

## B. Atom dan Partikel Penyusunnya

### Ayo, Kita Pelajari



- Partikel subatom
- Nomor atom
- Nomor massa



### Istilah Penting

- Partikel subatom
- Nomor atom
- Nomor massa



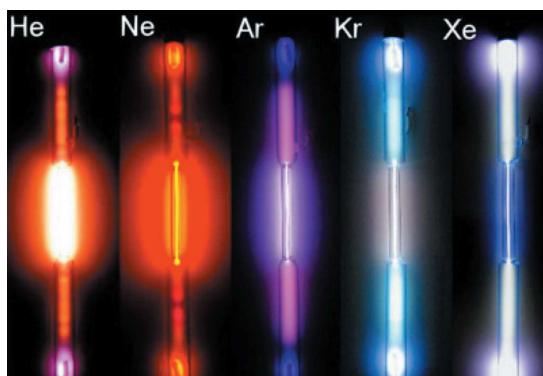
### Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantumu memahami partikel terkecil penyusun atom, sehingga kamu dapat mengetahui dasar dari berbagai teknologi yang memanfaatkan partikel kecil penyusun atom.

### 1. Partikel Subatom

Pada bagian sebelumnya kamu telah mengetahui bahwa molekul air tersusun atas dua atom hidrogen (H) dan satu atom oksigen (O). Walaupun atom merupakan unit terkecil penyusun molekul, materi yang sudah sangat kecil ini ternyata tersusun atas bagian yang lebih kecil lagi yang disebut **partikel subatom**. Bagaimana kita tahu bahwa atom tersusun atas partikel-partikel subatom?

Perhatikan warna lampu pada Gambar 8.6. Tiap-tiap lampu tersebut mengandung gas mulia, berturut-turut helium (He), neon (Ne), argon (Ar), kripton (Kr), dan xenon (Xe).



Sumber: [www.haikudeck.com](http://www.haikudeck.com)

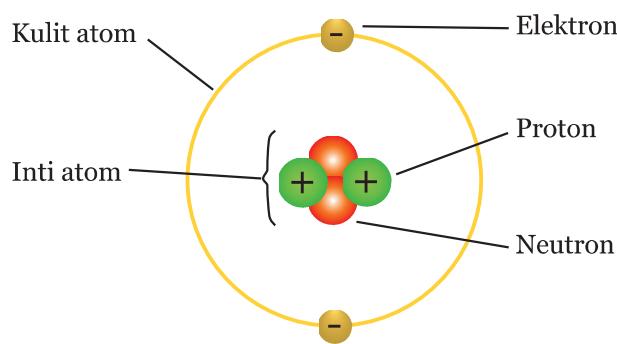
**Gambar 8.6** Warna Lampu yang Berisi Gas Mulia Helium (He), Neon (Ne), Argon (Ar), Kripton (Kr), dan Xenon (Xe)



Lampu-lampu tersebut mengeluarkan cahaya yang berwarna-warni setelah dialiri arus listrik. Gas-gas yang dilewati oleh aliran listrik tersebut berpendar sehingga menghasilkan cahaya yang berwarna-warni. Cahaya itu muncul karena adanya loncatan elektron-elektron yang terdapat di dalam atom-atom gas. Tahukah kamu apakah elektron itu?

Contoh lain adalah kembang api (perhatikan Gambar 8.24). Apakah kamu melihat cahaya yang berwarna-warni dari kembang api? Mengapa cahaya yang muncul berwarna-warni? Jika cahaya lampu pada Gambar 8.6 muncul akibat adanya aliran listrik, maka cahaya pada kembang api itu dihasilkan akibat terbakarnya unsur-unsur yang terdapat dalam kembang api tersebut. Seperti halnya pada proses pembentukan cahaya yang berwarna-warni pada lampu. Ketika kembang api dibakar akan membuat temperatur unsur penyusun kembang api semakin tinggi, akibatnya elektron berpindah dari kulit atom satu ke kulit atom yang lainnya. Perpindahan elektron ini disertai dengan cahaya dengan warna tertentu, yang spesifik pada setiap unsur. Tahukah kamu apakah kulit atom itu?

Atom tersusun atas partikel-partikel penyusun atom atau partikel subatom, yaitu neutron ( $n$ ), proton ( $p$ ), dan elektron ( $e$ ). Neutron dan proton membentuk inti atom. Elektron menempati kulit-kulit atom yang ada di sekitar inti atom. Elektron-elektron tersebut bergerak mengelilingi inti dengan kecepatan tinggi membentuk awan elektron. Elektron dan proton merupakan partikel subatom yang mempunyai muatan berlawanan, sedangkan neutron tidak bermuatan. Elektron memiliki muatan negatif sedangkan proton memiliki muatan positif.



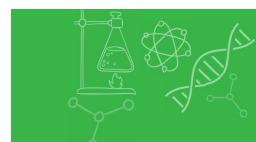
Sumber: Dok. Kemdikbud  
**Gambar 8.7** Model Atom Helium (He)

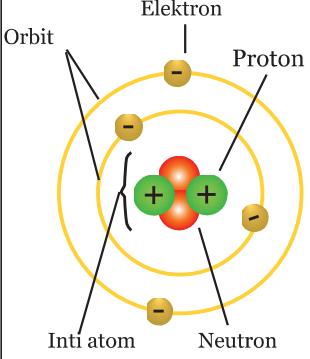
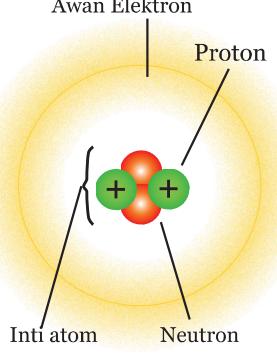
Pada atom netral, jumlah proton sama dengan jumlah elektron. Tiap-tiap partikel penyusun subatom tersebut mempunyai massa. Elektron mempunyai massa sangat kecil dibandingkan dengan massa proton dan neutron. Oleh sebab itu massa atom akan terpusat pada inti atom saja atau ditentukan oleh jumlah proton dan jumlah neutronnya.

Para ilmuwan telah mempelajari atom sejak ratusan tahun lalu. Para ilmuwan tersebut mengemukakan teori-teori tentang atom. Teori yang satu akan runtuh atau ditolak ketika ada data atau fakta baru yang ditemukan tentang atom sehingga melahirkan teori atom yang baru. Berikut ini merupakan perkembangan teori atom.

**Tabel 8.3** Perkembangan Teori Atom

Penemu/ Teori Atom	Model	Penjelasan
John Dalton		Atom sebagai bola pejal dan merupakan bagian terkecil yang tidak dapat dibagi lagi. Setiap unsur terdiri atas atom-atom yang identik satu sama lain. Atom-atom dari unsur berbeda adalah berbeda. Atom-atom dapat bergabung membentuk molekul.
Joseph John Thomson		Atom merupakan bola bermuatan positif dan di tempat-tempat tertentu terdapat elektron-elektron yang bermuatan negatif, seperti kismis dalam roti.
Ernest Rutherford		Atom berbentuk bola yang di tengah-tengahnya terdapat inti atom yang merupakan pusat muatan positif dan pusat massa, sedangkan elektron-elektron bergerak berputar mengelilingi inti atom.



Penemu/ Teori Atom	Model	Penjelasan
Niels Bohr	 <p>Orbit Elektron Proton Inti atom Neutron</p>	Atom terdiri atas inti atom yang menjadi pusat massa atom dan pusat muatan positif, sedangkan elektron bergerak mengelilingi inti atom pada lintasan tertentu (orbit) yang disebut <b>kulit atom</b> . Selama elektron bergerak mengelilingi inti pada orbitnya, elektron tidak memancarkan atau kehilangan energi.
Modern (Mekanika Gelombang)	 <p>Awan Elektron Proton Inti atom Neutron</p>	Atom tersusun atas partikel subatom yaitu neutron (n), proton (p), dan elektron (e). Neutron dan proton membentuk inti yang padat, disebut <b>nukleus</b> atau <b>inti atom</b> . Elektron bergerak di sekeliling inti dengan kecepatan hampir seperti kecepatan cahaya dan membentuk awan elektron yang disebut <b>orbital</b> . Pada awan elektron tersebut posisi elektron tidak dapat ditentukan.

Teori atom yang paling baru adalah teori atom mekanika gelombang. Teori ini akan kamu pelajari ketika kamu menempuh pendidikan di Sekolah Menengah Atas. Berdasarkan teori atom Bohr dapatkah kamu menjelaskan bagaimana lampu yang berisi gas mulia yang berbeda dapat menghasilkan cahaya yang berwarna-warni? Begitu juga, bagaimana terbentuknya cahaya warna-warni dari kembang api?

Menurut Bohr, atom mempunyai kulit-kulit atom tempat elektron bergerak mengelilingi inti atom. Kulit atom yang paling dekat dengan inti atom mempunyai energi paling rendah. Kulit atom yang lebih jauh dari inti atom mempunyai energi yang lebih tinggi. Elektron yang berada pada kulit atom paling dalam dapat berpindah ke kulit atom yang lebih luar bila menyerap energi dari luar atom. Energi itu dapat berasal dari panas pembakaran atau dari energi listrik yang melewati atom-atom tersebut. Elektron yang terletak pada kulit atom paling luar akan mendapatkan gaya tarik yang lemah dari inti atom. Oleh karena itu elektron pada kulit atom paling luar mudah lepas

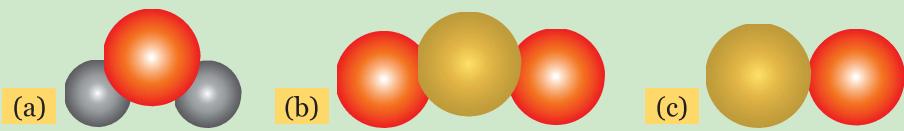


dari kulit itu, sehingga atom dapat kehilangan elektron. Bila jumlah elektron dan jumlah proton dalam suatu atom tidak sama, atom tersebut akan bermuatan atau menjadi **ion**. Proses pembentukan ion disebut **ionisasi**. Tahukah kamu, elektron-elektron yang ada pada kulit atom paling luar mempunyai peranan yang sangat penting pada pembentukan ikatan kimia antaratom dalam suatu molekul?



### Ayo, Kita Diskusikan

Setelah membaca Tabel 8.3, bersama kelompokmu coba jelaskan perbedaan antara model atom yang satu dengan yang lainnya! Coba kamu jelaskan menurut model atom Dalton bagaimana model molekul  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ , dan  $\text{CO}$ ? Gambarkan juga model atom Dalton untuk molekul  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{N}_2$ , dan  $\text{O}_2$ . Apakah yang membedakan molekul yang satu dengan molekul lainnya?



Sumber: Dok. Kemdikbud

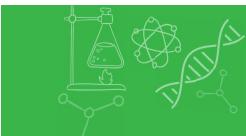
**Gambar 8.8** Model Molekul Dalton untuk (a) Air ( $\text{H}_2\text{O}$ ),  
(b) Karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), (c) Karbon monoksida ( $\text{CO}$ )



### Tahukah Kamu?

Pernahkah kamu mendengar mikroskop elektron? Mikroskop elektron adalah alat yang dapat digunakan untuk melihat benda yang berukuran sangat kecil, misalnya virus atau organel sel. Mikroskop ini dapat melakukan perbesaran dari 1.000 hingga 1 juta kali. Mikroskop elektron berbeda dengan mikroskop cahaya yang memiliki perbesaran maksimal 1.000 kali. Perhatikan Gambar 8.10 sebagai perbandingan gambar yang dihasilkan dari mikroskop cahaya dan mikroskop elektron.

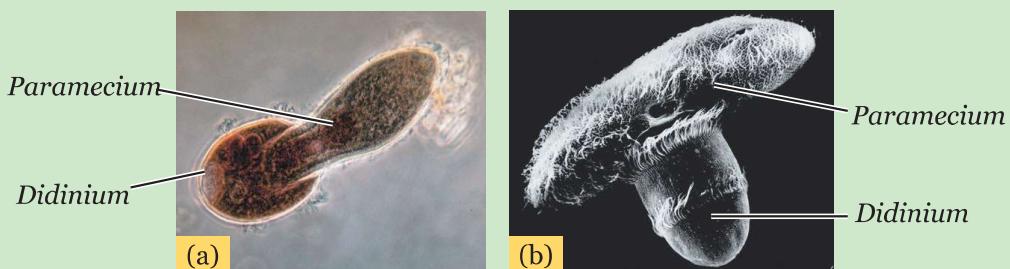
Pada mikroskop elektron, berkas elektron digunakan sebagai pengganti cahaya. Kemampuan perbesaran mikroskop elektron diakibatkan oleh pendeknya panjang gelombang elektron. Panjang gelombang elektron sekitar 100.000 kali lebih kecil dibandingkan



panjang gelombang cahaya tampak. Perbedaan panjang gelombang ini juga mengakibatkan gambar yang dihasilkan oleh mikroskop elektron selalu berupa gambar hitam dan putih. Meskipun hasil gambar dari mikroskop elektron berupa gambar hitam putih, tetapi gambar tersebut dapat diberi warna secara buatan untuk menekankan suatu bagian secara rinci. Pada mikroskop elektron tidak digunakan lensa kaca, tetapi digunakan lensa elektromagnetik untuk memfokuskan berkas elektron pada objek yang diamati.



Sumber: Dok. Kemdikbud  
**Gambar 8.9** Mikroskop Elektron Jenis SEM (*Scanning Electron Microscope*) di Universitas Negeri Malang



Sumber: Black, 2012.

**Gambar 8.10** Protozoa dari Genus *Didinium* yang sedang Memakan *Paramecium*  
 (a) Gambar yang Dihasilkan oleh Mikroskop Cahaya (perbesaran 160 x),  
 (b) Gambar yang Dihasilkan oleh Mikroskop Elektron (perbesaran 425 x)

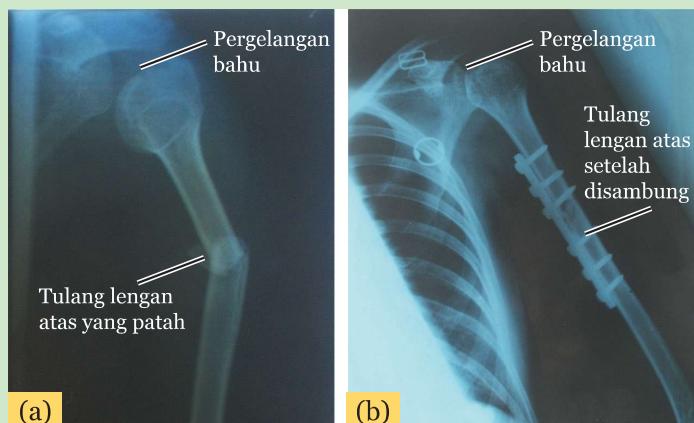


### Tahukah Kamu?

Pernahkah kamu mendengar sinar-X atau sinar Roentgen? Sinar-X digunakan untuk mendiagnosis atau menganalisis penyakit, biasanya untuk melihat daerah patah tulang dan paru-paru.

Sebenarnya apa itu sinar-X? Sinar-X pertama kali ditemukan oleh Wilhelm C. Roentgen pada tahun 1895. Dia menemukan bahwa ketika elektron yang memiliki energi tinggi menabrak suatu material seperti gelas, maka material tersebut akan memancarkan **radiasi** (energi yang dialirkan dalam bentuk gelombang elektromagnet atau partikel subatom) yang dapat menembus benda yang tidak

dapat ditembus cahaya biasa. Radiasi ini diberi nama sinar-X. Sinar-X merupakan radiasi elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang pendek ( $10^{-10}$  m) dan dihasilkan dari elektron-elektron yang tereksitasi dalam atom yang kemudian meloncat dari kulit atom luar ke kulit atom yang lebih dalam. Roentgen juga menunjukkan bahwa sinar-X dapat membuat plat film dan menghasilkan gambar dari objek yang tidak tembus pandang.



Sumber: Dok. Kemdikbud

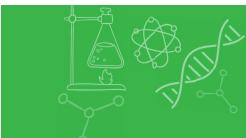
**Gambar 8.11** Foto Hasil Roentgen untuk Melihat: (a) Tulang Lengan Atas yang Patah, (b) Kondisi Tulang Lengan Atas Setelah Penyambungan

Saat ini sinar-X merupakan suatu sinar yang sangat penting untuk mendiagnosis suatu penyakit. Sinar-X juga dapat digunakan untuk menganalisis struktur molekul suatu senyawa yang berbentuk kristal. Teknik ini dikenal dengan *crystallography*.

## 2. Nomor Atom dan Nomor Massa

Masih ingatkah kamu dengan materi tentang unsur? Unsur merupakan zat murni yang tidak dapat diubah lagi menjadi zat lain dengan reaksi kimia, seperti emas, besi, perak, oksigen, dan masih banyak yang lain. Saat ini ada sekitar 105 unsur yang ditemukan di alam (lihat sistem periodik unsur pada **Lampiran**). Masing-masing unsur tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda.

Atom-atom dari unsur yang berbeda memiliki jumlah partikel subatom yang berbeda. Semua atom dalam suatu unsur yang sama memiliki jumlah proton yang sama di dalam intinya. Jumlah proton



ini unik untuk setiap unsur dan dijadikan sebagai dasar nomor atom. Sementara nomor massa suatu atom ditentukan oleh jumlah neutron dan proton. Atom yang satu berbeda dengan atom yang lain karena mempunyai jumlah elektron, proton, dan neutron yang berbeda. Jika dua atom mempunyai massa atom berbeda, maka jari-jari kedua atom itu akan berbeda pula. Oleh sebab itu, pada Gambar 8.8 atom H, O, dan C mempunyai ukuran yang berbeda. Hubungan nomor atom, nomor massa, dan jumlah neutron dalam suatu atom yang netral (tidak bermuatan) dapat dituliskan dengan persamaan berikut.

$$\text{Nomor atom} = \text{Jumlah proton (p)} = \text{jumlah elektron (e)}$$
$$\text{Nomor massa} = \text{Jumlah proton (p)} + \text{Jumlah neutron (n)}$$



Sumber: Reece et al. 2012

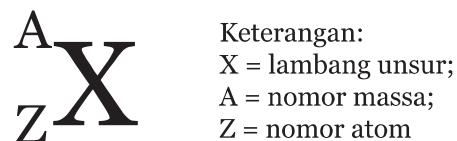
**Gambar 8.12** Penderita Gondok

Tahukah kamu bahwa zat iodin (I) merupakan komponen hormon tiroksin yang diproduksi oleh kelenjar tiroid. Hormon tiroksin memiliki beberapa fungsi penting, antara lain: meningkatkan laju metabolisme untuk menghasilkan energi, mengatur pertumbuhan dan perkembangan sistem saraf dan sistem rangka (otot dan tulang), serta menjaga tekanan darah.

Mengkonsumsi iodin sebanyak 0,15 mg setiap harinya sudah cukup untuk memenuhi

kebutuhan kelenjar tiroid manusia untuk menghasilkan hormon tiroksin yang diperlukan tubuh. Kekurangan iodin dalam makanan mengakibatkan kelenjar tiroid membesar sampai ukuran abnormal atau yang dikenal dengan penyakit gondok. Agar dapat mengatasi penyakit tersebut, saat ini iodin dalam bentuk kalium iodat ( $KIO_3$ ) atau kalium iodida (KI) banyak ditambahkan pada garam dapur atau yang biasa kita kenal dengan garam beriodium.

Setiap unsur dituliskan dengan lambang unsur. Pada penulisan lambang unsur, nomor atom ditulis sebagai *subscript* (turun) di kiri lambang unsur, sedangkan nomor massa ditulis sebagai *superscript* (naik) di kiri atas lambang unsur, sebagaimana berikut.



Sebagai contoh, penulisan lambang unsur litium (Li) yang mempunyai nomor atom 3 dan nomor massa 7 adalah  $^7_3\text{Li}$ . Agar kamu dapat lebih memahami penulisan lambang atom, menentukan nomor massa, jumlah proton, serta jumlah elektronnya lengkapi **Tabel 8.4!** Perhatikan contoh di atas dan **Tabel Periodik** pada Lampiran buku ini untuk menentukan jumlah proton, neutron, elektron, dan nomor massa suatu atom!

**Tabel 8.4** Atom dan Partikel Penyusunnya

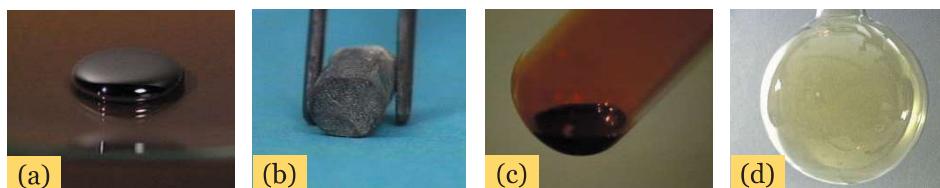
No	Nama Atom	Lambang Atom	Jumlah Partikel Penyusun Atom			Z	A	Lambang $^{A}_{Z}\text{X}$
			e	p	n			
1.	Hidrogen	H	1	1	0	1	1	$^1_1\text{H}$
2.	Helium	He	2	2	2	2	4	$^4_2\text{He}$
3.	Karbon	C	6	6	6	6	12	$^{12}_6\text{C}$
4.	Oksigen	O		8			16	
5.	Kalsium							$^{40}_{20}\text{Ca}$
6.	Fluor	F	9	9			19	
7.	Magnesium				12		24	
8.		K			20		39	
9.								$^{80}_{35}\text{Br}$
10.								$^{84}_{36}\text{Kr}$

#### Keterangan:

e = elektron; p = proton; n = neutron; Z = nomor atom; A = nomor massa

Sebagian besar unsur yang ada di alam sangat penting untuk kehidupan. Namun, ada beberapa unsur yang disebut **logam berat**, berbahaya bagi tubuh manusia dan lingkungan. Unsur ini tidak dapat

didaur ulang dalam tubuh dan sulit untuk dikeluarkan, karena dalam tubuh kita tidak ada mekanisme yang berfungsi untuk menghilangkan unsur ini. Logam berat mampu bertahan dalam tubuh sepanjang hayat kita. Konsentrasi logam berat dalam tubuh dapat bertambah sepanjang waktu atau dikenal dengan **bioakumulasi**. Logam berat dapat menyebabkan berbagai penyakit, seperti kanker dan bahkan dapat menyebabkan kematian. Seorang wanita yang hamil juga dapat mengalami keguguran dan melahirkan bayi yang cacat akibat kandungan logam berat yang cukup tinggi dalam tubuhnya.



Sumber: Banks *et al.* 1995

**Gambar 8.13** Beberapa Contoh Unsur (a) Merkuri (Hg), (b) Litium (Li), (c) Brom ( $\text{Br}_2$ ), (d) Klor ( $\text{Cl}_2$ )

Pernahkah kamu mendengar musibah Minamata? Gejala Minamata pertama kali diidentifikasi pada tahun 1956 di teluk Minamata, Jepang. Di teluk Minamata ini terdapat pelabuhan ikan, pabrik pupuk, dan senyawa kimia lain yang dalam prosesnya menggunakan merkuri (Hg). Suatu ketika merkuri ini bocor dan masuk ke dalam lautan sehingga mengontaminasi ikan dan hewan laut lainnya. Masyarakat sekitar yang mengkonsumsi ikan yang terkontaminasi merkuri mengalami bioakumulasi merkuri dalam tubuhnya. Bioakumulasi merkuri ini menyebabkan keterbelakangan mental, cacat lahir, buta dan tuli, serta menyebabkan kematian.

Kejadian musibah Minamata membuat perhatian warga dunia untuk lebih menjaga lingkungan dari pencemaran, khususnya pencemaran logam berat. Teluk Minamata akhirnya ditetapkan bebas merkuri pada bulan Juli 1997 (41 tahun kemudian) dan warga sekitar dapat beraktivitas secara normal baik untuk menangkap ikan maupun berenang di laut.