi umumnya berwarna. Hal ini disebabkan perpindahan elektron yang terjadi pada pengisian subkulit d dengan pengabsorpsi sinar tampak. Senyawa Sc dan Zn tidak berwarna.

#### Soal Kompetensi 3.9

1. Apakah yang dimaksud unsur transisi?
2. Mengapa titik leleh dan titik didih logam-logam transisi lebih tinggi daripada titik leleh dan titik didih logam alkali dan alkali tanah?
3. a. Mengapa beberapa senyawa unsur transisi bersifat paramagnetik?  
b. Perkirakan apakah senyawa-senyawa berikut bersifat paramagnetik:  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{NiSO}_4$ ,  $\text{CrSO}_4$ ?
4. Manakah dari ion-ion berikut yang berwarna dan mana yang tidak berwarna:  $\text{Sc}^{3+}$ ,  $\text{Ti}^{2+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{V}^{2+}$ .
5. Mengapa kebanyakan unsur-unsur transisi memiliki bilangan oksidasi yang lebih dari sejenis dalam senyawa-senyawanya?

6. Lengkapilah tabel berikut dengan benar!

Unsur	Konfigurasi Elektron	Periode	Golongan	Banyaknya Elektron Tunggal
${}_{21}\text{Sc}$	....	....	....	....
${}_{24}\text{Cr}$	....	....	....	....
${}_{29}\text{Cu}$	....	....	....	....

- Dari konfigurasi elektron pada nomor 1, mana yang menyimpang dari aturan Aufbau? Jelaskan!
- Jelaskan dengan diagram orbital kekuatan sifat paramagnetik dari  ${}_{26}\text{Fe}$  dibanding  ${}_{24}\text{Cr}$ !
- Jelaskan mengapa senyawa-senyawa unsur transisi periode keempat berwarna!
- Atom Cu dengan nomor atom 29, tentukan:
  - konfigurasi elektron  $\text{Cu}^{2+}$ ,
  - berwarna atau tidak senyawa  $\text{Cu}^{2+}$ !

## C. Pembuatan dan Manfaat Beberapa Unsur dan Senyawanya

### 1. Unsur Logam

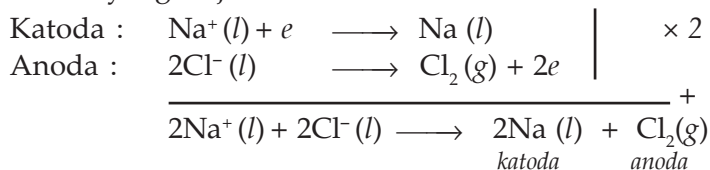
#### a. Natrium

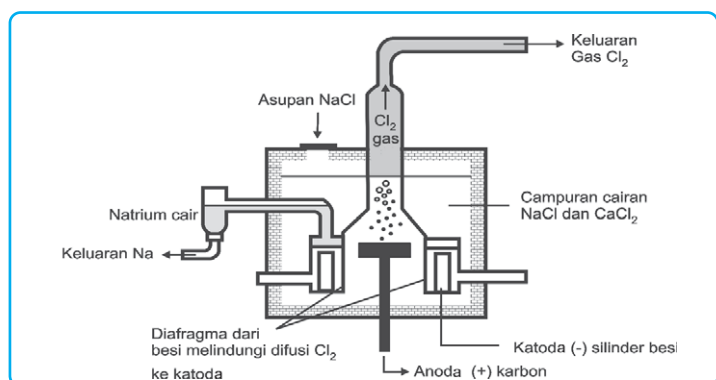
Logam alkali yang paling banyak digunakan baik sebagai unsur maupun senyawanya adalah natrium pada bagian ini akan kita pelajari pembuatan dan manfaat natrium dan senyawanya.

#### 1. Pembuatan Natrium

Logam alkali pada umumnya diperoleh dengan mengelektrolisis lelehan garam kloridanya. Misalnya logam natrium dibuat dengan mengelektrolisis campuran lelehan  $\text{NaCl}$  dan  $\text{CaCl}_2$ . Fungsi  $\text{CaCl}_2$  pada proses ini adalah menurunkan titik leleh  $\text{NaCl}$ .

Reaksi yang terjadi:





Gambar 3.2 Sel down untuk elektrolisis leburan NaCl.

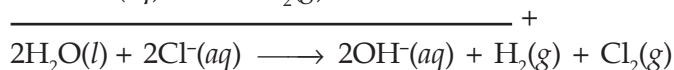
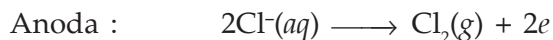
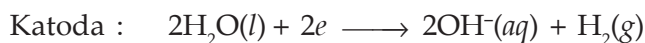
Ilustrasi : Haryana

Campuran NaCl dan  $\text{CaCl}_2$  cair dimasukkan ke dalam sel down kemudian dialiri listrik. Ion  $\text{Na}^+$  direduksi di katoda menjadi natrium cair, sedangkan ion  $\text{Cl}^-$  dioksidasi di anoda menjadi gas  $\text{Cl}_2$ . Natrium cair dikeluarkan melalui samping sel dan gas klor dikeluarkan melalui bagian atas sel.

## 2. Pembuatan Senyawa Natrium

Dua senyawa natrium yang penting untuk kita pelajari adalah NaOH dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

NaOH dibuat dengan elektrolisis larutan NaCl.

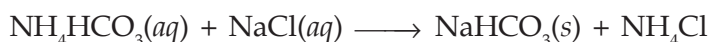
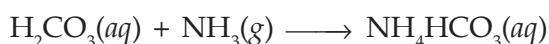
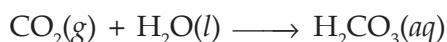
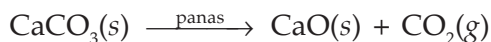


$\text{Na}^+$  dalam larutan bergabung dengan  $\text{OH}^-$  di katoda membentuk NaOH.

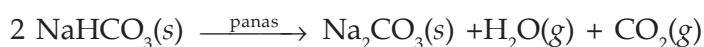
### $\text{Na}_2\text{CO}_3$ dibuat dengan proses Solvay

Metode pembuatan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ini dikembangkan oleh Ernest Solvay (1838–1922) dari Belgia sebagai bahan bakunya adalah batu kapur  $\text{CaCO}_3$ .

- Batu kapur dipanaskan untuk memperoleh gas  $\text{CO}_2$



Endapan  $\text{NaHCO}_3$  dipisahkan dengan penyaringan kemudian dipanaskan



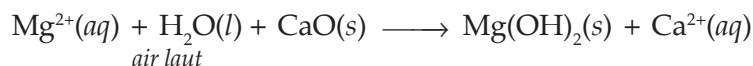
### 3) Kegunaan Natrium dan Senyawanya

- a) Natrium
- (1) Uap natrium digunakan untuk lampu natrium sebagai penerangan jalan raya.
  - (2) Natrium cair digunakan sebagai pendingin reaktor atom.
- b) Natrium Hidroksida (NaOH)
- NaOH dikenal dengan soda kaustik digunakan dalam pembuatan sabun, detergen, tekstil, kertas, pewarnaan, dan menghilangkan belerang dari minyak bumi.
- c) Natrium Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )
- $\text{Na}_2\text{CO}_3$  digunakan dalam proses pembuatan pulp, kertas, sabun, detergen, kaca, dan untuk melunakkan air sadah.
- d) Natrium Bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ )
- $\text{NaHCO}_3$  dikenal dengan nama soda kue digunakan untuk membuat kue agar mengembang karena pada pemanasannya menghasilkan gas  $\text{CO}_2$  yang memekarkan adonan hingga mengembang.
- e) Natrium klorida (NaCl)
- NaCl lebih dikenal dengan nama garam dapur, selain sebagai bumbu masak, NaCl banyak digunakan untuk membuat berbagai bahan kimia, misalnya NaOH, NaCl serta digunakan untuk pengawet ikan.

## b. Magnesium

### 1. Pembuatan Magnesium

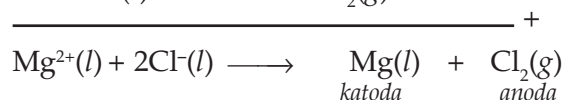
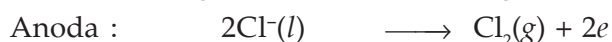
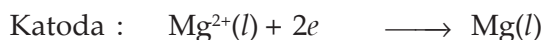
Magnesium diperoleh dari air laut dengan cara menambahkan CaO ke dalam air laut.



$\text{Mg}(\text{OH})_2$  yang terbentuk disaring, dicuci kemudian dilarutkan dalam HCl.



Larutan  $\text{MgCl}_2$  yang diperoleh diuapkan sehingga diperoleh kristal  $\text{MgCl}_2$ , selanjutnya dilakukan elektrolisis terhadap lelehan  $\text{MgCl}_2$  yang dicampur  $\text{CaCl}_2$  untuk menurunkan titik lelehnya.



## 2. Penggunaan Magnesium dan Senyawanya

Magnesium digunakan terutama untuk membuat Aliase Magnesium + Aluminium yang dikenal dengan Magnalium. Paduan logam ini kuat dan ringan serta tahan korosi sehingga digunakan untuk membuat komponen pesawat terbang. Magnesium juga digunakan sebagai reduktor dan kembang api.

Senyawa magnesium yang penting antara lain adalah:

- $Mg(OH)_2$  untuk antasida (obat maag)
- $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  (garam inggris untuk zat pencahar)

### c. Aluminium

#### 1. Pembuatan Aluminium

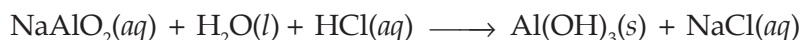
Aluminium diperoleh dengan elektrolisis lelehan bauksit  $Al_2O_3$  dalam kriolit cair  $Na_3AlF_6$ . Kriolit cair diperlukan untuk menurunkan titik leleh bauksit. Proses pembuatan aluminium dikenal dengan proses Hall, karena cara ini ditemukan oleh Charles Martin Hall (1863 - 1914) pada tahun 1886. Proses Hall meliputi dua tahap, yaitu sebagai berikut.

- Pemurnian  $Al_2O_3$  dari bauksit

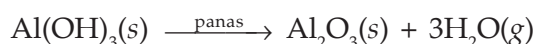
Ke dalam bauksit ditambahkan larutan NaOH pekat sehingga  $Al_2O_3$  larut sedangkan zat lain tidak larut.



Larutan  $NaAlO_2$  diasamkan sehingga terbentuk endapan  $Al(OH)_3$ .

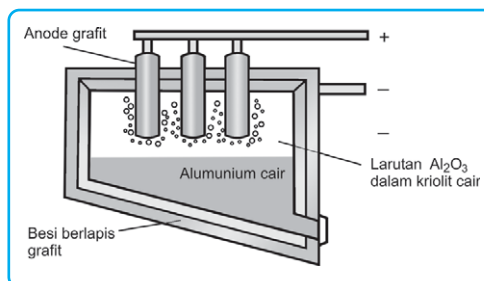


Endapan  $Al(OH)_3$  disaring kemudian dipanaskan sehingga terurai menjadi  $Al_2O_3$  dan uap air.



- Elektrolisis  $Al_2O_3$  dengan kriolit cair

$Al_2O_3$  murni dicampur dengan kriolit  $Na_3AlF_6$  untuk menurunkan titik leleh  $Al_2O_3$ . Dinding bejana untuk elektrolisis terbuat dari besi yang dilapisi grafit sekaligus sebagai katoda. Sebagai anodanya digunakan batang-batang karbon yang dicelupkan ke dalam campuran.

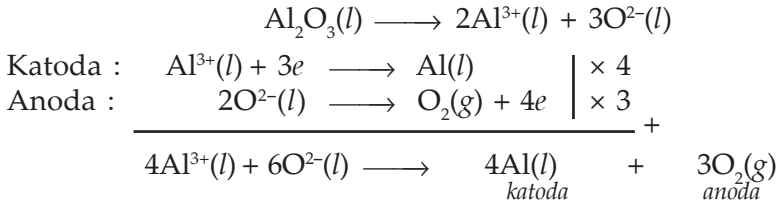


Ilustrasi : Haryana

**Gambar 3.3** Sel Hall-Heroult untuk pembuatan aluminium dari elektrolisis lelehan  $Al_2O_3$  (larutan  $Al_2O_3$  dalam kriolit).

Larutan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dalam kriolit dimasukkan ke dalam sel Hall-Heroult, kemudian dialiri listrik. Ion  $\text{Al}^{3+}$  direduksi di katoda menjadi Al cair dan ion  $\text{O}^{2-}$  dioksidasi di anoda menjadi gas oksigen.

Reaksi yang terjadi:



Gas oksigen yang terbentuk dapat bereaksi dengan anoda karbon membentuk  $\text{CO}_2$  sehingga anoda semakin habis dan pada suatu saat harus diganti.

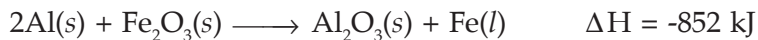
## 2. Penggunaan Aluminium dan Senyawanya

Aluminium merupakan logam yang ringan, tahan karat, dan tidak beracun, sehingga banyak digunakan untuk alat-alat rumah tangga, pesawat terbang, kaleng, dan kabel.

Aluminium juga digunakan untuk beberapa aliose, misalnya:

- a) duralium (95% Al, 4% Cu, 0,5%Mg dan 0,5% Mn)
- b) magnalium (70 – 95% Al, dan 30 – 0,5% Mg)
- c) alnico (20% Al, 50%, 20%Ni, dan 10% Cu)

Reaksi antara aluminium dengan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dikenal dengan reaksi termit yang dihasilkan panas untuk pengelasan baja.



Beberapa senyawa aluminium yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan industri, antara lain:

- a) Tawas,  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  digunakan untuk mengendapkan kotoran pada penjernihan air.
- b) Aluminium sulfat  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  digunakan dalam industri kertas dan mordan (pengikat dalam pencelupan).
- c) Zeolit  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  digunakan untuk melunakkan air sadah.
- d) Aluminium  $\text{Al}_2\text{O}_3$  untuk pembuatan aluminium, pasta gigi, industri keramik, dan industri gelas.

### Kolom Diskusi

Aluminium terdapat di alam dengan melimpah, tetapi mengapa sebelum tahun 1886 harga aluminium mencapai \$220 per kilogram. Setelah penemuan proses Hall harga aluminium bisa turun menjadi \$4,40 per kilogram.

- Coba perkirakan berapa rupiah harga Al sebelum dan sesudah penemuan proses Hall.
- Mengapa harga Al sebelum tahun 1886 sangat mahal?
- Faktor apa saja yang menyebabkan harga logam menjadi mahal (digolongkan barang mewah)?

## d. Besi

### 1. Pembuatan Besi

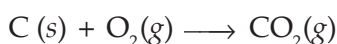
Besi diperoleh dari bijih besi dengan cara mereduksi bijih dalam tanur (tungku).

Bahan-bahan yang diperlukan meliputi:

- bijih besi (hematit)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sebagai bahan baku,
- batu kapur  $\text{CaCO}_3$  untuk mengikat zat pengotor,
- kokas (C) sebagai reduktor,
- udara untuk mengoksidasi C menjadi CO.

Proses yang terjadi pada pembuatan besi:

- Bahan-bahan (biji besi, batukapur, dan kokas) dimasukkan ke dalam tungku dari puncak tanur.
- Udara panas dialirkan melalui dasar tanur sehingga mengoksidasi karbon menjadi gas  $\text{CO}_2$ .

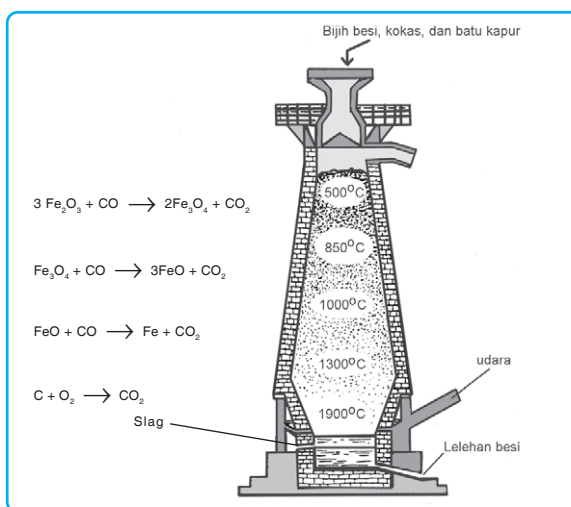
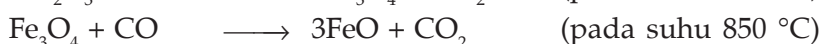
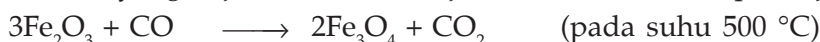


$$\Delta H = -394 \text{ kJ}$$

- Kemudian gas  $\text{CO}_2$  bergerak naik dan bereaksi lagi dengan kokas menjadi CO.



- Gas CO yang terjadi mereduksi bijih besi secara bertahap menjadi besi.

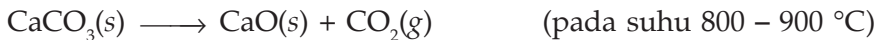


Ilustrasi : Haryana

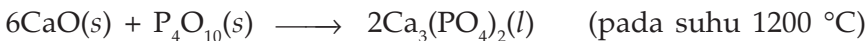
Gambar 3.4 Tungku pengolahan besi

Besi yang terbentuk berwujud cair turun ke bawah mengalir melalui dasar tungku.

Zat pengotor yang tercampur dengan bijih besi, seperti  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  diikat oleh  $\text{CaO}$  yang berasal dari penguraian batu kapur pada suhu tinggi.



Selanjutnya  $\text{CaO}$  mengikat zat pengotor dengan reaksi:



Hasil-hasil reaksi ini disebut slag mengapung di atas lelehan besi sehingga dapat dipisahkan untuk bahan dalam industri semen dan pupuk.

Besi yang dihasilkan dalam proses tanur ini disebut besi kasar (*pig iron*) yang mengandung 95% Fe, 4% C dan sedikit Si, P, dan S. Besi kasar ini keras tapi rapuh (mudah patah).

## 2) Penggunaan Besi

Kegunaan utama besi adalah untuk membuat baja. Agar diperoleh besi dengan kualitas yang baik, maka besi kasar diolah menjadi baja yaitu dengan memanaskan besi kasar agar kadar karbon, silikon, fosfor, dan belerang berkurang. Kemudian ditambahkan logam lain seperti Ni, Cr, Mn, dan V. Misalnya baja *stainless steel* (campuran 72% Fe, 19% Cr, dan 9% Ni). Baja digunakan dalam berbagai keperluan baik rumah tangga industri dan konstruksi bangunan. Contoh tempat tambang besi di Indonesia berada di Cilegon, Banten. Di Indonesia bijih besi diolah oleh PT Krakatau Steel, di Cilegon, Jawa Barat. Sedangkan pasir besi diolah PN Aneka Tambang Cilacap Jawa Tengah.

### e. Tembaga

#### Pembuatan tembaga

Tembaga diperoleh dari bijih kalkopirit  $\text{CuFeS}_2$  melalui beberapa tahap, yaitu:

##### 1) Pengapungan (flotasi)

Bijih diserbukkan sampai halus kemudian dimasukkan ke dalam campuran air dan minyak. Bagian bijih yang mengandung tembaga akan diselaputi oleh minyak sedangkan zat pengotornya terbawa oleh air. Udara ditiupkan ke dalam campuran dan mineral yang diselaputi minyak tadi dibawa ke permukaan oleh gelembung-gelembung udara dan mengapung, sedangkan zat-zat pengotor diendapkan di bagian bawah. Dari pengapungan ini dapat diperoleh bijih pekat yang mengandung 20 – 40% Cu.

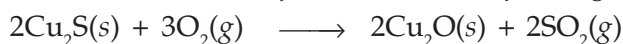
## 2) Pemanggangan

Bijih pekat hasil pengapungan selanjutnya dipanggang dan terjadi reaksi



## 3) Reduksi

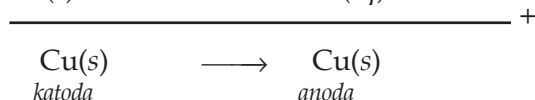
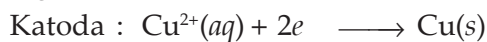
$\text{Cu}_2\text{S}$  yang terjadi dipisahkan dari  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  kemudian dipanaskan dan dialiri udara dan terjadi reduksi menjadi logam tembaga.



## 4) Elektrolisis

Logam tembaga yang diperoleh dari reduksi masih tercampur dengan sedikit Ag, Au, dan Pt kemudian dimurnikan dengan cara elektrolisis.

Tembaga yang tidak murni dipasang sebagai anoda dan sebagai katoda digunakan tembaga murni, dengan elektrolit larutan  $\text{CuSO}_4$ . Tembaga di anoda teroksidasi menjadi  $\text{Cu}^{2+}$  kemudian direduksi di katoda menjadi logam Cu.



Pada proses ini anoda semakin habis dan katoda (tembaga murni) makin bertambah besar, sedangkan Ag, Au, dan Pt diendapkan sebagai lumpur anoda sebagai hasil samping.

## f. Timah

### 1. Pembuatan Timah

Logam timah diperoleh dengan mereduksi bijih besi kasiterit  $\text{SnO}$  dengan karbon pada suhu  $1200^\circ\text{C}$ .



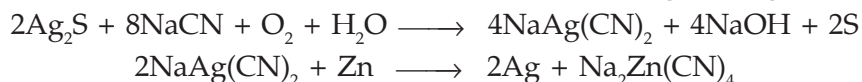
### 2. Penggunaan Timah

Timah terutama digunakan untuk melapisi baja, misalnya kaleng roti, susu, cat, dan sebagainya. Selain untuk melapisi, timah juga digunakan untuk membuat aliose, misalnya perunggu ( $\text{Cu} + \text{Sn}$ ) dan untuk solder ( $\text{Sn} + \text{Pb}$ ). Salah satu tempat tambang timah di Indonesia adalah di Bangkinang, Riau dan Sungai Liat, Pulau Bangka. Pabrik pelabuhan bijih timah terdapat di Muntok, Pulau Belitung.

## g. Perak

### 1. Pembuatan Perak

Logam perak diperoleh dari bijih argentit  $\text{Ag}_2\text{S}$  dengan cara melarutkan argentit dalam larutan  $\text{NaCN}$ , kemudian direduksi dengan seng.



### 2. Penggunaan Perak

Perak merupakan logam yang putih mengkilat tidak teroksidasi oleh udara dan tidak bereaksi dengan asam kecuali  $\text{HNO}_3$ . Oleh karena itu, perak digunakan untuk perhiasan, mata uang, dan untuk melapisi logam lain.

## h. Kromium

Kromium merupakan logam yang keras, sangat mengkilap dan tahan karat, sehingga digunakan untuk melapisi logam lain. Krom juga digunakan untuk membuat aliase, misalnya nikrom (15% Cr, 60% Ni, dan 25% Fe). Aliase ini digunakan untuk tahanan kawat pada alat-alat pemanas, stainless steel (72% Fe, 19%Cr, 9% Ni).



Sumber : Kamus Visual

**Gambar 3.5** Verchrom (pelapis besi dengan krom) selain untuk mencegah karat juga untuk memperindah tampilan.

## i. Emas

Emas terdapat bebas di alam yang bercampur dengan logam lain. Emas dipisahkan dari campurannya dengan jalan dilarutkan dalam larutan kalium sianida  $\text{KCN}$ .



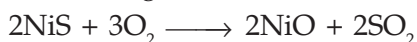
Kemudian direduksi dengan logam seng:



Emas merupakan logam yang kuning mengkilap, tahan karat, mudah ditempa dan tidak bereaksi dengan asam, sehingga digunakan untuk perhiasan, melapisi logam lain, dan untuk membuat medali. Salah satu tambang emas di Indonesia ada di Bengkalis, Sumatra. Pabrik pengolahan emas terdapat di Cikotok, Jawa Barat.

## j. Nikel

Diperoleh dengan mengoksidasi bijih  $\text{NiS}$  menjadi  $\text{NiO}$  kemudian direduksi dengan karbon.



Nikel digunakan untuk aliase, misalnya baja stainless, monel (65% Ni dan 35% Cu), alnico, dan nikrom.

### Soal Kompetensi 3.10

1. Mengapa logam natrium dan magnesium tidak dapat dibuat dengan elektrolisis larutan garamnya?
2. Ke dalam lelehan kalium klorida dilakukan elektrolisis dengan arus listrik 1500 ampere selama 8 jam.
  - a. Tuliskan persamaan reaksi yang terjadi!
  - b. Berapa massa kalium yang dapat diperoleh dari elektrolisis tersebut?
3. Apa yang Anda ketahui tentang zat berikut dari segi rumus kimia dan kegunaannya:
  - a. soda kaustik
  - b. soda kue
  - c. garam glouber
  - d. bubuk magnesia
  - e. garam Inggris
4. Logam natrium dibuat dari elektrolisis lelehan NaCl yang dicampur dengan  $\text{CaCl}_2$ . Apakah fungsi  $\text{CaCl}_2$  pada proses tersebut?
5. Pada pengolahan aluminium di proyek Asahan.
  - a. Apa bahan bakunya?
  - b. Dengan proses apa?
  - c. Apa jenis reaksinya?
  - d. Apa elektrolitnya?
6. Apakah kegunaan tawas dalam kehidupan sehari-hari/ industri?  
Tuliskan rumus kimianya!
7. Apakah yang Anda ketahui tentang Water glass, yaitu:
  - a. rumus kimia,
  - b. kegunaannya?
8. Apakah kegunaan senyawa-senyawa berikut:
  - a.  $\text{NaHCO}_3$
  - b.  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
  - c.  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
  - d.  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
9. Magnesium dibuat dari air laut dengan cara mengendapkan ion  $\text{Mg}^{2+}$  menjadi  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , kemudian direaksikan dengan HCl menjadi  $\text{MgCl}_2$  untuk dielektrolisis.  
Bila konsentrasi ion  $\text{Mg}^{2+}$  dalam air laut adalah  $5,4 \times 10^{-2}$  mol/liter dan  $K_{sp} \text{Mg}(\text{OH})_2 = 1,8 \times 10^{-11}$ .  
Tentukan:
  - a. pH minimum untuk mengendapkan  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  dari air laut tersebut;
  - b. massa magnesium yang dapat diperoleh dari  $20 \text{ m}^3$  air laut ( $\rho = 1,02 \text{ g/ml}$ )!

10. Berapa kg logam aluminium yang dapat diperoleh dari elektrolisis 69 kg bauksit  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ( $M_r = 138$ ) yang kemurniannya 95%?
11. Jelaskan prinsip dasar pengolahan besi dari hematit dengan proses tanur sembur dan sebutkan bahan yang diperlukan!
12. Bagaimanakah komposisi dari paduan logam berikut:
  - a. stainless
  - b. monel
  - c. nikrom
  - d. alnico
13. Logam aluminium dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  digunakan untuk reaksi termit.
  - a. Apakah yang Anda ketahui tentang reaksi termit?
  - b. bila  $\Delta H_f \text{Al}_2\text{O}_3 = -1676 \text{ kJ/mol}$   
 $\Delta H_f \text{Fe}_2\text{O}_3 = -822,2 \text{ kJ/mol}$
15. Apakah kegunaan utama logam kromium dan apakah dasar dari penggunaan tersebut?

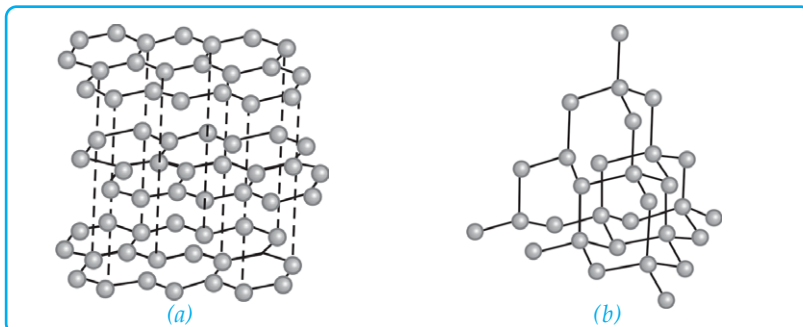
## 2. Unsur NonLogam

### a. Karbon

#### 1. Unsur Karbon

Tahukah anda bahwa grafit (arang) dan intan sama-sama tersusun dari atom-atom karbon? Dapatkan grafit diubah menjadi intan? Grafit dan intan tersusun dari unsur-unsur yang sama tetapi memiliki struktur (bentuk) yang berbeda. Peristiwa seperti ini disebut *alotrop*. Karbon di dalam kulit bumi terutama sebagai karbonat misalnya dalam  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CO}_2$ , dan berbagai senyawa organik.

Selain sebagai senyawa, karbon di alam juga terdapat sebagai unsur bebas yaitu dalam bentuk grafit arang dan intan. Pada grafit setiap atom C terikat oleh tiga atom C yang lain membentuk susunan heksagonal.



Gambar 3.6 (a) struktur grafit berbentuk lapisan (b) Struktur intan.

Ilustrasi : Haryana

Oleh karena elektron-elektron dalam atom karbon pada grafit terikat agak lemah oleh inti atom, maka elektron dapat mengalir dari satu atom ke atom lainnya sehingga grafit dapat menghantarkan listrik. Itulah sebabnya grafit banyak digunakan sebagai elektroda pada batu baterai dan sel elektrolisis. Selain dapat menghantarkan listrik, grafit juga bersifat licin, maka digunakan untuk bahan pelumas. Campuran grafit dan tanah digunakan untuk membuat pensil. Oleh karena ikatan antaratom karbon dalam grafit sangat kuat, maka grafit digunakan dalam pembuatan komposit yang ringan tetapi kuat untuk membuat raket.

Karbon yang terbentuk dari pembakaran kayu dan bahan organik lainnya disebut arang. Bila arang dipanaskan pada suhu  $800^{\circ}\text{C}$  menjadi arang aktif (karbon aktif) yang digunakan dalam pemutihan gula, penjernihan air dan obat sakit perut karena kemampuannya untuk menyerap (mengabsorpsi) berbagai zat. Sedangkan karbon yang dihasilkan dari pembakaran hidrokarbon disebut karbon black digunakan dalam vulkanisasi karet pada industri ban dan sebagai pigmen (zat warna) hitam dalam cat, tinta kertas, dan sebagainya.

Karbon yang sangat keras (lebih keras dari logam) dan berkilau adalah intan. Pada intan setiap atom C terikat oleh 4 atom C yang lain yang membentuk struktur tetrahedron. Struktur tetrahedron ini terus berlanjut hingga membentuk jaringan yang sangat kuat (keras). Karena intan alam berkilau maka digunakan untuk perhiasan. Dengan teknologi canggih grafit dapat diubah menjadi intan sintetik pada suhu dan tekanan yang sangat tinggi. Karena sifatnya yang keras maka intan sintetik digunakan untuk alat pemotong kaca dan mata bor.

## 2. Senyawa Karbon

Senyawa karbon yang penting dan banyak digunakan adalah gas CO dan  $\text{CO}_2$ . Pada pembakaran unsur atau senyawa karbon dengan oksigen terbatas maka pembakaran berlangsung tidak sempurna dan menghasilkan gas CO yang sangat beracun karena sangat mudah diikat oleh hemoglobin sehingga menyebabkan tubuh kekurangan oksigen.

Meskipun beracun gas CO juga mempunyai beberapa kegunaannya, antara lain:

- sebagai bahan baku untuk membuat metanol  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,
- sebagai reduktor pada pengolahan besi dari hasil bijihnya dan logam lainnya.

Pada pembakaran sempurna senyawa karbon dihasilkan gas  $\text{CO}_2$  yang banyak kegunaannya. Beberapa kegunaan gas  $\text{CO}_2$ , antara lain:

- sebagai pemadam kebakaran karena  $\text{CO}_2$  lebih berat dari udara sehingga dapat untuk mengusir udara agar api padam;
- $\text{CO}_2$  padat dikenal sebagai *dry ice* (es kering) yang digunakan sebagai pendingin;
- sebagai penyegar pada minuman ringan, misalnya limun dan air soda;
- sebagai bahan dasar pupuk urea.

## b. Nitrogen

### 1. Pembuatan Nitrogen

Nitrogen merupakan gas komponen terbesar penyusun udara yang meliputi  $\pm 78\%$  massa. Dalam bidang industri nitrogen diperoleh melalui destilasi bertingkat udara cair. Gas  $N_2$  memiliki titik didih yang lebih rendah dari  $O_2$  sehingga  $N_2$  mendidih lebih dahulu dan memisah dari campuran udara cair. Kemudian gas  $N_2$  dikompres dalam tangki khusus.

Dalam laboratorium gas nitrogen diperoleh dengan memanaskan larutan yang mengandung garam amonium (misalnya  $NH_4Cl$ ) dan garam nitrit (misalnya  $NaNO_2$ ).



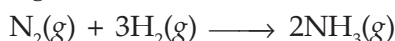
### 2. Penggunaan Gas Nitrogen

- Karena gas nitrogen tidak reaktif maka digunakan untuk menciptakan suasana inert pada suatu ruangan tempat penyimpanan zat yang mudah terbakar, kaleng makanan, termometer, dan bola lampu listrik.
- Sebagai bahan baku gas amonia  $NH_3$ .
- Nitrogen cair untuk pendingin.

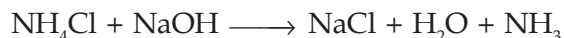
### 3. Pembuatan dan Penggunaan Senyawa Nitrogen

- Amonia ( $NH_3$ )

Amonia merupakan bahan kimia industri yang sangat penting. Amonia dibuat menurut proses Hober – Bosch dengan mereaksikan nitrogen dan hidrogen pada suhu  $400^\circ - 500^\circ C$  dan tekanan tinggi sekitar 300 atm dengan katalisator serbuk besi.



Di laboratorium amonia dibuat dengan mereaksikan garam amonium dengan basa kuat.



Berapa kegunaan amonia, antara lain:

- untuk membuat pupuk urea dan ZA;
- sebagai pendingin (refrigerant) pada pabrik es;
- untuk membuat hidrasin  $N_2H_4$  untuk bahan bakar roket;
- untuk membuat senyawa-senyawa amonium.

- Asam Nitrat

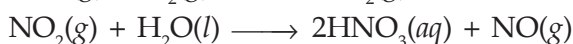
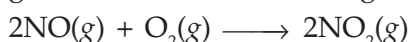
Asam nitrat merupakan asam kuat yang dapat melarutkan semua logam kecuali emas dan platina. Emas dapat larut dalam campuran  $HNO_3$  pekat dengan perbandingan volume 1 : 3.

### (1) Pembuatan Asam Nitrat

Dalam bidang industri, asam nitrat diperoleh dengan proses Ostwald yaitu dengan mengoksidasi amonia, kemudian melarutkan  $\text{NO}_2$  yang terjadi dalam air.



gas NO akan dioksidasi lagi menjadi  $\text{NO}_2$ .



Di laboratorium, asam nitrat diperoleh dengan cara memanaskan campuran  $\text{KNO}_3$  dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat.



### (2) Penggunaan Asam Nitrat

Asam nitrat banyak kegunaannya, antara lain:

- Untuk membuat bahan peledak TNT (trinitrotoluena);
- Untuk membuat pupuk  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ;
- Untuk membuat film selulosa nitrat;
- Untuk membuat garam-garam nitrat yang digunakan untuk pembuatan kembang api.

## c. Oksigen

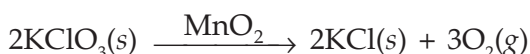
Oksigen terdapat dimana-mana, selain sebagai gas  $\text{O}_2$  yang meliputi  $\pm 20\%$  volume atmosfer juga terdapat sebagai senyawa. Oksigen merupakan unsur yang sangat penting, hampir semua proses dalam tubuh kita memerlukan oksigen.

### 1. Pembuatan Oksigen

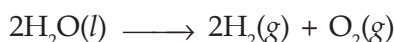
Dalam bidang industri, oksigen diperoleh dengan destilasi bertingkat udara cair karena titik didih oksigen lebih tinggi daripada titik didih nitrogen dengan perbedaan yang cukup besar sehingga dapat dipisahkan.

Di laboratorium, oksigen diperoleh dengan beberapa cara, antara lain:

- a) pemanasan kalium klorat ( $\text{KClO}_3$ )



- b) elektrolisis air



## 2. Penggunaan Oksigen

Beberapa kegunaan oksigen dalam kehidupan sehari-hari dan industri antara lain:

- Untuk pernapasan makhluk hidup, penderita paru-paru, penyelam, antariksaawan;
- Untuk pembakaran/oksidator;
- Campuran oksigen cair dan hidrogen cair digunakan untuk bahan bakar roket;
- Untuk bahan baku berbagai senyawa kimia.

### d. Silikon

Silikon terdapat dalam kerak bumi sebagai oksida  $\text{SiO}_2$ , sebagai kompleks silikat dengan oksida lain.

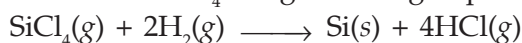
#### 1. Pembuatan Silikon

Silikon diperoleh dengan cara sebagai berikut.

- Mereduksi pasir/kwarsa  $\text{SiO}_2$  dengan karbon dalam tanur listrik.



- Mereduksi  $\text{SiCl}_4$  dengan hidrogen pada suhu tinggi



#### 2) Penggunaan Silikon dan Senyawa

- Silikon banyak digunakan terutama yang berhubungan dengan elektronika, misalnya mikrokomputer, kalkulator, dan sebagainya. Penggunaan ini berkaitan dengan sifat semikonduktor dari silikon.
- Kwarsa transparan digunakan untuk alat-alat optik misalnya lensa.
- Pasir/kwarsa digunakan untuk pembuatan gelas dan porselen.
- Natrium silikat/*water glass* digunakan dalam industri sabun sebagai pengisi.

### e. Fosfor

Fosfor di alam terdapat dalam bentuk fosfat, misalnya fosforit  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , kloropatit  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCl}_2$  dan fluopatit  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$ . Selain itu, fosfor juga terdapat pada tulang dan batuan fosfor.

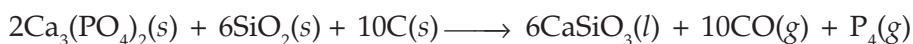
Fosfor memiliki dua alotropi yaitu fosfor putih dan fosfor merah. Fosfor putih terdiri dari molekul tetraatomik ( $\text{P}_4$ ). Sedangkan fosfor merah merupakan rangkaian dari molekul-molekul  $\text{P}_4$ .

Perbedaan fosfor putih dengan fosfor merah adalah sebagai berikut:

Fosfor Putih	Fosfor Merah
1) bersifat racun	1) tidak bersifat racun
2) mudah meleleh	2) sukar meleleh
3) larut dalam CS <sub>2</sub>	3) tidak larut dalam CS <sub>2</sub>
4) bersinar dalam gelap	4) tidak bersinar

## 1. Pembuatan Fosfor

Fosfor putih diperoleh dengan proses Wohler, yaitu dengan memanaskan campuran Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub> dan kokas pada suhu 1300°C dalam tanur listrik.

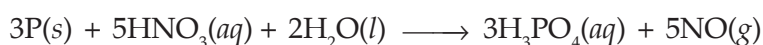


Uap fosfor didinginkan dalam alat pengembun yaitu dengan melewatkan uap P<sub>4</sub> melalui air.

Fosfor merah diperoleh melalui pemanasan fosfor putih.

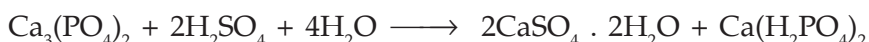
## 2. Penggunaan Fosfor

a) Fosfor putih digunakan sebagai bahan baku pembuatan asam fosfat.



b) Fosfor merah digunakan untuk membuat bidang gesek korek api yang dicampur dengan pasir halus dan Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>.

c) Fosfor sebagai batuan fosfat digunakan sebagai bahan baku pembuatan pupuk fosfat.

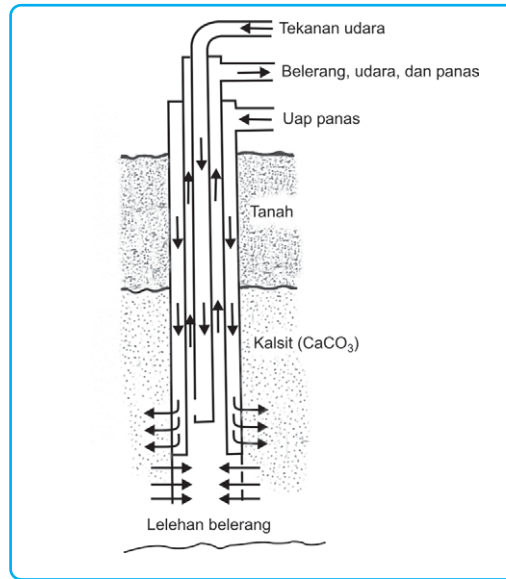


## f. Belerang

Belerang di alam terdapat sebagai senyawa dan unsur bebas. Belerang juga memiliki alotropi yaitu belerang romboid dan monoklin. Belerang romboid pada suhu kamar lebih stabil yaitu dalam bentuk molekul S<sub>8</sub>. Bila belerang romboid dipanaskan di atas 120°C kemudian didinginkan perlahan-lahan akan terbentuk kristal belerang monoklin.

### 1. Pembuatan Belerang

Belerang diperoleh dengan proses Frasch yaitu dengan memasukkan uap panas ke dalam tanah yang mengandung belerang melalui pipa agar mencair. Belerang yang telah mencair dipompa keluar dengan tekanan udara.



Ilustrasi : Haryana

**Gambar 3.7** Cara memperoleh belerang dengan proses frash.

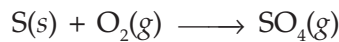
## 2. Penggunaan Belerang dan Senyawanya

Penggunaan belerang yang utama adalah untuk membuat asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Pembuatan asam sulfat dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

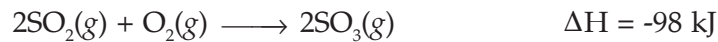
### a) Proses Kontak

Proses yang terjadi pada pembuatan asam sulfat dengan proses kontak adalah sebagai berikut.

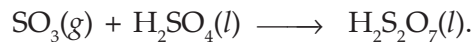
- (1) Belerang dibakar dengan oksigen menghasilkan gas  $\text{SO}_2$ .



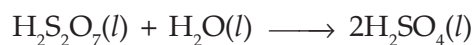
- (2) Gas  $\text{SO}_2$  yang terjadi dioksidasi untuk membentuk gas  $\text{SO}_3$  dengan katalisator  $\text{V}_2\text{O}_5$  pada suhu  $\pm 500^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm.

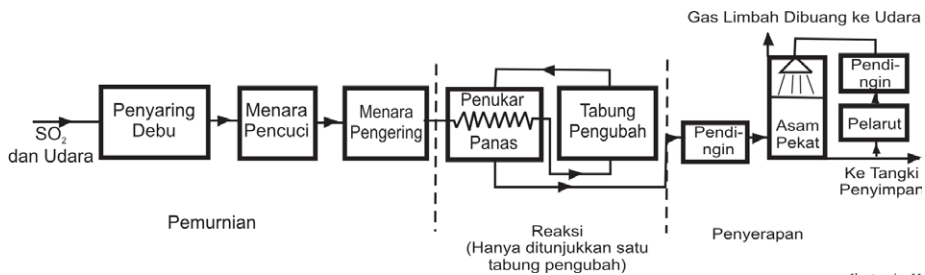


- (3) Gas  $\text{SO}_3$  yang terjadi diabsorbsikan pada  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat membentuk asam piro-sulfat  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ .



- (4)  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$  yang terjadi dilarutkan dalam air menjadi  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .





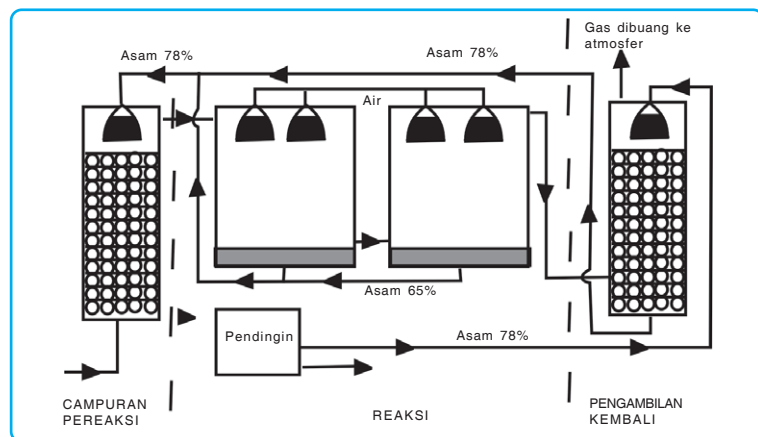
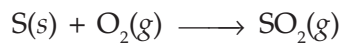
Ilustrasi : Haryana

Gambar 3.8 Diagram alir proses kontak

b) Proses Kamar Timbal

Pada proses ini digunakan katalis  $\text{NO}_2$  yang diperoleh dari oksidasi  $\text{NH}_3$ . Proses yang terjadi adalah sebagai berikut.

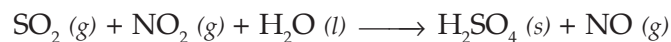
(1) Pembakaran belerang menjadi  $\text{SO}_2$



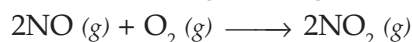
Ilustrasi : Haryana

Gambar 3.10 Diagram alir proses Kamar timbal

(2) Gas  $\text{SO}_2$  dioksidasi dengan katalis  $\text{NO}_2$  sebagai pembawa oksigen dalam air.



$\text{NO}$  yang terbentuk bereaksi dengan oksigen membentuk  $\text{NO}_2$  kembali



3. Kegunaan Asam Sulfat

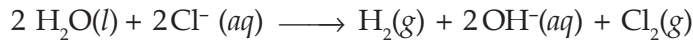
- Untuk membuat pupuk, misalnya ZA  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  dan detergen
- Untuk pemurnian minyak bumi.
- Untuk memperoleh asam-asam lain, misalnya  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , dan  $\text{HF}$ .
- Untuk elektrolit pada aki dan pembuatan bahan peledak dan polimer serat.

## g. Klor

Klor merupakan halogen yang paling banyak diproduksi dan dimanfaatkan di antara halogen lainnya.

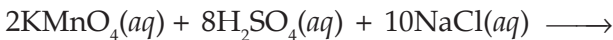
### 1. Pembuatan klor

Dalam bidang industri klor dibuat elektrolisis larutan NaCl.

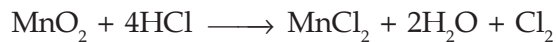


Di laboratorium klor dibuat dengan cara mengoksidasi ion  $\text{Cl}^-$  dari NaCl dengan oksidator, misalnya  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ .

Reaksi:



atau dengan mereaksikan  $\text{MnO}_2$  dengan HCl.

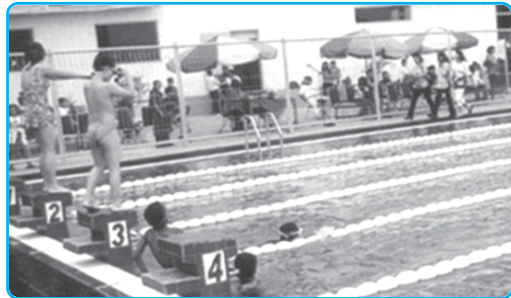


### 2. Penggunaan Klor dan Senyawanya

Klor digunakan untuk klorasi hidrokarbon untuk bahan baku plastik, dan untuk pembuatan senyawa-senyawa klor lainnya.

Beberapa senyawa klor yang penting antara lain:

- $\text{CCl}_4$  untuk pelarut,
- $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  (kaporit) untuk desinfektan,
- $\text{NaClO}$  untuk pemutih,
- $\text{NaCl}$  untuk bumbu masak dan bahan pembuatan berbagai senyawa,
- HCl untuk menetralkan sifat basa dan untuk membersihkan permukaan logam dari karat.



Sumber : Garuda, Januari 2006

Gambar 3.10 Klor digunakan sebagai desinfektan pada kolam renang.

### Penentuan Kadar $\text{NaClO}$ dalam Pemutih

Cairan pemutih di pasaran mengandung  $\text{NaClO}$  dengan kadar sekitar 5,25%. Untuk membuktikan kebenaran kadar yang tertulis dalam label dapat dilakukan dengan mereaksikan pemutih dengan larutan KI berlebih dalam suasana asam. Kemudian  $\text{I}_2$  yang terjadi dititrasi dengan larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  yang telah diketahui konsentrasinya. Dengan cara ini dan dengan hitungan kimia, maka kadar  $\text{NaClO}$  dalam pemutih dapat ditentukan.



## Kegiatan Ilmiah 3.7



### Menentukan Kadar NaClO dalam Pemutih

#### 1. Rancangan Percobaan

Untuk menentukan kebenaran kadar NaClO dalam pemutih, buatlah rancangan percobaan dari keterangan di atas yang meliputi

- Tujuan percobaan
- Alat dan bahan
- Langkah kerja
- Data pengamatan

#### 2. Percobaan

Lakukan percobaan dan buatlah laporan dengan melanjutkan rancangan percobaan dengan:

- analisa data
- kesimpulan

#### 3. Presentasi

Presentasikan hasil percobaan di depan kelas dan bukalah tanya jawab.



### Info Kimia

#### Keunggulan Kalsium Hipoklorit $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ sebagai Pemutih

Keunggulan  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  terutama ialah karena zat ini tidak terdekomposisi sebagaimana serbuk pemutih (*bleaching powder*) lain. Zat ini juga dua kali lebih kuat dari serbuk pemutih biasa.

#### h. Argon

Argon ditemukan oleh Ray Leigh dan Ramsay pada tahun 1894 setelah memisahkan oksigen dan nitrogen dari udara. Argon terdapat di udara sebagai gas monoatomik sebanyak 0,93% dari volume udara.

##### 1. Pembuatan Argon

Argon dan gas mulia yang lain diperoleh dengan destilasi bertingkat udara cair.

## 2. Penggunaan Argon

Dalam industri, Argon dapat digunakan sebagai pengganti helium dan dalam proses lainnya. Argon digunakan sebagai atmosfer inert (lamban) pada pengelasan titanium dan logam lain yang eksotik dalam konstruksi pesawat terbang dan roket. Argon juga digunakan untuk mengisi bola lampu pijar karena tidak bereaksi dengan kawat wolfram.

### Soal Kompetensi 3.11

- Buatlah tabel perbedaan grafit dan intan dari segi:
  - struktur
  - penampilan
  - kekerasan
  - kegunaan
  - daya hantar listrik
- Apakah yang Anda ketahui tentang gas karbon monoksida (CO) dalam hal:
  - sumber
  - sifat-sifat
  - bahaya
  - kegunaan
- Bagaimanakah sifat-sifat khas dari silikon dan apakah kegunaannya?
- Apakah yang Anda ketahui tentang zat berikut dari segi rumus kimia dan kegunaan?
  - dry ice*
  - water glass*
  - silika gel
- Bagaimanakah cara memperoleh gas nitrogen secara
  - komersial/industri,
  - di laboratorium?
- Bila udara mengandung 78% volume gas nitrogen. Berapa kg nitrogen yang dapat diperoleh dari  $2\text{m}^3$  pada suhu  $27^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm?
- Apakah perbedaan fosfor merah dengan fosfor putih?
- Pada pembuatan gas oksigen di laboratorium, dipanaskan 24,5 gram  $\text{KClO}_3$  dengan katalis  $\text{MnO}_2$ .
  - Tuliskan persamaan reaksinya!
  - Berapa liter gas oksigen yang dihasilkan bila diukur pada suhu  $27^\circ\text{C}$  dan tekanan 76 cmHg?
- Apakah kegunaan utama dari belerang?
- Apakah perbedaan pembuatan asam sulfat dengan proses kontak dan proses kamar timbal?
- Bila ke dalam larutan NaCl dialiri listrik 4 faraday, berapa liter gas klor yang dihasilkan pada keadaan standar?
- Sebutkan unsur halogen yang terkandung dalam:
  - teflon,
  - freon,
  - kaporit,
  - PVC,
  - garam dapur!

13. Bagaimanakah cara membuat zat berikut di laboratorium:
- klor,
  - brom,
  - yod?
14. Tuliskan persamaan reaksinya:
- $\text{CaOCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$ ,
  - $\text{NaBr} + \text{Cl}_2$ ,
  - $\text{KI} + \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$ !
15. Apakah kegunaan senyawa-senyawa berikut.
- HF,
  - $\text{CaOCl}_2$ ,
  - $\text{NaIO}_3$ ,
  - AgBr,
  - $\text{CaCl}_2$ ?

## Tokoh

### Sir Henry Bessemer (1813–1898)

Bessemer lahir di Chariton, Hertfordshire, Inggris pada tanggal 19 Januari 1813 dan meninggal di London pada tanggal 15 Maret 1898. Ia tidak pernah duduk di bangku sekolah, tetapi mempunyai bakat di bidang mekanika.

Pada saat pecah perang Krim (1853), Bessemer membuat peluru meriam yang dapat berputar, tetapi tidak dapat digunakan karena belum ada meriam yang cukup kuat. Hal ini karena belum ditemukan baja bermutu tinggi. Pada tahun 1856 Bessemer menemukan proses pembuatan baja yang kemudian terkenal dengan nama *Proses Bessemer*.



### Info Kimia

Logam aluminium adalah logam terbanyak di dunia. Logam ini pertama kali dibuat dalam bentuk murni oleh Oersted pada tahun 1825 dengan memanaskan amonium klorida dengan amalgam kalium–raksa.

Pada tahun 1854 Henry Sainte–Claire Deville membuat Al dari natrium–aluminium klorida dengan jalan memanaskannya dengan logam Na. Proses ini beroperasi selama 35 tahun dan logamnya dijual dengan harga \$220 per kilogram. Pada tahun 1886 hanya menjadi \$17 per kilogram. Pada tahun 1886 Charles Hall mulai memproduksi Al dengan proses skala besar seperti sekarang, yaitu melalui elektrolisis alumina dalam kriolit cair. Dengan proses ini harga Al bisa turun menjadi \$4,40 per kilogram.



## Rangkuman

1. Unsur-unsur di alam pada umumnya terdapat sebagai senyawa yang terkandung dalam mineral.
2. Mineral yang digunakan sebagai sumber untuk diolah disebut bijih.
3. Unsur-unsur gas mulia di alam terdapat sebagai unsur bebas dalam bentuk monoatomik.
4. Kereaktifan gas mulia dari He sampai Rn semakin bertambah.
5. Senyawa gas mulia yang pertama disintesis adalah  $\text{XePtF}_6$ .
6. Gas mulia dapat diperoleh dengan destilasi udara cair.
7. Unsur halogen (unsur golongan VIIA) di alam terdapat sebagai senyawa.
8. Dalam bentuk unsur, halogen terdapat sebagai molekul diatomik ( $\text{X}_2$ ).
9. Pada suhu kamar,  $\text{F}_2$  dan  $\text{Cl}_2$  berwujud padat,  $\text{Br}_2$  cair dan  $\text{I}_2$  padat.
10. Halogen memiliki warna tertentu, Fluor kuning muda, klor hijau muda, brom merah tua (cokelat), yod hitam (ungu).
11. Kereaktifan halogen dari atas ke bawah makin berkurang.
12. Daya oksidasi halogen dari atas ke bawah semakin lemah.
13. Logam-logam alkali merupakan logam yang lunak dan sangat reaktif, sehingga di alam terdapat sebagai senyawa.
14. Pembakaran garam-garam alkali memberikan warna yang khas, litium merah tua, natrium kuning, kalium ungu, rubidium merah biru, sesium biru.
15. Logam-logam alkali dibuat dengan cara elektrolisis lelehan garam kloridanya.
16. Logam-logam alkali tanah merupakan logam yang reaktif meskipun tidak sereaktif alkali.
17. Pembakaran garam kalsium memberikan warna jingga merah, stronsium merah, dan barium hijau.
18. Sifat basa hidoksida alkali dan alkali tanah dari atas ke bawah semakin kuat.
19. Unsur-unsur periode ketiga dari kiri ke kanan berubah dari logam – metaloid – nonlogam dan gas mulia.
20. Titik leleh silikon paling tinggi di antara unsur periode ketiga yang lain.
21. Energi ionisasi unsur periode dari kiri ke kanan semakin besar, tetapi terjadi penurunan pada Al dan S.
22. Hidoksida unsur periode ketiga berubah dari basa kuat, amfoter, dan asam.
23. Sifat reduktor unsur periode ketiga dari kiri ke kanan makin lemah sedang sifat oksidatornya makin kuat.

24. Air sadah adalah air yang mengandung ion-ion  $Mg^{2+}$  atau  $Ca^{2+}$ .
25. Kesadahan air yang hilang dengan mendidihkan disebut kesadahan sementara, sedangkan yang tidak hilang dengan mendidihkan disebut kesadahan tetap.
26. Kesadahan air dapat dihilangkan dengan cara menambahkan  $Na_2CO_3$  dan menggunakan resin penukar ion.
27. Proses solvay adalah proses pembuatan soda kue  $NaHCO_3$ .
28. Proses Hall adalah proses pembuatan aluminium dengan elektrolit bauksit dalam kriolit.
29. Proses tanur sembur adalah proses pembuatan besi dari bijihnya dengan reduktor kokas.
30. Pembuatan tembaga dari bijih kalkopirit melalui tahap pengapungan – pemanggangan – reduksi – elektrolisis.
31. Timah digunakan untuk melapisi kaleng makanan dan untuk membuat perunggu (Cu + Sn).
32. Krom merupakan logam yang sangat mengkilap, keras, dan tahan karat digunakan untuk melapisi logam dan aliase.
33. Emas merupakan logam mulia yang terdapat di alam sebagai unsur bebas.
34. Karbon memiliki alotropi, yaitu unsur yang sama tetapi bentuk/struktur berbeda. Alotropi karbon sebagai grafit dan intan.
35. Grafit dapat menghantarkan arus listrik sehingga digunakan sebagai elektroda.
36. Silikon bersifat semikonduktor sehingga digunakan untuk transistor dan sel surya.
37. Nitrogen terdapat di udara dengan jumlah terbesar sebagai molekul  $N_2$ .
38. Nitrogen diperoleh dari udara dengan cara destilasi bertingkat udara cair.
39. Senyawa nitrogen yang penting adalah amonia ( $NH_3$ ) yang dibuat dengan proses Haber Bosch.
40. Fosfor memiliki alotropi yaitu fosfor merah dan fosfor putih.
41. Kegunaan fosfor yang utama adalah untuk membuat asam fosfat.
42. Oksigen terdapat di udara sebagai molekul  $O_2$  dengan jumlah terbesar setelah nitrogen.
43. Oksigen terdapat diperoleh dengan destilasi bertingkat udara cair.
44. Belerang di alam sebagai senyawa dan unsur bebas.
45. Kegunaan belerang yang utama adalah untuk membuat asam sulfat.
46. Kadar  $NaClO$  dalam pemutih dapat ditentukan dengan mereaksikan larutan  $NaClO$  dengan  $KI$  berlebih. Kemudian  $I_2$  yang terbentuk dititrasi dengan larutan  $Na_2S_2O_3$  yang sudah diketahui konsentrasinya.

## Pelatihan

A. Berilah tanda silang (x) huruf a, b, c, d atau e pada jawaban yang paling benar. Kerjakan di buku tugas Anda!

- Besi di alam terdapat sebagai mineral baik sebagai oksida, sulfida maupun karbonat. Mineral berikut ini mengandung besi, *kecuali* ....
  - siderit
  - pirit
  - hematit
  - kriolit
  - magnetik
- Unsur-unsur nonlogam berikut yang terdapat dalam keadaan bebas di alam adalah ....
  - oksigen, nitrogen, argon, dan klor
  - nitrogen, argon, brom, dan belerang
  - nitrogen, argon, belerang, dan oksigen
  - fluor, klor, brom, dan yod
  - argon, klor, nitrogen, yod
- Pasangan mineral yang mengandung aluminium adalah ....
  - bauksit dan hematit
  - bauksit dan siderit
  - kalkopirit dan kriolit
  - kasiderit dan kalkopirit
  - kriolit dan bauksit
- Unsur-unsur gas mulia memiliki sifat-sifat berikut, *kecuali* ....
  - memiliki 8 elektron di kulit terluarnya
  - terdapat sebagai unsur bebas monoatomik
  - memiliki energi ionisasi yang relatif tinggi
  - sukar bereaksi dengan unsur lain
  - dapat dipisahkan dari udara dengan destilasi bertingkat
- Tabel titik didih dan titik leleh unsur-unsur halogen sebagai berikut:

Unsur Halogen	A	B	C	D	E
Titik didih (°C)	184	59	-35	-188	-185,7
Titik leleh (°C)	144	-7	-101	-220	-189,1

Unsur halogen berwujud cair pada suhu kamar adalah ....

- E
  - D
  - C
  - B
  - A
- Unsur halogen tidak terdapat dalam keadaan bebas di alam karena ....
    - halogen sangat stabil
    - halogen sangat reaktif
    - senyawa halogen tidak stabil
    - senyawa halogen sukar terurai
    - halogen terdapat sebagai molekul diatomik

7. Sifat-sifat unsur golongan alkali berubah sesuai perubahan nomor atom dari Li sampai Cs sebagai berikut, *kecuali* ....
- jari-jari atom makin besar
  - energi ionisasi makin kecil
  - massa atom makin besar
  - densitas makin besar
  - titik leleh makin tinggi
8. Asam halida yang digunakan untuk mengetsa (mengukir) kaca adalah ....
- HF
  - HCl
  - HBr
  - HI
  - HClO
9. Logam kalium lebih reaktif daripada logam natrium, faktor yang menyebabkan hal tersebut adalah ....
- logam kalium lebih lunak dari natrium
  - sifat basa kalium lebih kuat dari natrium
  - jari-jari atom kalium lebih panjang dari natrium
  - energi ionisasi kalium lebih rendah dari natrium
  - afinitas elektron kalium lebih besar dari natrium
10. Senyawa berikut yang sering digunakan untuk membuat kue agar dapat berkembang adalah ....
- NaOH
  - NaHCO<sub>3</sub>
  - NaCl
  - KCl
  - Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
11. Untuk menentukan kadar NaClO dalam klorox, maka 1 gram klorox padagangan dilarutkan dalam air sampai volume 20 ml. Kemudian ke dalam larutan tersebut ditambahkan larutan KI berlebih, I<sub>2</sub> yang dihasilkan tepat dititrasi dengan 40 ml larutan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,5 M. Kadar NaClO dalam klorox adalah ....
- 3,725%
  - 7,45%
  - 37,25%
  - 74,5%
  - 85,5%
12. Diketahui tabel Ksp hidroksida dan garam sulfat dari alkali tanah sebagai berikut:

	Mg	Ca	Sr	Ba
Ksp L(OH) <sub>2</sub>	1 × 10 <sup>-11</sup>	3,7 × 10 <sup>-6</sup>	1,2 × 10 <sup>-4</sup>	5 × 10 <sup>-2</sup>
Ksp LSO <sub>4</sub>	10 <sup>-2</sup>	1,2 × 10 <sup>-6</sup>	3,2 × 10 <sup>-7</sup>	1,5 × 10 <sup>-9</sup>

Dari tabel di atas, kelompok senyawa yang sukar larut dalam air apda kelompoknya adalah ....

- Mg(OH)<sub>2</sub> dan BaSO<sub>4</sub>
- Ba(OH)<sub>2</sub> dan MgSO<sub>4</sub>
- Ca(OH)<sub>2</sub> dan SrSO<sub>4</sub>
- Sr(OH)<sub>2</sub> dan BaSO<sub>4</sub>
- Ba(OH)<sub>2</sub> dan CaSO<sub>4</sub>

13. Sebanyak 32,5 gram logam transisi yang bervalensi dua direaksikan dengan larutan HCl menghasilkan 11,2 liter gas hidrogen yang diukur pada keadaan standar. Bila inti atom logam tersebut mengandung 35 neutron, maka logam tersebut dalam SPU menempati ....
- A. periode 4 golongan II A                      D. periode 5 golongan V B  
 B. periode 4 golongan II B                      E. periode 4 golongan II B  
 C. periode 4 golongan IV B
14. Sebanyak 500 kg bijih besi yang mengandung 80% besi(III) oksida direduksi dalam tanur sembur (Ar Fe = 56, O,16). Besi murni yang dapat dihasilkan dari proses tersebut sebanyak ....
- A. 28 kg    D. 300 kg  
 B. 56 kg    E. 400 kg  
 C. 280 kg
15. Pada pembuatan asam sulfat dengan proses kontak terjadi reaksi kesetimbangan:  $2 \text{SO}_2 (g) + \text{O}_2 (g) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3 (g)$ . Untuk mempercepat tercapainya kesetimbangan tersebut digunakan katalis ....
- A. NO    D.  $\text{N}_2\text{O}_3$   
 B.  $\text{NO}_2$     E.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$   
 C.  $\text{V}_2\text{O}_5$

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini di buku kerja Anda dengan benar!**

- Tuliskan nama dan rumus kimia mineral yang mengandung logam berikut:
  - besi
  - aluminium
  - tembaga
  - krom
  - perak
- Mengapa titik leleh dan titik didih logam transisi periode keempat lebih tinggi daripada alkali dan alkali tanah?
- Sebutkan contoh unsur atau senyawa logam transisi yang digunakan sebagai katalis dalam industri?
- Untuk mendapatkan 280 kg besi murni dan bijih besi yang mengandung 80% besi (III) oksida, beberapa kg mineral bijih besi yang diperlukan? (Ar Fe = 56, O = 16).
- Berapa kg logam aluminium yang dapat diperoleh dari elektrolisis 17,25 bauksit yang mengandung 95%  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (Mr = 138)?