

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

PERKEMBANGAN KONSEP REAKSI REDUKSI OKSIDASI

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari modul kegiatan pembelajaran 1 ini kalian diharapkan mampu:

1. Mengidentifikasi perkembangan konsep reaksi reduksi oksidasi ditinjau dari keterlibatan elektron, transfer elektron dan perubahan bilangan oksidasi.
2. Mengidentifikasi zat yang bertindak sebagai oksidator atau reduktor.

B. Uraian Materi

Pernahkah kalian melihat berbagai peralatan terbuat dari besi berkarat? Mengapa besi jika dibiarkan tanpa perlindungan lama kelamaan terbentuk bintik-bintik merah pada permukaannya? Proses perkaratan logam merupakan contoh reaksi oksidasi yang terjadi di alam. Munculnya bintik-bintik merah (karat) pada logam disebabkan logam mengikat oksigen dari udara dan air.



Gambar 1. Jembatan besi berkarat

Oksigen bereaksi dengan banyak unsur membentuk senyawa yang disebut sebagai oksida. Semula pengertian oksidasi dihubungkan dengan reaksi unsur atau senyawa dengan oksigen. Seiring dengan perkembangan kimia, istilah oksidasi dan reduksi juga dikembangkan dan disempurnakan.

Perkembangan konsep reaksi reduksi oksidasi dibagi menjadi 3, yaitu:

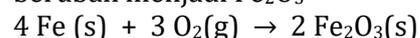
1. Konsep Reaksi Redoks Berdasarkan Keterlibatan atom Oksigen

a. Oksidasi

Oksidasi adalah reaksi pengikatan oksigen oleh suatu unsur. Contoh reaksi oksidasi dalam kehidupan sehari-hari.

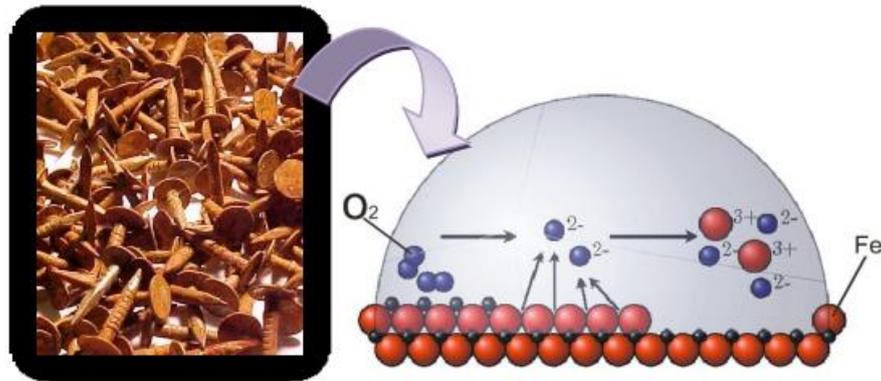
1) Perkaratan logam besi

Pada perkaratan besi terjadi reaksi antara logam besi dengan oksigen dari udara. Menurut reaksi, Fe mengalami oksidasi karena mengikat oksigen berubah menjadi Fe_2O_3



(karat besi)

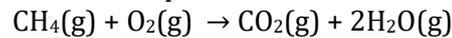
Proses perkaratan besi dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2. Proses perkaratan besi

- 2) Pembakaran bahan bakar (misalnya gas metana, minyak tanah, LPG, solar).

Reaksi pembakaran gas metana (CH_4) akan menghasilkan gas karbon dioksida dan uap air.



Gambar 3. Pembakaran gas LPG

- 3) Oksidasi glukosa dalam tubuh
 Di dalam tubuh glukosa dioksidasi melalui peristiwa oksidasi (respirasi) akan dipecah menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti karbon dioksida dan air, menurut reaksi :
- $$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 6\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 6\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$$
- 4) Buah apel maupun pisang setelah dikupas akan berubah warna menjadi kecoklatan



Gambar 4. Buah apel setelah dibelah beberapa lama berubah menjadi kecoklatan

Coba kalian cari contoh peristiwa oksidasi dalam kehidupan sehari-hari yang lain!.

b. Reduksi

Reduksi adalah peristiwa pelepasan oksigen dari suatu zat, jadi reduksi adalah kebalikan dari oksidasi.

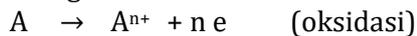
Contoh reaksi reduksi, diantaranya :

- 1) Proses pengolahan besi melalui proses tanur tinggi
Pada pengolahan besi dari bijih besi, (Fe_2O_3) digunakan karbomonoksida, CO menurut reaksi.
$$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3 \text{CO}(\text{g}) \rightarrow 2\text{Fe}(\text{s}) + 3 \text{CO}_2(\text{g})$$
- 2) Reduksi kromium(III) oksida Cr_2O_3 oleh aluminium Al
$$\text{Cr}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{Al}(\text{s}) \rightarrow 2\text{Cr}(\text{s}) + \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$$

2. Konsep Reaksi Redoks Berdasarkan Transfer Elektron

Ditinjau dari serah terima elektron, oksidasi adalah reaksi pelepasan elektron dan reaksi reduksi adalah reaksi penerimaan elektron. Reaksi reduksi dan reaksi oksidasi selalu terjadi bersama-sama. Artinya, ada zat yang melepas elektron atau mengalami oksidasi dan ada zat yang menerima elektron tersebut atau mengalami reduksi. Oleh karena itu, reaksi reduksi dan reaksi oksidasi disebut juga reaksi reduksi-oksidasi atau reaksi redoks.

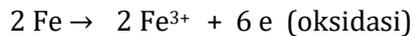
Secara umum, reaksi redoks berdasarkan transfer elektron dapat digambarkan sebagai berikut.



(n = jumlah elektron yang dilepas/diterima)

Contoh :

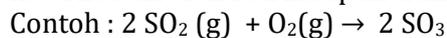
Reaksi redoks pada peristiwa perkaratan besi dapat dijelaskan dengan reaksi berikut:



Pada reaksi tersebut, enam elektron dilepaskan oleh dua atom besi dan diterima oleh tiga atom oksigen membentuk senyawa Fe_2O_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.

3. Konsep Reaksi Redoks Berdasarkan Konsep Bilangan Oksidasi

Ada beberapa reaksi redoks yang tidak dapat dijelaskan dengan konsep keterlibatan elektron maupun transfer elektron.

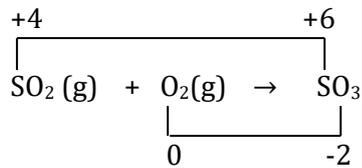


Kalau dikaji dari konsep keterlibatan elektron, reaksi tersebut termasuk reaksi oksidasi. Kalau ditinjau dari serah terima elektron, kemungkinan kalian akan bingung memahaminya. Sebenarnya pada reaksi tersebut tidak hanya terjadi reaksi oksidasi, tetapi juga terjadi reaksi reduksi.

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.

Untuk mengetahui suatu reaksi tergolong reaksi redoks atau bukan menurut konsep perubahan bilangan oksidasi maka perlu diketahui bilangan oksidasi dari setiap atom, baik dalam pereaksi maupun hasil reaksi.

Contoh untuk reaksi di atas dapat dituliskan bilangan oksidasinya sebagai berikut.



Berdasarkan diagram tersebut dapat disimpulkan bahwa atom S mengalami kenaikan biloks dari +4 menjadi +6, peristiwa ini disebut oksidasi. Atom O mengalami penurunan biloks dari 0 menjadi -2, peristiwa ini disebut reduksi. Dengan demikian, reaksi tersebut adalah reaksi reduksi dan oksidasi yang biasa disebut reaksi redoks.

Reduktor dan Oksidator

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 di atas, SO_2 mengalami oksidasi yang menyebabkan oksigen mengalami reduksi. Dalam hal ini, magnesium disebut zat pereduksi atau *reduktor*. Sebaliknya, oksigen berperan dalam mengoksidasi SO_2 sehingga oksigen disebut *oksidator*.

Untuk lebih jelasnya konsep redoks ditinjau dari perubahan bilangan oksidasi maka akan dibahas konsep bilangan oksidasi pada materi selanjutnya.

C. Rangkuman

1. Konsep reaksi reduksi dan oksidasi dapat ditinjau dari tiga konsep, yaitu :
 - a. Keterlibatan oksigen
 - 1) Oksidasi adalah reaksi penerimaan oksigen
 - 2) Reduksi adalah reaksi pelepasan oksigen dari suatu zat
 - b. Transfer elektron
 - 1) Oksidasi adalah reaksi pelepasan elektron
 - 2) Reduksi adalah reaksi penangkapan elektron
 - c. Perubahan bilangan oksidasi
 - 1) Oksidasi adalah reaksi dimana terjadi kenaikan bilangan oksidasi
 - 2) Reduksi adalah reaksi dimana terjadi penurunan bilangan oksidasi
2. Reaksi reduksi dan oksidasi berlangsung bersamaan sehingga sering disebut reaksi redoks

D. Penugasan Mandiri

Jawablah soal-soal berikut!

1. Apakah perbedaan antara konsep redoks berdasarkan pengikatan dan pelepasan oksigen dengan konsep redoks berdasarkan penyerahan dan penerimaan elektron? Jelaskan!
2. Apakah perbedaan antara konsep redoks berdasarkan penyerahan dan penerimaan elektron dengan dengan konsep redoks berdasarkan peningkatan dan penurunan bilangan oksidasi? Jelaskan!
3. Diketahui reaksi : $2 \text{Na(s)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{NaCl(s)}$
Tentukan :

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

ATURAN BILOKS DAN PENENTUAN BILOKS UNSUR

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari modul kegiatan pembelajaran 2 ini kalian diharapkan mampu mendeskripsikan ketentuan bilangan oksidasi, menentukan biloks atom suatu unsur dalam senyawa atau ion untuk menentukan reaksi reduksi dan oksidasi ditinjau dari perubahan bilangan oksidasi.

B. Uraian Materi

1. Aturan Bilangan Oksidasi

Konsep redoks berdasarkan peningkatan dan penurunan bilangan oksidasi ini merupakan konsep redoks yang sekarang digunakan oleh siapa pun yang mempelajari ilmu Kimia. Apakah bilangan oksidasi itu? Bilangan oksidasi adalah muatan yang dimiliki atom jika atom tersebut berikatan dengan atom lain. Nilai bilangan oksidasi suatu atom dapat diketahui lebih mudah dengan menggunakan aturan berikut.

- a. Unsur bebas memiliki biloks = 0.
Unsur bebas adalah
Contoh Unsur bebas adalah: H_2 , N_2 , O_2 , F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 , P_4 , S_8 , Al, Fe.
- b. Biloks H dalam senyawanya pada umumnya = +1.
Contoh:
Biloks H dalam H_2O adalah +1.
Biloks H dalam NH_3 adalah +1.
Kecuali dalam senyawa hidrida logam, biloks H = -1.
Contoh senyawa hidrida logam adalah: NaH, BaH_2 .
- c. Biloks O dalam senyawanya pada umumnya = -2.
Contoh:
Biloks O dalam H_2O adalah -2.
Biloks O dalam H_2SO_4 adalah -2.
Biloks O dalam CaO adalah -2.
Kecuali dalam senyawa peroksida (H_2O_2), biloks H = -1.
Dan dalam senyawa superoksida, KO_2 , biloks H = $-\frac{1}{2}$.
- d. Biloks unsur logam selalu bernilai positif.
Contoh:
Biloks unsur golongan IA (H, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) = +1.
Biloks unsur golongan IIA (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra) = +2.
Biloks unsur golongan IIIA (B, Al, Ga, In, Tl) = +3.
Biloks unsur Fe = +2 dan +3.
Biloks unsur Cu = +1 dan +2.
Biloks unsur Hg = +1 dan +2.
Biloks unsur Au = +1 dan +3.
Biloks unsur Ag = +1.
Biloks unsur Zn = +2.

- Biloks unsur Sn = +2 dan +4.
 Biloks unsur Pb = +2 dan +4.
 Biloks unsur Pt = +2 dan +4.
- e. Biloks suatu unsur dalam ion monoatomik/ion tunggal = muatannya.
 Contoh:
 Biloks Fe dalam ion Fe^{3+} = +3.
 Biloks Fe dalam ion Fe^{2+} = +2.
 Biloks O dalam ion O^{2-} = -2.
 Biloks Cl dalam ion Cl^- = -1.
- f. Biloks Unsur Golongan VII A (F, Cl, Br, I) pada senyawanya = -1.
- g. Jumlah biloks unsur-unsur dalam suatu senyawa = 0.
 Contoh:
 Jumlah biloks H_2SO_4 = 0.
 Jumlah biloks H_2SO_4 = (2. Biloks H) + (1. Biloks S) + (4. Biloks O) = 0
 Jumlah biloks $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ = 0.
 Jumlah biloks $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ = (1. Biloks C) + (1. Biloks O) + (2. Biloks N) + (4. Biloks H) = 0.
 Jumlah biloks $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ = 0.
 Jumlah biloks $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ = (6. Biloks C) + (12. Biloks H) + (6. Biloks O) = 0.
- h. Jumlah biloks unsur-unsur dalam suatu ion poliatomik = sesuai muatannya.
 Contoh:
 Jumlah biloks OH^- = (1. Biloks O) + (1. Biloks H) = -1.
 Jumlah biloks SO_4^{2-} = (1. Biloks S) + (4. Biloks O) = -2.

2. Penentuan Biloks Unsur dalam Senyawa atau Ion

Bagaimana kalian dapat menentukan bilangan oksidasi atom dalam suatu senyawa atau ion? Untuk lebih jelasnya perhatikan contoh-contoh berikut:

- a. Tentukan bilangan oksidasi atom S dalam H_2SO_4
 Pembahasan :
 H_2SO_4 adalah senyawa netral sehingga jumlah bilangan oksidasi atom penyusunnya = 0.
 H_2SO_4 tersusun dari 2 atom H + 1 atom S + 4 atom O
 $2 \times \text{biloks H} + \text{biloks S} + 4 \times \text{biloks O} = 0$
 $2(+1) + \text{biloks S} + 4(-2) = 0$
 $+2 + \text{biloks S} - 8 = 0$
 $\text{Biloks S} - 6 = 0$
 $\text{Biloks S} = +6$
 Jadi biloks atom S dalam H_2SO_4 = +6
- b. Tentukan bilangan oksidasi atom Cr dalam $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
 Pembahasan :
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ adalah senyawa netral sehingga jumlah bilangan oksidasi atom penyusunnya = 0.
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ tersusun dari 2 atom K + 2 atom Cr + 7 atom O
 $2 \times \text{biloks K} + 2 \times \text{biloks Cr} + 7 \times \text{biloks O} = 0$
 $2(+1) + 2 \text{ biloks Cr} + 7(-2) = 0$
 $+2 + 2 \times \text{biloks Cr} - 14 = 0$
 $2 \times \text{biloks Cr} - 12 = 0$
 $2 \times \text{biloks Cr} = +12$

$$\text{Biloks Cr} = \frac{+12}{2} = +6$$

Jadi biloks atom Cr dalam $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = +6$

- c. Tentukan bilangan oksidasi atom Mn dalam MnO_4^-

Pembahasan :

MnO_4^- adalah senyawa ion poliatomik, sehingga jumlah bilangan oksidasi atom penyusunnya = muatannya, muatan ion $\text{MnO}_4^- = -1$

MnO_4^- tersusun dari 1 atom Mn + 4 atom O

biloks Mn + 4 x biloks O = -1

biloks Mn + 4 (-2) = -1

biloks Mn -8 = -1

biloks Mn = -1 + 8

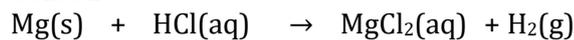
biloks Mn = +7

Jadi biloks atom Mn dalam $\text{MnO}_4^- = +7$

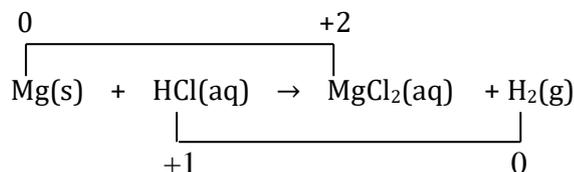
3. Penggunaan Konsep Biloks dalam Penentuan Reaksi Redoks

Banyak reaksi reduksi oksidasi yang tidak dapat dijelaskan dengan menggunakan konsep keterlibatan oksigen maupun transfer elektron tetapi bisa dijelaskan dengan menggunakan konsep perubahan bilangan oksidasi.

Contoh :



Pada reaksi di atas tidak tampak adanya oksigen yang terlibat, begitu juga tidak secara langsung dapat kita lihat adanya transfer elektron, namun dari perubahan bilangan oksidasi akan dapat dijelaskan bahwa reaksi tersebut adalah reaksi redoks.

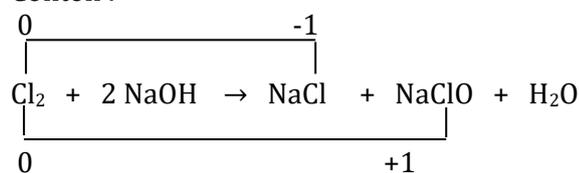


Pada reaksi di atas, biloks atom Mg mengalami kenaikan biloks dari 0 menjadi +2, sedangkan biloks atom H mengalami penurunan biloks dari +1 menjadi 0. Sehingga dalam reaksi redoks di atas, atom Mg mengalami oksidasi disebut reduktor dan atom H dalam HCl mengalami reduksi disebut oksidator,

4. Reaksi Autoreduksi atau Disproporsionasi

Adakalanya dalam reaksi redoks satu zat yang mengalami reaksi oksidasi dan sekaligus mengalami reaksi reduksi, reaksi redoks yang demikian disebut autoreduksi atau disproporsionasi.

Contoh :



Pada reaksi di atas, atom Cl mengalami kenaikan biloks dari 0 menjadi +1 dan juga atom Cl mengalami penurunan biloks dari 0 menjadi -1, sehingga dapat disimpulkan atom Cl pada molekul Cl_2 mengalami oksidasi dan sekaligus mengalami reduksi.