

Reduksi dan Oksidasi, Contoh Soal, Aplikasi, Bilangan Oksidasi, Kimia - Selain reaksi penggabungan, reaksi penguraian, dan reaksi metatesis, masih terdapat satu jenis reaksi yang penting, yaitu reaksi reduksi-oksidasi (redoks). Reaksi ini memiliki aplikasi yang sangat penting sebab merupakan reaksi kimia yang menghasilkan energi listrik siap pakai, seperti pada baterai dan aki (accumulator). Selain itu, pada proses pembakaran, fotosintesis, dan metabolisme makanan dalam sistem sel makhluk hidup juga terjadi reaksi redoks. Bagaimanakah perkembangan dari konsep reaksi redoks? Bagaimanakah hubungan reaksi redoks dengan tata nama senyawanya? Anda dapat menjawab pertanyaan tersebut jika Anda pelajari bab ini dengan baik.

## A. Pengertian reaksi oksidasi

Pada bab sebelumnya, Anda sudah mengenal beberapa macam reaksi. Sebutkan kembali reaksi apa saja yang Anda ketahui. Sekarang, Anda akan dikenalkan dengan salah satu macam reaksi yang melibatkan transfer elektron dari satu spesi kimia ke spesi kimia lain, dapat berupa senyawa, molekul, atau ion. Reaksi ini terjadi pada reaksi metabolisme zat makanan dalam tubuh, proses pemurnian logam-logam dari bijihnya, baterai, dan accumulator.

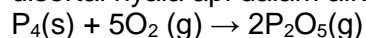
Makna reduksi oksidasi (redoks) mengalami perkembangan dari masa ke masa sejalan dengan perkembangan ilmu Kimia sendiri. Sebelum dikenal elektron, konsep redoks dihubungkan dengan reaksi kimia yang melibatkan oksigen dan hidrogen.

### 1. Pengikatan Oksigen

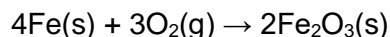
Sejak dulu, para pakar kimia sudah mengetahui bahwa oksigen dapat bereaksi dengan banyak unsur. Senyawa yang terbentuk dari hasil reaksi dengan oksigen dinamakan oksida sehingga reaksi antara oksigen dan suatu unsur dinamakan reaksi oksidasi seperti contoh pada Gambar 1.



Gambar 1. Fosfor putih dalam air diaerasi dengan udara sehingga terjadi reaksi oksidasi disertai nyala api dalam air.

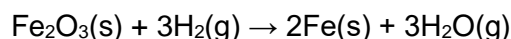


Karat besi adalah senyawa yang terbentuk dari hasil reaksi antara besi dan oksigen (besi oksida). Perkaratan besi merupakan salah satu contoh dari reaksi oksidasi. Persamaan reaksi pembentukan oksida besi dapat ditulis sebagai berikut :

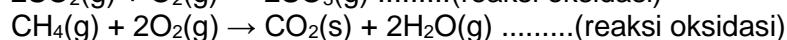
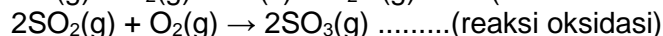
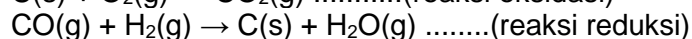
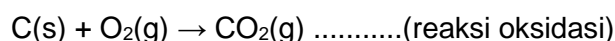


Pada reaksi tersebut, besi mengalami oksidasi dengan cara mengikat oksigen menjadi besi oksida.

Kebalikan dari reaksi oksidasi dinamakan reaksi reduksi. Pada reaksi reduksi terjadi pelepasan oksigen. Besi oksida dapat direduksi dengan cara direaksikan dengan gas hidrogen, persamaan reaksinya:

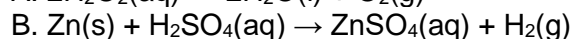
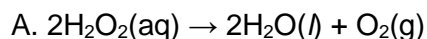


Contoh:



Contoh Soal Konsep Redoks Melibatkan Oksigen (1) :

Manakah di antara reaksi berikut yang tergolong reaksi reduksi-oksidasi menurut konsep pelepasan dan pengikatan oksigen?



Jawaban :

Reaksi (a) terjadi pelepasan oksigen maka reaksinya tergolong reaksi reduksi.

Reaksi (b) terjadi pelepasan oksigen, tergolong reaksi reduksi.

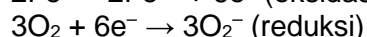
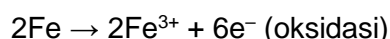
## 2. Pelepasan dan Penerimaan Elektron

Konsep redoks yang melibatkan transfer elektron berkembang setelah diketahui adanya elektron dalam atom dan reaksi pembentukan senyawa ion (lihat kembali topik ikatan ion).

Tuliskan pembentukan senyawa NaCl dari unsur-unsurnya. Spesi manakah yang melepaskan elektron dan yang menerima elektron?

Dalam konsep redoks, peristiwa pelepasan elektron dinamakan oksidasi, sedangkan peristiwa penerimaan elektron dinamakan reduksi. Pada pembentukan senyawa NaCl dari unsur-unsurnya, atom natrium mengalami oksidasi, sedangkan atom klorin mengalami reduksi. Penggabungan kedua proses itu dinamakan reaksi redoks.

*Reaksi redoks* pada peristiwa perkaratan besi dapat dijelaskan dengan reaksi berikut :

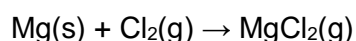


Pada reaksi tersebut, enam elektron dilepaskan oleh dua atom besi dan diterima oleh tiga atom oksigen membentuk senyawa  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Oleh karena itu, peristiwa oksidasi selalu disertai peristiwa reduksi. Pada setiap persamaan reaksi, massa dan muatan harus setara antara ruas kanan dan ruas kiri (ingat kembali penulisan persamaan reaksi).

Persamaan reaksi redoks tersebut memiliki muatan dan jumlah atom yang sama antara ruas sebelah kiri dan sebelah kanan persamaan reaksi. Oksidasi besi netral melepaskan elektron yang membuatnya kehilangan muatan. Dengan menyamakan koefisiennya maka muatan pada kedua ruas persamaan reaksi menjadi sama. Penyetaraan pada reaksi reduksi oksigen juga menggunakan cara yang sama.

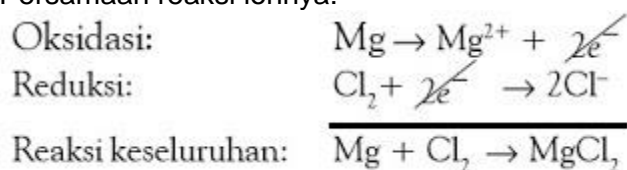
Contoh Soal Reduksi Oksidasi Berdasarkan Transfer Elektron (2) :

Manakah dari reaksi berikut yang mengalami oksidasi dan reduksi berdasarkan konsep transfer elektron?



Pembahasan :

Persamaan reaksi ionnya:



Dari persamaan tersebut, dapat diketahui bahwa Mg melepaskan elektron dan Cl menerima elektron. Dengan demikian, Mg mengalami oksidasi dan Cl mengalami reduksi.

### 3. Reduktor dan Oksidator

Berdasarkan uraian sebelumnya, apa yang dapat Anda simpulkan mengenai zat-zat kimia dihubungkan dengan konsep redoks? Semua zat kimia dapat dikelompokkan ke dalam dua kelompok, yakni zat-zat yang mengalami oksidasi dan zat-zat yang mengalami reduksi.

Dalam reaksi redoks, pereaksi yang dapat mengoksidasi pereaksi lain dinamakan zat pengoksidasi atau oksidator. Sebaliknya, zat yang dapat mereduksi zat lain dinamakan zat pereduksi atau reduktor.

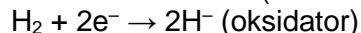
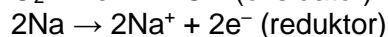
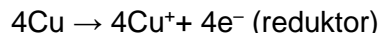
Pada Contoh 2, magnesium melepaskan elektron yang menyebabkan klorin mengalami reduksi. Dalam hal ini, magnesium disebut zat pereduksi atau reduktor. Sebaliknya, atom klorin berperan dalam mengoksidasi magnesium sehingga klorin disebut oksidator.

Contoh Soal Reduktor dan Oksidator (3) :

Kelompokkan pereaksi-pereaksi berikut ke dalam oksidator dan reduktor.

- a.  $4\text{Cu(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Cu}_2\text{O(s)}$
- b.  $2\text{Na(s)} + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NaH(s)}$

Jawaban :



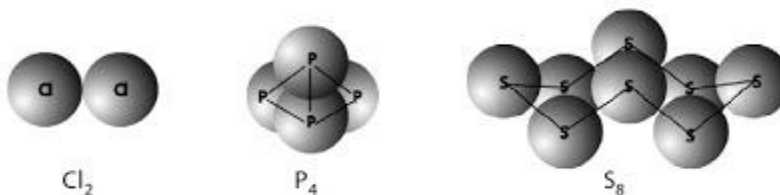
## B. Reaksi Reduksi Oksidasi

Perkembangan konsep redoks tidak berhenti sampai transfer elektron. Konsep tersebut berkembang terus sejalan dengan munculnya masalah dalam reaksi-reaksi redoks yang tidak dapat dijelaskan dengan konsep transfer elektron maupun dengan konsep pengikatan oksigen. Akan tetapi, hanya dapat dijelaskan dengan konsep bilangan oksidasi.

### 1. Bilangan Oksidasi dan Penentuan Bilangan Oksidasi

Apa yang dimaksud dengan bilangan oksidasi? Bilangan oksidasi adalah suatu bilangan yang menyatakan valensi atom dalam suatu senyawa yang dapat memiliki harga positif maupun negatif. Bagaimana menentukan bilangan oksidasi (biloks) atom suatu unsur? Dalam hal ini, para pakar kimia bersepakat mengembangkan aturan yang berkaitan dengan biloks unsur, yaitu sebagai berikut.

a. Dalam bentuk unsur atau molekul unsur (Gambar 2), bilangan oksidasi atom-atomnya sama dengan nol.



Gambar 2. Contoh molekul unsur:  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{P}_4$ ,  $\text{S}_8$ .

Contoh:

Biloks Na dalam unsur Na = 0; biloks O dalam molekul  $\text{O}_2$  = 0;  
biloks Cl dalam molekul  $\text{Cl}_2$  = 0; biloks P dalam molekul  $\text{P}_4$  = 0.

b. Dalam senyawa ion, bilangan oksidasi atom-atom sama dengan muatan kation dan anionnya.

Contoh:

Dalam senyawa NaCl, atom Na bermuatan +1 dan atom Cl bermuatan -1 sehingga bilangan oksidasi Na = +1 dan Cl = -1.

c. Bilangan oksidasi atom-atom yang lain ditentukan menurut aturan berikut.

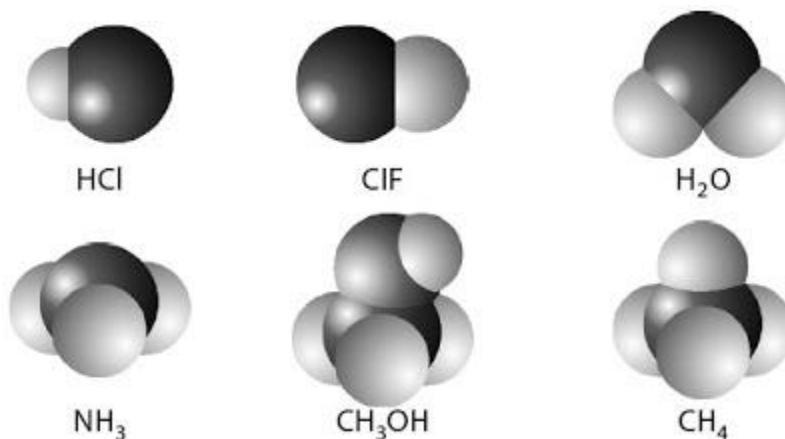
1) Biloks atom golongan IA dalam semua senyawa adalah +1. Biloks atom golongan IIA dalam semua senyawa adalah +2.

2) Biloks atom-atom unsur halogen dalam senyawa biner adalah -1, sedangkan dalam senyawa poliatom bergantung pada senyawanya.

3) Biloks atom oksigen dalam senyawa adalah  $-2$ , kecuali dalam peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ) sama dengan  $-1$  dan dalam superoksida sama dengan  $-\frac{1}{2}$ .

4) Biloks atom hidrogen dalam senyawa adalah  $+1$ , kecuali dalam senyawa hidrida sama dengan  $-1$ .

d. Jumlah total bilangan oksidasi dalam senyawa netral sama dengan nol (Gambar 3). Jumlah total bilangan oksidasi untuk ion sama dengan muatan ionnya.



Gambar 3. Biloks total molekul-molekul sama dengan nol.

Contoh :

Biloks total dalam molekul  $\text{H}_2\text{O} = 0$ ; biloks total dalam ion  $\text{CO}_3^{2-} = -2$ ; biloks total dalam ion  $\text{NH}_4^+ = +1$ .

Contoh Soal Menentukan Bilangan Oksidasi Atom dalam Senyawa Ion (3) :

Tentukan biloks setiap atom dalam senyawa dan ion berikut:  $\text{NO}_2$ ,  $\text{ClO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ .

Penyelesaian :

Dalam  $\text{NO}_2$  :

- Biloks total molekul  $\text{NO}_2 = 0$  (aturan d)
- Biloks O dalam  $\text{NO}_2 = -2$  (aturan c.3)
- Biloks N dalam  $\text{NO}_2 = \{\text{biloks N} + 2(\text{biloks O}) = 0\}$

Jadi, biloks N dalam  $\text{NO}_2 = +4$ .

Dalam ion  $\text{ClO}_3^-$  :

- Biloks total ion  $\text{ClO}_3^- = -1$  (aturan d)
- Biloks O dalam  $\text{ClO}_3^- = -2$  (aturan c.3)
- Biloks Cl dalam  $\text{ClO}_3^- = \{\text{biloks Cl} + 3(\text{biloks O}) = -1\}$

Jadi, biloks Cl dalam  $\text{ClO}_3^- = +5$ .

Dalam ion  $\text{NH}_4^+$  :

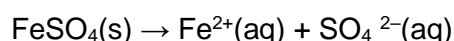
- Biloks ion  $\text{NH}_4^+ = +1$  (aturan d)
- Biloks H dalam  $\text{NH}_4^+ = +1$  (aturan c.4)
- Biloks N dalam  $\text{NH}_4^+ = \{\text{biloks N} + 4(\text{biloks H}) = +1\}$

Jadi, biloks N dalam  $\text{NH}_4^+ = -3$ .

Pada contoh soal tersebut, atom N dapat memiliki biloks lebih dari satu, yakni  $-3$  dan  $+4$ . Kenyataannya bukan hanya atom N, melainkan banyak atom-atom yang memiliki biloks lebih dari satu, terutama atom-atom unsur transisi dan beberapa atom nonlogam.

Bagaimana menentukan biloks atom yang memiliki lebih dari satu bilangan oksidasi, seperti yang terdapat dalam senyawa poliatom, misalnya  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_3)_3$ ,  $\text{KCrO}_3$ , dan  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ? Biloks atom dalam senyawa ion poliatom dapat ditentukan dengan mudah jika Anda mengetahui muatan setiap ion.

Dalam senyawa  $\text{FeSO}_4$ , atom Fe dan S memiliki biloks lebih dari satu sehingga sukar menentukan biloksnnya secara langsung. Akan tetapi, jika Anda mengetahui muatan setiap ion, misalnya ion  $\text{Fe} = 2+$  dan ion  $\text{SO}_4 = 2-$  (aturan d) maka biloks Fe dan S dapat ditentukan. Agar lebih mudah, perhatikan reaksi penguraian  $\text{FeSO}_4$  berikut.



Menurut aturan b, biloks ion sama dengan muatannya maka biloks  $\text{Fe} = +2$ . Biloks S ditentukan dengan cara yang sama seperti pada contoh soal sebelumnya, hasilnya biloks  $\text{S} = +6$ . Jadi, biloks atom-atom dalam  $\text{FeSO}_4$  adalah  $\text{Fe} = +2$ ,  $\text{S} = +6$ , dan  $\text{O} = -2$ .

Contoh Soal Menentukan Bilangan Oksidasi Atom dalam Senyawa Poliatom (5) :

Tentukan biloks atom-atom dalam  $\text{Fe}_2(\text{SO}_3)_3$ .

Pembahasan :

Muatan ion dalam  $\text{Fe}_2(\text{SO}_3)_3$  adalah

$\text{Fe}^{3+} = 3+$  dan  $\text{SO}_3^{2-} = 2-$

Biloks  $\text{Fe} = +3$  (aturan 4)

Biloks total ion  $\text{SO}_3^{2-} = -2$  (aturan 4)

Biloks O dalam  $\text{SO}_3^{2-} = -2$  (aturan 3.c)

Biloks S dalam  $\text{SO}_3^{2-} = \{\text{biloks S} + 3(\text{biloks O}) = -2\}$ .

Jadi, biloks S dalam  $\text{SO}_3^{2-} = +4$ .

Contoh Soal Ebtanas 1999–2000 :

Bilangan oksidasi atom Mn tertinggi di antara senyawa berikut adalah ....

- $\text{MnO}_2$
- $\text{Mn}_2\text{O}_3$
- $\text{Mn}_3\text{O}_4$
- $\text{KMnO}_4$

E.  $K_2MnO_4$

Jawaban :

A. biloks O = -2,  $MnO_2 = 0$   
biloks  $MnO_2 = \{\text{biloks Mn} + 2 (\text{biloks O})\}$   
biloks Mn = +4

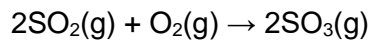
Dengan cara yang sama:

B. biloks Mn = -3  
C. biloks Mn = +2  
D. biloks Mn = +7  
E. biloks Mn = +6

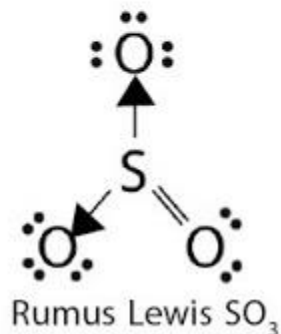
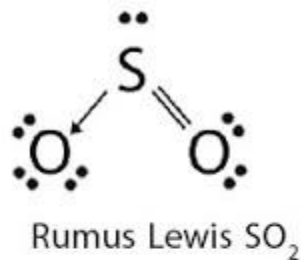
Jadi, biloks Mn tertinggi sama dengan +7 (D).

## 2. Reaksi Reduksi Oksidasi dan Bilangan Oksidasi

Bagaimana bilangan oksidasi dapat menjelaskan reaksi redoks? Apa Anda cukup puas dengan konsep transfer elektron? Tinjau reaksi antara  $SO_2$  dan  $O_2$  membentuk  $SO_3$ . Reaksinya dapat ditulis sebagai berikut.



Jika dikaji berdasarkan konsep pengikatan oksigen maka reaksi tersebut adalah reaksi oksidasi. Jika dikaji berdasarkan transfer elektron maka Anda mungkin akan bingung, mengapa? Pada reaksi tersebut tidak terjadi transfer elektron, tetapi melalui penggunaan bersama pasangan elektron membentuk ikatan kovalen. Oleh karena senyawa  $SO_3$  merupakan senyawa kovalen (perhatikan Gambar 4) maka reaksi tersebut tidak dapat dijelaskan dengan konsep transfer elektron.



Gambar 4. Rumus struktur lewis  $SO_2$  dan  $SO_3$ .

Sesungguhnya, banyak reaksi redoks yang tidak dapat dijelaskan dengan transfer elektron maupun dengan pengikatan oksigen, di antaranya:

- a)  $\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- b)  $\text{I}_2(\text{g}) + 3\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{ICl}_3(\text{g})$
- c)  $\text{Cu}(\text{s}) + \text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- d)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{SO}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{s})$

Oleh karena banyak reaksi redoks yang tidak dapat dijelaskan dengan konsep pengikatan oksigen maupun transfer elektron maka para pakar kimia mengembangkan konsep alternatif, yaitu perubahan bilangan oksidasi. Menurut konsep ini, jika dalam reaksi bilangan oksidasi atom meningkat maka atom tersebut mengalami oksidasi. Sebaliknya, jika bilangan oksidasinya turun maka atom tersebut mengalami reduksi.

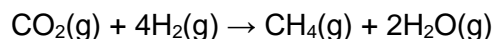
Berdasarkan konsep bilangan oksidasi, apakah reaksi  $\text{SO}_2$  dan  $\text{O}_2$  tersebut merupakan reaksi redoks? Untuk mengetahui suatu reaksi tergolong reaksi redoks atau bukan menurut konsep perubahan bilangan oksidasi maka perlu diketahui biloks dari setiap atom, baik dalam pereaksi maupun hasil reaksi. Biloks dari  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_2$ , dan  $\text{SO}_3$  adalah 0 (aturan d). Biloks O dalam  $\text{SO}_2$  dan  $\text{SO}_3 = -2$  (aturan c.3) maka biloks S dalam  $\text{SO}_2 = +4$  dan biloks S dalam  $\text{SO}_3 = +6$ . Secara diagram dapat dinyatakan sebagai berikut.

Berdasarkan diagram tersebut dapat disimpulkan bahwa:

- a) atom S mengalami kenaikan biloks dari +4 menjadi +6, peristiwa ini disebut oksidasi;
  - b) atom O mengalami penurunan biloks dari 0 menjadi -2, peristiwa ini disebut reduksi.
- Dengan demikian, reaksi tersebut adalah reaksi redoks. Manakah reduktor dan oksidator pada reaksi di atas? Oleh karena molekul  $\text{O}_2$  menyebabkan molekul  $\text{SO}_2$  teroksidasi maka molekul  $\text{O}_2$  adalah oksidator. Molekul  $\text{O}_2$  sendiri mengalami reduksi akibat molekul  $\text{SO}_2$  sehingga  $\text{SO}_2$  disebut reduktor.

Contoh Soal Reaksi Redoks Menurut Perubahan Bilangan Oksidasi (7) :

Tentukan manakah oksidasi dan reduksi serta reduktor dan oksidator pada reaksi berikut:



Jawaban :

Tentukan biloks setiap atom.

Dalam  $\text{CO}_2$ , biloks O = -2 dan C = +4.

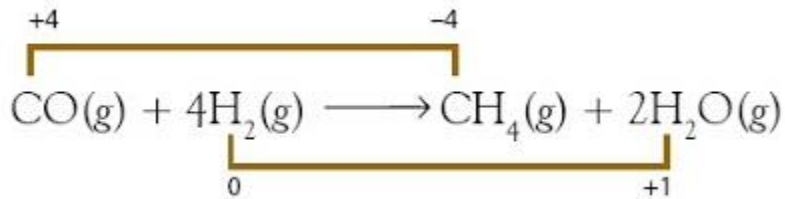
Dalam  $\text{H}_2$ , biloks H = 0

Dalam  $\text{CH}_4$ , biloks H = +1, dan C = -4

Dalam  $\text{H}_2\text{O}$ , biloks H = +1 dan O = -2

Atom C mengalami penurunan biloks dari +4 menjadi -4 (reduksi) dan atom H mengalami kenaikan biloks dari 0 menjadi +1 (oksidasi). Dalam bentuk diagram dapat dinyatakan sebagai berikut:





Sebagai reduktor adalah molekul  $\text{H}_2$  dan sebagai oksidator adalah molekul  $\text{CO}_2$ .

Contoh Soal UMPTN 1999/B :

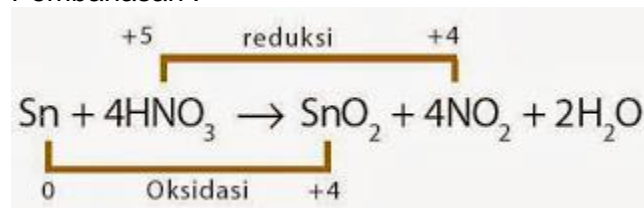
Perhatikan reaksi redoks berikut:



Senyawa yang berperan sebagai reduktor adalah ....

- A. Sn
- B.  $\text{HNO}_3$
- C.  $\text{SnO}_2$
- D.  $\text{NO}_2$
- E.  $\text{H}_2\text{O}$

Pembahasan :



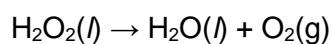
Oksidator adalah N Reduktor adalah Sn Jadi, karena Sn menjadikan N mengalami reduksi maka Sn bertindak sebagai reduktor (A)

### Reaksi Disproporsionasi

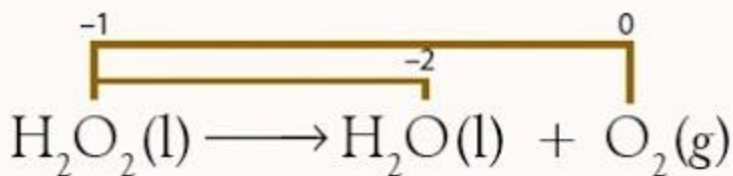
Apa yang dimaksud dengan reaksi disproporsionasi? Reaksi disproporsionasi atau disebut juga reaksi swaredoks adalah suatu reaksi yang mengalami oksidasi dan juga reduksi pada pereaksinya.

Contoh :

Hydrogen peroksida dipanaskan pada suhu di atas  $60^\circ\text{C}$  dan terurai menurut persamaan reaksi berikut:



Biloks atom O dalam  $\text{H}_2\text{O}_2$  adalah  $-1$  (aturan c.3). Setelah terurai berubah menjadi  $-2$  (dalam  $\text{H}_2\text{O}$ ) dan  $0$  dalam ( $\text{O}_2$ ). Persamaan kerangkanya:



Oleh karena molekul  $\text{H}_2\text{O}_2$  dapat berperan sebagai oksidator dan juga reduktor maka reaksi tersebut dinamakan reaksi disproporsionasi atau reaksi swaredoks.

### 3. Tata Nama Senyawa dan Biloks

Pada bab sebelumnya, Anda telah belajar tata nama senyawa biner dan senyawa poliatom. Tata nama tersebut berlaku untuk zat molekuler atau senyawa ion yang mengandung kation hanya memiliki satu harga muatan atau biloks logam golongan IA dan IIA.

Untuk kation-kation logam yang memiliki lebih dari satu harga biloks (khususnya unsur-unsur transisi), tata namanya ditambah angka romawi dalam tanda kurung yang menunjukkan harga biloks. Angka romawi tersebut tidak terpisahkan dari nama kationnya.

Catatan :

Walaupun biloks yang berubah hanya satu atom dalam molekul, tetapi yang disebut reduktor atau oksidator bukan atomnya, melainkan molekulnya.

Contoh:

$\text{SnCl}_2$  dan  $\text{SnCl}_4$ , keduanya memiliki unsur yang sama. Untuk membedakan nama kedua senyawa itu, harga biloks timah disisipkan ke dalam nama menurut aturan sebelumnya (timah klorida). Biloks Sn dalam  $\text{SnCl}_2$  adalah +2 dan dalam  $\text{SnCl}_4$  adalah +4. Jadi, nama kedua senyawa itu adalah

$\text{SnCl}_2$  : timah(II) klorida

$\text{SnCl}_4$  : timah(IV) klorida

### C. Aplikasi Reaksi Reduksi Oksidasi

Secara kimia, reaksi redoks tidak berbeda dengan reaksi-reaksi kimia yang lain, tetapi dalam reaksi redoks ada perubahan bilangan oksidasi akibat perubahan muatan. Perubahan muatan ini disebabkan adanya transfer elektron dari satu atom ke atom lain. Jika transfer elektron ini dimanfaatkan akan menghasilkan energi listrik arus searah sebab aliran listrik tiada lain adalah aliran elektron.

#### 1. Sel Volta Komersial

Sel Volta adalah sumber energi listrik siap pakai yang dikemas dalam bentuk dan ukuran sesuai kegunaan. Sel Volta terdiri atas elektrode (anode dan katode) tempat terjadinya reaksi redoks. Kedua elektrode ini dicelupkan ke dalam zat kimia yang berperan sebagai medium aliran listrik dan sebagai oksidator atau reduktor.

## Sekilas Kimia

### Alessandro Volta (1745–1827)



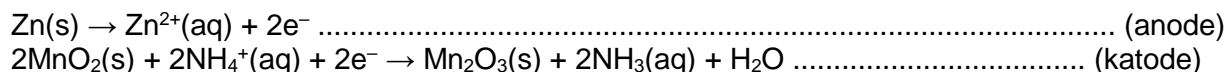
Sumber: [www.thiel.edu](http://www.thiel.edu)

Volta melakukan percobaan dengan membuat sel Volta. Dia menemukan arus listrik yang mengalir dari Cu menuju Zn melalui kardus basah. Ilmuwan Italia ini, mengamati bahwa dua logam yang bertemu menghasilkan "rasapahit" ketika logam-logamnya ini menyentuh lidahnya. Percobaan selanjutnya meyakinkan dia bahwa hal ini disebabkan arus listrik. Inilah baterai pertama yang ditemukan.

Umumnya, sel Volta komersial berupa sel kering baterai dan accumulator (accu). Jenis baterai bermacam-macam di antaranya baterai seng-karbon, baterai litium, dan baterai nikel-kadmium (nicad).

#### a. Baterai Seng-Karbon

Baterai jenis seng-karbon atau Leclanche adalah baterai generasi pertama yang dikomersilkan, dipakai untuk lampu senter, jam dinding, radio, dan alat-alat elektronik lainnya. Baterai ini terdiri atas seng (anode) dan batang grafit (katode). Sebagai zat elektrolitnya adalah campuran  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , dan serbuk karbon yang dikemas dalam bentuk pasta. Reaksi redoks yang terjadi sangat rumit, tetapi secara sederhana dapat ditulis dalam bentuk persamaan berikut.

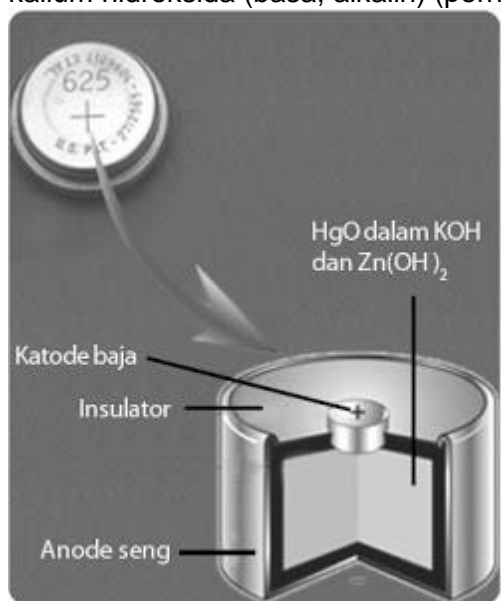


Potensial sel yang dihasilkan adalah 1,5 V dan arus listrik yang mengalir akan berkurang jika dipakai. Potensial sel juga akan berkurang jika cuaca dingin.

#### b. Baterai Merkuri

Sel Volta yang lain adalah sel merkuri atau disebut juga baterai kancing jenis Ruben-Mallory. Sel jenis ini banyak digunakan untuk baterai arloji, kalkulator, dan komputer. Baterai merkuri ini telah dilarang penggunaannya dan ditarik dari peredaran sebab bahaya yang dikandungnya (logam berat merkuri).

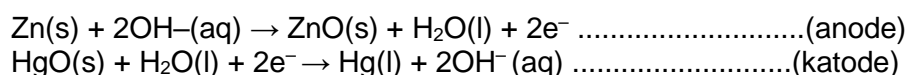
Baterai kancing ini terdiri atas seng (anode) dan merkuri (II) oksida (katode). Kedua elektrode tersebut berupa serbuk padat. Ruang di antara kedua elektrode diisi dengan bahan penyerap yang mengandung elektrolit kalium hidroksida (basa, alkalin) (perhatikan Gambar 5).



Sumber: wps.prenhall.com

Gambar 5. Baterai merkuri.

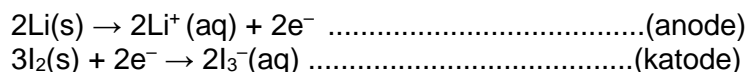
Reaksi redoks yang terjadi dalam sel adalah sebagai berikut.



Potensial sel yang dihasilkan adalah 1,35 V.

### c. Baterai Litium

Sel kering tersebut (baterai seng-karbon dan baterai merkuri) tidak benar-benar kering sebab elektrolit yang dipakai masih berupa pasta. Sel kering yang benar-benar kering adalah sel jenis litium-iodin. Sel litium-iodin adalah sel Volta dengan logam litium sebagai anode dan senyawa kompleks  $\text{I}_2$  sebagai katode. Kedua elektrode ini dipisahkan oleh lapisan tipis dari litium iodida. Reaksi redoks yang terjadi adalah sebagai berikut.



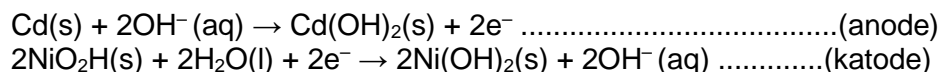
Potensial sel yang dihasilkan sebesar 3,6 V.

Baterai jenis litium berbeda dengan baterai seng-karbon dan baterai merkuri sebab baterai ini

dapat diisi ulang (rechargeable). Baterai litium banyak dipakai untuk mobilephone (HP) dan mobil mainan.

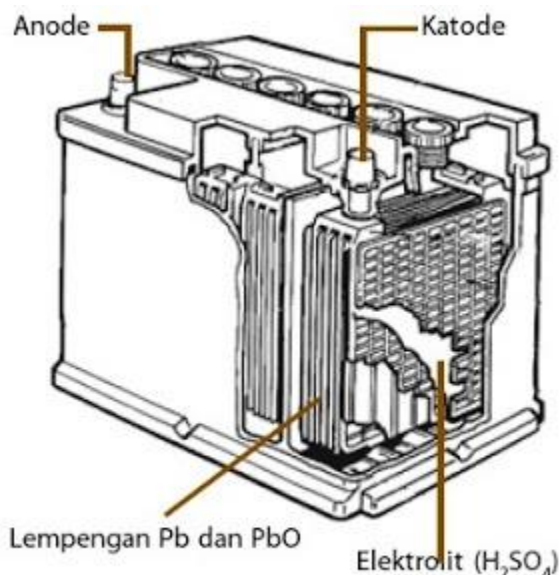
#### d. Baterai Nikel-Kadmium

Selain baterai litium-iodin, baterai yang dapat diisi ulang lainnya adalah baterai nikel-kadmium (nicad). Sel nicad adalah baterai untuk penyimpan muatan. Sel nicad tergolong sel Volta yang terdiri atas kadmium sebagai anode, nikel oksida sebagai katode, dengan elektrolit kalium hidroksida. Baterai nicad banyak digunakan untuk baterai penerang isi ulang. Reaksi sel selama pemakaian adalah sebagai berikut.



## 2. Sel Accumulator

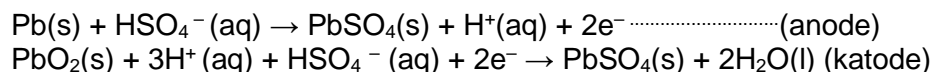
Sel Volta komersial jenis lain yang dapat diisi ulang adalah sel timbel atau dikenal dengan accumulator (accu), terdiri atas timbel oksida sebagai katode dan logam timbel berbentuk bunga karang sebagai anode. Kedua elektrode ini dicelupkan dalam larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  10% (perhatikan Gambar 6).



Sumber: [www.kampereerauto.nl](http://www.kampereerauto.nl)

Gambar 6. Accumulator atau aki kendaraan.

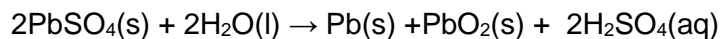
Reaksi yang terjadi selama accu dipakai (discharged) adalah sebagai berikut.



Potensial sel yang dihasilkan dari reaksi tersebut, yaitu sekitar 2 V.

Untuk memperoleh potensial sel sebesar 6 V, diperlukan tiga buah sel yang disusun secara seri. Berapa jumlah sel yang harus disusun seri untuk menghasilkan potensial sel 12 V?

Jika accu telah dipakai, accu dapat diisi ulang menggunakan arus listrik searah. Selama proses isi ulang, reaksi dalam sel merupakan kebalikan dari reaksi pemakaian. Reaksinya adalah sebagai berikut:



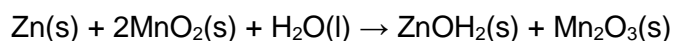
Selama proses isi ulang, sejumlah air dalam accu terurai menjadi  $\text{H}_2$  dan  $\text{O}_2$ , akibatnya accu kekurangan air. Oleh karena itu, accu yang sering dipakai dan diisi ulang, cairan elektrolitnya harus diganti dengan yang baru.

## Sekilas Kimia

### Baterai Alkalin

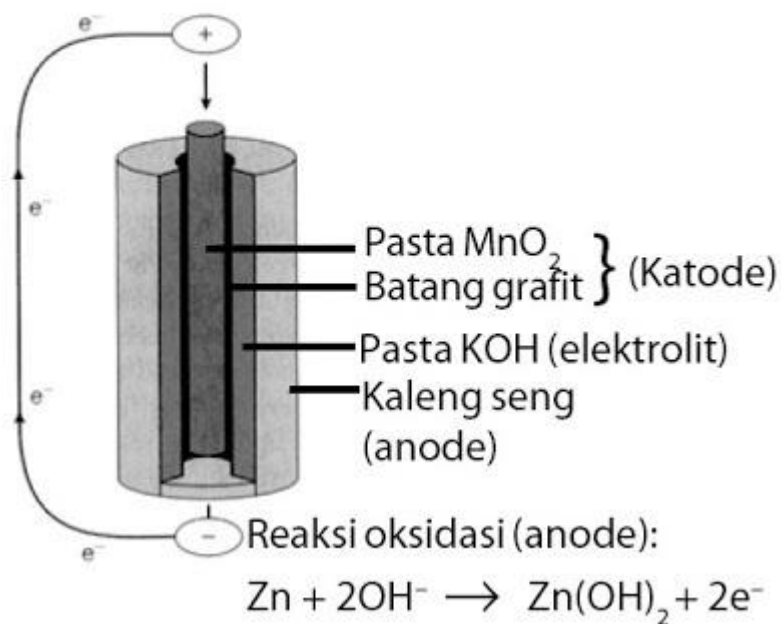
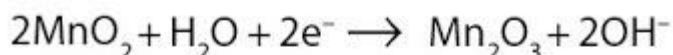
Pernahkah Anda mendengar sebutan baterai alkalin? Baterai alkalin termasuk jenis sel Volta. Elektron yang di hasilkan dari reaksi oksidasi terkumpul di anode dan mengalir melalui kawat eksternal menuju katode, tempat terjadinya reduksi. Perbedaan voltase atau potensial di antara dua elektrode sebanding dengan energi yang terbentuk.

Reaksi sel keseluruhan :



Voltase yang dihasilkan dari sel ini sama dengan 1,54 V. Voltase bergantung pada unsur dan senyawa dalam reaksi.

Reaksi reduksi(katode):

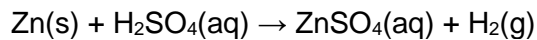


### 3. Merancang Sel Volta Sederhana

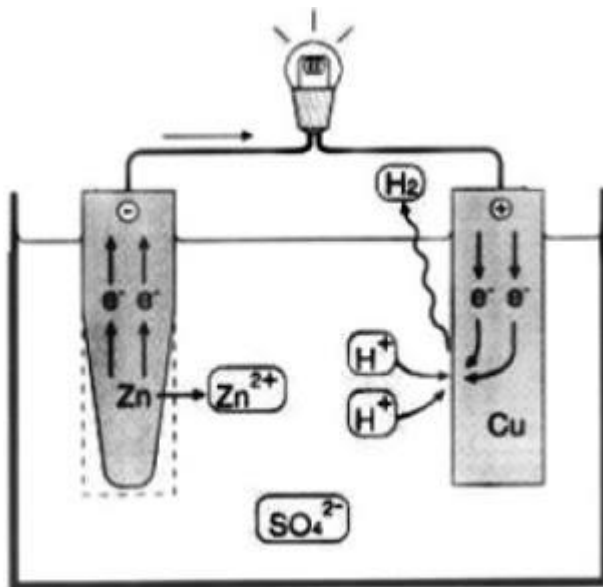
Pada bab sebelumnya, Anda sudah belajar larutan elektrolit, yaitu larutan yang dapat menghantarkan arus listrik. Selain itu, dalam reaksi redoks terjadi transfer elektron yang dapat menghasilkan energi listrik. Jika reaksi redoks dilakukan dalam larutan maka larutan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber arus listrik. Dapatkah Anda merancang sel Volta sederhana? Prinsip sel Volta adalah adanya elektrode sebagai tempat terjadinya reaksi reduksi (katode) dan oksidasi (anode), serta larutan sebagai media untuk menghantarkan arus listrik.

Setelah Anda melakukan percobaan sel Volta berdasarkan hasil rancang-bangun sendiri, dapatkah Anda menjelaskan secara kimia terjadinya aliran listrik pada sel Volta? Mari kita bahas bersama. Ketika logam Zn dan Cu dicelupkan ke dalam larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , keduanya bersaing untuk bereaksi dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Oleh karena logam Zn lebih reaktif maka Zn bereaksi dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  membentuk  $\text{ZnSO}_4$ .

Persamaan reaksinya:



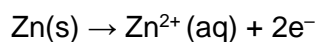
Bagaimana hubungannya dengan aliran listrik atau aliran elektron yang dapat menyalakan lampu? Jika persamaan reaksi tersebut diuraikan maka Anda akan mengetahui sumber elektron dan arah aliran elektron. Oleh karena reaksi tersebut adalah reaksi ion maka terjadi transfer elektron. Dalam hal ini, Zn melepaskan elektron membentuk  $\text{Zn}^{2+}$  (perhatikan Gambar 7).



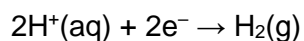
Sumber: Sougou Kagashi

Gambar 7. Mekanisme reaksi dan transfer elektron yang terjadi pada sel Volta.

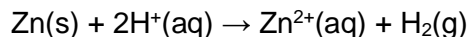
Persamaan reaksinya:



Elektron yang dihasilkan mengalir melalui rangkaian kawat menuju logam Cu. Aliran elektron ini dapat menyalakan lampu. Pada elektrode Cu, elektron-elektron ditangkap oleh ion-ion  $\text{H}^{+}$  yang terdapat dalam larutan membentuk  $\text{H}_2$ . Persamaan reaksinya:



Dengan demikian, reaksi redoks yang sesungguhnya terjadi dalam sel Volta rancangan Anda, yaitu sebagai berikut.



### **Rangkuman :**

1. Pengertian reaksi reduksi oksidasi (redoks) mengalami perkembangan sebagai berikut.
  - a. Pengikatan oksigen dan hidrogen
  - b. Transfer elektron
  - c. Perubahan bilangan oksidasi
2. Menurut konsep pengikatan oksigen/hidrogen, oksidasi adalah pengikatan atom oksigen atau pelepasan atom hidrogen. Reduksi adalah proses sebaliknya.
3. Menurut konsep transfer elektron, oksidasi adalah pelepasan elektron dan reduksi adalah penerimaan elektron.
4. Menurut konsep perubahan bilangan oksidasi, oksidasi adalah kenaikan bilangan oksidasi dan reduksi adalah penurunan bilangan oksidasi.
5. Bilangan oksidasi adalah suatu bilangan yang menyatakan valensi atom dalam suatu senyawa yang dapat memiliki harga positif maupun negatif.
6. Bilangan oksidasi unsur dalam senyawa ditentukan dengan suatu aturan.
7. Dalam reaksi redoks, zat yang dapat mengoksidasi zat lain dinamakan oksidator dan zat yang dapat mereduksi zat lain dinamakan reduktor.
8. Reaksi redoks dapat dimanfaatkan sebagai sumber arus listrik searah, seperti pada sel Volta atau dikenal dengan baterai dan accumulator (accu).
9. Sel Volta sederhana dapat dibangun dari dua buah elektrode yang dicelupkan ke dalam larutan elektrolit.