

C. Prinsip Pembentukan Molekul dan Ion

Ayo, Kita Pelajari



- Konfigurasi elektron
- Ion
- Identifikasi unsur



Istilah Penting

- | | |
|-------------------|----------------|
| • Konfigurasi | • Ikatan kimia |
| • Ion | • Kation |
| • Senyawa ionik | • Anion |
| • Senyawa kovalen | |

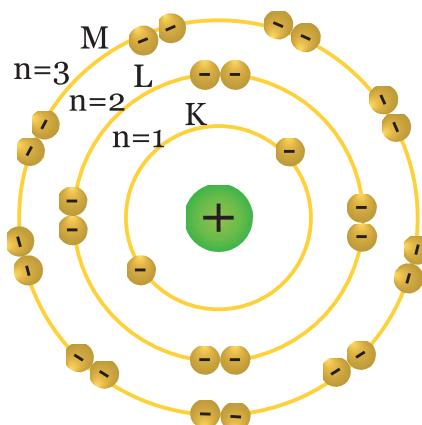
Mengapa Penting?



Mempelajari materi ini akan membantumu memahami dasar pembentukan suatu senyawa kimia.

1. Konfigurasi Elektron

Agar mengetahui cara atom-atom dapat berikatan, kamu harus mempelajari susunan elektron di dalam suatu atom atau yang disebut dengan **konfigurasi elektron**. Sebagaimana dijelaskan pada model atom Bohr, elektron bergerak mengelilingi inti atom menurut tingkat-tingkat energi tertentu yang disebut sebagai kulit-kulit atom. Tingkat energi dalam suatu atom berturut-turut dilambangkan dengan K untuk kulit atom pertama ($n=1$), L untuk kulit atom kedua ($n=2$), M untuk kulit atom ke tiga ($n=3$), dan seterusnya.



Sumber: Dok.Kemdikbud

Gambar 8.15 Kulit-kulit Atom dan Jumlah Elektron Maksimal yang Dapat Menempati Kulit Tersebut

Agar kamu lebih mudah mempelajari susunan elektron dalam suatu atom, kita gunakan istilah kulit-kulit atom sebagaimana teori Bohr untuk tingkat-tingkat energi. Dengan demikian suatu atom akan mempunyai kulit K, kulit L, kulit M, dan seterusnya. Tiap-tiap kulit atom ditempati oleh sejumlah elektron. Setiap kulit mempunyai jumlah maksimum elektron yang dapat menempatinya. Misalnya kulit K, maksimum hanya dapat ditempati oleh 2 elektron. Apabila atom tersebut mempunyai elektron lebih dari 2 maka elektron berikutnya akan menempati kulit yang berikutnya. Posisi elektron pada kulit-kulit atom dimulai dari kulit terdalam atau yang mempunyai energi paling rendah.

Tabel 8.5 Kulit Atom dan Jumlah Elektron yang Dapat Menempati Kulit Tersebut

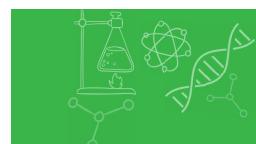
Tingkat Energi (n) Ke:	Lambang Kulit Atom	Jumlah Elektron Maksimal yang dapat Menempati
1	K	2
2	L	8
3	M	18
4	N	32

Berdasarkan Tabel 8.5, perhatikan jumlah elektron pada tiap-tiap kulit beberapa atom berikut.

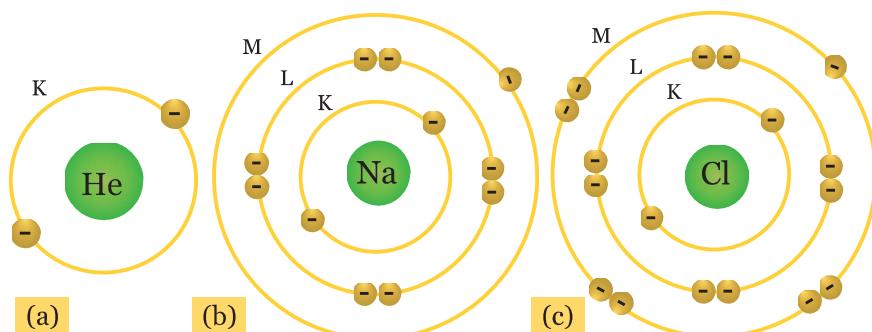
Tabel 8.6 Susunan Elektron Atom pada Tingkat Energi

Nama Atom	Lambang	Nomor Atom	Jumlah Elektron	Susunan Elektron pada Tingkat Energi:			
				K	L	M	N
Hidrogen	H	1	1	1	0	0	0
Helium	He	2	2	2	0	0	0
Neon	Ne	10	10	2	8	0	0
Natrium	Na	11	11	2	8	1	0
Klor	Cl	17	17	2	8	7	0
Argon	Ar	18	18	2	8	8	0
Kalsium	Ca	20	20	2	8	8	2
Bromin	Br	35	35	2	8	18	7
Kripton	Kr	36	36	2	8	18	8

Posisi elektron secara berurutan dimulai dari kulit K, kemudian ke kulit atom yang lebih tinggi. Pada contoh di atas, atom helium (He), natrium (Na), dan klor (Cl), mempunyai konfigurasi elektron



sesuai dengan urutan jumlah elektron yang dapat menempati kulit K, L, dan M. Pada atom Ca yang mempunyai 20 elektron, kulit atom K dan L berturut-turut ditempati oleh 2 dan 8 elektron sehingga tersisa 10 elektron. Walaupun kulit M dapat ditempati 18 elektron, tetapi jumlah elektron yang tersisa hanya 10, maka sebanyak 8 elektron akan menempati kulit M terlebih dahulu dan 2 elektron akan menempati kulit N. Hal ini disebabkan penempatan 8 elektron pada kulit M dan 2 elektron pada kulit N lebih stabil dibandingkan penempatan 10 elektron sekaligus pada kulit M. Apabila jumlah elektron yang tersisa setelah K dan L lebih dari 18 elektron maka kulit atom M akan ditempati 18 elektron. Perhatikan contoh konfigurasi atom bromin dan kripton. Intinya, elektron akan berada pada setiap kulit hingga membentuk susunan yang paling stabil.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 8.16 Konfigurasi Elektron pada Atom H, Atom Na, dan Atom Cl



Ayo, Kita Diskusikan

Apakah kamu sudah memahami susunan (konfigurasi) elektron? Agar kamu lebih paham, coba kerjakan bersama kelompokmu untuk membuat konfigurasi elektron atom-atom: magnesium (₁₂Mg), fosfor (₁₅P), dan kalium (₁₉K).



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 8.2 Membuat Model Atom Bohr

Apa yang kamu perlukan?

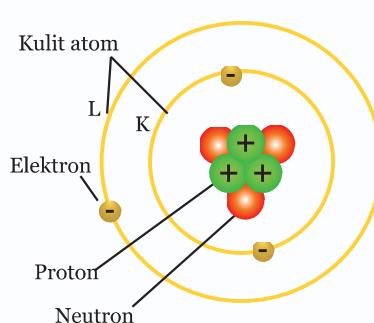
1. Plastisin dengan tiga warna yang berbeda
2. Kawat tembaga
3. Kertas karton putih berukuran 40×30 cm
4. Gunting

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Tentukan jenis atom yang akan kamu buat modelnya.
2. Tentukan jumlah proton, neutron, dan elektron pada atom tersebut.
3. Buatlah bulatan sebesar kelereng besar dengan menggunakan plastisin sebagai model proton dan neutron. Untuk membuat model elektron buatlah bulatan yang lebih kecil. Gunakan plastisin yang berbeda warna untuk pembuatan model neutron, proton, dan elektron.
4. Buatlah lingkaran kulit-kulit atom menggunakan kawat tembaga. Bila kulit atom lebih dari satu, kamu dapat membuat lingkaran dengan jari-jari berbeda.
5. Tempelkan model proton, neutron, dan elektron yang telah kamu buat pada kawat tembaga yang telah ditempelkan pada kertas karton, kemudian berikan nama dan lambang atom sesuai dengan jenis atom yang kamu buat.
6. Carilah informasi tambahan mengenai manfaat atau fungsi dari jenis atom unsur yang telah kamu buat dalam kehidupan sehari-hari.
7. Presentasikan model atom yang kamu buat di depan kelas.
8. Agar kamu lebih jelas, perhatikan contoh model atom Litium (Li) berikut!



Contoh: Model Atom Lithium (Li)



Lambang:

$^6_3 \text{Li}$

Manfaat:

Lithium banyak digunakan sebagai bahan pembuatan: baterai, keramik, gelas, alat elektronik, kembang api, dan bahan bakar roket.

Sumber: Dok. Kemdibud

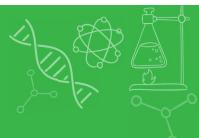
Gambar 8.17 Model Atom Lithium (Li)

2. Ion dan Ikatan Ion

Atom-atom dengan nomor atom 1 sampai 18 akan berada dalam keadaan stabil bila kulit atom terluarnya berisi 2 elektron seperti helium (He) atau 8 elektron seperti neon (Ne), argon (Ar), dan kripton (Kr). Agar dapat mencapai jumlah 8 elektron pada kulit terluarnya, suatu atom dapat melepaskan atau menerima satu atau lebih elektron. Contoh atom natrium (Na) yang mempunyai 11 elektron mempunyai susunan elektron K=2, L=8, dan M=1 (perhatikan kembali Gambar 8.16b). Pada konfigurasi seperti ini kulit atom M dalam atom Na hanya terisi satu elektron. Keadaan ini menyebabkan atom Na tidak stabil.

Agar mempunyai 8 elektron pada kulit terluarnya, atom Na dapat melepaskan satu elektron dari kulit M tersebut atau menerima 7 elektron dari atom lain. Menerima 7 elektron sangatlah sulit, maka dari itu, atom natrium (Na) cenderung melepaskan 1 elektron. Akibatnya, bila atom Na melepaskan satu elektron, maka di dalam inti atom Na ada 11 proton yang bermuatan positif sedangkan pada kulit atom tinggal 10 elektron yang bermuatan negatif, sehingga secara keseluruhan atom Na bermuatan satu positif (+1).

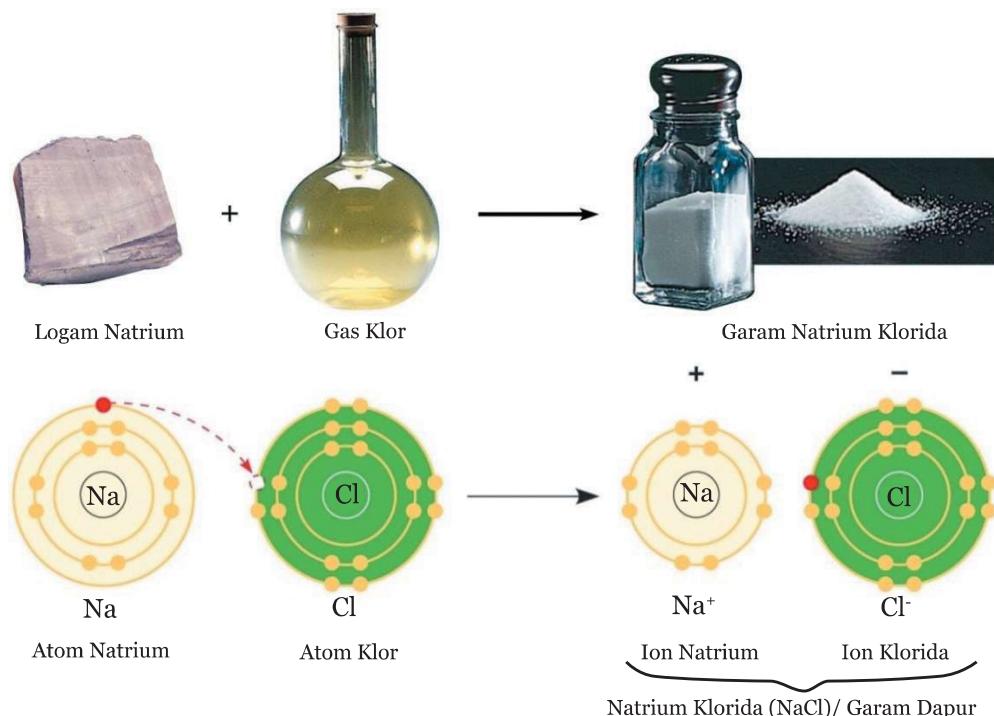
Jadi, atom natrium (Na) yang pada mulanya bersifat netral, setelah melepaskan satu elektron akan berubah menjadi Na yang bermuatan +1, dan ditulis Na^+ yang disebut dengan ion Na^+ . Berdasarkan penjelasan tersebut, apakah kamu dapat menyimpulkan apa itu ion? Ion yang bermuatan positif seperti ion Na^+ secara umum disebut **kation**.



Contoh lain adalah atom kalium (Ca) yang mempunyai susunan elektron dalam atomnya K=2, L=8, M=8, dan N=2. Agar mempunyai 8 elektron pada kulit terluar maka kalium (Ca) cenderung melepaskan dua elektron dari kulit N, sehingga menjadi ion Ca^{2+} .

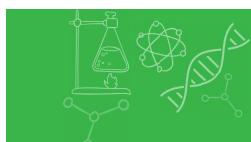
Sebaliknya, atom klor (Cl) mempunyai susunan elektron K=2, L=8, dan M=7 (perhatikan Gambar 8.16c). Agar atom klor (Cl) stabil, maka ditangkaplah satu elektron dari atom lain agar kulit atom M terisi oleh 8 elektron. Atom klor (Cl) yang menerima satu elektron akan kelebihan muatan negatif. Atom klor (Cl) yang pada mulanya bersifat netral dengan 17 proton dan 17 elektron, jika menerima satu elektron dari luar maka akan menjadi bermuatan -1 atau ditulis Cl^- . Ion yang bermuatan negatif secara umum disebut **anion**.

Sebuah ion positif (kation) memiliki jumlah elektron lebih sedikit dibandingkan proton yang ada pada inti atom tersebut. Sebaliknya, ion negatif (anion) memiliki jumlah elektron lebih banyak dibandingkan protonnya. Dengan kata lain, atom yang melepaskan elektron akan menjadi ion yang bermuatan positif, sedangkan atom yang menerima elektron akan menjadi ion yang bermuatan negatif. Perhatikan Gambar 8.18!

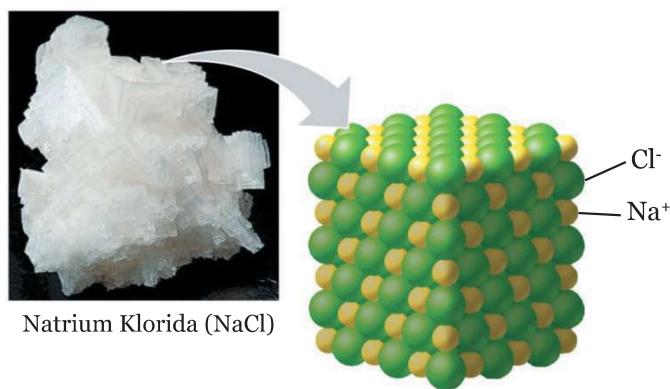


Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 8.18 Serah Terima Elektron pada Pembentukan Garam Dapur (NaCl)



Pada contoh pembentukan garam NaCl (Gambar 8.18), ion Na^+ dan ion Cl^- saling tarik-menarik secara elektrostatik membentuk senyawa ion NaCl yang netral. Senyawa yang terbentuk dari kation dan anion disebut sebagai **senyawa ion**. Gaya tarik-menarik (gaya elektrostatik) antara kation dan anion dalam senyawa tersebut disebut **ikatan ion**. Kebanyakan unsur-unsur di alam berbentuk ion-ion. Seperti garam dapur yang kita konsumsi setiap hari, terdapat interaksi tarik menarik antara ion Na^+ dengan ion Cl^- . Dengan demikian, garam NaCl merupakan senyawa ion.

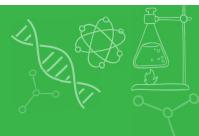


Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 8.19 Kristal Natrium Klorida (Garam Dapur)

Pada NaCl, kation dan anion tersusun selang-seling secara teratur sedemikian rupa seperti pada Gambar 8.19 sehingga interaksi tarik-menarik antara ion Na^+ dan ion Cl^- terjadi secara maksimal. Susunan seperti itu disebut dengan istilah **kristal**.

Umumnya unsur-unsur logam cenderung melepaskan elektron, sehingga akan membentuk kation. Sebaliknya unsur non logam akan cenderung menerima elektron sehingga membentuk anion. Kecenderungan suatu atom untuk menerima atau melepas elektron sehingga menjadi stabil juga dapat diketahui dari jumlah elektron terluar. Atom yang memiliki elektron terluar lebih dari 5 pada kulit terluarnya cenderung menerima elektron, sedangkan atom yang memiliki elektron kurang dari 4 pada kulit terluarnya cenderung melepaskan elektron.





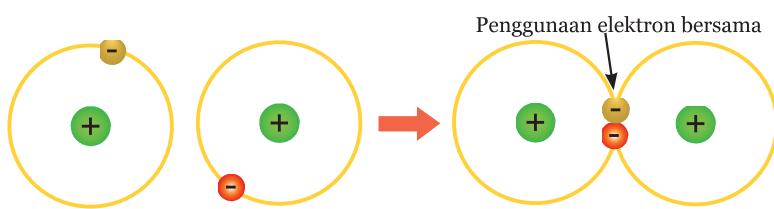
Ayo, Kita Cari Tahu

Carilah label salah satu minuman penyegar. Periksalah ion-ion yang dituliskan pada label minuman tersebut. Kelompokkan ion-ion tersebut sebagai kation atau anion dalam satu tabel. Kamu juga dapat membandingkan jenis-jenis ion yang ada dalam beberapa minuman penyegar. Apakah kandungan ion dalam berbagai merek minuman penyegar sama atau berbeda? Carilah informasi tentang peranan ion-ion tersebut dalam tubuh manusia.

Di dalam tubuh kita terdapat banyak sekali ion, antara lain ion kalium (K^+), ion kalsium (Ca^{2+}), ion magnesium (Mg^{2+}), ion klorida (Cl^-), ion karbonat (CO_3^{2-}), dan ion hidrogen karbonat (HCO_3^-). Coba bandingkan kandungan ion-ion yang terkandung dalam minuman penyegar dengan ion-ion yang ada dalam tubuh!

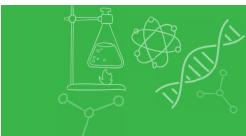
Ketika kamu melakukan aktivitas yang berat, seperti berlari atau bermain sepak bola, ion-ion yang ada dalam tubuh akan dikeluarkan bersama keringat. Kejadian ini mengakibatkan ion-ion dalam tubuh berkurang sehingga tubuhmu terasa lelah. Ion-ion dalam tubuh yang keluar bersama keringat dapat digantikan dari makanan dan minuman yang kita konsumsi. Dengan mendapat asupan ion-ion dari makanan dan minuman, tubuhmu akan menjadi segar kembali.

Tahukah kamu agar atom-atom dapat berada dalam keadaan stabil, atom-atom juga dapat menggunakan sejumlah elektron secara bersama. Contoh paling sederhana adalah atom hidrogen (H) yang mempunyai satu elektron. Hidrogen di alam bukan sebagai atom H, tetapi merupakan molekul H_2 . Molekul H_2 mempunyai dua elektron yang digunakan bersama sehingga setiap atom H dalam molekul H_2 akan mempunyai dua elektron. Keadaan ini menyerupai elektron terluar pada gas mulia helium (He). Perhatikan Gambar 8.20!

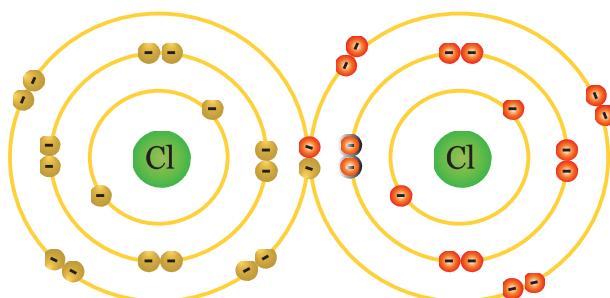


Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 8.20 Penggunaan Elektron Secara Bersama pada Molekul H_2



Peristiwa serupa juga terjadi pada atom klor (Cl) yang mempunyai 7 elektron pada kulit atom M, sehingga untuk menjadi lebih stabil masih kekurangan satu elektron. Agar dapat melengkapi jumlah elektron pada kulit terluarnya (menjadi 8), atom Cl menggunakan bersama satu elektron dari atom Cl lain sehingga membentuk Cl_2 seperti pada Gambar 8.21.



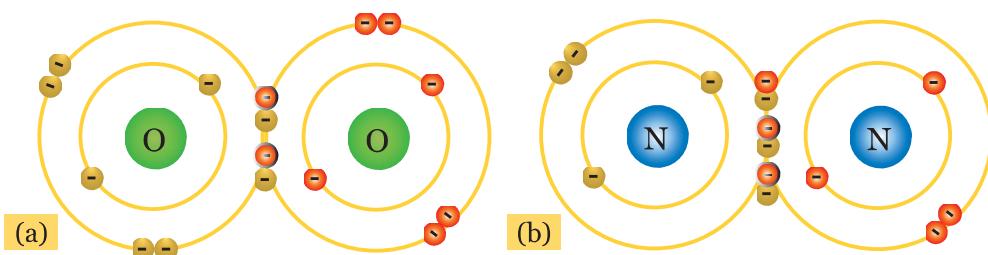
Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 8.21 Penggunaan Bersama Dua Elektron pada Molekul Cl_2

Pembentukan ikatan kimia melalui penggunaan bersama elektron oleh dua atom disebut dengan **ikatan kovalen**. Pada contoh gas hidrogen dan gas klor di atas, masing-masing atom menggunakan secara bersama satu pasang elektron. Ikatan yang terbentuk antara atom H dengan atom H atau atom Cl dengan atom Cl biasanya ditulis dengan lambang H—H atau Cl—Cl. Satu tanda garis ‘—‘ mewakili satu pasang elektron yang digunakan secara bersama.

Unsur oksigen (O) dan nitrogen (N) di alam terdapat sebagai gas O_2 dan N_2 . Bagaimana gas oksigen (O_2) dan gas nitrogen (N_2) terbentuk? Agar lebih stabil atom O memerlukan 2 elektron agar kulit terluarnya terisi 8 elektron. Agar dapat memenuhi keadaan itu atom O menggunakan bersama dua pasang elektron seperti pada Gambar 8.22a. Atom nitrogen mempunyai 5 elektron pada kulit terluarnya sehingga kekurangan 3 elektron. Oleh sebab itu, atom N akan berikatan dengan atom N yang lain menggunakan bersama 3 pasangan elektron (Gambar 8.22b). Ikatan kovalen pada gas oksigen dapat ditulis dengan $\text{O}=\text{O}$ sedangkan pada gas nitrogen dapat ditulis $\text{N}\equiv\text{N}$. Ingat! Banyaknya garis yang menghubungkan kedua atom tersebut menunjukkan banyaknya pasangan elektron yang digunakan bersama.





Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 8.22 Penggunaan Bersama Elektron pada (a) Gas Oksigen (O_2) dan (b) Gas Nitrogen (N_2)

Masih ingatkah kamu model atom Dalton untuk senyawa H_2O dan CO_2 ? Pada molekul air (H_2O), satu atom oksigen mengikat dua atom hidrogen. Air merupakan senyawa di mana atom-atomnya berikatan secara kovalen. Demikian juga gas CO_2 , satu atom C mengikat dua atom O dan kedua atom ini menggunakan bersama pasangan elektron. Senyawa-senyawa yang antar atomnya berikatan kovalen disebut **senyawa kovalen**.



Ayo, Kita Selesaikan

Gambarkan penggunaan elektron bersama pada molekul air, dan molekul karbon dioksida. Cocokkan gambarmu dengan simbol molekul molekul itu: $H-O-H$ untuk H_2O dan $O=C=O$ untuk CO_2 . Berapa pasang elektron yang digunakan bersama pada masing-masing molekul tersebut?

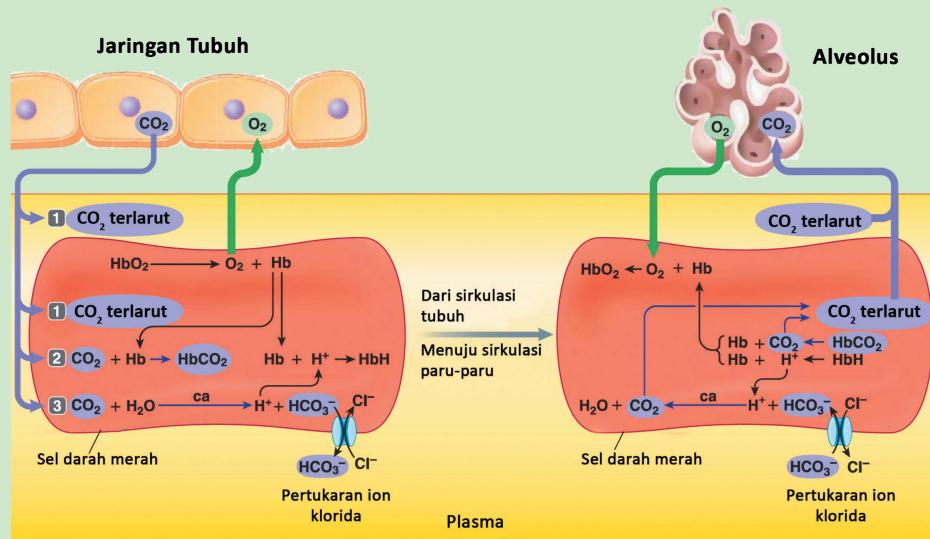
Pencapaian kestabilan atom-atom suatu unsur yang ada di alam dilakukan dengan cara melepaskan dan menerima elektron atau menggunakan secara bersama pasangan elektron. Peristiwa ini menyebabkan atom-atom dapat bergabung satu sama lain membentuk molekul. Oleh karena itu, molekul-molekul glukosa yang terdiri atas atom-atom C, H, dan O bergabung membentuk senyawa $C_6H_{12}O_6$ yang rasanya manis. Pada Gambar 8.4 kamu telah ditunjukkan bahwa molekul-molekul glukosa bergabung satu dengan yang lain membentuk rantai panjang menghasilkan molekul rantai panjang penyusun amilum.





Tahukah Kamu?

Ion sangatlah penting bagi kehidupan. Manusia tidak akan dapat hidup tanpa adanya ion-ion. Masih ingatkah kamu apa fungsi ion kalsium (Ca^{2+}) pada sistem peredaran darah manusia? Ion kalsium sangat penting dalam pembekuan darah, ketika terjadi luka pada tubuh kita. Tanpa ion kalsium, pembekuan darah tidak dapat berlangsung. Darah akan terus keluar dari tubuh sehingga dapat mengakibatkan kematian. Selain berperan dalam pembekuan darah, ion juga sangat penting dalam transpor gas oksigen (O_2) dan gas karbon dioksida (CO_2) dalam tubuh.



Sumber: Sherwood, 2010

Gambar 8.23 Mekanisme Transpor Gas Oksigen dan Gas Karbon dioksida dalam Tubuh Manusia

Karbon dioksida (CO_2) yang berada di jaringan tubuh diambil dan disalurkan menuju paru-paru melalui tiga cara a. Karbon dioksida larut dalam plasma darah dan sel darah. b. Karbon dioksida berikatan dengan hemoglobin (Hb) membentuk HbCO_2 . c. Karbon dioksida bereaksi sehingga terbentuk ion bikarbonat (HCO_3^-). Agar dapat melakukan proses tersebut dengan baik, tubuh juga memerlukan ion klorida (Cl^-).



Ayo, Kita Renungkan

Setelah kamu membaca peranan ion dalam sistem peredaran darah dan transpor gas dalam tubuh manusia tentunya kamu semakin takjub dan kagum akan kekuasaan Tuhan Yang Maha Esa bukan? Betapa hebat Tuhan kita yang telah mendesain mekanisme-mekanisme rumit dalam tubuh kita. Kita juga tidak boleh sombong, karena manusia itu sesungguhnya sangatlah lemah dan tidak berdaya. Bayangkan hanya tanpa satu jenis ion, misalnya ion klorida (Cl^-), niscaya manusia tidak akan dapat hidup karena tidak ada ion yang membantu transpor gas di dalam tubuh.



Tahukah Kamu?

Tahukah kamu bahwa ion-ion juga dapat digunakan untuk membunuh bakteri dan virus? Pernahkah kamu mendengar *Air Conditioner (AC) Plasma Cluster*? Alat ini merupakan salah satu pendingin ruangan yang juga dapat menghasilkan ion-ion, di antaranya ion H^+ dan ion O^{2-} . Berdasarkan hasil penelitian oleh ilmuwan Jepang ion-ion tersebut dapat membunuh bakteri *Escherichia coli*, *Micrococcus pyogenes*, dan virus influenza. Mekanisme pembunuhan bakteri dan virus ini terjadi melalui reaksi antara dua ion O^{2-} dan dua ion H^+ . Kedua ion ini bereaksi menghasilkan hidrogen peroksida (H_2O_2) pada lapisan luar sel bakteri atau pada permukaan virus. Hidrogen peroksida memiliki energi potensial yang tinggi dan mampu merusak dinding sel bakteri dan selubung protein virus, sehingga bakteri dan virus akan mati.

3. Identifikasi Unsur

Pada Gambar 8.6 kamu telah mempelajari lampu warna-warni yang di dalamnya terkandung gas mulia. Selain itu, adakah di antara kamu yang suka melihat kembang api? Bagaimana kembang api dapat menghasilkan nyala yang berwarna-warni?



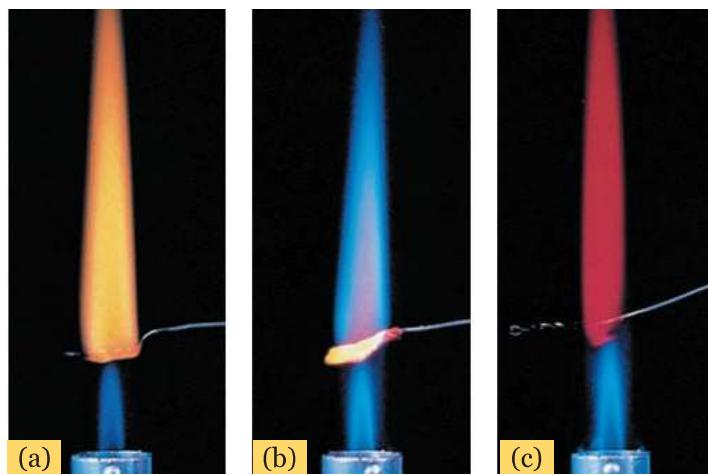


Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 8.24 Kembang Api

Kembang api mengandung senyawa-senyawa tertentu. Bilakembang api dibakar, molekul-molekul yang ada di dalam senyawa tersebut menyerap energi dan menyebabkan elektron-elektron pada atomnya mengalami perpindahan antarkulit atom. Perpindahan elektron dari kulit atom dengan energi lebih rendah ke kulit atom dengan energi lebih tinggi, akan menyerap energi. Sedangkan, perpindahan elektron dari kulit dengan energi yang lebih tinggi ke kulit atom dengan energi yang lebih rendah akan melepaskan energi. Energi yang dilepaskan tersebut akan terlihat sebagai cahaya. Tiap-tiap atom mempunyai jarak antar kulit atom yang berbeda sehingga energi yang diserap atau dilepaskan juga akan berbeda. Akibatnya cahaya yang dihasilkan memiliki warna-warna yang berbeda. Jika kamu menyulut kembang api, berarti kamu telah melakukan reaksi kimia yang menghasilkan cahaya.

Warna khas yang dihasilkan oleh unsur-unsur pada keadaan terbakar tersebut dapat digunakan untuk mengetahui keberadaan suatu unsur dalam suatu materi secara kualitatif. Prinsip tersebut digunakan oleh ilmuwan untuk mengidentifikasi suatu unsur secara kualitatif dalam suatu bahan dan disebut sebagai **uji nyala**. Contoh hasil uji nyala beberapa unsur disajikan pada Gambar 8.25. Hanya saja, tidak semua unsur mempunyai warna yang khas. Oleh sebab itu, uji nyala hanya digunakan untuk mengetahui kandungan beberapa unsur tertentu.



Sumber: Trefil & Hazen, 2010

Gambar 8.25 Perbedaan Warna dari Pembakaran Unsur: (a) Natrium (Na), (b) Kalium (K), dan (c) Litium (Li)



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 8.3 Mengidentifikasi Unsur Melalui Pembakaran

Kamu telah mengetahui bahwa setiap unsur memiliki warna nyala yang berbeda ketika dibakar. Pada aktivitas ini kamu akan mengidentifikasi unsur-unsur tertentu pada suatu bahan melalui reaksi pembakaran.

Apa yang kamu perlukan?

1. 1 buah pinset
2. 1 gram garam dapur
3. 1 gram pupuk NPK
4. 10 cm kawat tembaga
5. 1 buah pembakar spiritus
6. 1 buah sarung tangan kain/kulit

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Pakailah sarung tangan kain/kulit untuk melindungi tanganmu dari panas. Jangan gunakan sarung tangan yang terbuat dari plastik atau karet.

