

• Arifatun Anifah Setyawati



# KIMIA

Mengkaji Fenomena Alam



PUSAT PERBUKUAN  
Departemen Pendidikan Nasional

untuk Kelas X  
SMA/MA

● Arifatun Anifah Setyawati

# KIMIA

Mengkaji Fenomena Alam



PUSAT PERBUKUAN  
Departemen Pendidikan Nasional

untuk Kelas X  
SMA/MA

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional  
dilindungi oleh Undang-Undang

# KIMIA Kelas X

Tim Penyusun

*Penulis:*

+ Arifatun Anifah Setyawati

*Editor:*

+ Ari Yulianti

*Ilustrator:*

+ H. Cahyono

+ K. Wijayanti

+ R. Isnaini

*Desainer kover:*

+ H. Cahyono

*Ukuran :*

+ 17,6 x 25 cm

540.7

ARI

k

ARIFATUN Anifah Setyawati

Kimia : Mengkaji Fenomena Alam Untuk Kelas X SMA/MA  
/ penulis, Arifatun Anifah Setyawati; editor Ari Yulianti ; ilustrator, Hery  
Cahyono. — Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional,  
2009.

vii, 186 hlm. : ilus ; 25 cm.

Bibliografi : hlm. 179

Indeks : hlm. 180

ISBN 978-979-068-187-3

1. Kimia-Studi dan Pengajaran I. Judul II Ari Yulianti

III. Hery Cahyono

Hak Cipta Buku ini dibeli oleh Departemen Pendidikan Nasional  
dari Penerbit PT. Cempaka Putih

Diterbitkan oleh Pusat perbukuan Departemen Pendidikan Nasional  
Tahun 2009

Diperbanyak oleh ....

## Kata Sambutan

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Departemen Pendidikan Nasional, pada tahun 2008, telah membeli hak cipta buku teks pelajaran ini dari penulis/penerbit untuk disebarluaskan kepada masyarakat melalui situs internet (*website*) Jaringan Pendidikan Nasional.

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2007.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis/penerbit yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para siswa dan guru di seluruh Indonesia.

Buku-buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*down load*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun, untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Diharapkan bahwa buku teks pelajaran ini akan lebih mudah diakses sehingga siswa dan guru di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri dapat memanfaatkan sumber belajar ini.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para siswa kami ucapkan selamat belajar dan manfaatkanlah buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, Februari 2009  
Kepala Pusat Perbukuan

## Tangki "Kosong" yang Menggetarkan Dunia

Tentu Anda sudah tak asing lagi dengan yang namanya teflon. Lapisan antilengket ini sudah digunakan jutaan orang dalam bentuk perkakas masak memasak. Sebenarnya teflon tidak sekadar untuk alat masak. Teflon juga berguna dalam pembuatan pakaian ruang angkasa, pengganti tulang beberapa bagian tubuh, kornea buatan, katup jantung buatan, hingga bom atom. Semua aplikasi yang luar biasa ini dapat terjadi karena sebuah kejadian tak terduga yang dialami Roy J. Plunkett.

Hari bersejarah itu terjadi pada tanggal 6 April 1938. Pada hari itu, Plunkett membuka tangki berisi gas tetrafluoroetilen dengan harapan dapat membuat bahan pendingin yang tidak beracun. Anehnya, ketika tangki dibuka, tidak ada gas yang keluar. Ia tidak memahami hal ini karena berat tangki menunjukkan bahwa tangki itu seharusnya penuh dengan fluorokarbon dalam bentuk gas.

Rasa penasaran memaksa Plunkett untuk menggegerangi tangki "kosong" itu dan melihat ke dalamnya. Di dalam tangki itu ia mendapati bubuk putih seperti lilin. Bubuk dalam tangki "kosong" ini sungguh bandel. Bubuk ini tidak terpengaruh oleh asam atau panas yang kuat, dan tidak ada bahan pelarut yang mampu melarutkannya. Berbeda dengan pasir, bubuk ini sangat licin. Karena sifat inilah bubuk ini dikembangkan lebih lanjut sehingga lahirlah teflon (singkatan dari tetrafluoroetilen) yang menyentuh jutaan manusia.

Kejadian tak terduga seperti yang dialami Plunkett bisa saja terjadi juga pada diri Anda. Sangat mungkin, kejadian tersebut bisa menjadi ilham yang bisa menuntun Anda pada sebuah penemuan besar. Namun, hanya jika Anda bersikap ilmiah saja mampu membaca ilham tersebut. Oleh karena itu, sikap ini perlu Anda miliki.

Kimia merupakan wahana yang tepat untuk mengembangkan sikap berpikir dan bertindak secara ilmiah. Melalui Kimia, Anda dibekali kemampuan berupa keterampilan dan penalaran. Dalam Kimia terdapat keterampilan proses yang meliputi kemampuan mengamati, mengajukan hipotesis, melakukan eksperimen, mengajukan pertanyaan, mengumpulkan data, sentra melaporkan hasil temuan secara lisan maupun tertulis. Dengan kemampuan itu, Anda memiliki kecakapan hidup yang berguna bagi Anda dalam memecahkan misteri fenomena alam sekitar.

Berdasarkan tujuan di atas buku Kimia ini disusun. Buku yang sekarang ada di tangan Anda ini selain menyajikan konsep dan teori juga memuat banyak kegiatan. Melalui kegiatan itu, Anda dapat menemukan jawaban mengapa sebuah fenomena terjadi. Melalui kompetensi yang Anda miliki, Anda diharapkan dapat menemukan sesuatu yang berguna, baik bagi diri Anda sendiri maupun bagi orang lain. Berkaca dari tangki "kosong" Plunkett, jadikan pelajaran Kimia sebagai sarana untuk berbicara banyak pada dunia. Masih banyak "tangki kosong" yang bisa menuntun Anda menjadi pengubah sejarah! Selamat belajar semoga sukses selalu menyertai Anda.

Klaten, Juni 2007  
Penyusun

# Tentang Buku Ini

Buku ini akan membawa Anda ke dalam dunia pembelajaran yang berbeda. Anda akan memahami lebih dekat dimensi alam dan dimensi manusia beserta keterkaitannya. Nah, semua itu akan Anda temukan melalui ragam rubrik dalam buku ini.

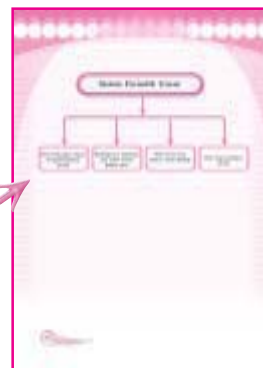


## Fokus

Sebelum memasuki materi, pembelajaran diawali dengan hal-hal yang dekat dengan kehidupan Anda. Melalui rubrik ini, Anda akan mengetahui relevansi materi dengan kebutuhan kehidupan. Dengan begitu, pembelajaran akan lebih bermakna dan bisa digunakan sepanjang hayat.

## Peta Konsep

Secara implisit, melalui bagian ini Anda akan menemukan materi-materi apa saja yang akan dipelajari dalam setiap bab.



## Kata Kunci

Untuk meraih kompetensi yang ditawarkan, Anda perlu dipandu dengan teks pelajaran yang baik, tidak menggurui, dan mengajak untuk menemukan pengetahuan. Oleh karena itu, Anda perlu mengetahui kata-kata yang menjadi inti pembahasan materi. Dengan kata-kata kunci maka akan lebih mudah bagi Anda menemukan konsep dan pengetahuan.



## Tugas Kelompok



## Tugas Mandiri

Guna melihat sejauh mana kompetensi yang telah Anda capai, buku ini menyajikan kegiatan yang bisa Anda gunakan untuk tujuan tersebut. Kegiatan ini terdiri atas tugas yang harus Anda kerjakan secara individu atau kelompok di luar jam pelajaran, atau tugas kelompok di laboratorium. Kegiatan yang ada didasarkan prinsip bahwa peserta didik memiliki potensial sentral untuk mengembangkan kompetensinya agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan, serta berilmu, cakap, kreatif, dan mandiri.



## Mari Mencoba



## Sebaiknya Anda Tahu

Untuk menambah wawasan dan pengetahuan Anda, buku ini dilengkapi dengan beragam info yang aktual, yang akan menambah pengetahuan Anda tentang berbagai perkembangan kimia. Dengan demikian, buku ini telah mengikuti prinsip tanggap terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.



## Ringkasan

Setelah selesai mengikuti proses pembelajaran maka Anda telah memiliki sejumlah pengetahuan. Agar pengetahuan itu tidak lekas hilang, Anda perlu mengidentifikasi kembali butir-butir pembelajaran. Rubrik ini bisa dijadikan media bagi Anda untuk mengingat kembali seluruh pengetahuan yang Anda dapatkan selama proses pembelajaran.



## Ulangan Harian

Untuk mengukur ketercapaian kompetensi Anda atas materi pembelajaran, secara berkala diadakan ulangan. Latihan ulangan itu meliputi ulangan harian, latihan ulangan blok, latihan ulangan semester, dan latihan ulangan kenaikan kelas. Dengan demikian, apabila kompetensi belum tercapai, Anda masih mempunyai kesempatan untuk mendapat pelayanan bersifat perbaikan, pengayaan, dan percepatan sesuai dengan potensi, tahap perkembangan, dan kondisi Anda.

# Daftar Isi

Kata Sambutan, iii  
Tangki "Kosong" yang Menggetarkan Dunia, iv  
Tentang Buku Ini, v  
Daftar Isi, vi

## Bab I Struktur Atom

- A. Perkembangan Teori Atom, 3
- B. Percobaan-Percobaan Mengenai Struktur Atom, 5
- C. Menentukan Struktur Atom Berdasarkan Tabel Periodik, 8
- D. Nomor Atom dan Nomor Massa, 10
- E. Isotop, Isobar, dan Isoton Suatu Unsur, 11
- F. Menentukan Elektron Valensi, 12

## Bab II Tabel Periodik Unsur

- A. Perkembangan Dasar Pengelompokan Unsur-Unsur, 21
- B. Hubungan Sistem Konfigurasi Elektron dengan Letak Unsur dalam Tabel Periodik Unsur, 25
- C. Sifat-Sifat Unsur dan Massa Atom Relatif ( $A_r$ ), 26
- D. Sifat Keperiodikan Unsur, 27

## Bab III Ikatan Kimia

- A. Terbentuknya Ikatan Kimia, 39
- B. Jenis-Jenis Ikatan Kimia, 40

## Latihan Ulangan Blok 1, 51

## Bab IV Tatanama Senyawa dan Persamaan Reaksi Sederhana

- A. Rumus Kimia, 57
- B. Tatanama Senyawa, 58
- C. Persamaan Reaksi, 64

## Bab V Hukum Dasar Kimia

- A. Hukum Kekekalan Massa (Hukum Lavoisier), 73
- B. Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust), 75
- C. Hukum Perbandingan Berganda (Hukum Dalton), 77
- D. Hukum Perbandingan Volume (Gay Lussac), 79

## **Bab VI Perhitungan Kimia**

- A. Penentuan Volume Gas Pereaksi dan Hasil Reaksi, **91**
- B. Massa Atom Relatif dan Massa Molekul Relatif, **93**
- C. Konsep Mol dan Tetapan Avogadro, **96**
- D. Rumus Molekul dan Kadar Unsur dalam Senyawa, **103**

**Latihan Ulangan Blok 2, 117**

**Latihan Ulangan Semester, 121**

## **Bab VII Larutan**

- A. Larutan, **127**
- B. Reaksi Oksidasi–Reduksi, **131**

## **Bab VIII Hidrokarbon**

- A. Kekhasan Atom Karbon, **141**
- B. Senyawa Hidrokarbon, **143**

## **Bab IX Minyak Bumi**

- A. Minyak Bumi, **161**
- B. Bensin, **163**
- C. Batubara, **165**
- D. Energi Terbarukan, **165**

**Latihan Ulangan Blok 3, 169**

**Latihan Ulangan Kenaikan Kelas, 173**

**Glosarium, 177**

**Daftar Pustaka, 179**

**Indeks, 180**

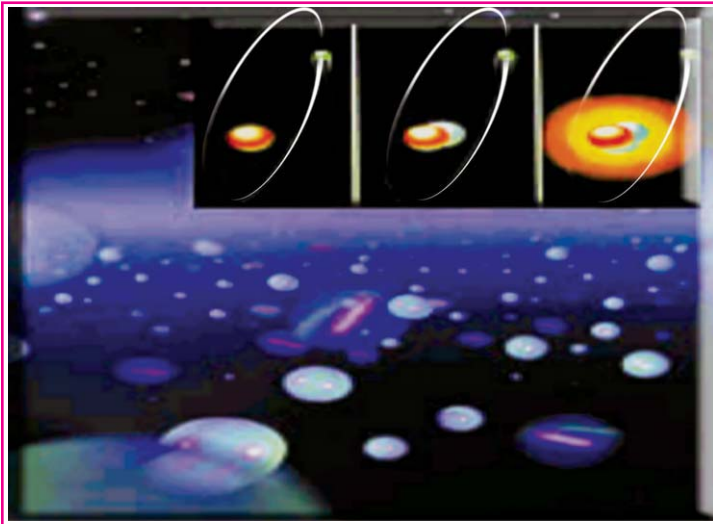
**Lampiran, 182**

**Kunci Jawaban Soal-Soal Terpilih, 186**



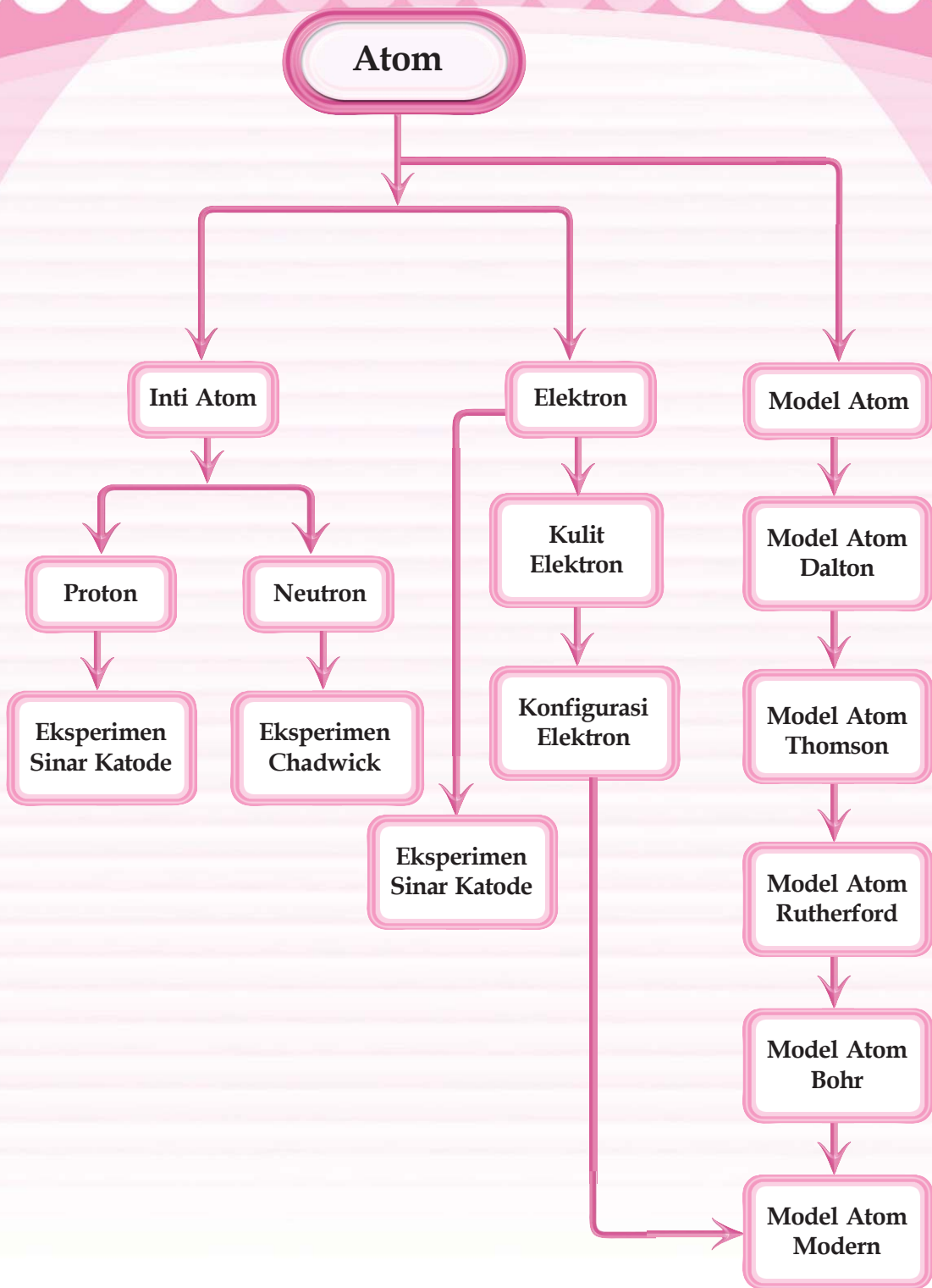


# Struktur Atom



Pernahkah Anda membayangkan bahwa keberadaan alam semesta, dunia dan seisinya termasuk juga kita hanya mungkin terjadi dengan adanya keseimbangan yang teramat halus dan teliti? Atom adalah bagian terkecil dari suatu unsur yang masih memiliki sifat unsur tersebut. Struktur atom menggambarkan bagaimana partikel-partikel dalam atom tersusun. Pada bab ini Anda diajak untuk meninjau lebih jauh tentang struktur sempurna yang berada di dalam sebuah atom.

Setelah mempelajari bab ini, Anda diharapkan mampu mengidentifikasi atom dan strukturnya berdasarkan Tabel Periodik Unsur.



Atom terdiri atas proton, neutron, dan elektron. Proton dan neutron berada di dalam inti atom. Sedangkan elektron terus berputar mengelilingi inti atom karena muatan listriknya. Semua elektron bermuatan negatif (-) dan semua proton bermuatan positif (+). Sementara itu, neutron bermuatan netral. Elektron yang bermuatan negatif (-) ditarik oleh proton yang bermuatan positif (+) pada inti atom. Elektron tersebut tidak meninggalkan inti, meskipun ada gaya sentrifugal yang terjadi akibat kecepatan elektron. Atom memiliki elektron di bagian luarnya sedangkan proton dalam jumlah yang sama di bagian pusatnya, sehingga muatan listrik atom berada dalam keadaan seimbang. Namun, baik volume maupun massa proton lebih besar daripada elektron. Jika kita membandingkannya, perbedaan di antara kedua partikel ini seperti perbedaan antara manusia dengan sebutir kacang kenari. Walaupun demikian, muatan listrik total keduanya tetap sama besar. Apa yang akan terjadi jika muatan listrik proton dan elektron tidak sama besar?

Dalam hal ini, semua atom di alam semesta akan menjadi bermuatan positif (+) karena ada kelebihan muatan listrik positif (+) di dalam proton. Akibatnya, semua atom akan saling bertolakan satu sama lain. Apa yang akan terjadi jika situasi seperti ini berlangsung? Apa yang akan terjadi jika semua atom di alam semesta saling bertolakan? Hal yang akan terjadi sangat tidak lazim. Begitu terjadi perubahan seperti itu di dalam atom, tangan Anda yang saat ini sedang memegang buku, begitu pula lengan Anda, akan hancur berantakan. Tidak hanya tangan dan lengan, tetapi juga tubuh, kaki, kepala, gigi Anda, singkatnya setiap bagian tubuh Anda akan terpisah-pisah saat itu juga. Ruangan yang Anda tempati, pemandangan di luar yang terlihat dari jendela juga akan berantakan. Semua laut di bumi, gunung-gunung, semua planet di dalam tata surya dan semua benda-benda langit di jagat raya akan musnah, hancur secara serempak. Tidak ada satu benda pun yang akan tersisa. Demikianlah karena keseimbangan yang sangat teliti dari struktur atom maka tercipta pula keseimbangan alam semesta.

## A. Perkembangan Teori Atom

Anda telah mengetahui beberapa unsur dalam kehidupan sehari-hari. Unsur dapat mengalami perubahan materi yaitu perubahan kimia. Ternyata perubahan kimia ini disebabkan oleh partikel terkecil dari unsur tersebut. Partikel terkecil inilah yang kemudian dikenal sebagai atom.

Jika Anda memotong satu batang kapur menjadi dua bagian, kemudian dipotong lagi menjadi dua bagian dan seterusnya maka bagian terkecil yang tidak dapat dibagi lagi inilah yang mengawali berkembangnya konsep atom.

Konsep atom itu dikemukakan oleh Demokritos yang tidak didukung oleh eksperimen yang meyakinkan, sehingga tidak dapat diterima oleh beberapa ahli ilmu pengetahuan dan filsafat.

Pengembangan konsep atom-atom secara ilmiah dimulai oleh John Dalton (1805), kemudian dilanjutkan oleh Thomson (1897), Rutherford (1911), dan disempurnakan oleh Bohr (1914).

Hasil eksperimen yang memperkuat konsep atom ini menghasilkan gambaran mengenai susunan partikel-partikel tersebut di dalam atom. Gambaran ini berfungsi untuk memudahkan dalam memahami sifat-sifat kimia suatu atom. Gambaran susunan partikel-partikel dasar dalam atom disebut model atom.

## 1. Model Atom Dalton

- Atom merupakan bagian terkecil dari materi yang sudah tidak dapat dibagi lagi.
- Atom digambarkan sebagai bola pejal yang sangat kecil, suatu unsur memiliki atom-atom yang identik dan berbeda untuk unsur yang berbeda.
- Atom-atom bergabung membentuk senyawa dengan perbandingan bilangan bulat dan sederhana. Misalnya air terdiri atas atom-atom hidrogen dan atom-atom oksigen.
- Reaksi kimia merupakan pemisahan atau penggabungan atau penyusunan kembali dari atom-atom, sehingga atom tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan.

Hipotesis Dalton digambarkan dengan model atom sebagai bola pejal seperti bola tolak peluru.

## 2. Model Atom Thomson

Atom adalah bola padat bermuatan positif dan di permukaannya tersebar elektron yang bermuatan negatif.

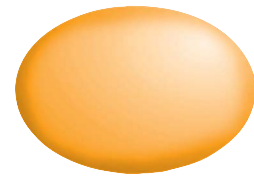
## 3. Model Atom Rutherford

Atom adalah bola berongga yang tersusun dari inti atom dan elektron yang mengelilinginya. Inti atom bermuatan positif dan massa atom terpusat pada inti atom.

Kelemahan dari Rutherford tidak dapat menjelaskan mengapa elektron tidak jatuh ke dalam inti atom. Berdasarkan teori fisika, gerakan elektron mengitari inti ini disertai pemancaran energi sehingga lama-kelamaan energi elektron akan berkurang dan lintasannya makin lama akan mendekati inti dan jatuh ke dalam inti.



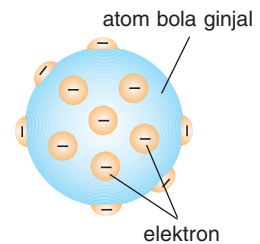
John Dalton



**Gambar 1.1**  
Model atom Dalton, seperti bola pejal



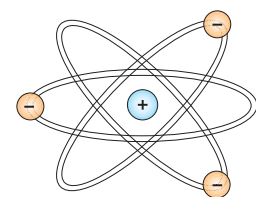
J.J. Thomson



**Gambar 1.2**  
Model atom Thomson seperti roti kismis



Rutherford

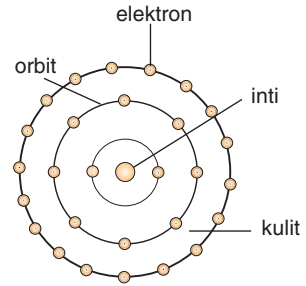


**Gambar 1.3**  
Model atom Rutherford seperti tata surya

Fenomena di atas dapat dijelaskan sebagai berikut. Ambillah seutas tali dan salah satu ujungnya Anda ikatkan sepotong kayu sedangkan ujung yang lain Anda pegang. Putarkan tali tersebut di atas kepala Anda. Apa yang terjadi? Lama-kelamaan putarannya akan melemah karena Anda pegal memegang tali tersebut sehingga kayu akan mengenai kepala Anda. Meski teorinya lemah, namun Rutherford telah berjasa dengan mengenalkan istilah lintasan/kedudukan elektron yang nanti disebut dengan kulit.

#### 4. Model Atom Niels Bohr

- Atom terdiri atas inti yang bermuatan positif dan dikelilingi oleh elektron yang bermuatan negatif di dalam suatu lintasan.
- Elektron dapat berpindah dari satu lintasan ke yang lain dengan menyerap atau memancarkan energi sehingga energi elektron atom itu tidak akan berkurang. Jika berpindah lintasan ke lintasan yang lebih tinggi, elektron akan menyerap energi. Jika beralih ke lintasan yang lebih rendah, elektron akan memancarkan energi.
- Kedudukan elektron-elektron pada tingkat-tingkat energi tertentu yang disebut kulit-kulit elektron.



**Gambar 1.4**  
Model atom Bohr

#### 5. Model Atom Modern

Kulit-kulit elektron bukan kedudukan yang pasti dari suatu elektron, tetapi hanyalah suatu kebolehjadian saja.



#### Mari Berdiskusi

Dalam perkembangan teori atom, tiap-tiap teori yang mengemukakan model atom dari model atom Dalton sampai model atom modern selalu mempunyai gagasan utama yang menjadi landasan penting bagi penemuan selanjutnya. Apakah gagasan utama tiap perkembangan teori model atom yang ada?

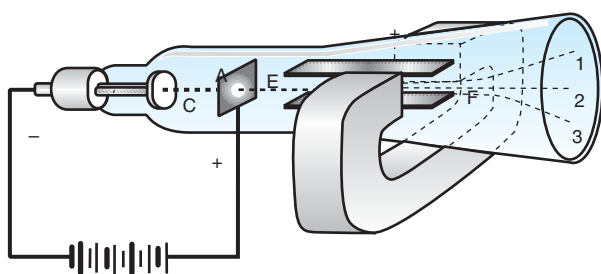
## B. Percobaan-Percobaan Mengenai Struktur Atom

### 1. Elektron

Pernahkah Anda memperhatikan tabung televisi? Tabung televisi merupakan tabung sinar katode. Percobaan tabung sinar katode pertama kali dilakukan oleh **William Crookes** (1875). Hasil eksperimennya yaitu ditemukannya seberkas sinar yang muncul dari arah katode menuju ke anode yang disebut *sinar katode*.

**George Johnstone Stoney** (1891) yang mengusulkan nama sinar katode disebut "**elektron**". Kelemahan dari Stoney tidak dapat menjelaskan pengaruh elektron terhadap perbedaan sifat antara atom suatu unsur dengan atom dalam unsur lainnya. **Antoine Henri Becquerel** (1896) menentukan sinar yang dipancarkan dari unsur-unsur radioaktif yang sifatnya mirip dengan elektron.

**Joseph John Thomson** (1897) melanjutkan eksperimen William Crookes yaitu pengaruh medan listrik dan medan magnet dalam tabung sinar katode.



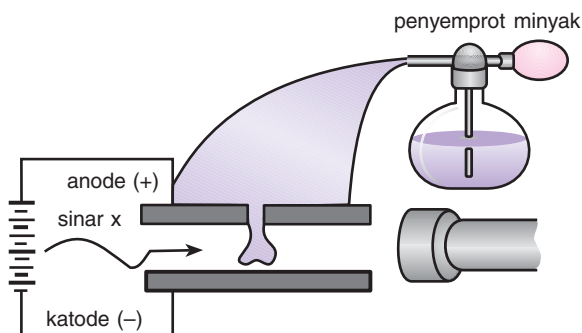
*Keterangan:*

- C = katode
- A = anode
- E = lempeng kondensator bermuatan listrik
- F = layar yang dapat berpendar (berfluoresensi)

**Gambar 1.5** Pembelokan sinar katode oleh medan listrik

Hasil percobaan J.J. Thomson menunjukkan bahwa sinar katode dapat dibelokkan ke arah kutub positif medan listrik. Hal ini membuktikan terdapat partikel bermuatan negatif dalam suatu atom.

Besarnya muatan dalam elektron ditemukan oleh **Robert Andrew Milikan** (1908) melalui percobaan tetes minyak Milikan seperti gambar berikut.



**Gambar 1.6** Diagram percobaan tetes minyak Milikan

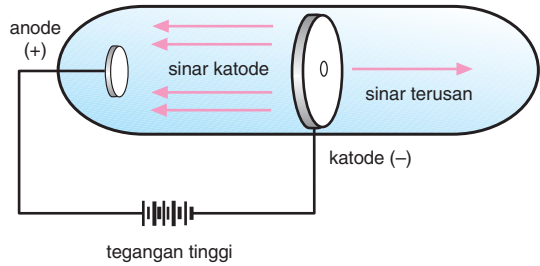
Minyak disemprotkan ke dalam tabung yang bermuatan listrik. Akibat gaya tarik gravitasi akan mengendapkan tetesan minyak yang turun. Apabila tetesan minyak diberi muatan negatif maka akan tertarik ke kutub positif medan listrik. Dari hasil percobaan Milikan dan Thomson diperoleh muatan elektron  $-1$  dan massa elektron  $0$ , sehingga elektron dapat dilambangkan  $\left( \begin{smallmatrix} 0 \\ -1 \end{smallmatrix} e \right)$ .

## 2. Proton

Jika massa elektron 0 berarti suatu partikel tidak mempunyai massa. Namun pada kenyataannya partikel materi mempunyai massa yang dapat diukur dan atom bersifat atom itu netral. Bagaimana mungkin atom itu bersifat netral dan mempunyai massa, jika hanya ada elektron saja dalam atom?

**Eugene Goldstein** (1886) melakukan eksperimen dari tabung gas yang memiliki katode, yang diberi lubang-lubang dan diberi muatan listrik.

Hasil eksperimen tersebut membuktikan bahwa pada saat terbentuk elektron yang menuju anode, terbentuk pula sinar positif yang menuju arah berlawanan melewati lubang pada katode. Setelah berbagai gas dicoba dalam tabung ini, ternyata gas hidrogenlah yang menghasilkan sinar muatan positif yang paling kecil baik massa maupun muatannya, sehingga partikel ini disebut dengan **proton**. Massa proton = 1 sma (satuan massa atom) dan muatan proton = +1.

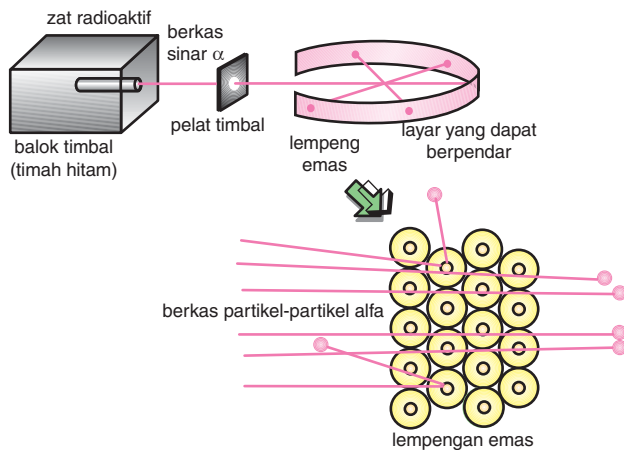


**Gambar 1.7**

Percobaan Goldstein untuk mempelajari partikel positif

## 3. Inti Atom

Setelah penemuan proton dan elektron, **Ernest Rutherford** melakukan penelitian penembakan lempeng tipis emas. Jika atom terdiri dari partikel yang bermuatan positif dan negatif maka sinar alfa yang ditembakkan seharusnya tidak ada yang diteruskan/menembus lempeng sehingga muncullah istilah **inti atom**. Ernest Rutherford dibantu oleh Hans Geiger dan Ernest Marsden (1911) menemukan konsep inti atom didukung oleh penemuan sinar X oleh **WC. Rontgen** (1895) dan penemuan zat radioaktif (1896). Percobaan Rutherford dapat digambarkan sebagai berikut.



**Gambar 1.8**

Percobaan Rutherford, hamburan sinar alfa oleh lempeng emas



Hasil percobaan ini membuat Rutherford menyatakan hipotesisnya bahwa atom tersusun dari inti atom yang bermuatan positif dan dikelilingi elektron yang bermuatan negatif, sehingga atom bersifat netral. Massa inti atom tidak seimbang dengan massa proton yang ada dalam inti atom, sehingga dapat diprediksi bahwa ada partikel lain dalam inti atom.

#### 4. Neutron

Prediksi dari Rutherford memacu **W. Bothe** dan **H. Becker** (1930) melakukan eksperimen penembakan partikel alfa pada inti atom berilium (Be) dan dihasilkan radiasi partikel berdaya tembus tinggi. Eksperimen ini dilanjutkan oleh **James Chadwick** (1932). Ternyata partikel yang menimbulkan radiasi berdaya tembus tinggi itu bersifat netral atau tidak bermuatan dan massanya hampir sama dengan proton. Partikel ini disebut **neutron** dan dilambangkan dengan  ${}^1_0n$ .

### C. Menentukan Struktur Atom Berdasarkan Tabel Periodik

#### 1. Partikel Dasar Penyusun Atom

Atom adalah bagian terkecil dari suatu unsur yang masih memiliki sifat unsur tersebut. Struktur atom menggambarkan bagaimana partikel-partikel dalam atom tersusun. Atom tersusun atas inti atom dan dikelilingi elektron-elektron yang tersebar dalam kulit-kulitnya. Secara sistematis dapat digambarkan partikel-partikel subatom sebagai berikut.



#### Kata Kunci

- elektron
- proton
- neutron

**Tabel 1.1** Partikel-Partikel dalam Atom

Partikel	Penemu	Massa (sma)	Muatan (sma)	Lambang
Elektron	J.J. Thomson	$\approx 0$	-1	${}^0_{-1}e$
Proton	Goldstein	1	+1	${}^1_1p$
Neutron	J. Chadwick	1	0	${}^1_0n$

Sebagian besar atom terdiri dari ruang hampa yang di dalamnya terdapat inti yang sangat kecil di mana massa dan muatan positifnya dipusatkan dan dikelilingi oleh elektron-elektron yang bermuatan negatif. Inti atom tersusun atas sejumlah proton dan neutron. Jumlah proton dalam inti atom menentukan muatan inti atom, sedangkan massa inti ditentukan oleh banyaknya proton dan neutron. Selanjutnya ketiga partikel subatom (proton, neutron,

dan elektron) dengan kombinasi tertentu membentuk atom suatu unsur yang lambangnya dapat dituliskan:  ${}^A_ZX$ .

X : lambang suatu unsur

Z : nomor atom

A : nomor massa

## 2. Memahami Susunan dari Sebuah Atom

- Lihatlah nomor atom dari tabel periodik. Nomor atom selalu lebih kecil dari nomor massa.
- Nomor atom merupakan jumlah proton. Oleh karena sifat atom netral, maka nomor atom juga merupakan jumlah elektron.
- Susunlah elektron-elektron dalam level-level energi, selalu isi level terdalam sebelum mengisi level luar.

### Contoh:

Mencari susunan dari atom klor.

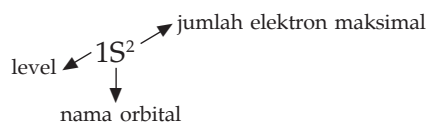
- Dalam tabel periodik tertera klor bernomor atom 17.
- Oleh karenanya atom klor terdiri dari 17 proton dan 17 elektron.
- Susunan dari elektron-elektron tersebut yaitu 2,8,7 (2 di level pertama, 8 di level kedua, dan 7 di level ketiga). Cara pengisian elektron model ini dijelaskan pada sub subbab konfigurasi elektron.

Cara pengisian elektron model lain dijelaskan sebagai berikut.

Level/Kulit	Alur Pengisian
1	1s <sup>2</sup> ← alur pengisian
2	2s <sup>2</sup> ← 2p <sup>6</sup> ←
3	3s <sup>2</sup> ← 3p <sup>6</sup> ← 3d <sup>10</sup> ←
4	4s <sup>2</sup> ← 4p <sup>6</sup> ← 4d <sup>10</sup> ← 4f <sup>14</sup> ←
5	5s <sup>2</sup> ← 5p <sup>6</sup> ← 5d <sup>10</sup> ←
6	6s <sup>2</sup> ← 6p <sup>6</sup> ←
7	7s <sup>2</sup> ←

Alur pengisian ikuti anak panah: 1s<sup>2</sup> – 2s<sup>2</sup> – 2p<sup>6</sup> – 3s<sup>2</sup> – 3p<sup>6</sup> – 4s<sup>2</sup> – 3d<sup>10</sup> dst.

### Keterangan:



Cara pengisian elektron ini lebih lanjut akan dipelajari di kelas XI.

Dua hal penting yang perlu diperhatikan jika Anda melihat susunan dalam tabel periodik.

- Jumlah elektron pada tingkat terluar (atau kulit terluar) sama dengan nomor golongan (kecuali helium yang hanya memiliki 2 elektron. Gas Mulia biasa disebut dengan golongan 0 bukan golongan 8). Hal ini berlaku di seluruh golongan unsur pada tabel periodik (kecuali unsur-unsur transisi). Jadi, jika Anda mengetahui bahwa barium terletak pada golongan 2, berarti barium memiliki 2 elektron pada tingkat terluar; iodium merupakan golongan 7 yang berarti iodium memiliki 7 elektron pada tingkat terluar.
- Gas mulia memiliki elektron penuh pada tingkat terluar.

## D. Nomor Atom dan Nomor Massa

Suatu atom memiliki sifat dan massa yang khas satu sama lain. Dengan penemuan partikel penyusun atom dikenal istilah nomor atom ( $Z$ ) dan nomor massa ( $A$ ).

Penulisan lambang atom unsur menyertakan nomor atom dan nomor massa.

Di mana:  ${}^A_ZX$

$A$  = nomor massa

$Z$  = nomor atom

$X$  = lambang unsur

**Nomor Massa ( $A$ ) = Jumlah proton + Jumlah neutron**

atau

**Jumlah Neutron = Nomor massa - Nomor atom**

**Nomor Atom ( $Z$ ) = Jumlah proton**

### 1. Nomor Atom ( $Z$ )

Nomor atom ( $Z$ ) menunjukkan jumlah proton (muatan positif) atau jumlah elektron dalam atom tersebut. Nomor atom ini merupakan ciri khas suatu unsur. Oleh karena atom bersifat netral maka jumlah proton sama dengan jumlah elektronnya, sehingga nomor atom juga menunjukkan jumlah elektron. Elektron inilah yang nantinya paling menentukan sifat suatu unsur. Nomor atom ditulis agak ke bawah sebelum lambang unsur.

### 2. Nomor Massa ( $A$ )

Massa elektron sangat kecil dan dianggap nol sehingga massa atom ditentukan oleh inti atom yaitu proton dan neutron. Nomor massa ( $A$ ) menyatakan banyaknya proton dan neutron yang menyusun inti atom suatu unsur. Nomor massa ditulis agak ke atas sebelum lambang unsur.

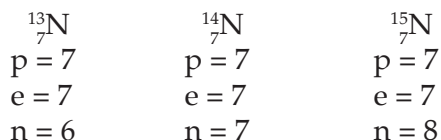
## E. Isotop, Isobar, dan Isoton Suatu Unsur

Setelah penulisan lambang atom unsur dan penemuan partikel penyusun atom, ternyata ditemukan adanya unsur-unsur yang memiliki jumlah proton yang sama tetapi memiliki massa atom yang berbeda. Ada pula unsur-unsur yang memiliki massa atom yang sama tetapi nomor atom berbeda. Oleh karena itu, dikenallah istilah isotop, isoton, dan isobar.

### 1. Isotop

Isotop adalah atom yang mempunyai nomor atom sama tetapi memiliki nomor massa berbeda.

**Contoh:**



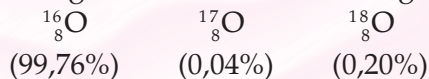
Setiap isotop satu unsur memiliki sifat kimia yang sama karena jumlah elektron valensinya sama.

Isotop-isotop unsur ini dapat digunakan untuk menentukan massa atom relatif ( $A_r$ ) atom tersebut berdasarkan kelimpahan isotop dan massa atom semua isotop.



### Contoh Soal

Oksigen di alam terdiri dari tiga isotop dengan kelimpahan sebagai berikut.



Hitunglah massa atom rata-rata ( $A_r$ ) dari unsur oksigen ini.

**Jawab:**

$$A_r = \frac{(99,76 \times 16) + (0,04 \times 17) + (0,20 \times 18)}{100} = 15,999$$

$$A_r \approx 16$$

### 2. Isobar

Isobar adalah unsur-unsur yang memiliki nomor atom berbeda tetapi nomor massa sama. Sehingga antara  ${}^{13}_6\text{C}$  dan  ${}^{13}_7\text{N}$  merupakan isobar.

### 3. Isoton

Atom-atom yang berbeda tetapi mempunyai jumlah neutron yang sama.

**Contoh:** isoton antara  ${}^{15}_8\text{O}$  dan  ${}^{14}_7\text{N}$ .



## Tugas Mandiri

Diketahui kelompok unsur  $^{12}_6\text{C}$   $^{17}_7\text{N}$   $^{14}_6\text{C}$   $^{13}_5\text{B}$   $^{14}_7\text{N}$   $^{13}_6\text{C}$   $^{15}_7\text{N}$   $^{16}_8\text{O}$   $^{17}_8\text{O}$   $^{18}_{10}\text{Ne}$   $^{18}_8\text{O}$   
 $^{16}_7\text{N}$   $^{17}_9\text{F}$ .

Pilihlah unsur-unsur dalam daftar di atas ke dalam:

- kelompok isotop,
- kelompok isoton,
- kelompok isobar.

## F. Menentukan Elektron Valensi

### 1. Konfigurasi Elektron

Konfigurasi (susunan) elektron suatu atom berdasarkan kulit-kulit atom tersebut. Setiap kulit atom dapat terisi elektron maksimum  $2n^2$ , di mana  $n$  merupakan letak kulit.

Jika  $n = 1$  maka berisi 2 elektron

Jika  $n = 2$  maka berisi 8 elektron

Jika  $n = 3$  maka berisi 18 elektron

dan seterusnya.

Lambang kulit dimulai dari K, L, M, N, dan seterusnya dimulai dari yang terdekat dengan inti atom.

Elektron disusun sedemikian rupa pada masing-masing kulit dan diisi maksimum sesuai daya tampung kulit tersebut. Jika masih ada sisa elektron yang tidak dapat ditampung pada kulit tersebut maka diletakkan pada kulit selanjutnya.

**Tabel 1.2** Pengisian Konfigurasi Elektron

Nomor Atom (Jumlah Elektron)	Kulit						
	K ( $n = 1$ )	L ( $n = 1$ )	M ( $n = 1$ )	N ( $n = 1$ )	O ( $n = 1$ )	P ( $n = 1$ )	Q ( $n = 1$ )
1	1	–	–	–			
3	2	1	–	–			
4	2	2	–	–			
11	2	8	1	–			
15	2	8	8	–			
19	2	8	8	1			
20	2	8	8	2			
54	2	8	18	18	8		
88	2	8	18	32	18	8	2

Perhatikan konfigurasi elektron pada unsur dengan nomor atom 19.

Konfigurasi elektronnya bukanlah

	K	L	M	N
	2	8	9	

tetapi

2	8	8	1
---	---	---	---

Hal ini dapat dijelaskan bahwa elektron paling luar maksimum 8, sehingga sisanya harus 1 di kulit terluar. Begitu pula dengan nomor atom 20. Bagaimana dengan unsur dengan nomor atom 88?

Unsur dengan nomor atom 88 akan terisi sesuai dengan kapasitas kulit pada kulit K, L, M, dan N serta masih ada sisa 28. Sisa ini tidak boleh diletakkan seluruhnya di kulit O, sisa ini diletakkan pada kulit sesudahnya mengikuti daya tampung maksimum kulit sebelumnya yang dapat diisi yaitu 18, 8 atau 2 sehingga sisanya diisikan sesuai Tabel 1.2 tersebut.

## 2. Elektron Valensi

Elektron yang berperan dalam reaksi pembentukan ikatan kimia dan reaksi kimia adalah elektron pada kulit terluar atau elektron valensi.

Jumlah elektron valensi suatu atom ditentukan berdasarkan elektron yang terdapat pada kulit terakhir dari konfigurasi elektron atom tersebut.

Perhatikan Tabel 1.3 untuk menentukan jumlah elektron valensi.

**Tabel 1.3** Elektron Valensi

Nomor Atom	Kulit				Jumlah Elektron Valensi
	K	L	M	N	
$_{11}\text{Na}$	2	8	1		1
$_{12}\text{Mg}$	2	8	2		2
$_{14}\text{Si}$	2	8	4		4
$_{19}\text{K}$	2	8	8	1	1

Unsur-unsur yang mempunyai jumlah elektron valensi yang sama akan memiliki sifat kimia yang sama pula.

### Contoh:

Unsur natrium dan kalium memiliki sifat yang sama karena masing-masing memiliki elektron valensi = 1.

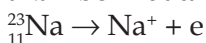
Suatu atom netral dapat melepaskan 1 atau lebih elektronnya dan membentuk ion yang bermuatan positif, atau menangkap elektron dan membentuk muatan negatif.

### Contoh:

$_{11}^{23}\text{Na}$  mempunyai 11 proton, 11 elektron, dan 12 neutron.

Konfigurasi elektron Na dapat ditulis: 2, 8, 1.

Apabila atom Na melepaskan elektron valensinya maka jumlah elektronnya menjadi 10 sedangkan protonnya tetap 11, sehingga atom Na akan bermuatan +1.





## Kelebihan dan Kelemahan Model Atom Menurut Para Ilmuwan

Kelebihan dan kelemahan dari masing-masing model atom dari mulai model atom Dalton sampai dengan model atom Niels Bohr.

Model Atom	Kelebihan	Kelemahan
Menurut Dalton seperti bola pejal.	Mulai membangkitkan minat terhadap penelitian mengenai model atom.	Tidak menerangkan hubungan antara larutan senyawa dan daya hantar arus listrik, jika atom merupakan bagian terkecil dari suatu unsur dan tidak dapat dibagi lagi.
Menurut Thomson seperti roti kismis.	Membuktikan adanya partikel lain yang bermuatan negatif dalam atom. Berarti atom bukan merupakan bagian terkecil dari suatu unsur. Selain itu juga memastikan bahwa atom tersusun dari partikel yang bermuatan positif dan negatif untuk membentuk atom netral. Juga membuktikan bahwa elektron terdapat dalam semua unsur.	Belum dapat menerangkan bagaimana susunan muatan positif dan jumlah elektron dalam bola.
Rutherford seperti planet bumi mengelilingi matahari.	Membuat hipotesa bahwa atom tersusun dari inti atom dan elektron yang mengelilingi inti dan satu sama lain terpisah oleh ruang hampa.	Model tersebut tidak dapat menerangkan mengapa elektron tidak pernah jatuh ke dalam inti sesuai dengan teori fisika klasik.
Niels Bohr seperti bola, dengan inti atom yang dikelilingi, sejumlah elektron.	Mampu membuktikan adanya lintasan elektron untuk atom hidrogen dengan jari-jari bola: = 0,529 Angstrom = $0,529 \times 10^{-10}$ m = 1 bohr Bohr-sommerfeld mengembangkan orbit Bohr (bola) menjadi orbital yaitu fungsi gelombang elektron atau identitas elektron sebagai gelombang yang memiliki bentuk bola ( $l = 0$ , orbital s) atau 1 bola, ( $l = 1$ , orbital p) atau 2 balon terpilin, ( $l = 2$ , orbital d) atau 3 balon terpilin, ( $l = 3$ , orbital f).	Hanya dapat menerangkan atom-atom yang memiliki elektron tunggal seperti gas hidrogen, tetapi tidak dapat menerangkan spektrum warna dari atom-atom yang memiliki banyak elektron.







### A. Pilihlah jawaban yang tepat!

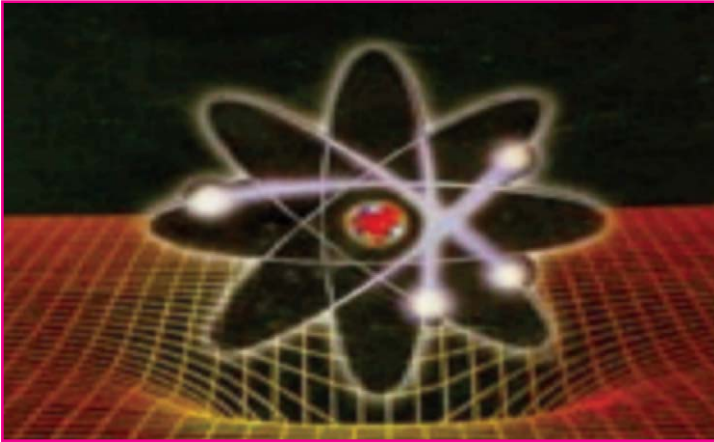
- Pernyataan berikut yang *bukan* tentang teori atom Dalton yaitu . . .
  - Atom adalah bagian terkecil dari materi yang tidak dapat dibagi lagi.
  - Atom tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan.
  - Atom dari unsur yang berbeda dapat bergabung membentuk senyawa.
  - Reaksi kimia melibatkan pemisahan atau penggabungan atau penyusunan kembali atom-atom.
  - Atom digambarkan sebagai roti kismis.
- Kelemahan model atom Dalton tidak dapat menerangkan . . . .
  - atom berelektron banyak
  - hubungan larutan senyawa dengan daya hantar listrik
  - elektron tidak jatuh ke inti
  - susunan muatan positif dalam atom
  - adanya lintasan elektron
- Konsep inti atom pertama kali dikemukakan oleh . . . .
  - Dalton
  - Thomson
  - Rutherford
  - Niels Bohr
  - Max Planck
- Eksperimen tabung sinar katode menghasilkan . . . .
  - penemuan elektron
  - penemuan massa elektron
  - penemuan muatan elektron
  - penemuan massa proton
  - penemuan muatan proton
- Lambang partikel penyusun atom yang benar yaitu . . . .
  - ${}^1_0\text{p}$
  - ${}^0_1\text{n}$
  - ${}^1_0\text{n}$
  - ${}^0_1\text{e}$
  - ${}^1_0\text{e}$
- Pernyataan yang tepat untuk unsur dengan lambang atom  ${}^{56}_{26}\text{A}$  yaitu . . . .
  - $p = 26, e = 26, n = 56$
  - $p = 26, e = 30, n = 56$
  - $p = 26, e = 30, n = 26$
  - $p = 26, e = 26, n = 26$
  - $p = 26, e = 26, n = 30$
- Atom dengan nomor atom 35 dan nomor massa 80 mempunyai neutron sebanyak . . . .
  - 35
  - 80
  - 45
  - 30
  - 115
- Unsur yang memiliki elektron valensi terbanyak yaitu yang mempunyai nomor atom . . . .
  - 13
  - 15
  - 17
  - 19
  - 20
- Elektron valensi pada kulit ke tiga adalah 3, maka nomor atom unsur tersebut . . . .
  - 3
  - 4
  - 5
  - 8
  - 13
- Jumlah elektron maksimum yang terdapat pada kulit M sebanyak . . . .
  - 2
  - 8
  - 10
  - 18
  - 32

11. Sifat kimia suatu unsur ditentukan oleh jumlah . . . .
- elektron valensi
  - elektron
  - kulit
  - nomor atom
  - nomor massa
12. Konfigurasi yang tepat untuk unsur bernomor atom 38 yaitu . . . .
- 2 8 18 10
  - 2 8 18 8 2
  - 2 8 18 9 1
  - 2 8 8 18 2
  - 2 8 18 2 8
13. Konsep kulit atom dikemukakan oleh . . . .
- Dalton
  - Thomson
  - Rutherford
  - Niels Bohr
  - Max Planck
14. Spektrum garis hanya dimiliki oleh . . . .
- atom-atom berelektron tunggal
  - atom-atom berelektron banyak
  - atom yang berpindah lintasan
  - elektron yang mengelilingi inti atom
  - elektron yang berpindah lintasan
15. Nomor massa dari atom yang mengandung 5 buah proton dan 6 neutron yaitu . . . .
- 5
  - 6
  - 11
  - 16
  - 17
16. Sebelum ditemukan teori atom modern, model atom berkembang sesuai urutan . . . .
- Dalton, Rutherford, Thompson, Bohr
  - Dalton, Thompson, Bohr, Rutherford
  - Dalton, Thompson, Rutherford, Bohr
  - Dalton, Bohr, Rutherford, Thompson
  - Dalton, Bohr, Thompson, Rutherford
17. Kekhasan atom suatu unsur ditentukan oleh . . . .
- jumlah neutron
  - jumlah proton
  - jumlah nukleon
  - jumlah proton dan neutron
  - jumlah elektron dan neutron
18. Diketahui nomor atom Fe : 26. Di dalam ion  $\text{Fe}^{2+}$  terdapat . . . .
- 24 elektron di sekitar inti
  - 24 proton di sekitar inti
  - 26 elektron di sekitar inti
  - 26 neutron dalam inti
  - 28 elektron di sekitar inti
19. Ion  $\text{Na}^+$  dan Ne (nomor atom Na = 11 dan Ne = 10) mempunyai kesamaan dalam hal . . . .
- konfigurasi elektron
  - jumlah proton
  - jumlah neutron
  - muatan inti
  - jumlah partikel
20. Inti atom yang tersusun oleh proton saja yaitu . . . .
- ${}^1_1\text{H}$
  - ${}^4_2\text{He}$
  - ${}^6_3\text{Li}$
  - ${}^{24}_{12}\text{Mg}$
  - ${}^{40}_{20}\text{Ca}$
- B. Jawablah dengan singkat dan jelas!**
- Benarkah pernyataan bahwa "atom adalah partikel terkecil dari suatu unsur"? Jelaskan pendapatmu!
  - Suatu unsur mempunyai konfigurasi elektron 2, 8, 18, 3. Salah satu isotop unsur tersebut mempunyai neutron 36. Berapa nomor massa isotop tersebut?
  - Apa yang dimaksud dengan:
    - konfigurasi elektron,
    - elektron valensi.

4. Jelaskan salah satu kelemahan model atom Niels Bohr!
5. Diketahui nomor atom oksigen = 8 dan nomor massanya 16. Berapa jumlah p, n, dan e dalam:
  - a. atom oksigen (O),
  - b. ion  $O^{2-}$ ,
  - c. ion  $O^{2+}$  ?
6. Jelaskan dengan singkat bagaimana Thomson sampai pada kesimpulan bahwa semua atom mengandung elektron!
7. Kelompokkan unsur-unsur berikut ke dalam kelompok isotop, isobar, dan isoton!
 

${}^1_1\text{H}$ ,  ${}^2_1\text{H}$ ,  ${}^3_1\text{H}$ ,  ${}^{12}_6\text{C}$ ,  ${}^{13}_6\text{C}$ ,  ${}^{14}_6\text{C}$ ,  ${}^{14}_7\text{N}$ ,  ${}^{15}_7\text{N}$ ,  
 ${}^{15}_7\text{O}$ ,  ${}^{16}_7\text{O}$ ,  ${}^{17}_7\text{O}$ ,  ${}^{23}_{11}\text{Na}$ ,  ${}^{24}_{11}\text{Na}$ ,  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$
8. Suatu unsur mempunyai 17 proton dan 18 neutron.  
Tentukan:
  - a. konfigurasi elektron unsur tersebut,
  - b. letak golongan dan periodenya dalam tabel periodik unsur.
9. Suatu ion  $M^{2-}$  mempunyai konfigurasi 2, 8, 8 dan mempunyai 16 neutron dalam intinya. Tuliskan lambang unsur tersebut!
10. Tuliskan konfigurasi elektronnya dan tentukan pula elektron valensinya!
 

a. ${}^{53}_{53}\text{I}$	d. ${}^{14}_{14}\text{Si}$
b. ${}^{36}_{36}\text{Kr}$	e. ${}^{31}_{31}\text{Ga}$
c. ${}^{33}_{33}\text{As}$	



Sebagian unsur terbentuk bersamaan dengan terbentuknya alam semesta ini. Sudah sejak dahulu para ahli kimia berusaha mengelompokkan unsur-unsur berdasarkan kemiripan sifat, agar unsur-unsur tersebut mudah dipelajari. Unsur adalah zat tunggal yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi zat-zat yang lebih sederhana dengan cara kimia.

Anda diharapkan menguasai pengelompokan unsur-unsur berdasarkan kemiripan sifat pada sistem periodik unsur setelah mempelajari bab ini.



Pengelompokan unsur-unsur berdasarkan kemiripan sifat mengalami perkembangan dari yang paling sederhana hingga modern. Sejarah perkembangan tersebut diuraikan pada materi berikut.

## A. Perkembangan Dasar Pengelompokan Unsur-Unsur

### 1. Pengelompokan Unsur Berdasarkan Logam dan Non Logam

Pengelompokan ini masih terlalu umum karena ternyata dalam berbagai unsur logam maupun nonlogam masih terdapat berbagai variasi dan sifat unsur-unsur.

### 2. Hukum Triade Dobereiner

Pada tahun 1829, *Johan Wolfgang Dobereiner* melihat adanya kemiripan sifat di antara beberapa unsur, lalu mengelompokkannya menurut kemiripan sifat yang ada. Ternyata tiap kelompok terdiri atas tiga unsur, sehingga disebut **Triade**.

Jika unsur-unsur dalam satu triade tersebut disusun menurut kenaikan massa atom-atomnya, ternyata massa atom maupun sifat-sifat unsur yang kedua merupakan rata-rata dari massa atom unsur pertama dan ketiga. Penemuan ini memperlihatkan adanya hubungan antara massa atom dengan sifat-sifat unsur.

**Contoh:** triade

$A_r$  unsur yang di tengah :

$$\text{Cl} \quad \text{Br} \quad \text{I} \quad \frac{A_r \text{ Cl} + A_r \text{ I}}{2} = \frac{35,5 + 127}{2} = 81,25$$

Gas    cair    padat

Kelemahan pengelompokan ini terletak pada kenyataan bahwa jumlah unsur yang memiliki kemiripan sifat tidak hanya 3 buah.

**Tabel 2.1** Daftar Unsur Triade Dobereiner

Triade 1	Triade 2	Triade 3	Triade 4	Triade 5
Li	Ca	S	Cl	Mn
Na	Sr	Se	Br	Cr
K	Ba	Te	I	Fe



#### Sebaiknya Anda Tahu

Ketika ilmu kimia lahir, para ilmuwan Arab dan Persia membagi unsur-unsur menjadi dua kelompok, yaitu lugham (logam) dan laysa lugham (bukan logam). Pengelompokan unsur-unsur menjadi logam dan bukan logam berlangsung sampai abad ke-19.

### 3. Hukum Oktaf Newlands

Tahun 1864, *A.R. Newlands* mengumumkan penemuannya yang disebut hukum Oktaf. Unsur-unsur tersebut disusun berdasarkan kenaikan massa atom relatifnya. Ternyata unsur-unsur yang berselisih 1 oktaf (unsur nomor 1 dengan 8, unsur nomor 2 dengan 9, dst.) menunjukkan kemiripan sifat atau bisa dikatakan terjadi perubahan sifat unsur yang teratur.

Kecenderungan tersebut dinyatakan sebagai hukum Oktaf Newland, yaitu: Jika unsur-unsur disusun berdasarkan kenaikan massa atom maka sifat unsur tersebut akan berulang setelah unsur kedelapan.

**Tabel 2.2** Pengelompokan Unsur dalam Oktaf Newlands

Do 1	Re 2	Mi 3	Fa 4	Sol 5	La 6	Si 7
H	Li	Be	B	C	N	O
F	Na	Mg	Al	Si	P	S
Cl	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe
Co, Ni	Cu	Zn	Y	In	As	Se
Br	Rb	Sr	Ce, La	Zr	Di, Mo	Ro, Ru
Pd	Ag	Cd	U	Sn	Sb	I
Te	Cs	Ba, V	Ta	W	Nb	Au
Pt, Ir	Os	Hg	Tl	Pb	Bi	Th

Pada saat daftar Oktaf Newlands disusun, unsur-unsur gas mulia belum ditemukan. Ternyata pengelompokan ini hanya sesuai untuk unsur-unsur ringan ( $A_r$  rendah).

### 4. Hukum Mendeleev

Tahun 1869, sarjana bangsa Rusia *Dmitri Ivanovich Mendeleev* berdasarkan pengamatannya terhadap 63 unsur yang sudah dikenal saat itu, menyimpulkan bahwa sifat-sifat unsur fungsi periodik dari massa atom relatifnya. Hal itu berarti jika unsur-unsur disusun menurut kenaikan massa atom relatifnya, sifat-sifat tertentu akan berulang secara periodik.

Mendeleev juga membuat suatu daftar periodik unsur. Unsur-unsur yang mempunyai persamaan sifat ditempatkan dalam satu lajur vertikal yang disebut golongan.

Dalam mengelompokkan unsur-unsur, Mendeleev lebih menekankan pada persamaan sifat unsur dibandingkan dengan kenaikan massa atom relatifnya, sehingga terdapat tempat-tempat kosong dalam tabel periodik tersebut. Tempat-tempat kosong ini yang kemudian diramalkan akan diisi unsur-unsur yang waktu itu belum ditemukan. Di kemudian hari ramalan

itu terbukti dengan ditemukannya unsur-unsur yang mempunyai sifat-sifat yang mirip sesuai ramalannya.

Kelemahan Tabel Periodik Mendeleev sebagai berikut.

- Penempatan unsur yang tidak sesuai dengan kenaikan massa atom relatifnya karena mempertahankan kemiripan sifat unsur dalam satu golongannya.
- Masih banyak unsur yang belum dikenal pada masa itu sehingga dalam tabel terdapat banyak tempat kosong.

**Tabel 2.3** Tabel Periodik Mendeleev

Periode	Gol. I – R <sup>2</sup> O	Gol. II – RO	Gol. III – R <sup>2</sup> O <sup>4</sup>	Gol. IV R <sup>4</sup> RO <sup>2</sup>	Gol. V RH <sup>4</sup> R <sup>2</sup> O <sup>4</sup>	Gol. VI RH <sup>2</sup> RO <sup>4</sup>	Gol. VII RH R <sup>2</sup> O <sup>7</sup>	Gol. VIII – RO <sup>4</sup>
1	H=1							
2	Li=7	Be=9,2	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27,3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35,5	
4	K=39	Ca=40	_ =44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	F=56, Co=59,
5	(Cu=63)	Zn=65	_ =68	_ =72	As=75	Se=78	Br=80	Ni=59, Cu=63
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	_ =100	Ru=194, Rh=104
7	(Ag=108)	Cd= 112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	Pd=106, Ag=108
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	.....	.....	.....	.....	.....
9	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
10	.....	.....	?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184	.....	Os=195, Ir=197,
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	.....	.....	Pt=198, Au=199
12	.....	.....	.....	Th=231	.....	U=240	.....	-----

## 5. Tabel Periodik Modern

Tahun 1914, *Henry G. J. Moseley* menemukan bahwa urutan unsur dalam tabel periodik sesuai kenaikan nomor atom. Tabel periodik modern yang disebut juga tabel periodik bentuk panjang, disusun menurut kenaikan nomor atom dan kemiripan sifat. Tabel periodik modern ini dapat dikatakan sebagai penyempurnaan Tabel Periodik Mendeleev.

Tabel periodik bentuk panjang terdiri atas lajur vertikal (golongan) yang disusun menurut kemiripan sifat dan lajur horizontal (periode) yang disusun berdasarkan kenaikan nomor atomnya.

- Lajur vertikal (golongan) ditulis dengan angka Romawi terdiri atas 18 golongan.

1) Golongan A (Golongan Utama)

Gol. IA : Alkali

IIA : Alkali Tanah

IIIA : Aluminium

IVA : Karbon

Gol.VA : Nitrogen

VIA : Kalkogen

VIIA : Halogen

VIIIA (0): Gas Mulia



- 2) Golongan Transisi/Golongan Tambahan (Golongan B), terbagi atas:
- Golongan Transisi (Gol. B), yaitu : IIIB, IVB, VB, VIB, VIIB, VIIIB (VIII), IB, dan IIB.
  - Golongan Transisi Dalam, ada dua deret yaitu :
    - Deret Lantanida (unsur dalam deret ini mempunyai kemiripan sifat dengan  $_{57}\text{La}$ ).
    - Deret Aktinida (unsur dalam deret ini mempunyai kemiripan sifat dengan  $_{89}\text{Ac}$ ).

Pada periode 6 golongan IIIB terdapat 14 unsur yang sangat mirip sifatnya, yaitu unsur-unsur Lantanida. Demikian juga pada periode 7 yaitu unsur-unsur Aktinida. Supaya tabel tidak terlalu panjang, unsur-unsur tersebut ditempatkan tersendiri pada bagian bawah sistem periodik.

Golongan B terletak di antara Golongan IIA dan IIIA.

Unsur-unsur yang berada dalam satu golongan mempunyai persamaan sifat karena mempunyai elektron valensi (elektron di kulit terluar) yang sama.

- b. Lajur Horizontal (Periode) ditulis dengan angka Arab terdiri atas 7 periode.
- |                            |  |
|----------------------------|--|
| Periode 1 berisi 2 unsur.  | Periode 5 berisi 18 unsur.                 |
| Periode 2 berisi 8 unsur.  | Periode 6 berisi 32 unsur.                 |
| Periode 3 berisi 8 unsur.  | Periode 7 berisi 23 unsur (belum lengkap). |
| Periode 4 berisi 18 unsur. |  |

**Tabel 2.4** Tabel Periodik Unsur

		golongan																		
		IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	...	VIII	...	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
periode	1	1 H																	2 He	
	2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
	3	11 Na	12 Mg												13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
	4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
	5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
	6	55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	
	7	87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo	
		blok s		blok p										blok d						
Lantanida		58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Ym	71 Lu					
Aktinida		90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr					
		blok f																		
		Logam		Non Logam		Metaloid				Gas Mulia										

## B. Hubungan Sistem Konfigurasi Elektron dengan Letak Unsur dalam Tabel Periodik Unsur

Perhatikanlah konfigurasi elektron golongan IA berikut.  
Golongan IA

Periode	Unsur	NA	K	L	M	N	O	P	Q
1	Hidrogen	1	1						
2	Litium	3	2	1					
3	Natrium	11	2	8	1				
4	Kalium	19	2	8	8	1			
5	Rubidium	37	2	8	18	8	1		
6	Sesium	55	2	8	18	18	8	1	
7	Fransium	87	2	8	18	32	18	8	1

Perhatikan juga konfigurasi elektron periode dua berikut.  
Periode dua

Golongan	Unsur	NA	K	L	M	N	O	P	Q
I A	Litium (Li)	3	2	1					
II A	Berilium (Be)	4	2	2					
III A	Boron (B)	5	2	3					
IV A	Karbon (C)	6	2	4					
V A	Nitrogen (N)	7	2	5					
VI A	Oksigen (O)	8	2	6					
VII A	Fluor (F)	9	2	7					
VIII A	Neon (Ne)	10	2	8					

Berdasarkan konfigurasi elektron unsur-unsur tersebut dapat ditarik hubungan antara konfigurasi elektron dengan letak unsur (nomor golongan dan periode) dalam tabel periodik sebagai berikut.

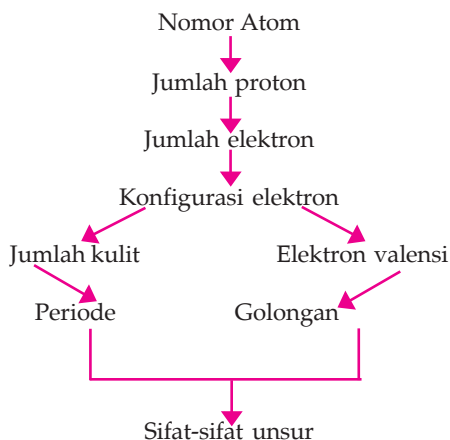
1. Jumlah elektron valensi : nomor golongan
2. Jumlah kulit elektron : nomor periode

Pengecualian terjadi pada helium, elektron valensinya 2 tetapi terletak pada golongan gas mulia (VIII A).

## C. Sifat-Sifat Unsur dan Massa Atom Relatif ( $A_r$ )

### 1. Sifat-Sifat Unsur

Dengan mengetahui letak periode dan golongan suatu unsur dalam tabel periodik, kita dapat mengetahui sifat-sifat unsur tersebut. Nomor atom menentukan jumlah elektron dan jumlah elektron menentukan konfigurasi elektron yang menentukan periode dan golongan unsur. Sementara itu, periode dan golongan menentukan sifat-sifat unsur.



Sifat unsur dibedakan menjadi dua, yaitu unsur logam dan nonlogam. Unsur logam dan nonlogam menempati posisi yang khas di dalam tabel periodik. Unsur-unsur logam terdapat di sebelah kiri sedangkan unsur-unsur nonlogam terdapat di sebelah kanan tabel periodik.

Ditinjau dari konfigurasi elektron, unsur logam cenderung melepaskan elektron (energi ionisasi kecil), sedangkan unsur nonlogam menangkap elektron (keelektronegatifan besar). Pada tabel periodik, sifat-sifat logam semakin ke bawah semakin bertambah sedangkan semakin ke kanan semakin berkurang.

Unsur bagian kiri tabel periodik (IA dan IIA) memiliki sifat logam paling kuat, sedangkan unsur-unsur paling kanan (VIIA) mempunyai sifat nonlogam paling kuat. Antara unsur logam dan nonlogam terdapat unsur peralihan yang mempunyai sifat logam dan nonlogam sekaligus.

### 2. Massa Atom Relatif

Massa satu atom unsur atau massa satu molekul zat memiliki satuan massa atom (sma). Penentuan massa atom dilakukan dengan cara membandingkan massa atom yang akan ditentukan terhadap massa atom unsur yang massanya telah ditetapkan (massa atom acuan). Dengan cara ini, massa setiap atom dapat ditentukan.



#### Sebaiknya Anda Tahu

Unsur-unsur peralihan mempunyai sifat ganda. Be dan Al merupakan logam yang memiliki beberapa sifat bukan logam dan disebut unsur amfoter. Di samping itu, B dan Si merupakan unsur bukan logam yang memiliki beberapa sifat logam, disebut unsur metaloid.

Pada tahun 1825, *Jons Jacob Berzelius* mendefinisikan massa atom suatu unsur sebagai perbandingan massa satu unsur tersebut terhadap massa satu atom hidrogen. Jika ada pernyataan bahwa massa atom karbon = 12, maka bisa diartikan bahwa massa satu atom karbon 12 kali lebih besar daripada massa satu atom hidrogen.

Atom karbon isotop  $^{12}_6\text{C}$  merupakan atom paling stabil dibandingkan atom-atom lain, sehingga paling cocok digunakan sebagai standar bagi penentuan harga massa atom unsur-unsur.

Sejak tahun 1961 IUPAC mendefinisikan massa atom relatif ( $A_r$ ) suatu unsur adalah perbandingan massa satu atom unsur tersebut terhadap  $\frac{1}{12}$  kali massa satu atom karbon-12 (C-12). Hubungan tersebut dapat dinyatakan:

$$A_r X = \frac{\text{massa atom } X}{\frac{1}{12} \text{ massa C} - 12}$$

## D. Sifat Keperiodikan Unsur

Sifat keperiodikan unsur adalah sifat-sifat yang berubah secara beraturan sesuai dengan kenaikan nomor atom unsur.

### 1. Jari-Jari Atom

Jari-jari atom adalah jarak dari inti atom sampai kulit elektron terluar.

- Dalam satu golongan dari atas ke bawah jari-jari atom semakin besar.
- Dalam satu periode dari kiri ke kanan, jari-jari atom semakin kecil.

Penjelasan:

- Dalam satu golongan dari atas ke bawah, kulit atom bertambah (ingat jumlah kulit = nomor periode), sehingga jari-jari atom juga bertambah besar.
- Dari kiri ke kanan, jumlah kulit tetap tetapi muatan inti (nomor atom) dan jumlah elektron pada kulit bertambah. Hal tersebut mengakibatkan gaya tarik-menarik antara inti dengan kulit elektron semakin besar sehingga jari-jari atom makin kecil.

**Tabel 2.5** Jari-jari Atom Beberapa Unsur ( $\text{\AA}$ )

Li	1,55	Be	1,12	B	0,98	C	0,77	N	0,75	O	0,74	F	0,72
Na	1,90	Mg	1,60	Al	1,43	Si	1,11	P	1,06	S	1,02	Cl	0,99
K	2,35	Ca	1,98	Ga	1,22	Ge	1,22	As	1,19	Se	1,16	Br	1,14
Rb	2,48	Sr	2,15	In	1,41	Sn	1,41	Sb	1,38	Te	1,35	I	1,33
Cs	2,67	Ba	2,21	Tl	1,75	Pb	1,75	Bi	1,46				

## 2. Energi Ionisasi

Energi ionisasi adalah energi minimum yang diperlukan untuk melepaskan elektron dari suatu atom netral dalam wujud gas. Energi yang diperlukan untuk melepaskan elektron kedua disebut energi ionisasi kedua dan seterusnya. Bila tidak ada keterangan khusus maka yang disebut energi ionisasi adalah energi ionisasi pertama.

Dapat disimpulkan keperiodikan energi ionisasi sebagai berikut.

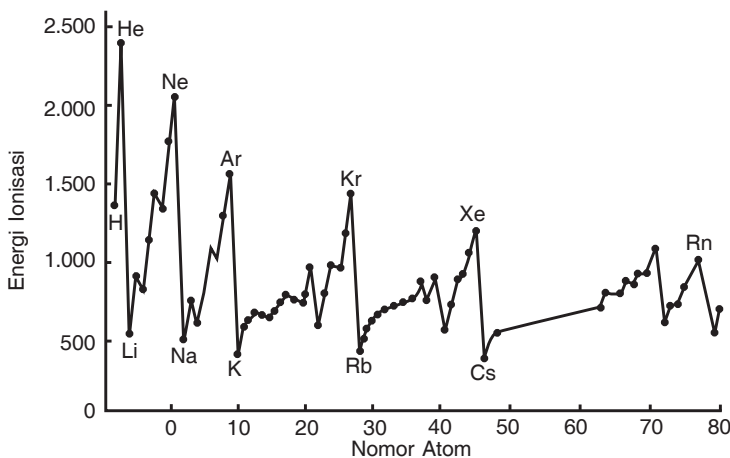
- Dalam satu golongan dari atas ke bawah energi ionisasi semakin berkurang.
- Dalam satu periode dari kiri ke kanan energi ionisasi cenderung bertambah.

Kecenderungan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

- Dari atas ke bawah dalam satu golongan jari-jari atom bertambah sehingga daya tarik inti terhadap elektron terluar semakin kecil. Elektron semakin mudah dilepas dan energi yang diperlukan untuk melepaskannya makin kecil.
- Dari kiri ke kanan dalam satu periode, daya tarik inti terhadap elektron semakin besar sehingga elektron semakin sukar dilepas. Energi yang diperlukan untuk melepaskan elektron tentunya semakin besar.

**Tabel 2.6** Energi Ionisasi Pertama Unsur-unsur dalam Tabel Periodik Unsur (kJ/mol)

IA											VIIIA						
1312	IIA										2372						
520	900											801	1086	1402	1314	1681	2081
96	738	III B	IV B	VB	VIB	VII B	VIII B		IB	IIB	578	789	1012	1000	1251	1521	
419	590	631	658	650	653	717	759	758	737	746	906	579	782	947	941	1140	1351
403	550	616	660	664	685	702	711	720	805	731	868	558	709	834	869	1008	1170
376	503	538	547	680	761	770	760	840	880	870	890	1007	589	716	703	812	1037
-	-	-															



**Gambar 2.1** Grafik kecenderungan energi ionisasi unsur-unsur

### Kata Kunci

- triade
- massa atom
- golongan
- periode
- elektron valensi
- konfigurasi elektron
- jari-jari atom
- afinitas elektron
- energi ionisasi

### 3. Afinitas Elektron

Afinitas elektron adalah besarnya energi yang dibebaskan satu atom netral dalam wujud gas pada waktu menerima satu elektron sehingga terbentuk ion negatif.

- Dalam satu golongan dari atas ke bawah afinitas elektron semakin kecil.
- Dalam satu periode dari kiri ke kanan afinitas elektron semakin besar.

Penjelasan:

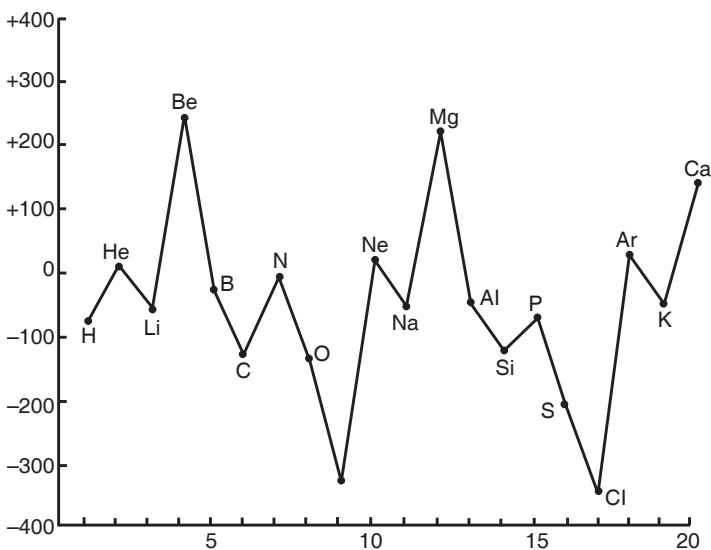
Apabila ion negatif yang terbentuk stabil, energi dibebaskan dinyatakan dengan tanda negatif (-). Apabila ion negatif yang terbentuk tidak stabil, energi diperlukan/diserap dinyatakan dengan tanda positif (+).

Kecenderungan dalam afinitas elektron lebih bervariasi dibandingkan dengan energi ionisasi.

**Tabel 2.7** Harga Afinitas Elektron Beberapa Unsur (kJ)/mol

<b>Li</b>	60,4	<b>B</b>	27	<b>C</b>	123	<b>N</b>	7	<b>O</b>	142,5	<b>F</b>	331,4
<b>Na</b>	52,2	<b>Al</b>	45	<b>Si</b>	135	<b>P</b>	72,4	<b>S</b>	202,5	<b>Cl</b>	352,4
<b>K</b>	48,9	<b>Ga</b>	30	<b>Ge</b>	120	<b>As</b>	178	<b>Se</b>	197	<b>Br</b>	327,9
<b>Rb</b>	47,7	<b>In</b>	29	<b>Sn</b>	122	<b>Sb</b>	102	<b>Te</b>	192,1	<b>I</b>	298,4
<b>Cs</b>	46,0	<b>Tl</b>	30	<b>Pb</b>	110	<b>Bi</b>	110	<b>Po</b>	190	<b>At</b>	270

Unsur-unsur halogen (Gol. VII A) mempunyai afinitas elektron paling besar/paling negatif yang berarti paling mudah menerima elektron. Kecenderungan afinitas elektron menunjukkan pola yang sama dengan pola kecenderungan energi ionisasi.



**Gambar 2.2** Grafik kecenderungan afinitas elektron 20 unsur pertama dalam TPU

## 4. Keelektronegatifan

Adalah suatu bilangan yang menyatakan kecenderungan suatu unsur menarik elektron dalam suatu molekul senyawa.

- Dalam satu golongan dari atas ke bawah keelektronegatifan semakin berkurang.
- Dalam satu periode dari kiri ke kanan keelektronegatifan semakin bertambah.

Penjelasan:

Tidak ada sifat tertentu yang dapat diukur untuk menentukan/membandingkan keelektronegatifan unsur-unsur.

Energi ionisasi dan afinitas elektron berkaitan dengan besarnya daya tarik elektron. Semakin besar daya tarik elektron semakin besar energi ionisasi, juga semakin besar (semakin negatif) afinitas elektron. Jadi, suatu unsur (misalnya fluor) yang mempunyai energi ionisasi dan afinitas elektron yang besar akan mempunyai keelektronegatifan yang besar.

Semakin besar keelektronegatifan, unsur cenderung makin mudah membentuk ion negatif. Semakin kecil keelektronegatifan, unsur cenderung makin sulit membentuk ion negatif, dan cenderung semakin mudah membentuk ion positif.



### Sebaiknya Anda Tahu

Pada Tabel Periodik Mendeleev, salah satu kelemahan ditunjukkan dengan penempatan Telurium (Te) yang lebih berat ( $A_r = 128$ ) mendahului Iodin (I) yang lebih ringan ( $A_r = 127$ ). Penempatan terbalik ini terpaksa dilakukan untuk mempertahankan kemiripan sifat unsur dalam satu golongan. I lebih menunjukkan kemiripan sifat dengan F, Cl, dan Br sedangkan Te lebih menunjukkan kemiripan sifat dengan O, S, dan Se.

**Tabel 2.8** Skala Elektronegativitas Unsur-Unsur dalam Tabel Periodik Unsur

IA	IIA												VIIIA					
2,20																	*	
0,98	1,57																	*
0,93	1,31																	*
0,82	1,00	1,36	1,54	1,63	1,66	1,55	1,83	1,88	1,91	1,90	1,65	1,81	2,01	2,18	2,55	2,96		*
0,82	1,95	1,22	1,33	1,60	2,16	1,90	2,20	2,28	2,20	1,93	1,69	1,78	1,96	2,05	2,10	2,66		*
0,79	0,79	1,10	1,30	1,30	2,36	1,90	2,20	2,20	2,28	2,54	2,00	2,04	2,33	2,00	2,00	2,20		*



### Contoh Soal

Diketahui konfigurasi elektron beberapa unsur sebagai berikut.

- A : 2, 8, 5  
 B : 2, 8, 8, 2  
 C : 2, 4

Tentukan letak unsur tersebut dalam tabel periodik!

**Jawab:**

- A : Periode 3 Golongan VA  
 B : Periode 4 Golongan IIA  
 C : Periode 2 Golongan IVA



## Tugas Mandiri

Jawablah soal-soal berikut!

1. Lengkapi tabel konfigurasi elektron unsur golongan VIIA berikut!

Periode	Unsur	NA	K	L	M	N	O	P
1								
2	F	9						
3	Cl	17						
4	Br	35						
5	I	53						
6	At	85						
7								

2. Jika massa atom relatif litium 6,941 dan kalium 39,19 maka:
  - a. Menurut hukum Triade berapa massa atom relatif dari natrium?
  - b. Bagaimana Dobereiner menyusun hukum tersebut?
3. Tentukan golongan dan periode unsur Na, Ar, Si, P, dan Cs jika nomor atomnya berturut-turut 11, 18, 14, 15, dan 55.



## Mari Berdiskusi

Tabel periodik unsur modern yang digunakan sekarang pada dasarnya merupakan penyempurnaan dari sistem periodik bentuk pendek yang disusun Mendeleev.

Identifikasikan keistimewaan Tabel Periodik Mendeleev sehingga diterima oleh banyak masyarakat ilmiah!





## Materi Plus

### Senyawa Kompleks dari Garam Logam Alkali

Logam-logam alkali mempunyai potensial ionisasi pertama yang cukup rendah sehingga mudah membentuk ion dengan muatan +1. Dalam senyawanya logam-logam alkali umumnya mempunyai bilangan oksidasi +1. Ion-ion logam alkali sulit membentuk ion kompleks dengan anion-anion sederhana atau ligan netral monodentat. Dengan ligan polidentat yang dapat membentuk sepipt, garam-garam logam alkali dapat membentuk kompleks yang lebih stabil. Sintesis senyawa kompleks dari garam-garam logam alkali dengan ligan-ligan yang merupakan basa nitrogen dilakukan dalam kondisi bebas oksigen dan uap air serta di bawah Lindungan gas argon. Dalam sintesisnya, isolasi uap air yang tidak sempurna dapat menghasilkan senyawa-senyawa kompleks dengan molekul air terkoordinasi pada ion logam alkali.



## Ringkasan

1. Unsur-unsur dalam sistem periodik dikelompokkan berdasarkan logam nonlogam, hukum Triade Dobereiner, hukum Oktaf Newland, hukum Mendeleyev, dan tabel periodik modern.
2. Berdasarkan konfigurasi elektronnya, unsur-unsur dalam Tabel Periodik Unsur dikelompokkan ke dalam golongan dan periode.
3. Sifat unsur dibedakan menjadi dua, yaitu logam dan nonlogam. Dalam tabel periodik dari kiri ke kanan sifat logamnya semakin berkurang.
4. Sifat keperiodikan unsur meliputi jari-jari atom, energi ionisasi, afinitas elektron, dan keelektronegatifan.



## Ulangan Harian

### A. Pilihlah jawaban yang tepat!

- Penyusunan unsur-unsur pertama kali dilakukan oleh . . . .
  - Dobereiner
  - Mendeleyev
  - Moseley
  - Lothar Meyer
  - Newlands
- Penyusunan unsur ada yang dilakukan dengan mengurutkan unsur-unsur berdasarkan kenaikan massa atomnya menjadi tiga-tiga. Menurut cara pengelompokannya, jika unsur A massa atomnya 16 dan unsur C massa atomnya 23 maka massa unsur atom B yaitu . . . .
  - 17
  - 19
  - 21
  - 27
  - 28
- Massa atom unsur Cl, Br, dan I berturut-turut 35, 80, dan 127. Ketiganya disusun berdasarkan kenaikan massa atom maka ketiganya memiliki persamaan . . . .
  - massa jenis
  - titik didih
  - titik leleh
  - sifat fisis dan kimia
  - sifat intrinsik
- Diketahui 10 unsur yang diurutkan menurut kenaikan nomor massanya sebagai berikut.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H	Li	Be	B	C	N	O	F	Na	Mg

Pernyataan yang benar menurut teori Oktaf yaitu . . . .
  - H memiliki sifat sama dengan Na.
  - Li memiliki sifat sama dengan Na.
  - Be memiliki sifat sama dengan F.
  - B memiliki sifat sama dengan Mg.
  - C memiliki sifat sama dengan N.
- Kelemahan penyusunan atom dengan teori Oktaf yaitu . . . .
  - Terdapat beberapa atom yang memiliki massa lebih tinggi berada pada urutan yang lebih rendah.
  - Urutan kenaikan massa atom tidak kontinu.
  - Beberapa unsur yang menurut hitungan terdapat pada satu kelompok, tetapi sifatnya tidak sama.
  - Penyusunan berdasarkan kenaikan massa atom banyak kelemahannya.
  - Sistem oktaf hanya berlaku pada unsur-unsur dengan nomor massa kecil.
- Kelebihan pengelompokan unsur dari Mendeleyev yaitu . . . .
  - Semua unsur tidak ada yang tidak memiliki tempat.
  - Semua unsur dalam satu golongan mempunyai sifat sama
  - Diprediksinya suatu unsur yang saat itu belum ditemukan.
  - Dalam satu periode tidak ada unsur yang memiliki nomor massa berada di belakang unsur yang memiliki nomor massa lebih besar.
  - Penempatan unsur-unsur menjadi lebih pendek/ sederhana.

7. Dalam tabel periodik Mendeleev terdapat beberapa ramalan yang didasarkan atas . . .
  - a. Sifat fisis unsur dalam satu golongan.
  - b. Pembagian massa atom sebelum dan sesudah unsur tersebut dalam satu golongan.
  - c. Kereaktifan terhadap zat-zat tertentu.
  - d. Massa jenis zat dalam satu golongan.
  - e. Jumlah protonnya.
8. Di bawah ini merupakan ciri yang ditunjukkan oleh tabel periodik unsur modern, *kecuali* . . .
  - a. terdapat 18 golongan
  - b. terdapat 8 periode
  - c. periode terbanyak berisi 32 unsur
  - d. golongan terbanyak berisi 9 unsur
  - e. terdapat golongan transisi luar dan transisi dalam
9. Di bawah ini merupakan nama golongan pada Tabel Periodik Unsur (TPU) modern, *kecuali* . . .
  - a. golongan IA : Alkali
  - b. golongan IIA : Alkali tanah
  - c. golongan VA : Halogen
  - d. golongan VIA : Kalkogen
  - e. golongan VIIIA : Gas mulia
10. Periode dalam tabel periodik unsur menyatakan banyaknya . . .
  - a. elektron pada kulit terluar
  - b. neutron dalam inti
  - c. kulit elektron
  - d. orbital elektron
  - e. proton dalam inti
11. Suatu unsur mempunyai konfigurasi elektron 2, 8, 18, 7. Unsur tersebut terletak pada golongan . . .
  - a. IA
  - b. IIA
  - c. VA
  - d. VIA
  - e. VII A
12. Ion  $\text{Sr}^{2+}$  mempunyai konfigurasi elektron 2, 8, 18, 8. Unsur tersebut terletak pada periode . . .
  - a. 3
  - b. 4
  - c. 5
  - d. 6
  - e. 7
13. Kation  $\text{Ca}^{2+}$  memiliki konfigurasi elektron 2, 8, 8. Atom unsur tersebut terletak pada . . .
  - a. golongan IIA periode 3
  - b. golongan IIA periode 4
  - c. golongan IIIA periode 4
  - d. golongan IVA periode 2
  - e. golongan VIA periode 3
14. Suatu atom mempunyai nomor massa 80 dan memiliki jumlah neutron 45. Unsur tersebut terletak pada . . .
  - a. golongan IA periode 6
  - b. golongan IIA periode 6
  - c. golongan VIA periode 1
  - d. golongan VIA periode 2
  - e. golongan VIIA periode 4
15. Suatu atom memiliki neutron yang jumlahnya sama dengan protonnya. Atom tersebut mempunyai nomor massa 40. Atom tersebut terletak pada . . .
  - a. golongan IIA periode 4
  - b. golongan IVA periode 2
  - c. golongan IVA periode 5
  - d. golongan VA periode 4
  - e. golongan VA periode 5

Untuk soal nomor 16 s.d. 19.  
Diketahui 5 unsur dengan data sebagai berikut.

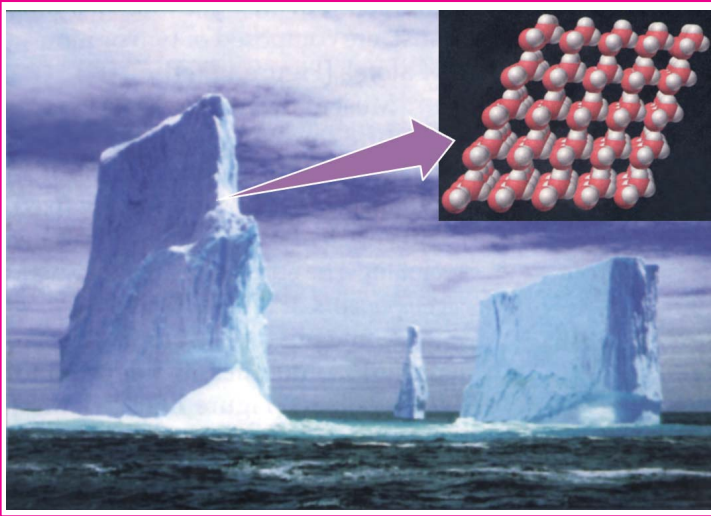
Unsur	Nomor Massa	Jumlah Neutron
A	19	10
B	24	12
C	32	16
D	35	18
E	39	20

16. Dari data tersebut unsur-unsur yang terletak dalam satu golongan adalah . . . .
- A dan C
  - A dan D
  - B dan C
  - B dan D
  - B dan E
17. Dari tabel tersebut unsur yang terletak dalam satu periode adalah . . . .
- A, B, C
  - A, B, D
  - B, C, D
  - B, D, E
  - C, D, E
18. Dari tabel di atas atom yang terletak pada golongan alkali adalah . . . .
- A
  - B
  - C
  - D
  - E
19. Dari tabel di atas atom yang cenderung bermuatan positif adalah . . . .
- A dan C
  - A dan D
  - B dan C
  - B dan D
  - B dan E
20. Suatu atom memiliki 4 kulit elektron dan 6 elektron valensi. Jika atom tersebut memiliki jumlah neutron 45, unsur tersebut memiliki nomor massa . . . .
- 24
  - 34
  - 45
  - 69
  - 79

**B. Jawablah dengan singkat dan jelas!**

- Apakah tujuan para ahli kimia mengelompokkan unsur?
- Diketahui konfigurasi elektron beberapa atom unsur sebagai berikut.
  - $X = 2, 8, 8, 2$
  - $Y = 2, 8, 18, 3$
  - $Z = 2, 8, 18, 7$
 Terletak pada periode dan golongan berapakah unsur-unsur tersebut?
- Sebutkan ciri-ciri tabel periodik modern!
- Terletak pada periode dan golongan berapakah unsur-unsur di bawah ini?
  - ${}_{11}^{23}\text{Na}$
  - ${}_{13}^{27}\text{Al}$
  - ${}_{16}^{32}\text{S}$
  - ${}_{37}^{85}\text{Rb}$
  - ${}_{35}^{80}\text{Br}$
  - ${}_{85}^{210}\text{At}$

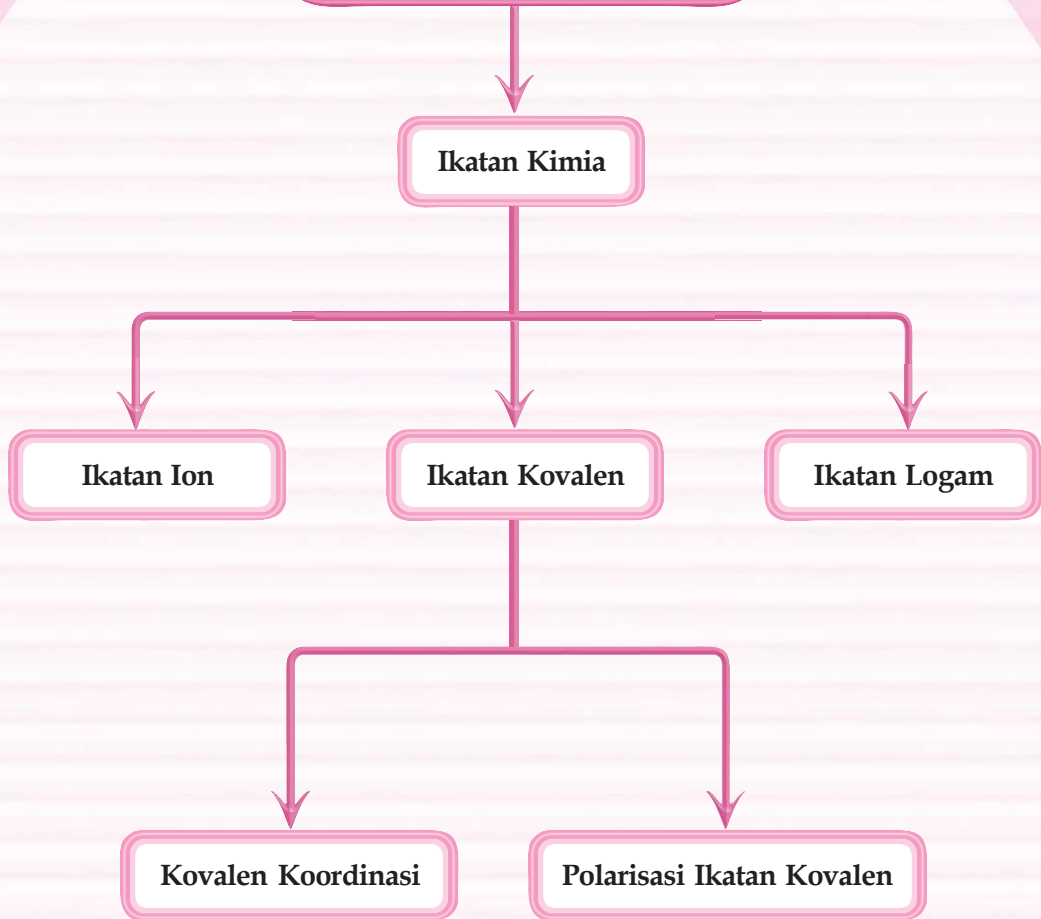
5. Diketahui beberapa unsur dengan nomor atom sebagai berikut.
- X (NA 2)
  - Y (NA 6)
  - Z (NA 9)
  - A (NA 10)
  - B (NA 11)
- Manakah dari unsur-unsur tersebut yang memiliki afinitas elektron
- terbesar,
  - terkecil?
6. Berdasarkan sifat keperiodikan energi ionisasi, bagaimana kecenderungan unsur-unsur:
- dalam satu golongan,
  - dalam satu periode?
7. Mengapa golongan halogen memiliki afinitas elektron terbesar?
8. a. Apakah hasil temuan Dobereiner?  
b. Sebutkan pokok-pokok pengelompokan atom dengan teori Triade.
9. Apakah yang dimaksud dengan:
- energi ionisasi pertama,
  - energi ionisasi kedua?
10. Mengapa jari-jari atom Al (NA =13) lebih kecil daripada jari-jari atom Mg(NA = 12) dalam satu periode?



Jika benda yang kita lihat sehari-hari diamati di bawah mikroskop (misalnya kepingan es batu) maka akan tampak struktur dari benda tersebut. Struktur dari benda tersebut sangat unik dan indah. Es batu terbentuk dari molekul-molekul air yang mengandung ikatan antara atom hidrogen dan oksigen. Jenis ikatan apakah yang terjadi dalam es batu tersebut?

Diharapkan Anda mampu memahami pembentukan jenis-jenis ikatan kimia beserta sifat-sifat fisisnya setelah mempelajari bab ini.

# Kaidah Oktet, Duplet



Pada umumnya unsur-unsur dijumpai tidak dalam keadaan bebas (kecuali pada suhu tinggi), melainkan sebagai suatu kelompok-kelompok atom yang disebut sebagai molekul. Dari fakta ini dapat disimpulkan bahwa secara energi, kelompok-kelompok atom atau molekul merupakan keadaan yang lebih stabil dibanding unsur-unsur dalam keadaan bebas.

## A. Terbentuknya Ikatan Kimia

Antara dua atom atau lebih dapat saling berinteraksi dan membentuk molekul. Interaksi ini selalu disertai dengan pelepasan energi, sedangkan gaya-gaya yang menahan atom-atom dalam molekul merupakan suatu ikatan yang dinamakan ikatan kimia. Ikatan kimia terbentuk karena unsur-unsur ingin memiliki struktur elektron stabil. Struktur elektron stabil yang dimaksud yaitu struktur elektron gas mulia (Golongan VIII A).

**Tabel Struktur Elektron Gas Mulia**

Unsur	Nomor Atom	K	L	M	N	O	P
He	2	2					
Ne	10	2	8				
Ar	18	2	8	8			
Kr	36	2	8	18	8		
Xe	54	2	8	18	18	8	
Rn	86	2	8	18	32	18	8

Kecenderungan atom-atom untuk memiliki struktur atau konfigurasi elektron seperti gas mulia atau 8 elektron pada kulit terluar disebut "kaidah oktet". Sementara itu atom-atom yang mempunyai kecenderungan untuk memiliki konfigurasi elektron seperti gas helium disebut "kaidah duplet".

Agar dapat mencapai struktur elektron seperti gas mulia, antarunsur mengadakan hal-hal berikut.

1. Perpindahan elektron dari satu atom ke atom lain (serah terima elektron). Atom yang melepaskan elektron akan membentuk ion positif, sedangkan atom yang menerima elektron akan berubah menjadi ion negatif, sehingga terjadilah gaya elektrostatis atau tarik-menarik antara kedua ion yang berbeda muatan. Ikatan ini disebut ikatan ion.
2. Pemakaian bersama pasangan elektron oleh dua atom sehingga terbentuk ikatan kovalen.  
Selain itu, dikenal juga adanya ikatan lain yaitu:
  - a. Ikatan logam,
  - b. Ikatan hidrogen,
  - c. Ikatan Van der Waals.



### Kata Kunci

- kaidah oktet
- kaidah duplet



## B. Jenis-Jenis Ikatan Kimia

### 1. Ikatan Ion (Ikatan Elektrovalen)

Ikatan ion yaitu ikatan yang terbentuk sebagai akibat adanya gaya tarik-menarik antara ion positif dan ion negatif. Ion positif terbentuk karena unsur logam melepaskan elektronnya, sedangkan ion negatif terbentuk karena unsur nonlogam menerima elektron. Ikatan ion terjadi karena adanya serah terima elektron.

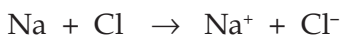
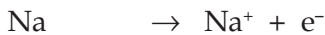
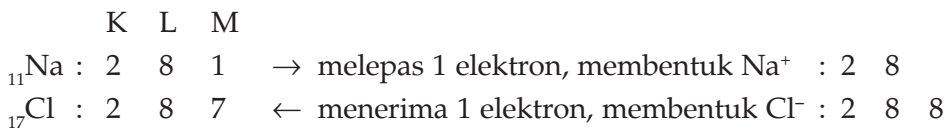
Atom-atom membentuk ikatan ion karena masing-masing atom ingin mencapai keseimbangan/kestabilan seperti struktur elektron gas mulia.

Ikatan ion terbentuk antara:

- ion positif dengan ion negatif,
- atom-atom berenergi potensial ionisasi kecil dengan atom-atom berafinitas elektron besar (Atom-atom unsur golongan IA, IIA dengan atom-atom unsur golongan VIA, VIIA),
- atom-atom dengan keelektronegatifan kecil dengan atom-atom yang mempunyai keelektronegatifan besar.

**Contoh:**

Ikatan antara  ${}_{11}\text{Na}$  dengan  ${}_{17}\text{Cl}$



$\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$  membentuk ikatan ion NaCl (natrium klorida)

Sifat-sifat senyawa ion sebagai berikut.

- Dalam bentuk padatan tidak menghantar listrik karena partikel-partikel ionnya terikat kuat pada kisi, sehingga tidak ada elektron yang bebas bergerak.
- Leburan dan larutannya menghantarkan listrik.
- Umumnya berupa zat padat kristal yang permukaannya keras dan sukar digores.
- Titik leleh dan titik didihnya tinggi.
- Larut dalam pelarut polar dan tidak larut dalam pelarut nonpolar.

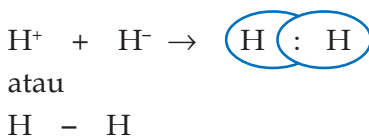
## 2. Ikatan Kovalen

Ikatan kovalen adalah ikatan yang terjadi antara unsur nonlogam dengan unsur nonlogam yang lain dengan cara pemakaian bersama pasangan elektron. Adakalanya dua atom dapat menggunakan lebih dari satu pasang elektron. Apabila yang digunakan bersama dua pasang atau tiga pasang maka akan terbentuk ikatan kovalen rangkap dua atau rangkap tiga. Jumlah elektron valensi yang digunakan untuk berikatan tergantung pada kebutuhan tiap atom untuk mencapai konfigurasi elektron seperti gas mulia (kaidah duplet atau oktet).

Penggunaan bersama pasangan elektron digambarkan oleh Lewis menggunakan titik elektron. Rumus Lewis merupakan tanda atom yang di sekelilingnya terdapat titik, silang atau bulatan kecil yang menggambarkan elektron valensi atom yang bersangkutan.

- a.  ${}_1\text{H} : 1$  (elektron valensi 1) dilambangkan:  $\text{H}\cdot$
- b.  ${}_7\text{N} : 2, 5$  (elektron valensi 5) dilambangkan:  $:\ddot{\text{N}}\cdot$
- c.  ${}_8\text{O} : 2, 6$  (elektron valensi 6) dilambangkan:  $:\ddot{\text{O}}\cdot$
- d.  ${}_{17}\text{Cl} : 2, 8, 7$  (elektron valensi 7) dilambangkan:  $:\ddot{\text{Cl}}\cdot$

Apabila dua atom hidrogen membentuk ikatan maka masing-masing atom menyumbangkan sebuah elektron dan membentuk sepasang elektron yang digunakan bersama. Sepasang elektron bisa digantikan dengan sebuah garis yang disebut *tangan ikatan*.



### Kata Kunci

- rumus Lewis
- tangan ikatan
- ikatan kovalen tunggal
- ikatan kovalen rangkap
- ikatan kovalen rangkap tiga

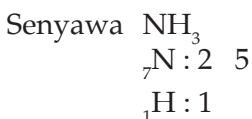
Jumlah tangan dapat menggambarkan jumlah ikatan dalam suatu senyawa kovalen. Pada molekul  $\text{H}_2$  di atas ikatannya disebut **ikatan kovalen tunggal**.

Molekul  $\text{O}_2$  terjadi dari dua atom oksigen dengan **ikatan kovalen rangkap**, sedangkan pada molekul  $\text{N}_2$  terdapat tiga ikatan kovalen yang disebut **ikatan kovalen rangkap tiga**.

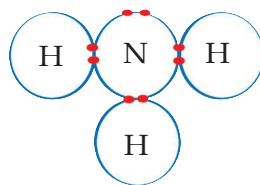


**Contoh:**

Pembentukan ikatan antara  ${}_1\text{H}$  dengan  ${}_7\text{N}$  membentuk  $\text{NH}_3$ .



Atom nitrogen memerlukan tiga elektron untuk mendapatkan susunan elektron gas mulia, sedangkan setiap atom hidrogen memerlukan sebuah elektron untuk mempunyai konfigurasi elektron seperti gas helium. Oleh karena itu, setiap atom nitrogen memerlukan tiga atom hidrogen.



Sifat-sifat senyawa kovalen sebagai berikut.

- Pada suhu kamar umumnya berupa gas (misal  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ), cair (misalnya:  $\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{HCl}$ ), ataupun berupa padatan.
- Titik didih dan titik lelehnya rendah, karena gaya tarik-menarik antarmolekulnya lemah meskipun ikatan antaratomnya kuat.
- Larut dalam pelarut nonpolar dan beberapa di antaranya dapat berinteraksi dengan pelarut polar.
- Larutannya dalam air ada yang menghantar arus listrik (misal  $\text{HCl}$ ) tetapi sebagian besar tidak dapat menghantarkan arus listrik, baik padatan, leburan, atau larutannya.

Anda dapat memprediksi ikatan kimia apabila mengetahui konfigurasi elektron dari atom unsur tersebut (elektron valensinya). Dari situ akan diketahui *jumlah kekurangan elektron* masing-masing unsur untuk mencapai kaidah oktet dan dupet (kestabilan struktur seperti struktur elektron gas mulia).

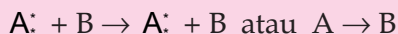
Jarak antara dua inti atom yang berikatan disebut *panjang ikatan*. Sedangkan energi yang diperlukan untuk memutuskan ikatan disebut *energi ikatan*. Pada pasangan unsur yang sama, ikatan tunggal merupakan ikatan yang paling lemah dan paling panjang. Semakin banyak pasangan elektron milik bersama, semakin kuat ikatan dan panjang ikatannya semakin kecil/pendek.

**Contoh:**

Ikatan	:	$\text{N}-\text{N}$	$\text{N}=\text{N}$	$\text{N}\equiv\text{N}$
Panjang Ikatan (Å)	:	1,47	1,24	1,10
Energi Ikatan (KJ/mol)	:	163	418	941

**a. Ikatan Kovalen Koordinasi**

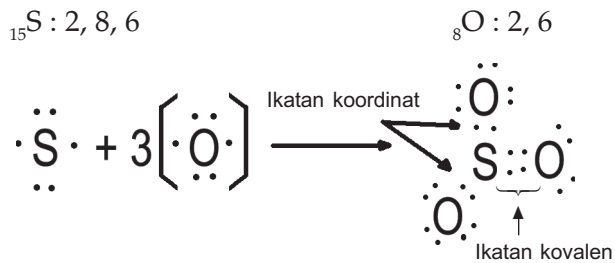
Ikatan kovalen koordinasi adalah ikatan kovalen yang terjadi karena pasangan elektron yang dipakai bersama berasal dari salah satu atom yang berikatan.



Tanda ( $\rightarrow$ ) menyatakan sumber pasangan elektron yang dipakai bersama. Ikatan kovalen koordinat dapat terjadi antara suatu atom yang mempunyai pasangan elektron bebas dan sudah mencapai konfigurasi oktet dengan atom lain yang membutuhkan dua elektron dan belum mencapai konfigurasi oktet.

**Contoh:**

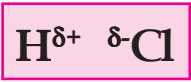
Senyawa  $\text{SO}_3$



Ketika membuat rumus Lewis dari asam-asam oksida (misalnya asam sulfat/ $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) lebih dahulu dituliskan bayangan strukturnya kemudian membuat rumus Lewisnya yang dimulai dari atom hidrogen. Hal ini untuk mengetahui jenis-jenis ikatan yang ada, antara ikatan kovalen atau ikatan kovalen koordinat.

**b. Polarisasi Ikatan Kovalen**

Perbedaan keelektronegatifan dua atom menimbulkan kepolaran senyawa. Adanya perbedaan keelektronegatifan tersebut menyebabkan pasangan elektron ikatan lebih tertarik ke salah satu unsur sehingga membentuk dipol. Adanya dipol inilah yang menyebabkan senyawa menjadi polar.



Pada senyawa HCl, pasangan elektron milik bersama akan lebih dekat pada Cl karena daya tarik terhadap elektronnya lebih besar dibandingkan H. Hal itu menyebabkan terjadinya polarisasi pada ikatan H-Cl. Atom Cl lebih negatif daripada atom H, hal tersebut menyebabkan terjadinya ikatan kovalen polar.

**Contoh:**

- 1) Senyawa kovalen polar: HCl, HBr, HI, HF,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ .
- 2) Senyawa kovalen nonpolar:  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6$ ,  $\text{BF}_3$ .

Pada ikatan kovalen yang terdiri lebih dari dua unsur, kepolaran senyawanya ditentukan oleh hal-hal berikut.

- 1) Jumlah momen dipol, jika jumlah momen dipol = 0, senyawanya bersifat nonpolar. Jika momen dipol tidak sama dengan 0 maka senyawanya bersifat polar.

Besarnya momen dipol suatu senyawa dapat diketahui dengan:

$$\mu = d \times l$$

Di mana:

$\mu$  = momen dipol dalam satuan Debye (D)

$d$  = muatan dalam satuan elektrostatik (esu)

$l$  = jarak dalam satuan cm

- 2) Bentuk molekul, jika bentuk molekulnya simetris maka senyawanya bersifat nonpolar, sedangkan jika bentuk molekulnya tidak simetris maka senyawanya bersifat polar.



## Mari Mencoba

### Kepolaran Senyawa

#### Tujuan

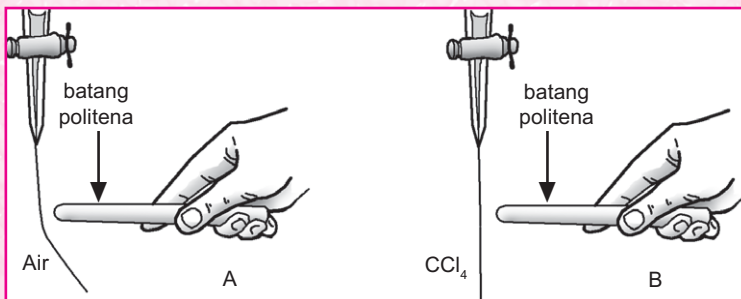
Mengetahui suatu larutan bersifat polar atau nonpolar.

#### Alat dan Bahan

1. statif
2. buret
3. corong
4. batang politena
5. gelas kimia
6. air
7. aseton
8. alkohol/etanol
9. karbon tetraklorida

#### Cara Kerja

1. Pasang buret pada statif.
2. Isi buret dengan air.
3. Gosokkan batang politena pada rambut.
4. Alirkan air dari buret ke dalam gelas kimia dan dekatkan batang politena pada aliran air tersebut. Perhatikan gambar. Amati apa yang terjadi?



5. Ulangi langkah 1–4 diganti dengan aseton, karbon tetaklorida, dan alkohol.

## Hasil Pengamatan

Bahan	Aliran Zat Cair	
	Dibelokkan	Tidak Dibelokkan
1. Air	.....	.....
2. Aseton	.....	.....
3. Karbon tetraklorida	.....	.....
4. Etanol	.....	.....

### Pertanyaan:

1. Cairan manakah yang dipengaruhi oleh batang politena?
2. Apa yang ditunjukkan molekul-molekul cairan yang terpengaruh oleh peristiwa tersebut?
3. Pada molekul air ( $H_2O$ ) terdapat 2 pasang elektron ikatan. Jika harga elektronegativitas atom O = 3,5 dan H = 2,1; atom manakah yang lebih kuat menarik elektron?
4. Berdasarkan hal tersebut lebih tertarik ke manakah pasangan elektron ikatan?
5. Atom manakah yang lebih bermuatan negatif dan positif? Jelaskan!
6. Molekul yang mengalami peristiwa di atas disebut molekul polar. Apa yang dimaksud dengan molekul polar?

## 3. Ikatan Logam

Logam mempunyai sifat-sifat antara lain:

- a. pada suhu kamar umumnya padat,
- b. mengilap,
- c. menghantarkan panas dan listrik dengan baik,
- d. dapat ditempa dan dibentuk.

Dalam bentuk padat, atom-atom logam tersusun dalam susunan yang sangat rapat (*closely packed*). Susunan logam terdiri atas ion-ion logam dalam lautan elektron.

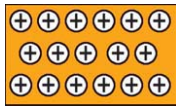


### Tugas Kelompok

1. Ramalkan rumus senyawa ion dari pasangan unsur berikut!
  - a. Mg (NA 12) dengan Br (NA 35)
  - b. Ca (NA 20) dengan O (NA 8)
  - c. Ca (NA 20) dengan N (NA 7)
2. Tentukan struktur Lewis molekul berikut.
  - a.  $H_2O$
  - b.  $CO_2$(NA O = 8, H = 1, C = 6)

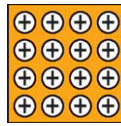
Dalam susunan seperti ini elektron valensinya relatif bebas bergerak dan tidak terpakai pada salah satu inti atom.

Ikatan logam terjadi akibat interaksi antara elektron valensi yang bebas bergerak dengan inti atau kation-kation logam yang menghasilkan gaya tarik.

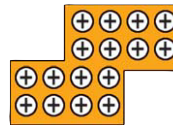


Lautan elektron

(a)



(b)



(c)

Dari kegiatan Tugas Mandiri yang Anda lakukan, dapat dilihat bahwa arang (ikatan kovalen antarkarbon) akan hancur, sedangkan besi akan bengkok. Hal ini dapat terjadi karena lautan elektron pada kristal logam memegang erat ion-ion positif pada logam, sehingga apabila dipukul atau ditempa logam tidak akan pecah tercerai berai tetapi bergeser (terlihat bengkok). Hal inilah yang menyebabkan sifat logam ulet, dapat ditempa maupun diulur menjadi kawat.



### Tugas Mandiri

1. Ambillah sebuah arang kemudian pukullah dengan palu (atau pemukul lain).
2. Ambillah sepotong besi dan pukullah dengan palu juga.



### Ringkasan

1. Ikatan kimia terjadi karena adanya kecenderungan atom-atom untuk memiliki susunan elektron stabil seperti gas mulia.
2. Ikatan kimia dapat berupa ikatan antara atom dengan atom dan dapat pula antara molekul dengan molekul.
3. Ikatan yang terjadi antaratom dapat berupa ikatan ion, ikatan kovalen, dan ikatan logam.
4. Ikatan ion adalah ikatan yang terjadi akibat serah terima elektron.
5. Ikatan kovalen adalah ikatan yang terjadi karena penggunaan bersama elektron valensi.
6. Ikatan logam merupakan ikatan yang terjadi karena adanya elektron-elektron bebas dalam logam.
7. Ikatan kovalen koordinasi adalah ikatan kovalen yang terjadi karena pasangan elektron yang digunakan bersama berasal dari salah satu atom unsur yang berikatan.



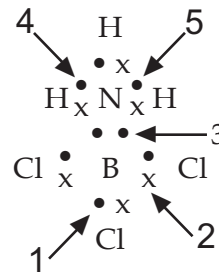
## Ulangan Harian

### A. Pilihlah jawaban yang tepat!

1. Suatu unsur dengan nomor atom 9 akan mengadakan ikatan ion dengan unsur yang mempunyai nomor atom . . . .
  - a. 17
  - b. 19
  - c. 15
  - d. 35
  - e. 32
2. Jumlah pasangan elektron ikatan dalam molekul oksigen ( $\text{NA} : 8$ ) yaitu . . . .
  - a. 1
  - b. 2
  - c. 3
  - d. 4
  - e. 5
3. Suatu atom Z mempunyai konfigurasi elektron 2, 8, 8, 2. Senyawa yang dapat dibentuk oleh atom Z yaitu . . . .
  - a.  $\text{HZ}_2$
  - b.  $\text{Z}_2\text{SO}_4$
  - c.  $\text{CaZ}$
  - d.  $\text{Z}_2(\text{PO}_4)_3$
  - e.  $\text{ZF}_2$
4. Elektron yang berperan dalam ikatan kimia yaitu . . . .
  - a. elektron inti
  - b. elektron di kulit K
  - c. elektron valensi
  - d. elektron di subkulit s
  - e. elektron di kulit N
5. Ikatan elektrovalen mudah terjadi di antara atom-atom yang . . . .
  - a. perbedaan keelektronegatifannya besar
  - b. perbedaan elektron valensinya besar

- c. perbedaan kereaktifannya besar
- d. perbedaan nomor atomnya besar
- e. perbedaan nomor massanya besar

6. Molekul  $\text{NH}_3\text{BCl}_3$



Ikatan kovalen koordinasi ditunjukkan pada nomor . . . .

- a. 5
  - b. 4
  - c. 3
  - d. 2
  - e. 1
7. Di antara unsur-unsur di bawah ini yang paling mudah melepas elektron yaitu . . . .
- a.  ${}_{11}\text{Na}$
  - b.  ${}_{12}\text{Mg}$
  - c.  ${}_{14}\text{Si}$
  - d.  ${}_{17}\text{Cl}$
  - e.  ${}_{19}\text{K}$
8. Ikatan yang terjadi karena penggunaan bersama pasangan elektron yang disumbangkan oleh kedua atom yang berikatan disebut . . . .
- a. ikatan ion
  - b. ikatan kovalen
  - c. ikatan kovalen koordinat
  - d. ikatan kovalen rangkap dua
  - e. ikatan kovalen polar



9. Pernyataan berikut yang *bukan* merupakan sifat senyawa ion yaitu . . . .
- rapuh dan mudah hancur
  - titik lelehnya relatif tinggi
  - larutannya dapat menghantarkan arus listrik
  - lelehannya dapat menghantarkan arus listrik
  - mudah larut dalam air
10. Senyawa yang mempunyai ikatan ion dan kovalen yaitu . . . .
- NaCl
  - H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
  - KOH
  - SO<sub>3</sub>
  - NH<sub>3</sub>
11. Diketahui keelektronegatifan unsur A = 5, B = 3, C = 4, D = 2,5. Senyawa yang paling polar yaitu . . . .
- BA
  - CA
  - CD
  - DA
  - BC
12. Susunan elektron valensi gas mulia di bawah ini oktet, *kecuali* . . . .
- Xe
  - Kr
  - Ar
  - Ne
  - He
13. Kestabilan gas mulia dijadikan pijakan atom-atom yang lain untuk mencapai kestabilan yang disebut dengan hukum oktet. Cara-cara yang ditempuh untuk menjadi stabil seperti struktur elektron gas mulia, *kecuali* . . . .
- pelepasan elektron
  - penyerapan elektron
  - memasangkan elektron
  - menerima pasangan elektron
  - menerima minimal dua pasang elektron
14. Kecenderungan atom untuk bermuatan positif disebabkan oleh . . . .
- afinitas elektronnya besar
  - energi ionisasinya kecil
  - keelektronegatifannya besar
  - potensial ionisasinya besar
  - keelektropositifannya sedang
15. Unsur A memiliki konfigurasi elektron 2, 8, 2. Unsur B memiliki konfigurasi elektron 2, 8, 6. Apabila A dan B bergabung akan menghasilkan . . . .
- senyawa kovalen AB
  - senyawa kovalen A<sub>6</sub>B<sub>6</sub>
  - senyawa ionik AB
  - senyawa ionik A<sub>2</sub>B
  - senyawa ionik AB<sub>2</sub>
16. Suatu unsur dengan konfigurasi elektron 2, 8, 6 . . . .
- dapat membentuk senyawa ionik dengan natrium
  - merupakan unsur logam
  - dapat membentuk ion dengan muatan 2+
  - hanya dapat bereaksi dengan unsur nonlogam
  - memiliki 6 proton dalam setiap atomnya
17. Berikut ini merupakan sifat logam yang berkaitan dengan ikatan yang terjadi pada logam, yaitu . . . .
- daya hantar listrik dan panas dari logam yang sangat baik
  - massa jenis logam sangat besar dan keras
  - logam mudah melepaskan elektron valensinya
  - mudah membentuk ikatan ion dengan unsur nonlogam
  - titik didih dan titik lebur logam sangat tinggi

18. Kepolaran suatu senyawa kovalen bergantung pada . . . .
- jumlah elektron pada atom pusat
  - selisih momen dipol di antara atom-atom penyusun senyawa
  - gaya tarik antaratomnya
  - potensial antara dua atom
  - potensial ionisasi di antara dua atom penyusun senyawa
19. Senyawa di bawah ini bersifat polar, *kecuali* . . . .
- |                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| a. CO               | d. CO <sub>2</sub> |
| b. H <sub>2</sub> O | e. SO <sub>3</sub> |
| c. BF <sub>3</sub>  |                    |
20. Senyawa di bawah ini mempunyai ikatan kovalen koordinasi, *kecuali* . . . .
- amonia
  - belerang dioksida
  - belerang trioksida
  - dinitrogen trioksida
  - dinitrogen pentaoksida
21. Bahan berikut yang dapat menghantarkan listrik melalui pergerakan ion-ionnya yaitu . . . .
- larutan NaCl
  - raksa
  - grafit
  - logam tembaga
  - lelehan timbal
22. Suatu unsur X dapat membentuk senyawa Na<sub>2</sub>X, XO<sub>2</sub>, dan XO<sub>3</sub>. Unsur X tersebut yaitu . . . .
- |           |             |
|-----------|-------------|
| a. karbon | d. nitrogen |
| b. klorin | e. sulfur   |
| c. timbal |             |
23. Di antara bahan berikut yang merupakan konduktor listrik terbaik dalam bentuk lelehannya yaitu . . . .
- asam etanoat
  - gula
  - sulfur
  - timbal(II) iodida
  - lilin parafin
24. Kelompok senyawa berikut yang semuanya merupakan senyawa polar yaitu . . . .
- HCl, HBr, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O
  - CO<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O
  - H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO, HCl
  - MgO, NH<sub>3</sub>, CO, CO<sub>2</sub>
  - SO<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>
25. Senyawa di bawah ini yang ikatan antaratomnya terdiri dari dua buah ikatan kovalen rangkap dua yaitu . . . .
- |                    |                                   |
|--------------------|-----------------------------------|
| a. SO <sub>2</sub> | d. NO <sub>2</sub>                |
| b. SO <sub>3</sub> | e. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| c. CO <sub>2</sub> |                                   |

**B. Jawablah dengan singkat dan jelas!**

- Apa yang dimaksud dengan ikatan logam?
  - Dengan adanya ikatan logam jelaskan mengapa logam memiliki titik didih dan titik leleh yang tinggi, serta bersifat konduktor yang baik?
- Apakah syarat terjadinya:
  - ikatan kovalen polar,
  - ikatan kovalen nonpolar?
- Kelompokkan senyawa berikut mana yang termasuk ikatan kovalen polar dan mana yang termasuk ikatan kovalen nonpolar!
 

a. Cl <sub>2</sub>	f. NH <sub>3</sub>
b. HCl	g. BF <sub>3</sub>
c. CO <sub>2</sub>	h. BeCl <sub>2</sub>
d. H <sub>2</sub> O	i. HBr
e. H <sub>2</sub> S	j. CH <sub>4</sub>
- Mengapa senyawa Cl<sub>2</sub> dapat terjadi, sedangkan Na<sub>2</sub> tidak dapat terjadi?
- Apakah syarat terjadinya ikatan kovalen koordinasi?
- Sebutkan sifat-sifat senyawa yang berikatan kovalen!

7. Tentukan jenis ikatan yang terjadi dalam senyawa di bawah ini!
- |                    |                         |
|--------------------|-------------------------|
| a. $\text{CaCl}_2$ | d. $\text{NaH}$         |
| b. $\text{CCl}_4$  | e. $\text{HCl}$         |
| c. $\text{NH}_3$   | f. $\text{K}_2\text{O}$ |
8. Sebutkan sifat-sifat senyawa yang berikatan ion!
9. Mengapa Xe yang telah memiliki struktur oktet masih mampu berikatan dengan atom lain?
10. Tulislah struktur Lewis untuk unsur-unsur di bawah ini!
- |            |            |
|------------|------------|
| a. Na (11) | e. P (15)  |
| b. Mg (12) | f. S (16)  |
| c. Al (13) | g. Cl (17) |
| d. C (6)   | h. Ar (18) |
- Bagaimana cara yang paling mungkin agar unsur-unsur di atas dapat memenuhi standar oktet?



## Latihan Ulangan Blok 1

### A. Pilihlah jawaban yang tepat!

- Penemu elektron yaitu . . . .
  - J.J. Thomson
  - James Chadwick
  - Stoney
  - Goldstein
  - Goldsmith
- Eksperimen tetes minyak oleh Millikan untuk menentukan . . . .
  - massa elektron
  - muatan elektron
  - massa proton
  - muatan proton
  - massa neutron
- Nomor massa dari atom yang mengandung 5 buah proton dan 6 neutron yaitu . . . .
  - 5
  - 6
  - 11
  - 16
  - 17
- Pernyataan yang *tidak* benar tentang elektron valensi yaitu . . . .
  - elektron pada kulit terluar
  - elektron yang berperan dalam pembentukan ikatan kimia
  - elektron yang berenergi tinggi
  - elektron yang menentukan sifat fisik zat
  - elektron yang menentukan sifat kimia
- Unsur yang *tidak* mempunyai elektron valensi 2 memiliki nomor atom . . . .
  - 4
  - 12
  - 20
  - 30
  - 32
- Model atom yang menjadi dasar penyusunan konfigurasi elektron dikemukakan oleh . . . .
  - Dalton
  - Thomson
  - Rutherford
  - Niels Bohr
  - Chadwick
- Unsur Galium mempunyai dua isotop yaitu  $^{69}\text{Ga}$  dan  $^{71}\text{Ga}$ . Jika diketahui bahwa 3 dari lima atom Galium adalah  $^{69}\text{Ga}$ , massa atom relatif ( $A_r$ ) Galium yaitu . . . .
  - 68
  - 69,8
  - 69,0
  - 70,0
  - 71,0
- Gambaran susunan partikel-partikel dasar dalam atom disebut . . . .
  - konsep atom
  - model atom
  - teori atom
  - definisi atom
  - sejarah atom
- Penemu proton yaitu . . . .
  - J.J. Thomson
  - James Chadwick
  - Stoney
  - Goldstein
  - Goldsmith
- Periode terpanjang dalam Sistem Periodik Unsur terletak pada . . . .
  - periode 3
  - periode 4
  - periode 5
  - periode 6
  - periode 7
- Unsur Y dengan konfigurasi elektron 2, 8, 1 dapat membentuk ikatan ion dengan unsur lain yang konfigurasi elektronnya . . . .
  - 2, 8, 2
  - 2, 8, 4
  - 2, 8, 5
  - 2, 8, 6
  - 2, 8, 7

13. Pernyataan di bawah ini yang *tidak sesuai* dengan sifat-sifat senyawa ion yaitu . . . .
- dalam bentuk padatan bersifat isolator
  - titik didih dan titik lelehnya relatif tinggi
  - dalam bentuk leburan bersifat isolator
  - larut dalam pelarut polar
  - dalam bentuk larutan bersifat konduktor
14. Ikatan yang terjadi karena pemakaian bersama pasangan elektron dari kedua atom yang berikatan disebut . . . .
- ikatan ion
  - ikatan kovalen
  - ikatan kovalen koordinat
  - ikatan kovalen rangkap dua
  - ikatan non polar
15. Ikatan ion terjadi antara . . . .
- unsur logam dengan unsur logam
  - unsur logam dengan unsur non-logam
  - unsur logam dengan unsur golongan transisi
  - unsur nonlogam dengan unsur nonlogam
  - unsur golongan utama dengan unsur golongan transisi
16. Ikatan kovalen terdapat pada senyawa . . . .
- HCl
  - NaCl
  - KCl
  - BaCl<sub>2</sub>
  - MgCl<sub>2</sub>
17. Ikatan kovalen koordinat terjadi pada pemakaian bersama satu atau lebih pasangan elektron yang berasal dari . . . .
- unsur logam
  - unsur nonlogam
  - salah satu atom yang berikatan
  - unsur yang berupa gas
  - unsur yang keelektronegatifannya besar
18. Diketahui nomor atom unsur sebagai berikut:  
H : 1, C : 6, N : 7, O : 8, S : 16, Cl : 17.  
Senyawa di bawah ini yang mempunyai ikatan kovalen koordinat yaitu . . . .
- H<sub>2</sub>O
  - NH<sub>3</sub>
  - CCl<sub>4</sub>
  - H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
  - CH<sub>4</sub>
19. Nomor atom dari unsur X dan Y masing-masing 16 dan 7. Rumus dan jenis ikatan yang terbentuk jika kedua unsur tersebut berikatan yaitu . . . .
- XY<sub>6</sub>, elektrovalen
  - XY<sub>2</sub>, elektrovalen
  - X<sub>2</sub>Y, elektrovalen
  - X<sub>2</sub>Y, kovalen
  - XY<sub>2</sub>, kovalen
20. Jika nomor atom N : 7, jumlah pasangan elektron yang dipakai bersama dalam molekul N<sub>2</sub> yaitu . . . .
- 1
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5
21. Partikel yang mempunyai massa 1 amu dan bermuatan positif yaitu . . . .
- proton
  - elektron
  - positron
  - deutron
  - neutron
22. Pernyataan yang *tidak benar* mengenai konsep model atom Rutherford-Bohr yaitu . . . .
- Atom terdiri atas inti yang bermuatan positif.
  - Atom haruslah mempunyai sifat-sifat listrik.

- c. Elektron hanya terdapat pada lintasannya.  
 d. Elektron tidak dapat berpindah ke sembarang kedudukan.  
 e. Elektron berputar mengelilingi inti dengan lintasan tertentu.
23. Elektron dilambangkan dengan . . . .  
 a.  ${}^1_1\text{e}$                       d.  ${}^{-1}_0\text{e}$   
 b.  ${}^0_1\text{e}$                       e.  ${}^1_{-1}\text{e}$   
 c.  ${}^0_{-1}\text{e}$
24. Pasangan yang merupakan isotop dari suatu unsur yaitu . . . .  
 a.  ${}^{23}_{11}\text{Na}$  dengan  ${}^{23}_{12}\text{Mg}$   
 b.  ${}^{40}_{19}\text{K}$  dengan  ${}^{40}_{20}\text{Ca}$   
 c.  ${}^{40}_{19}\text{K}$  dengan  ${}^{27}_{13}\text{Al}$   
 d.  ${}^{31}_{15}\text{P}$  dengan  ${}^{32}_{16}\text{S}$   
 e.  ${}^{27}_{13}\text{Al}$  dengan  ${}^{28}_{13}\text{Al}$
25. Di antara unsur-unsur:  ${}_{20}\text{A}$ ,  ${}_{16}\text{B}$ ,  ${}_{14}\text{C}$ ,  ${}_{10}\text{D}$ , dan  ${}_{6}\text{E}$ , pasangan yang memiliki elektron valensi sama yaitu . . . .  
 a. A dan C                      d. B dan E  
 b. A dan D                      e. C dan E  
 c. B dan C
26. Teori atom Thomson menyatakan . . . .  
 a. semua materi tersusun atas partikel-partikel kecil yang tidak dapat dimusnahkan atau diciptakan  
 b. benda tersusun atas partikel yang sangat kecil dan disebut atom  
 c. atom-atom suatu unsur tertentu identik, artinya memiliki berat, ukuran, dan sifat-sifat yang sama  
 d. atom adalah bola bermuatan positif dan di permukaannya tersebar elektron yang bermuatan negatif  
 e. atom merupakan suatu bola berongga
27. Ilmuwan yang memperbaiki teori atom Rutherford dengan mengadakan percobaan spektrum hidrogen yaitu . . . .  
 a. Dalton  
 b. Thomson  
 c. Rutherford  
 d. Bohr  
 e. Heisenberg
28. Kelompok unsur yang termasuk golongan aluminium yaitu . . . .  
 a. H, Li, Na, Rb, C, Fr  
 b. B, Al, Ga, In, Tl  
 c. F, Cl, Br, I, At  
 d. He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn  
 e. N, P, As, Sb, Bi
29. Unsur yang paling kuat sifat keelektronegatifannya yaitu . . . .  
 a.  ${}_{16}\text{S}$                       d.  ${}_{9}\text{F}$   
 b.  ${}_{17}\text{Cl}$                       e.  ${}_{35}\text{Br}$   
 c.  ${}_{8}\text{O}$
30. Pasangan senyawa di bawah ini yang semuanya berikatan kovalen polar yaitu . . . .  
 a. NaCl dan  $\text{NH}_3$   
 b.  $\text{Cl}_2$  dan  $\text{CH}_4$   
 c. HCl dan  $\text{Cl}_2$   
 d. HCl dan  $\text{H}_2\text{O}$   
 e.  $\text{H}_2\text{O}$  dan NaCl
- B. Jawablah dengan singkat dan jelas!**
1. Apakah kelemahan mendasar dari model atom Rutherford? Jelaskan!
  2. Bagaimana percobaan Rutherford dapat membawa kepada penemuan neutron? Jelaskan!
  3. Sebutkan penemu proton, neutron, dan elektron!

4. Tulislah nomor atom dan nomor massa serta lambang dari atom yang mengandung:
  - a. 28 proton dan 31 neutron,
  - b. 24 proton dan 28 neutron,
  - c. 4 proton dan 5 neutron,
  - d. 7 proton dan 8 neutron.
5. Berikut ini lambang atom beberapa unsur:  
 ${}^{16}_8\text{O}$ ,  ${}^{15}_7\text{N}$ ,  ${}^{19}_9\text{F}$ ,  ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ ,  ${}^{14}_7\text{N}$ ,  ${}^{15}_8\text{O}$ ,  ${}^{13}_6\text{C}$ ,  ${}^{13}_7\text{N}$   
 Sebutkan yang termasuk isotop, isoton, dan isobar!
6. Tentukan elektron valensi dari unsur yang bernomor atom 11, 13, 14, 19, 20, 36, dan 38!
7. Sebutkan partikel-partikel subatom dan tuliskan juga lambang masing-masing partikel tersebut!
8. Klorin (NA 17) di alam terdiri dari dua isotop dengan kelimpahan  ${}^{35}\text{Cl}$  sebanyak 75% dan  ${}^{37}\text{Cl}$  sebanyak 25%. Tentukan massa atom relatifnya!
9. Tentukan jumlah proton, neutron, dan elektron yang terdapat dalam atom:  ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ ,  ${}^{39}_{19}\text{K}$ ,  ${}^{108}_{47}\text{Ag}$ ,  ${}^{238}_{92}\text{U}$ ,  ${}^{137}_{56}\text{Ba}$ !
10. Tuliskan konfigurasi elektron dari ion-ion berikut:  
 $\text{Al}^{3+}({}_{13}\text{Al})$ ;  $\text{Cl}^{-}({}_{17}\text{Cl})$ ;  $\text{Na}^{+}({}_{11}\text{Na})$ ;  $\text{S}^{2-}({}_{16}\text{S})$ .

# Tatanama Senyawa dan Persamaan Reaksi Sederhana

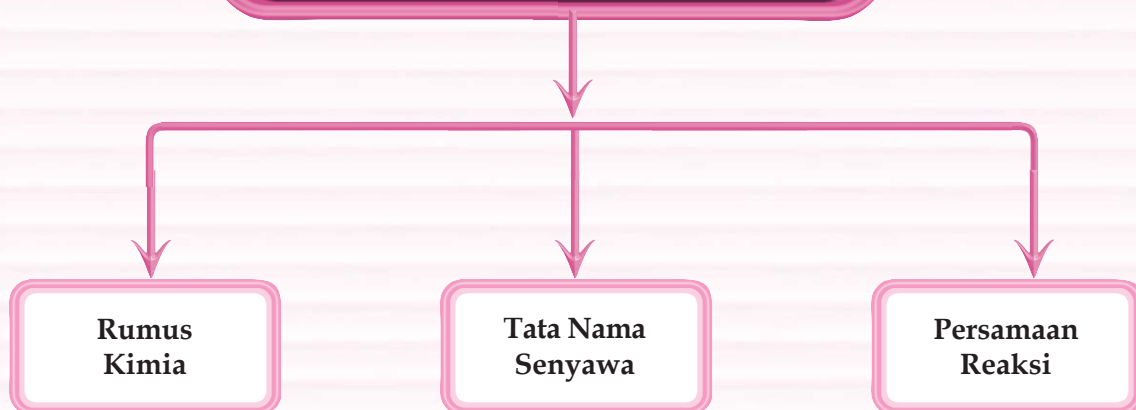


Pernahkah Anda membakar kayu? Berubah menjadi apakah kayu yang telah Anda bakar? Pembakaran kayu merupakan salah satu contoh reaksi kimia. Kayu yang terbakar akan mengalami perubahan wujud. Hasil pembakaran yang berupa abu, gas  $\text{CO}_2$ , dan uap air tidak dapat berubah menjadi kayu kembali.

Setelah mempelajari bab ini, Anda diharapkan mampu menuliskan nama senyawa anorganik dan organik serta menyetarakan persamaan reaksi sederhana.



## Tatanama Senyawa dan Persamaan Reaksi Sederhana



Simbol yang digunakan untuk mengenali suatu molekul dinamakan rumus kimia. Bagaimanakah penggunaan rumus kimia beserta tatanama senyawanya? Materi berikut akan membahas permasalahan tersebut.

## A. Rumus Kimia

Rumus kimia zat menyatakan jenis dan jumlah relatif atom-atom yang terdapat dalam zat itu. Angka yang menyatakan jumlah atom suatu unsur dalam rumus kimia disebut *angka indeks*. Rumus kimia zat dapat berupa rumus molekul atau rumus empiris.

### 1. Rumus Molekul

Rumus molekul adalah rumus yang menyatakan jumlah atom-atom dari unsur-unsur yang menyusun satu molekul senyawa. Jadi rumus molekul menyatakan susunan sebenarnya dari molekul zat.

**Contoh:**

- Rumus molekul air yaitu  $\text{H}_2\text{O}$  yang berarti dalam satu molekul air terdapat dua atom hidrogen dan satu atom oksigen.
- Rumus molekul glukosa  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  yang berarti dalam satu molekul glukosa terdapat 6 atom karbon, 12 atom hidrogen, dan 6 atom oksigen.

### 2. Rumus Empiris

Rumus empiris adalah rumus yang menyatakan perbandingan terkecil atom-atom dari unsur-unsur yang menyusun suatu senyawa. Rumus kimia senyawa ion merupakan rumus empiris.

**Contoh:**

- Natrium klorida merupakan senyawa ion yang terdiri atas ion  $\text{Na}^+$  dan ion  $\text{Cl}^-$  dengan perbandingan 1 : 1. Rumus kimia natrium klorida  $\text{NaCl}$ .
- Kalsium klorida merupakan senyawa ion yang terdiri atas ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan ion  $\text{Cl}^-$  dengan perbandingan 2 : 1. Rumus kimia kalsium klorida  $\text{CaCl}_2$ .

Pada kondisi kamar, sebagian unsur-unsur ada yang membentuk molekul-molekul. Rumus kimia unsur-unsur semacam ini tidak digambarkan hanya dengan lambang unsurnya, melainkan unsur beserta jumlah atom yang membentuk molekul unsur tersebut.

**Contoh:**

- Rumus kimia gas oksigen yaitu  $\text{O}_2$ , berarti rumus kimia gas oksigen terdiri atas molekul-molekul oksigen yang dibangun oleh dua atom oksigen.
- Rumus kimia fosfor yaitu  $\text{P}_4$ , berarti rumus kimia unsur fosfor terdiri atas molekul-molekul fosfor yang tiap molekulnya dibentuk dari empat buah atom fosfor.

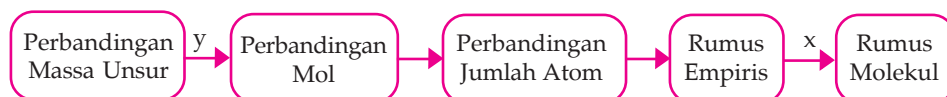
Semua senyawa mempunyai rumus empiris. Senyawa molekul mempunyai rumus molekul selain rumus empiris. Pada banyak senyawa, rumus molekul sama dengan rumus empirisnya. Senyawa ion hanya

mempunyai rumus empiris. Jadi, semua senyawa yang mempunyai rumus molekuler, pasti memiliki rumus empiris. Namun, senyawa yang memiliki rumus empiris, belum tentu mempunyai rumus molekuler.

**Contoh:**

Senyawa	Rumus Molekul	Rumus Empiris
Air	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O
Glukosa	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	CH <sub>2</sub> O

Langkah-langkah menentukan rumus empiris dan rumus molekuler sebagai berikut.



**Keterangan:**

y : massa unsur dibagi dengan A<sub>r</sub>

x : dikalikan dengan hasil perbandingan dengan M<sub>r</sub> rumus molekuler dan M<sub>r</sub> rumus empiris

## B. Tatanama Senyawa

Nama ilmiah suatu unsur mempunyai asal-usul yang bermacam-macam. Ada yang didasarkan pada warna unsur seperti klorin (*chloros = hijau*), atau pada salah satu sifat dari unsur yang bersangkutan seperti fosfor (*phosphorus = bercahaya*) atau nama seorang ilmuwan yang sangat berjasa seperti einsteinium (untuk albert einstein). Untuk mencegah timbulnya perdebatan mengenai nama dan lambang unsur-unsur baru, Persatuan Kimia Murni dan Kimia Terapan (*International Union Of Pure and Applied Chemistry = IUPAC*) menetapkan aturan penamaan dan pemberian lambang untuk unsur-unsur temuan baru sebagai berikut.

- Nama berakhir dengan *ium*, baik untuk unsur logam maupun nonlogam.
- Nama itu didasarkan pada nomor atom unsur, yaitu rangkaian akar kata yang menyatakan nomor atomnya.
 

0 = nil	4 = quad	7 = sept
1 = un	5 = pent	8 = okt
2 = bi	6 = hex	9 = enn
3 = tri		
- Lambang unsur (tanda atom) terdiri atas tiga huruf yakni rangkaian huruf awal dari akar yang menyatakan nomor atom unsur tersebut.

**Contoh:**

- a. Unsur nomor atom 107

1	0	7
un	nil	sept + ium

Nama : Unnilseptium

Lambang : Uns

- b. Unsur nomor atom 105  
 1 0 5  
 un nil pent + ium  
 Nama : Unnilpentium

Lambang : Unp

Namun, aturan penamaan IUPAC jarang digunakan.

Ada beberapa sistem penamaan yang didasarkan pada rumus kimia senyawa.

## 1. Tatanama Senyawa Biner

Senyawa biner adalah senyawa yang hanya terbentuk dari dua macam unsur yang berbeda (terdiri atas unsur logam dan nonlogam).

- Unsur yang berada di depan disebut sesuai dengan nama unsur tersebut.
- Unsur yang berada di belakang disebut sesuai dengan nama unsur tersebut dengan menambahkan akhiran *-ida*.
- Jumlah atom unsur disebut dengan menggunakan angka Latin (jika diperlukan).

### Contoh:

NO : nitrogen monoksida

NO<sub>2</sub> : nitrogen dioksida

AlCl : aluminium klorida

FeCl<sub>3</sub> : besi(III) klorida

SnO : timah(II) oksida

Pada senyawa biner tersebut di atas, unsur logam sebagai kation (ion positif) dan unsur nonlogam sebagai anion (ion negatif).

**Tabel 4.1** Beberapa Ion Positif (Kation)

Kation Bermuatan +1		Kation Bermuatan +2		Kation Bermuatan +3 dan +4	
Rumus	Nama	Rumus	Nama	Rumus	Nama
Na <sup>+</sup>	Natrium	Mg <sup>2+</sup>	Magnesium	Fe <sup>3+</sup>	Besi(III)
K <sup>+</sup>	Kalium	Ca <sup>2+</sup>	Kalsium	Cr <sup>3+</sup>	Kromium(III)
Ag <sup>+</sup>	Perak	Sr <sup>2+</sup>	Stronsium	Al <sup>3+</sup>	Aluminium
Li <sup>+</sup>	Litium	Ba <sup>2+</sup>	Barium	Co <sup>3+</sup>	Kobalt(III)
Cu <sup>+</sup>	Tembaga(I)	Fe <sup>2+</sup>	Besi(II)	Ni <sup>3+</sup>	Nikel(III)
Au <sup>+</sup>	Emas(I)	Cu <sup>2+</sup>	Tembaga(II)	Sn <sup>4+</sup>	Timah(IV)
Hg <sup>+</sup>	Raksa(I)	Zn <sup>2+</sup>	Zink(seng)	Pb <sup>4+</sup>	Timbal(IV)
		Pb <sup>2+</sup>	Timbal(II)	Au <sup>3+</sup>	Emas(III)
		Sn <sup>2+</sup>	Timah(II)	Pt <sup>4+</sup>	Platina(IV)
		Ni <sup>2+</sup>	Nikel		
		Hg <sup>2+</sup>	Raksa(II)		

**Tabel 4.2** Beberapa Ion Negatif (Anion)

Lambang Ion	Muatan	Nama
F <sup>-</sup>	-1	Fluorida
Cl <sup>-</sup>	-1	Klorida
O <sup>2-</sup>	-2	Oksida
Br <sup>-</sup>	-1	Bromida
S <sup>2-</sup>	-2	Sulfida
N <sup>3-</sup>	-3	Nitrida
I <sup>-</sup>	-1	Iodida

Apabila ion positif dan ion negatif bergabung membentuk senyawa, jumlah muatannya harus nol. Sebagai contoh:

- ion Fe<sup>3+</sup> apabila bergabung dengan ion S<sup>2-</sup> akan membentuk senyawa dengan rumus kimia Fe<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, sebab untuk menjadikan netral setiap tiga ion S<sup>2-</sup> yang mempunyai muatan -2 memerlukan 2 buah ion Fe<sup>3+</sup> yang bermuatan +3,
- ion Al<sup>3+</sup> apabila bergabung dengan ion Cl<sup>-</sup> akan membentuk senyawa dengan rumus kimia AlCl<sub>3</sub> = Aluminium klorida, sebab untuk menjadikan netral setiap satu ion Al<sup>3+</sup> yang bermuatan +3 memerlukan tiga ion Cl<sup>-</sup> yang bermuatan -1.

Perhatikan beberapa contoh berikut.

BaCl<sub>2</sub> : Barium klorida

AgBr : Perak(I) bromida

CuCl<sub>2</sub> : Tembaga(II) klorida

## 2. Senyawa Biner Kedua-duanya Nonlogam

Senyawa biner kedua-duanya nonlogam merupakan senyawa yang tersusun atas molekul-molekul, bukan ion-ion. Penamaannya ditandai dengan awalan angka Yunani yang menyatakan jumlah atom nonlogam diakhiri dengan akhiran *-ida*.

Awalan angka Yunani

Mono = 1	Heksa = 6
Di = 2	Hepta = 7
Tri = 3	Okta = 8
Tetra = 4	Nona = 9
Penta = 5	Deka = 10

**Contoh:**

CO : Karbon monoksida

CO<sub>2</sub> : Karbon dioksida

N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : Dinitrogen pentaoksida

PCl<sub>5</sub> : Fosfor pentaklorida

SO<sub>3</sub> : Belerang trioksida

### 3. Senyawa yang Tersusun Atas Ion-Ion Poliatom

Ion-ion dibedakan menjadi ion atom tunggal (ion monoatom) dan ion yang tersusun atas gabungan beberapa unsur yang disebut ion-ion poliatom. Cara pemberian nama senyawa yang tersusun atas kation dan anion poliatomik yaitu, nama logam kation diikuti nama anionnya. Khusus untuk logam golongan B disesuaikan dengan bilangan oksidasi unsur tersebut dalam senyawanya.

**Contoh:**

$\text{NH}_4\text{Cl}$  : amonium klorida

$\text{NaNO}_3$  : natrium nitrat

$\text{MgSO}_4$  : magnesium sulfat

$\text{KCN}$  : kalium sianida

$\text{Zn(OH)}_2$  : seng(II) hidroksida (pada senyawa ini, bilangan oksidasi seng = 2)

$\text{FeC}_2\text{O}_4$  : besi(II) oksalat (pada senyawa ini, bilangan oksidasi besi = 2)

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  : besi(III) sulfat (pada senyawa ini, bilangan oksidasi besi = 3)

**Tabel 4.3** Beberapa Jenis Ion Poliatomik

Rumus	Nama	Rumus	Nama	Rumus	Nama
$\text{NO}_3^-$	Nitrat	$\text{SO}_3^{2-}$	Sulfit	$\text{PO}_3^{3-}$	Fosfit
$\text{NO}_2^-$	Nitrit	$\text{SO}_4^{2-}$	Sulfat	$\text{PO}_4^{3-}$	Fosfat
$\text{CH}_3\text{COO}^-$	Asetat	$\text{CO}_3^{2-}$	Karbonat	$\text{AsO}_3^{2-}$	Arsenit
$\text{ClO}^-$	Hipoklorit	$\text{SiO}_3^{2-}$	Silikat	$\text{AsO}_4^{2-}$	Arsenat
$\text{ClO}_2^-$	Klorit	$\text{CrO}_4^{2-}$	Kromat	$\text{SbO}_3^{3-}$	Antimonit
$\text{ClO}_3^-$	Klorat	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	Dikromat	$\text{SbO}_4^{3-}$	Antimonat
$\text{ClO}_4^-$	Perklorat	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	Oksalat	$\text{NH}_4^+$	Amonium
$\text{CN}^-$	Sianida	$\text{BrO}^-$	Hipobromit	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	Tiosulfat
$\text{OH}^-$	Hidroksida	$\text{BrO}_3^-$	Bromat	$\text{MnO}_4^-$	Manganat

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemberian nama senyawa ion poliatomik sebagai berikut.

- Kebanyakan ion poliatom bermuatan negatif kecuali ion amonium ( $\text{NH}_4^+$ ).
- Hampir seluruh ion poliatom mengandung oksigen, kecuali  $\text{CN}^-$  dan  $\text{NH}_4^+$ . Untuk jumlah oksigen yang lebih sedikit diberi akhiran *-it*, dan untuk jumlah oksigen yang lebih banyak diberi akhiran *-at*. Contoh:  $\text{SO}_3^{2-}$  diberi nama *sulfit* sedangkan  $\text{SO}_4^{2-}$  diberi nama *sulfat*.

- c. Suatu senyawa bersifat netral. Oleh karena itu, apabila suatu senyawa belum netral, ion-ion yang berbeda muatannya harus disamakan terlebih dahulu dengan menambahkan angka indeks.

**Contoh:**

- Ion  $Pb^{2+}$  dan  $NO_3^-$ . Oleh karena Pb bermuatan 2+ sedangkan  $NO_3^-$  bermuatan -1, untuk membentuk senyawa yang netral diperlukan 2  $NO_3^-$ . Maka senyawanya menjadi  $Pb(NO_3)_2$ .
- Ion  $Ca^{2+}$  dan ion  $PO_4^{3-}$ . Oleh karena Ca bermuatan +2 dan  $PO_4^{3-}$  bermuatan -3, untuk membentuk senyawa netral Ca harus dikalikan 3 dan  $PO_4$  harus dikalikan 2. Maka senyawanya menjadi  $Ca_3(PO_4)_2$ .

## 4. Tatanama Senyawa Asam

Asam adalah zat yang jika dilarutkan di dalam air akan terlarut dan terurai menghasilkan ion hidrogen ( $H^+$ ) dan ion negatif. Semua asam diawali dengan hidrogen kecuali asam organik dan air. Pada umumnya asam merupakan senyawa biner yang mengandung hidrogen, oksigen, dan unsur nonlogam. Semua asam dinamai dengan awalan asam yang diikuti nama ion negatifnya.

**Tabel 4.4** Beberapa Nama Asam

Rumus Kimia	Nama
HF	Asam fluorida
HCl	Asam klorida
HBr	Asam bromida
HI	Asam iodida
$H_2SO_4$	Asam sulfat
HClO	Asam hipoklorit
HClO <sub>2</sub>	Asam klorit
HClO <sub>3</sub>	Asam klorat
HClO <sub>4</sub>	Asam perklorat
HNO <sub>3</sub>	Asam nitrat
$H_2C_2O_4$	Asam oksalat
$H_3PO_3$	Asam fosfit
$H_3PO_4$	Asam fosfat
$H_2CrO_4$	Asam kromat
$H_2CO_3$	Asam karbonat



### Kata Kunci

- rumus kimia
- rumus molekul
- rumus empiris
- rumus perbandingan
- senyawa biner
- ion poliatom

## 5. Tatanama Senyawa Hidrat

Beberapa senyawa yang berwujud kristal mampu mengikat air dari udara atau bersifat *higroskopis*, sehingga kristal senyawa tersebut mengandung "air kristal". Senyawa yang mengandung air kristal disebut hidrat. Kristal hidrat tidak berair karena molekul air terkurung rapat dalam kristal senyawa. Senyawa hidrat dinamai dengan menambahkan awalan angka Yunani yang menyatakan banyaknya air kristal hidrat di akhir nama senyawa tersebut.

**Contoh:**

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  : tembaga(II) sulfat pentahidrat

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  : kalsium sulfat dihidrat

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ : natrium karbonat dekahidrat

**Mari Mencoba****Reaksi Kimia**

**Tujuan:** Mengamati terbentuknya ciri-ciri reaksi kimia.

**Alat dan Bahan**

Rak tabung reaksi	Larutan $\text{H}_2\text{SO}_4$ 2 M
Tabung reaksi (9)	Air
Pipet tetes	Pita magnesium (Mg)
Penjepit tabung reaksi	Keping pualam ( $\text{CaCO}_3$ )
Pembakar spiritus	Larutan $\text{K}_2\text{CrO}_4$ 0,1 M
Larutan $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 0,1M	Larutan $\text{KMnO}_4$ 0,05 M
Kristal $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	Larutan $\text{CuSO}_4$ 0,1 M
Kristal $\text{NH}_4\text{Cl}$	Larutan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,2 M
Gamping $\text{CaO}$	Larutan $\text{NaOH}$ 2 M
Larutan $\text{HCl}$ 3 M	

**Cara Kerja**

1. Masukkan 3 mL larutan  $\text{HCl}$  3 M ke dalam tabung reaksi kemudian tambahkan kepingan pualam sebesar jagung.
2. Masukkan 3 mL larutan  $\text{HCl}$  3 M ke dalam tabung reaksi kemudian tambahkan pita magnesium sepanjang 5 cm. Rasakan perubahan suhu dengan memegang dasar tabung reaksi.
3. Masukkan 2 mL larutan  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  ke dalam tabung reaksi kemudian tambahkan 1 mL larutan  $\text{NaOH}$ .
4. Masukkan 2 ml  $\text{CuSO}_4$  ke dalam tabung reaksi kemudian tambahkan 1 ml larutan  $\text{NaOH}$ .
5. Masukkan 2 ml larutan  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  ke dalam tabung reaksi kemudian tetesi dengan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sampai terjadi perubahan warna.
6. Masukkan 2 mL larutan  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  dan 2 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  kemudian tambahkan 5 tetes larutan  $\text{KMnO}_4$ . Panaskan campuran jika tidak segera bereaksi.



- Masukkan 4 mL air ke dalam tabung reaksi kemudian tambahkan sebungkah (sebesar jagung) gamping. Rasakan perubahan suhu yang terjadi.
- Masukkan 2 gram kristal  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  ke dalam tabung reaksi kemudian tambahkan 2 g kristal  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .
- Masukkan 3 mL larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  kemudian tambahkan 3 mL larutan  $\text{NaOH}$ . Rasakan perubahan suhu larutan.

Catatlah semua perubahan yang menyertai setiap reaksi di atas.

#### Pertanyaan:

Dari sembilan reaksi kimia di atas, tentukan:

- reaksi yang menghasilkan gas,
- reaksi yang menghasilkan endapan,
- reaksi yang menghasilkan perubahan warna,
- reaksi yang menyebabkan perubahan suhu.



#### Sebaiknya Anda Tahu

Dalam penulisan rumus kimia terdapat tiga kemungkinan yang perlu diperhatikan yaitu:

- Rumus empiris suatu zat dapat identik dengan rumus molekulnya. Misalnya:  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{HCl}$ , dan lain-lainnya.
- Rumus molekul dapat merupakan penggandaan dari rumus empirisnya. Misalnya: rumus empiris glukosa  $\text{CH}_2\text{O}$  dan rumus molekul glukosa  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  atau  $(\text{CH}_2\text{O})_6$ .
- Suatu zat dapat memiliki rumus empiris, tetapi tidak mempunyai rumus molekul. Misalnya:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , dan lain-lain.

## C. Persamaan Reaksi

Persamaan reaksi menggambarkan reaksi kimia yang terdiri atas rumus kimia pereaksi dan hasil reaksi disertai koefisiennya masing-masing.

Persamaan reaksi yang sempurna disebut juga persamaan reaksi yang telah setara. Syarat-syarat persamaan reaksi setara sebagai berikut.

- Jenis unsur-unsur sebelum dan sesudah reaksi selalu sama.
- Jumlah masing-masing atom sebelum dan sesudah reaksi selalu sama (memenuhi hukum kekekalan massa).
- Perbandingan koefisien reaksi menyatakan perbandingan mol (khusus yang berwujud gas perbandingan koefisien juga menyatakan perbandingan volume asalkan suhu dan tekanannya sama).
- Pereaksi dan hasil reaksi dinyatakan dengan rumus kimia yang benar.
- Wujud zat-zat yang terlibat reaksi harus dinyatakan dalam tanda kurung setelah rumus kimia.

Untuk membuat persamaan reaksi menjadi setara diperbolehkan mengubah jumlah rumus kimia (jumlah molekul atau satuan rumus), tetapi tidak boleh mengubah rumus kimia zat-zat yang terlibat persamaan reaksi. Jumlah satuan rumus kimia disebut **koefisien**.

Selain menggambarkan rumus kimia, persamaan reaksi yang sempurna juga menunjukkan wujud zat yang terlibat dalam reaksi. Wujud zat dalam persamaan reaksi disingkat dengan:

(s) : *solid* (zat padat)

(ℓ) : *liquid* (zat cair)

(aq) : *aqueous* (larutan dalam air)

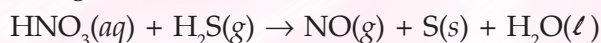
(g) : gas

**Contoh:**  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\ell)$



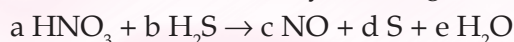
### Contoh Soal

1. Tentukanlah koefisien reaksi dari asam nitrat dan hidrogen sulfida menghasilkan nitrogen oksida, sulfur, dan air. Persamaan reaksinya dapat ditulis:



**Jawab:**

Cara yang termudah untuk menentukan koefisien reaksinya adalah dengan memisalkan koefisiennya masing-masing a, b, c, d dan e sehingga:



Berdasarkan reaksi di atas:

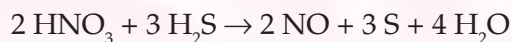
atom N :  $a = c$  (sebelum dan sesudah reaksi)

atom O :  $3a = c + e \leftrightarrow 3a = a + e \leftrightarrow e = 2a$

atom H :  $a + 2b = 2e = 2(2a) = 4a \leftrightarrow 2b = 3a \leftrightarrow b = 3/2 a$

atom S :  $b = d = 3/2 a$

Maka agar terselesaikan diambil sembarang harga misalnya  $a = 2$  berarti:  $b = d = 3$ , dan  $e = 4$  sehingga persamaan reaksinya:

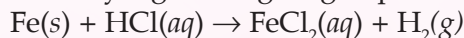


Persamaan reaksi di atas dapat dibaca: dua senyawa asam nitrat dan tiga senyawa hidrogen sulfida akan menghasilkan dua senyawa nitrogen oksida, tiga atom sulfur, dan empat molekul air.

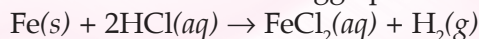
2. Serbuk besi direaksikan dengan larutan asam klorida menghasilkan larutan besi(II) klorida dan gas hidrogen.

**Jawab:**

Reaksi yang berlangsung dapat ditulis:



Dari reaksi di atas dapat dilihat bahwa jumlah H dan Cl belum setara. Oleh karena itu, karena jumlah H dan Cl di sebelah kanan = 2 maka di sebelah kiri harus dikalikan 2 sehingga persamaan reaksinya menjadi:





## Tugas Mandiri

Jawablah soal-soal berikut.

1. Tentukan rumus molekul senyawa dan rumus empirisnya jika molekul glukosa mengandung 6 atom karbon, 12 atom hidrogen dan 6 atom oksigen!
2. Tuliskan lambang unsur-unsur berikut!
  - a. Litium
  - b. Barium hidroksida
  - c. Silikon
  - d. Aluminium sulfat
3. Lengkapilah tabel berikut!

No.	Kation	Anion	Satuan Rumus
1.	$\text{Cr}^{3+}$	$\text{NO}^{3-}$	...
2.	$\text{Fe}^{2+}$	...	$\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$
3.	...	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{K}_2\text{SO}_4$
4.	...	...	$\text{Al}_2(\text{Cr}_2\text{O}_7)_3$

4. Tuliskan nama senyawa berikut!
  - a.  $\text{SO}_2$
  - b.  $\text{P}_2\text{O}_5$
  - c.  $\text{Al}_2\text{O}_3$
  - d.  $\text{FePO}_4$
  - e.  $\text{SCl}_6$
5. Setarakan persamaan reaksi berikut!
  - a.  $\text{C}_6\text{H}_6(\ell) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$
  - b.  $\text{SiO}_2(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{Si}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g})$
  - c.  $\text{PH}_3(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{P}_4\text{O}_{10}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
  - d.  $\text{CaO}(\text{s}) + \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CaCl}_2(\text{s})$
  - e.  $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) + \text{CO}_2(\text{g})$



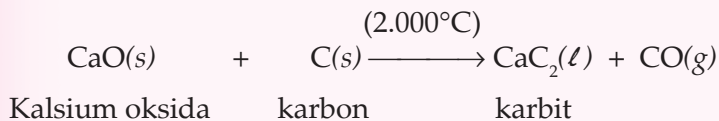
### Karbit: Sang Stimulus Pematangan Buah

Dalam keseharian, terutama bagi mereka yang suka berbelanja di pasar-pasar tradisional, mungkin sudah bukan hal yang asing lagi dengan kata karbit. Zat tersebut sangat akrab dengan para penjual buah pisang, karena digunakan untuk mempercepat pematangan buah pisang.

Tidak akan asing pula kata karbit bagi mereka yang kesehariannya bekerja sebagai tukang las logam (yang masih menggunakan las karbit), karena zat itu pula yang berperan sebagai sumber penghasil gas yang akan digunakan untuk pengelasan.

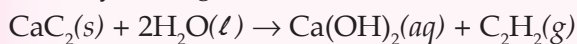
Jika kita buka kamus kimia untuk mencari penjelasan dari kata karbit, pada beberapa kamus mungkin tidak akan mendapatkannya secara langsung. Akan tetapi dalam kamus tersebut kita akan mendapatkan tulisan "Lihat: Kalsium karbida". Hal ini karena zat yang selama ini kita kenal namanya dengan sebutan karbit memiliki nama kimia seperti itu. Penamaan tersebut disesuaikan dengan nama-nama unsur penyusunnya, yaitu kalsium dan karbon. Secara empiris rumus kimia untuk karbit dapat dituliskan sebagai  $\text{CaC}_2$ , Ca = lambang untuk atom kalsium dan C = lambang untuk atom karbon.

Karbit (kalsium karbida) merupakan zat padat abu-abu dan dibuat dari pemanasan kalsium oksida (batu kapur) dengan kokas (arang karbon) pada suhu sekitar  $2.000^\circ$  celsius. Secara kimia proses pembuatan karbit ini dapat dilukiskan dalam bentuk persamaan reaksi berikut.



Dari persamaan reaksi di atas dapat dilihat bahwa karbit yang dihasilkan dari reaksi tersebut berupa cairan oleh karena itu karbit cair tersebut selanjutnya didinginkan sampai memadat, sehingga jadilah karbit yang padat seperti yang sering kita lihat sehari-hari.

Salah satu sifat karbit yang sering dimanfaatkan masyarakat yaitu kemampuannya untuk menghasilkan gas jika bercampur dengan air. Gas tersebut yaitu gas asetilen atau etuna dengan rumus kimia  $\text{C}_2\text{H}_2$ . Persamaan reaksi kimianya sebagai berikut.



Karbit sering digunakan sebagai stimulus pematangan buah pisang. Secara alamiah, buah pisang akan menghasilkan gas *asetilen* untuk mempercepat pematangan. Dengan mengenali sifat ini, proses pematangan buah akan dapat dipercepat dengan memanfaatkan sifat karbit seperti disebutkan di atas. Karbit sering digunakan untuk pengelasan logam (las karbit). Gas *asetilen* yang

dihasilkan dari reaksi karbit dengan air adalah gas yang memiliki sifat mudah terbakar, nyala terang, dan berkalar tinggi (Mulyono HAM, 1997 : 2.500°C ; Yayan Sunarya, 2.000: 3.000°C). Oleh karena itu dengan kalor sebesar ini memungkinkan besi untuk dapat dilelehkan (titik leleh besi = 1.535°C). Inilah prinsip dasar mengapa campuran karbit dengan air dapat digunakan untuk pengelasan logam.

(Iman Salman/Mahasiswa Kimia FPMIPA UPI.  
Sumber: Mulyono HAM, 1997: Yayan Sunarya, 2000)



## Ringkasan

1. Unsur-unsur diberi lambang. Lambang unsur merupakan singkatan dari nama unsur itu.
2. Zat dituliskan secara singkat dengan rumus kimia. Rumus kimia senyawa menggambarkan jenis unsur pembentuk senyawa itu serta susunan partikel senyawa itu. Rumus kimia senyawa yang partikelnya berupa molekul merupakan rumus molekul senyawa itu, yakni rumus yang menggambarkan jumlah dan jenis atom unsur yang membentuk molekul senyawa itu.
3. Persamaan reaksi menggambarkan jenis zat, wujud serta perbandingan jumlah partikel pereaksi dan hasil reaksi. Pada persamaan reaksi setara jumlah atom masing-masing unsur di ruas kiri dan kanan persamaan reaksi harus sama.



## Ulangan Harian

### A. Pilihlah jawaban yang tepat!

1. Rumus empiris adalah . . .
  - a. Jenis dan jumlah yang sesungguhnya atom-atom yang menyusun suatu molekul.
  - b. Jenis dan jumlah perbandingan yang paling sederhana dari partikel penyusun suatu zat.
  - c. Komposisi dari partikel penyusun suatu zat.
  - d. Rumus kimia yang terbentuk dari senyawa yang terdiri dari dua unsur saja.
  - e. Rumus kimia yang terbentuk dari senyawa yang tersusun dari gabungan ion.

2. Di bawah ini beberapa aturan dalam penulisan rumus kimia *kecuali* . . .
  - a. Rumus empiris suatu zat dapat identik dengan rumus molekulnya.
  - b. Rumus molekul dapat merupakan penggandaan dari rumus empirisnya.
  - c. Suatu zat dapat memiliki rumus empiris, tetapi tidak mempunyai rumus molekul.
  - d. Rumus kimia senyawa yang terbentuk dari gabungan ion didahului anion kemudian kation.
  - e. Jumlah masing-masing ion di dalam satuan rumus kimia senyawa ion mempunyai muatan yang netral.
3. Rumus empiris dari glukosa yaitu . . . .
  - a.  $\text{CH}_2\text{O}$
  - b.  $\text{CH}_7\text{O}_4$
  - c.  $\text{C}_2\text{H}_7\text{O}$
  - d.  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
  - e.  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
4. Di bawah ini yang *bukan* merupakan rumus molekul yaitu . . . .
  - a.  $\text{HCl}$
  - b.  $\text{NaCl}$
  - c.  $\text{CH}_4$
  - d.  $\text{H}_2\text{O}$
  - e.  $\text{C}_3\text{H}_8$
5. Berikut ini yang merupakan rumus empiris yaitu . . . .
  - a.  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
  - b.  $(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)_3$
  - c.  $3\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$
  - d.  $\text{CH}_2\text{O}$
  - e.  $(\text{CH}_2\text{O})_6$
6. Di dalam dua molekul gula pasir  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  terdapat . . . .
  - a. 12 molekul karbon
  - b. 44 molekul hidrogen
  - c. 11 molekul oksigen
  - d. 22 molekul hidrogen
  - e. 33 molekul oksigen
7. Apabila tiga molekul senyawa mengandung 6 atom C, 21 atom H dan 3 atom O maka rumus empiris dan rumus molekulnya yaitu . . . .
  - a.  $\text{C}_6\text{H}_{21}\text{O}_3$  dan  $\text{C}_2\text{H}_7\text{O}$
  - b.  $\text{C}_6\text{H}_{21}\text{O}_3$  dan  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_3$
  - c.  $\text{C}_2\text{H}_7\text{O}_3$  dan  $\text{C}_2\text{H}_7\text{O}_3$
  - d.  $\text{C}_2\text{H}_7\text{O}$  dan  $\text{C}_6\text{H}_{21}\text{O}_3$
  - e.  $\text{CH}_7\text{O}$  dan  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_3$
8. Pernyataan yang benar yaitu . . .
  - a. Air terdiri atas ion-ion air.
  - b. Gas oksigen terdiri atas molekul-molekul oksigen.
  - c. Besi terdiri atas molekul-molekul besi.
  - d. Natrium klorida terdiri atas molekul-molekul natrium klorida.
  - e. Gas nitrogen terdiri atas atom-atom nitrogen.
9. Lambang atom yang benar untuk emas, perak, timbal, raksa, platina berturut-turut yaitu . . . .
  - a. Au, Ag, Pb, Hg, Pt
  - b. Ag, Au, Pb, Hg, Pt
  - c. Ag, Au, Hg, Pb, Pt
  - d. Au, Ag, Pb, Pt, Hg
  - e. Ag, Au, Hg, Pt, Pb
10. Fe, B, K, Ca, P berturut-turut merupakan lambang unsur dari . . . .
  - a. besi, boron, kalsium, kalium, fosfor
  - b. besi, boron, kalsium, kalium, fosfat
  - c. besi, boron, kalium, kalsium, fosfor
  - d. besi, boron, kalium, kalsium, fosfat
  - e. seng, boron, kalsium, kalium, fosfor

11. Unsur-unsur berikut tergolong logam *kecuali* . . . .
- Ca
  - Al
  - Mg
  - Fe
  - Cl
12. Partikel terkecil dari gas oksigen yaitu . . . .
- atom oksigen
  - ion oksigen
  - molekul oksigen
  - unsur oksigen
  - senyawa oksigen
13. Jika ditentukan ion-ion  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{PO}_3^{3-}$  dan  $\text{Cl}_3^-$ . Rumus kimia yang benar yaitu . . . .
- $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
  - $\text{ClAl}$
  - $\text{Ca}_2\text{NH}_4$
  - $\text{Al}_3\text{Cl}_3$
  - $\text{PO}_3\text{S}_2$
14. Di antara senyawa berikut yang mempunyai jumlah atom oksigen terbanyak yaitu . . . .
- 2 molekul asam fosfat  $\text{H}_3\text{PO}_4$
  - 2 molekul asam asetat  $\text{CH}_3\text{COO}$
  - 2 molekul asam sulfat  $\text{H}_2\text{SO}_4$
  - 2 molekul kalsium nitrat  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
  - 2 molekul asam nitrat  $\text{HNO}_3$
15. Nama yang *tidak* sesuai dengan rumus kimianya yaitu . . . .
- $\text{N}_2\text{O}_4$  = Dinitrogen tetraoksida
  - $\text{CS}_2$  = karbon disulfida
  - $\text{Fe}_2\text{S}_3$  = Difero trisulfida
  - $\text{AlCl}_3$  = Aluminium klorida
  - $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  = Aluminium sulfat

**B. Jawablah dengan singkat dan jelas!**

- Asam sulfat, zat yang larutannya digunakan dalam akumulator (aki) mobil atau motor, mempunyai rumus kimia  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Apa arti rumus tersebut?
- Persamaan reaksi mempunyai arti kualitatif dan arti kuantitatif. Jelaskan makna pernyataan tersebut!
- Tuliskan nama senyawa-senyawa berikut!
  - $\text{Cl}_2\text{O}_5$
  - $\text{CBr}_4$
  - $\text{Al}_2\text{O}_3$
- Tuliskan rumus kimia senyawa yang terbentuk dari kation dan anion berikut!
  - $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$
  - $\text{Fe}^{3+}$  dan  $\text{O}^{2-}$
  - $\text{Hg}^{2+}$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$
- Tuliskan persamaan reaksi yang setara untuk reaksi antara:
  - amonium sulfat + larutan natrium hidroksida membentuk natrium sulfat, amonia, dan air,
  - besi(III) oksida + asam sulfat membentuk besi(III) sulfat dan air,
  - kalsium karbonat + asam klorida membentuk kalsium klorida, air dan karbon dioksida.



Setelah mempelajari bab ini, Anda akan mampu memahami hukum-hukum dasar kimia yang berperan penting dalam perhitungan kimia.

Dalam kehidupan sehari-hari kita selalu menjumpai perubahan materi. Sebagian dari perubahan bentuk itu disertai terbentuknya zat baru, sebagian lagi hanya berupa perubahan tempat, bentuk atau wujud. Kedua jenis perubahan itu dapat kita jumpai pada lilin yang menyala. Lilin yang meleleh masih tetap lilin, yang berubah hanya wujudnya. Lilin yang terbakar akan menjadi gas dan sejumlah energi (panas dan cahaya). Lilin yang menyala makin lama makin pendek. Apakah lilin itu hilang? Tidak. Lilin tidak hilang, tetapi berubah menjadi zat-zat baru yang berwujud gas, yaitu gas karbon dioksida dan uap air. Apabila seluruh hasil pembakaran ditampung dan ditimbang, niscaya massanya sama dengan massa lilin ditambah dengan massa oksigen yang terpakai pada pembakaran itu.



# Hukum Dasar Kimia

**Antonie Laurent Lavoisier**  
(1743-1794)



**Hukum Kekekalan Massa**  
"Massa zat sebelum reaksi adalah sama dengan massa zat hasil reaksi"

**Joseph Louis Proust**  
(1754-1826)



**Hukum Perbandingan Tetap**  
"Perbandingan massa unsur-unsur penyusun suatu senyawa adalah tidak tergantung pada asal-usul senyawa tersebut"

**John Dalton**  
(1766-1844)



**Hukum Perbandingan Berganda**  
"Bila dua unsur membentuk senyawa, massa-massa dari satu unsur yang bergabung dengan massa dari unsur lainnya merupakan perbandingan bilangan bulat terhadap satu dengan lainnya"

**Gay Lussac**  
(1778-1850)



**Hukum Perbandingan Volume**  
"Pada suhu dan tekanan sama, volume gas yang bereaksi dan volume gas hasil reaksi merupakan perbandingan bilangan bulat"

## A. Hukum Kekekalan Massa (Hukum Lavoisier)

Pernahkah Anda memperhatikan sepotong besi yang dibiarkan di udara terbuka, dan pada suatu waktu kita akan menemukan, bahwa besi itu telah berubah menjadi karat besi? Jika kita timbang massa besi sebelum berkarat dengan karat besi yang dihasilkan, ternyata massa karat besi lebih besar. Benarkah demikian? Anda sering melihat kayu atau kertas terbakar, bukan? Hasil yang diperoleh berupa sejumlah sisa pembakaran yaitu abu. Jika Anda menimbang abu tersebut maka massa abu lebih ringan dari massa kayu atau kertas sebelum dibakar. Benarkah demikian? Dari kejadian tersebut, kita mendapatkan gambaran bahwa seolah-olah dalam suatu reaksi kimia, ada perbedaan massa zat, sebelum dan sesudah reaksi.

Antoine Laurent Lavoisier (1743–1794) seorang ahli kimia berkebangsaan Prancis telah menyelidiki hubungan massa zat sebelum dan sesudah reaksi. Lavoisier menimbang zat-zat sebelum bereaksi kemudian menimbang hasil-hasil reaksinya. Ternyata massa zat sebelum dan sesudah bereaksi selalu sama. Akan tetapi, perubahan-perubahan materi umumnya berlangsung dalam sistem terbuka sehingga apabila hasil reaksi ada yang meninggalkan sistem (seperti pembakaran lilin) atau apabila sesuatu zat dari lingkungan diikat (seperti proses perkaratan besi yang mengikat oksigen dari udara) maka seolah-olah massa zat sebelum dan sesudah reaksi menjadi tidak sama. Dari percobaan yang dilakukan Lavoisier terhadap merkuri cair dan oksigen hingga terbentuk merkuri oksida yang berwarna merah, Lavoisier mengambil kesimpulan yang dikenal dengan **hukum kekekalan massa** yaitu:

"Massa zat-zat sebelum dan sesudah reaksi adalah tetap".

**Contoh:**

hidrogen + oksigen → air  
(4g)            (32g)    (36g)

### Coba Sendiri:

Gunakan tabung Y dan sumbat karet, ambillah serbuk besi, setelah itu masukkan dalam satu sisi tabung kanan. Isi tabung kiri dengan serbuk belerang, tutup dan timbang sebelum direaksikan. Setelah ditimbang, reaksikan hingga sempurna. Timbang kembali tabung tersebut. Bagaimana kesimpulan dari reaksi tersebut?



### Sebaiknya Anda Tahu

**Antonie Laurent Lavoisier (1743-1794).** Lahir di Paris anak seorang ahli hukum. Lavoisier dipandang sebagai bapak Ilmu Kimia Modern. Sebaiknya Anda tahu karena dia yang memulai penerapan metode ilmiah ke dalam percobaan-percobaan ilmu kimia.



## Mari Mencoba

### Hukum Kekekalan Massa

**Tujuan:** Mengamati hubungan massa zat-zat sebelum dan sesudah reaksi.

#### Alat dan Bahan

Neraca

Gelas kimia 500 mL

Tabung reaksi berbentuk Y terbalik

Tabung reaksi biasa (2)

Silinder ukur 10 mL

Serbuk pualam sebesar pasir (kira-kira 1 g)

Larutan asam klorida (HCl) 2M

Larutan kalium iodida (KI) 0,5 M

Larutan timbal(II) asetat ( $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ) 0,1 M

Larutan tembaga(II) sulfat ( $\text{CuSO}_4$ ) 0,1 M

#### Cara Kerja

1. Reaksi antara larutan KI dengan larutan  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ .
  - Masukkan 5 mL larutan KI 0,5 M ke dalam salah satu kaki tabung bentuk Y terbalik, dan 5 mL larutan  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  ke dalam kaki yang satu lagi.
  - Masukkan tabung bentuk Y tersebut ke dalam sebuah gelas kimia 500 mL dengan hati-hati, kemudian timbanglah gelas itu beserta isinya. Catat massanya.
  - Miringkan tabung bentuk Y sehingga larutan pada kedua kakinya bercampur. Perhatikan reaksi yang terjadi. Timbang kembali gelas kimia beserta tabung berisi larutan itu. Catat massanya.
  - Bandingkan massa tabung beserta isinya sebelum dan sesudah reaksi.
2. Lakukan percobaan yang sama dengan menggunakan larutan  $\text{CuSO}_4$  dan larutan KI.
3. Reaksi antara pualam dengan larutan HCl.
  - Masukkan 2 g serbuk pualam ke dalam satu gelas kimia 100 mL
  - Ukur 20 mL larutan HCl 2 M dan masukkan ke dalam sebuah gelas kimia lain. Masukkan kedua gelas kimia itu ke dalam gelas kimia 500 mL, kemudian timbang. Catat massanya.
  - Tuangkan larutan HCl ke dalam gelas berisi serbuk pualam dan biarkan hingga reaksi berhenti. Kemudian kedua gelas dimasukkan kembali ke dalam gelas kimia 500 mL tadi, lalu timbang sekali lagi. Catat massanya.
  - Bandingkan massa zat-zat sebelum dan sesudah reaksi.

#### Pertanyaan:

1. Kesimpulan apa yang dapat ditarik dari percobaan 1 dan 2?
2. Jika massa zat-zat hasil reaksi lebih kecil daripada massa zat-zat yang direaksikan pada percobaan 3, bagaimana Anda menjelaskan itu?

## B. Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust)

Ada berbagai senyawa yang dibentuk oleh dua unsur atau lebih, sebagai contoh air ( $H_2O$ ). Air dibentuk oleh dua unsur yaitu unsur hidrogen dan oksigen. Materi mempunyai massa, termasuk hidrogen dan oksigen. Bagaimana kita mengetahui massa unsur hidrogen dan oksigen yang terdapat dalam air? Seorang ahli kimia Prancis yang bernama Joseph Louis Proust (1754–1826) mencoba menggabungkan hidrogen dan oksigen untuk membentuk air.

Tabel 5.1 Hasil Eksperimen Proust

Massa Hidrogen yang Direaksikan (g)	Massa Oksigen yang Direaksikan (g)	Massa Air yang Terbentuk (g)	Sisa Hidrogen atau Oksigen (g)
1	8	9	–
2	8	9	1 g hidrogen
1	9	9	1 g oksigen
2	16	18	–

Dari tabel di atas terlihat, bahwa setiap 1 g gas hidrogen bereaksi dengan 8 g oksigen menghasilkan 9 g air. Hal ini membuktikan bahwa massa hidrogen dan massa oksigen yang terkandung dalam air memiliki perbandingan yang tetap yaitu 1 : 8, berapapun banyaknya air yang terbentuk. Dari percobaan yang dilakukannya, Proust mengemukakan teorinya yang terkenal dengan sebutan **hukum perbandingan tetap**, yang berbunyi:

"Perbandingan massa unsur-unsur penyusun suatu senyawa selalu tetap".



### Sebaiknya Anda Tahu



Joseph Louis Proust (1754–1826) seorang ahli kimia dari Prancis. Pada tahun 1799 menemukan hukum perbandingan tetap.



### Contoh Soal

Jika kita mereaksikan 4 g hidrogen dengan 40 g oksigen, berapa g air yang terbentuk?

**Jawab:**

Perbandingan massa hidrogen dengan oksigen = 1 : 8.

Perbandingan massa hidrogen dengan oksigen yang dicampurkan = 4 : 40.

Oleh karena perbandingan hidrogen dan oksigen = 1 : 8 maka 4 gr hidrogen memerlukan  $4 \times 8$  g oksigen yaitu 32 g.

Pada kasus ini oksigen yang dicampurkan tidak bereaksi semuanya, oksigen masih bersisa sebanyak  $(40 - 32) \text{ g} = 8 \text{ g}$ . Nah, sekarang kita akan menghitung berapa massa air yang terbentuk dari 4 g hidrogen dan 32 g oksigen. Jawabannya tentu saja 36 g.

Ditulis sebagai	$\text{H}_2$	+	$\text{O}_2$	$\rightarrow$	$\text{H}_2\text{O}$
Perbandingan massa	1 g		8 g		9 g
Jika awal reaksi	4 g		40 g		... g
Yang bereaksi	4 g		32 g		36 g
Oksigen bersisa =			8 g		

Hukum Proust dapat dijabarkan lagi, dalam rangka menentukan kadar unsur atau massa unsur dalam senyawa.

Secara umum untuk senyawa :  $\text{A}_m\text{B}_n$

- %A dalam  $\text{A}_m\text{B}_n = \frac{m \times A_r A}{M_r \text{A}_m\text{B}_n} \times \% \text{A}_m\text{B}_n$
- Massa B dalam  $\text{A}_m\text{B}_n = \frac{n \times A_r B}{M_r \text{A}_m\text{B}_n} \times \text{massa } \text{A}_m\text{B}_n$

Oleh karena itu dapat juga diturunkan kadar zat dalam campuran, cuplikan, atau mineral, atau bijih.

$$\% \text{ zat dalam campuran} = \frac{\text{Banyaknya zat tersebut}}{\text{Banyaknya campuran}} \times 100\%$$



### Contoh Soal

Berapa kadar C dalam 50 g  $\text{CaCO}_3$  ? ( $A_r$ : C = 12; O= 16; Ca=40)

**Jawab:**

$$\begin{aligned} \text{Massa C} &= (A_r \text{C} / M_r \text{CaCO}_3) \times \text{massa } \text{CaCO}_3 \\ &= 12/100 \times 50 \text{ g} = 6 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar C} &= \text{massa C} / \text{massa } \text{CaCO}_3 \times 100\% \\ &= 6/50 \times 100 \% = 12\% \end{aligned}$$

Dari uraian di atas dapat disimpulkan sifat-sifat senyawa sebagai berikut.

1. Tergolong zat tunggal.
2. Homogen.
3. Dengan cara kimia dapat diuraikan menjadi dua jenis zat atau lebih.
4. Terdiri dari dua jenis unsur atau lebih dengan perbandingan tertentu.
5. Mempunyai sifat-sifat tertentu yang berbeda dari sifat unsur-unsur penyusunnya (sifat unsur penyusun senyawa tidak tampak lagi).

### Coba Sendiri:

Ambil serbuk besi dan belerang. Diketahui bahwa perbandingan unsur besi (Fe) dan belerang (S) membentuk besi belerang (FeS) sebesar 7 : 4. Lakukan beberapa percobaan dengan jumlah besi dan belerang yang bervariasi, catat dan lengkapi data sebagai berikut.

Besi (g)	Belerang (g)	Besi Belerang (g)	Sisa	
			Besi	Belerang
7				
10				
...				
...				
...				

## C. Hukum Perbandingan Berganda (Hukum Dalton)

Komposisi kimia ditunjukkan oleh rumus kimianya. Dalam senyawa, seperti air, dua unsur bergabung dan masing-masing menyumbangkan sejumlah atom tertentu untuk membentuk suatu senyawa. Dari dua unsur dapat dibentuk beberapa senyawa dengan perbandingan berbeda-beda. Misalnya, belerang dengan oksigen dapat membentuk senyawa  $\text{SO}_2$  dan  $\text{SO}_3$ . Dari unsur hidrogen dan oksigen dapat dibentuk senyawa  $\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

Dalton menyelidiki perbandingan unsur-unsur tersebut pada setiap senyawa dan mendapatkan suatu pola keteraturan. Pola tersebut dinyatakan sebagai **hukum perbandingan berganda** yang bunyinya:

"Apabila dua unsur dapat membentuk lebih dari satu senyawa, massa salah satu unsur tersebut tetap (sama) maka perbandingan massa unsur yang lain dalam senyawa-senyawa tersebut merupakan bilangan bulat dan sederhana".



### Sebaiknya Anda Tahu



John Dalton, seorang guru sekolah dari Inggris yang ahli dalam fisika dan kimia, pada tahun 1803 menemukan hukum perbandingan berganda.

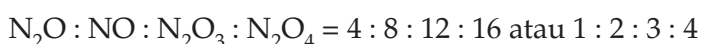
**Contoh:**

Nitrogen dan oksigen dapat membentuk senyawa-senyawa  $N_2O$ ,  $NO$ ,  $N_2O_3$ , dan  $N_2O_4$  dengan komposisi massa terlihat dalam tabel berikut.

**Tabel 5.2** Perbandingan Nitrogen dan Oksigen dalam Senyawanya

Senyawa	Massa Nitrogen (g)	Massa Oksigen (g)	Perbandingan
$N_2O$	28	16	7 : 4
$NO$	14	16	7 : 8
$N_2O_3$	28	48	7 : 12
$N_2O_4$	28	64	7 : 16

Dari tabel tersebut, terlihat bahwa apabila massa N dibuat tetap (sama) sebanyak 7 g maka perbandingan massa oksigen dalam:

**Coba Sendiri:**

Besi dan belerang mampu membentuk dua jenis senyawa yaitu  $FeS$  dan  $Fe_2S_3$ . Ambillah 56 g serbuk besi dan 32 g belerang, reaksikan. Setelah itu ambil 112 g serbuk besi dan 96 g belerang, reaksikan! Tuliskan hasil pengamatan dalam tabel berikut ini!

Senyawa	Massa Besi (g)	Massa Belerang (g)	Perbandingan
$FeS$	56	32	...
$Fe_2S_3$	112	96	...

Dari tabel di atas, kesimpulan apakah yang dapat diambil?

Pertanyaan: berapakah perbandingan belerang dalam  $FeS$  dan  $Fe_2S_3$ ?

Cobalah senyawa lain untuk kelompok yang berbeda, diskusikan di kelas!

## D. Hukum Perbandingan Volume (Gay Lussac)

Pada awalnya para ilmuwan menemukan bahwa gas hidrogen dapat bereaksi dengan gas oksigen membentuk air. Perbandingan volume gas hidrogen dan oksigen dalam reaksi tersebut tetap, yakni 2 : 1. Kemudian di tahun 1808, ilmuwan Prancis, Joseph Louis Gay Lussac, berhasil melakukan percobaan tentang volume gas yang terlibat pada berbagai reaksi dengan menggunakan berbagai macam gas.

Berikut data dari percobaan yang dilakukan.

**Tabel 5.3** Data Percobaan Gay Lussac

Percobaan	Volume Gas Oksigen yang Direaksikan (L)	Volume Gas Hidrogen yang Direaksikan (L)	Volume Uap Air yang Dihasilkan (L)
1	1	2	2
2	2	4	4
3	3	6	6

Menurut Gay Lussac, 2 volume gas hidrogen bereaksi dengan 1 volume gas oksigen membentuk 2 volume uap air. Pada reaksi pembentukan uap air, agar reaksi sempurna, untuk setiap 2 volume gas hidrogen diperlukan 1 volume gas oksigen, menghasilkan 2 volume uap air.

"Semua gas yang direaksikan dengan hasil reaksi, diukur pada suhu dan tekanan yang sama atau (T,P) sama."

Hukum perbandingan volume (Gay Lussac):

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \text{ dengan } P \text{ dan } T \text{ tetap}$$

Keterangan : P = tekanan gas (atm)  
T = suhu (K)  
V = volume gas (L)  
N = banyaknya gas (mol)



### Sebaiknya Anda Tahu



Joseph Louis Gay Lussac (1778–1850) dari Prancis, melakukan percobaan terhadap berbagai reaksi gas dan pada tahun 1809 menemukan hukum perbandingan volume.



### Kata Kunci

- Lavoisier
- hukum kekekalan massa (Lavoisier)
- hukum perbandingan tetap (Proust)
- hukum perbandingan berganda (Dalton)
- hukum perbandingan volume (Gay Lussac)



Coba Anda perhatikan data hasil percobaan volume gas yang bereaksi pada suhu dan tekanan yang sama. (untuk lebih memahami hukum perbandingan volume)

Data hasil percobaan sebagai berikut.

No	Volume Gas yang Bereaksi	Hasil Reaksi	Perbandingan Volume
1.	Hidrogen + Oksigen 1 L + 0.5 L	Uap air 1 L	2 : 1 : 2
2.	Nitrogen + Hidrogen 2 L + 6 L	Amonia 4 L	1 : 3 : 2
3.	Hidrogen + Klor 1 L + 1 L	Hidrogen klorida 2 L	1 : 1 : 2
4.	Etilena + Hidrogen 1 L + 1 L	Etana 1 L	1 : 1 : 1

Berdasarkan data percobaan dalam tabel di atas, perbandingan volume gas yang bereaksi dan hasil reaksi, ternyata berbanding sebagai bilangan bulat. Data percobaan tersebut sesuai dengan **hukum perbandingan volume** atau dikenal dengan **hukum Gay Lussac** bahwa:

"Pada suhu dan tekanan yang sama perbandingan volume gas-gas yang bereaksi dan hasil reaksi berbanding sebagai bilangan bulat".



### Materi Plus

#### Siapaakah Antoine Lavoiser?

*"It took them only an instant to cut off that head, and a hundred years may not produce another like it"*

Hanya perlu sekejap untuk memenggal kepala Lavoisier, namun seratus tahun pun mungkin tidak bisa melahirkannya kembali. Kata-kata ini diucapkan oleh ahli matematika Prancis, Joseph Louis Lagrange, beberapa saat setelah kepala Antoine Lavoisier dipenggal pada 8 Mei 1794. Siapaakah Antoine Lavoisier itu sehingga Lagrange berucap seperti itu?

Antoine Laurent Lavoisier, demikian nama lengkap ilmuwan kimia Prancis yang lahir pada tahun 1743 di Paris. Selain menguasai ilmu kimia, Lavoisier juga menguasai berbagai ilmu lainnya, seperti hukum, ekonomi, pertanian, dan geologi. Sebelum menekuni ilmu kimia, Lavoisier mengikuti jejak ayahnya mempelajari ilmu hukum. Meskipun mempelajari ilmu hukum, Lavoisier menunjukkan ketertarikannya dalam ilmu sains.

Pada tahun 1768, Lavoisier terpilih menjadi anggota *Academie Royale des Sciences* (Akademi Sains Kerajaan Prancis), suatu komunitas ilmuwan sains. Pada tahun yang sama, ia membeli *Ferme Generate*, perusahaan swasta yang bergerak di bidang jasa pengumpulan pajak untuk kerajaan.

Lavoisier diangkat menjadi Komisaris Polisi Kerajaan ketika berusia 32 tahun. Lavoisier diberi tanggung jawab mengelola laboratorium serbuk mesiu. Ia mengembangkan laboratoriumnya dengan merekrut kimiawan-kimiawan muda dari berbagai penjuru Eropa. Lavoisier dan anak buahnya bekerja keras memperbaiki metode pembuatan serbuk mesiu. Ia dan timnya berhasil meningkatkan kualitas dan kemurnian bahan baku pembuatan mesiu, yaitu sendawa, belerang, dan batu bara. Hasilnya tidak mengecewakan, serbuk mesiu yang dihasilkan laboratoriumnya menjadi lebih banyak dan lebih baik dibandingkan sebelumnya. Itulah awal pengenalan Lavoisier dengan penelitian kimia. Sejak itu, Lavoisier semakin giat melakukan penelitian di bidang kimia.

Usaha keras Lavoisier didukung penuh oleh istrinya, yaitu Marie-Anne Pierrette Paulze. Marie membantu suaminya menerjemahkan tulisan kimiawan Inggris, Joseph Priestley. Selain itu, Marie-Anne Pierrette mempunyai keterampilan menggambar. Keterampilannya ini digunakan untuk menggambar hasil-hasil penelitian Lavoisier.

Sumbangan terbesar Lavoisier terhadap pengembangan ilmu kimia sehingga dijuluki bapak kimia modern adalah keberhasilannya menggabungkan semua penemuan di bidang kimia yang terpisah dan berdiri sendiri menjadi suatu kesatuan. Lavoisier membuat kerangka dasar kimia berdasarkan hasil penelitian kimiawan sebelumnya, seperti Joseph Black, Henry Cavendish, Joseph Priestley, dan George Ernst Stahl.

Pada saat itu, para ilmuwan mempercayai bahwa reaksi pembakaran menghasilkan gas flogiston sehingga massa zat setelah pembakaran lebih sedikit daripada sebelumnya. Hal ini didasarkan pada percobaan yang dilakukan Priestley. Priestley memanaskan oksida raksa (red calx mercury). Reaksi pemanasan padatan oksida raksa menghasilkan air raksa dan gas tak berwarna di atasnya. Setelah ditimbang, massa air raksa lebih sedikit daripada massa oksida raksa. Priestley menyebut gas tak berwarna itu dengan istilah flogiston. Namun tidak demikian dengan Lavoisier, ia meragukan adanya gas flogiston. Menurut dugaannya, yang dimaksud flogiston adalah gas oksigen. Kemudian, Lavoisier mengulang percobaan Priestley untuk membuktikan dugaannya. Ia menimbang massa zat sebelum dan setelah reaksi pemanasan oksida raksa secara teliti menggunakan timbangan yang peka. Ternyata, terjadi pengurangan massa oksida raksa. Lavoisier menjelaskan alasan berkurangnya massa oksida raksa setelah pemanasan. Ketika dipanaskan, oksida raksa menghasilkan gas oksigen sehingga massanya akan berkurang. Lavoisier juga membuktikan kebalikannya. Jika sebuah logam dipanaskan di udara, massanya akan bertambah sesuai dengan

jumlah oksigen yang diambil dari udara. Kesimpulan Lavoisier ini dikenal dengan nama hukum kekekalan massa. Jumlah massa zat sebelum dan sesudah reaksi tidak berubah, begitu bunyi hukum tersebut. Dengan penemuan ini, teori flogiston yang dipercayai para ilmuwan kimia selama kurang lebih 100 tahun akhirnya tumbang. Lavoisier juga menyatakan proses berkeringat merupakan hasil pembakaran lambat di dalam tubuh.

Lavoisier menuliskan ide-idenya dalam sebuah buku yang berjudul *Traite Elementaire de Chimie* (Pokok-pokok Dasar Ilmu kimia). Buku yang dipublikasikan pada tahun 1789 itu juga memuat pendapat Lavoisier mengenai definisi unsur kimia. Lavoisier berpendapat bahwa unsur adalah zat yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi zat yang lebih sederhana. Berdasarkan hal tersebut, Lavoisier membuat daftar 33 zat yang termasuk unsur.

Pada tahun 1789, kondisi ekonomi Prancis terguncang. Harga-harga tidak stabil. Masyarakat pun resah. Pada saat itu Lavoisier tengah asyik melakukan penelitian. Lavoisier terpaksa mengurangi kegiatan penelitiannya karena waktunya lebih banyak tercurah untuk memperbaiki kondisi ekonomi negaranya. Mereformasi pajak garam, mencegah penyelundupan dengan cara membangun benteng di sekeliling Paris, dan memperbaiki metode pertanian merupakan beberapa usahanya untuk memperbaiki ekonomi.

Walaupun memberikan banyak kontribusi terhadap sains maupun ekonomi, hidup Lavoisier terpaksa berakhir secara tragis. Ketika terjadi revolusi Prancis, seluruh pejabat dan bangsawan kerajaan ditangkap, termasuk Lavoisier. Ia dikenakan dakwaan turut aktif mengambil pajak rakyat untuk kerajaan melalui perusahaan pajaknya (*Ferme Generate*), menurunkan kualitas udara kota karena membangun benteng di sekeliling Paris, mencampurkan tembakau dengan air, dan memindahkan serbuk mesiu dari gudang senjata. Akhirnya Lavoisier dijatuhi hukuman mati. Sesaat sebelum eksekusi dilaksanakan, Lavoisier meminta penundaan waktu hukuman. "Saya ilmuwan bukan bangsawan", ujar Lavoisier. Tapi hakim dengan tegas menjawab, "Republik tidak memerlukan ilmuwan!". Nyawa Lavoisier melayang. Dunia berduka. Salah satu permata ilmu hilang secara sia-sia. Benar apa yang dikatakan Joseph Louis Lagrange, "Hanya perlu sekejap untuk memenggal kepala Lavoisier, namun seratus tahun pun mungkin tidak bisa melahirkannya kembali." Sayang, nasi telah menjadi bubur.

Sumber: Antoine Lavoisier (1743-1794): Hidupnya Berakhir Tragis di Tiang Gantungan  
Oleh Sandri Justiana, S.Si alumnus Kimia FMIPA UnPad, Editor Buku, dan Ketua Komunitas Kimia.



## Tugas Kelompok

*Jawablah soal-soal berikut!*

1. Pupuk urea  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  mengandung nitrogen 42 %. Jika  $M_r$  Urea = 60 dan  $A_r$  N = 14, berapa kemurnian pupuk urea?
2. Berapa volume gas hidrogen yang diperlukan untuk bereaksi dengan gas oksigen agar diperoleh 50 L uap air?
3. Berapa perbandingan massa magnesium dengan massa oksigen jika terbakar sempurna menghasilkan 21 g magnesium oksida?
4. Kadar maksimum zat besi dalam air minum yaitu 0,15 mg dalam 500 mL. Nyatakan kadar tersebut dalam bpg.
5. Perbandingan massa karbon dan oksigen dalam karbon dioksida yaitu 4 : 9. Berapa massa karbon dioksida yang dapat dihasilkan apabila:
  - a. 8 g karbon direaksikan dengan 18 g oksigen?
  - b. 8 g karbon direaksikan dengan 9 g oksigen?



## Ringkasan

1. Hukum kekekalan massa: massa zat sebelum dan sesudah reaksi sama.
2. Hukum perbandingan tetap (Proust): perbandingan massa unsur-unsur penyusun suatu senyawa selalu tetap.
3. Hukum perbandingan berganda (Dalton): Jika dua unsur membentuk lebih dari satu senyawa dan massa salah satu unsur tersebut tetap, perbandingan massa unsur yang lain dalam senyawa-senyawa tersebut merupakan bilangan bulat dan sederhana.
4. Hukum perbandingan volume (Gay Lussac): Pada suhu tekanan sama, perbandingan volume gas-gas yang bereaksi dan hasil reaksi berbanding sebagai bilangan bulat.



## Ulangan Harian

### A. Pilihlah jawaban yang tepat!

- Teori yang dikemukakan oleh Joseph Louis Proust mengenai hukum perbandingan tetap yaitu . . .
  - Massa zat sebelum reaksi sama dengan massa setelah reaksi.
  - Perbandingan massa unsur-unsur penyusun suatu senyawa selalu tetap.
  - Apabila dua unsur dapat membentuk lebih dari satu senyawa, massa salah satu unsur tersebut tetap, maka perbandingan massa unsur yang lain dalam senyawa-senyawa tersebut merupakan bilangan bulat dan sederhana.
  - Semua gas yang direaksikan dengan hasil reaksi, diukur pada suhu dan tekanan yang sama.
  - Pada suhu dan tekanan yang sama perbandingan volume gas-gas yang bereaksi dan hasil reaksi berbanding sebagai bilangan bulat.
- Hasil dari percobaan yang dilakukan oleh Joseph Louis Proust dalam membuktikan hukum perbandingan tetap adalah . . .
  - Massa hidrogen dan massa oksigen yang terkandung dalam air memiliki perbandingan yang tetap yaitu 1 : 8.
  - Massa hidrogen dan massa oksigen yang terkandung dalam air memiliki perbandingan yang tetap yaitu 8 : 1.
  - Massa hidrogen dan massa oksigen yang terkandung dalam air memiliki perbandingan yang tetap yaitu 3 : 8.
  - Massa hidrogen dan massa oksigen yang terkandung dalam air memiliki perbandingan yang tetap yaitu 8 : 3.
  - Massa hidrogen dan massa oksigen yang terkandung dalam air memiliki perbandingan yang tetap yaitu 1 : 3.
- Serbuk besi sejumlah 28 g ( $A_r \text{ Fe} = 56$ ) direaksikan dengan 20 g belerang ( $A_r \text{ S} = 32$ ) sesuai reaksi  $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$ . Zat yang tersisa sesudah reaksi selesai yaitu . . .
  - 2 gram belerang
  - 4 gram belerang
  - 7 gram belerang
  - 8 gram belerang
  - 14 gram belerang
- Perbandingan massa karbon dengan oksigen dalam karbon dioksida 3 : 8. Jika 10 g karbon direaksikan tuntas dengan 10 g oksigen, pada akhir reaksi akan terdapat . . .
  - 11 g karbon dioksida dan 9 g sisa pereaksi
  - 13 g karbon dioksida dan 7 g sisa pereaksi
  - 13 g karbon dioksida dan 2 g sisa pereaksi
  - 13,75 g karbon dioksida dan 6,25 g sisa pereaksi
  - 20 g karbon dioksida

5. Berikut yang sesuai dengan teori hukum kekekalan massa yang dikemukakan oleh Lavoisier yaitu . . . .
- 3 g oksigen + 6 g karbon = 18 g karbon dioksida
  - Perbandingan oksigen dan hidrogen yaitu 1 : 8
  - Perbandingan oksigen dan hidrogen yaitu 8 : 1
  - 47 g oksigen + 56 g karbon = 103 gram karbon dioksida
  - Perbandingan oksigen dan karbon yaitu 8 : 1
6. Sebanyak 9 g magnesium terbakar sempurna menghasilkan 21 g magnesium oksida. Perbandingan massa magnesium dengan massa oksigen yaitu . . . .
- 3 : 1
  - 3 : 2
  - 3 : 4
  - 2 : 3
  - 4 : 3
7. Jika 89 g besi berkarat di udara terbuka akan dihasilkan karat besi seberat . . . .
- lebih kecil dari 6 g
  - 6 g
  - lebih besar dari 6 g
  - 12 g
  - tidak pasti
8. Ketika 6 g magnesium dibakar di udara terbuka, diperoleh 10 g magnesium oksida. Gas oksigen di udara yang diperlukan pada pembakaran magnesium tersebut yaitu . . . .
- 4 g
  - 6 g
  - 10 g
  - 16 g
  - 20 g
9. Di bawah ini yang sesuai dengan teori Dalton tentang hukum perbandingan berganda, yaitu . . . .
- Massa zat-zat sebelum dan sesudah reaksi yaitu tetap.
  - Perbandingan massa unsur-unsur penyusun suatu senyawa yaitu tetap.
  - Dua unsur dengan massa salah satu unsur dibuat tetap (sama) dapat membentuk beberapa senyawa dengan perbandingan massa unsur yang lain berupa bilangan bulat dan sederhana.
  - Semua gas yang direaksikan dengan hasil reaksi, diukur pada suhu dan tekanan yang sama.
  - Pada suhu dan tekanan yang sama perbandingan volume gas-gas yang bereaksi dan hasil reaksi berbanding sebagai bilangan bulat.
10. Hukum perbandingan volume yang dinyatakan oleh Gay Lussac dinyatakan dengan . . . .
- $P_1V_1 = P_2V_2$  pada P, T sama
  - $\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$  pada P, T sama
  - $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$  pada P, T sama
  - $n_1 = n_2$ , pada P, T sama
  - $PV = nRT$
11. Sebanyak 10 mL gas  $X_aY_b$  diperoleh dari reaksi 5 mL gas  $X_2$  dengan 15 mL gas  $Y_2$ . Harga a dan b dalam rumus  $X_aY_b$  yang benar yaitu . . . .
- 1 dan 2
  - 1 dan 3
  - 2 dan 1
  - 3 dan 1
  - 2 dan 3

12. Sebanyak gas  $A_2$  bereaksi dengan 3 L gas  $B_2$  menghasilkan gas  $A_2B_3$  sebanyak . . . .
- 2 L
  - 3 L
  - 4 L
  - 5 L
  - 6 L
13. Pada reaksi metana ( $CH_4$ ) dengan oksigen ( $O_2$ ) dihasilkan karbon dioksida ( $CO_2$ ) dan uap air ( $H_2O$ ). Pada reaksi tersebut . . . .
- 1 L  $CH_4$  setara dengan 1 L  $O_2$
  - 1 L  $CH_4$  setara dengan 1 L  $CO_2$
  - 2 L  $CO_2$  setara dengan 1 L  $O_2$
  - 2 L  $CO_2$  setara dengan 2 L  $H_2O$
  - 4 L  $CO_2$  setara dengan 4 L  $O_2$
14. Jika 5 L gas  $C_2H_6$  dibakar sempurna sesuai reaksi:  
 $2C_2H_6 + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6H_2O$  maka pada P dan T yang sama gas  $CO_2$  yang dihasilkan maksimum sebanyak . . . .
- 2,5 L
  - 5 L
  - 6 L
  - 10 L
  - 14 L
15. Direaksikan 4 dm<sup>3</sup> gas nitrogen dan gas hidrogen menghasilkan gas amoniak. Volume gas amoniak yang dihasilkan . . . .
- 1 dm<sup>3</sup>
  - 2 dm<sup>3</sup>
  - 4 dm<sup>3</sup>
  - 6 dm<sup>3</sup>
  - 8 dm<sup>3</sup>
16. Jika 20 cm<sup>3</sup> gas yang mengandung nitrogen dan oksigen pada pemanasan terurai menjadi 40 cm<sup>3</sup> gas nitrogen dioksida dan 10 cm<sup>3</sup> gas oksigen dengan persamaan reaksi:  
 $N_xO_y \rightarrow NO_2 + O_2$  maka rumus senyawa tersebut yaitu . . . .
- NO
  - $N_2O$
  - $NO_2$
  - $N_2O_4$
  - $N_2O_5$
17. Pada reaksi pembakaran gas  $C_xH_y$  dengan oksigen ( $O_2$ ) ternyata dihasilkan gas  $CO_2$  dan uap air ( $H_2O$ ) dengan volume yang sama. Maka dimungkinkan gas  $C_xH_y$  tersebut yaitu . . . .
- $CH_4$
  - $C_2H_2$
  - $C_2H_4$
  - $C_2H_6$
  - $C_3H_8$
18. Gas hidrogen yang diperlukan untuk bereaksi dengan gas oksigen agar diperoleh 30 L uap air yaitu . . . .
- 15 L
  - 30 L
  - 60 L
  - 20 L
  - 10 L
19. Jika  $A_r$ : C = 12, O = 16 dan Ca = 40 maka kadar C dalam 100 g  $CaCO_3$  yaitu . . . .
- 12 g
  - 24 g
  - 8 g
  - 32 g
  - 16 g

20. Perbandingan massa oksigen di dalam senyawa  $\text{NO}_2$  dan  $\text{N}_4\text{O}_6$  adalah . . . .
- 3 : 4
  - 4 : 3
  - 3 : 2
  - 2 : 3
  - 1 : 2
21. Contoh hukum perbandingan berganda Dalton yaitu . . . .
- $\text{CO}_2$  dan  $\text{NO}_2$
  - $\text{NO}_3$  dan  $\text{SO}_3$
  - $\text{PO}_3$  dan  $\text{PO}_4$
  - $\text{NaCl}$  dan  $\text{AlCl}$
  - $\text{FeO}$  dan  $\text{FeS}$
22. Sebanyak 4 g hidrogen direaksikan dengan 24 g oksigen. Massa air yang terbentuk yaitu . . . .
- 14 g
  - 15 g
  - 16 g
  - 17 g
  - 18 g
23. Perbandingan massa Fe : massa S yaitu 7 : 4, untuk membentuk senyawa besi sulfida. Apabila 30 gram Fe dan 4 gram S dibentuk menjadi senyawa sulfida maka massa besi sulfida yaitu . . . .
- 11 gram
  - 12 gram
  - 13 gram
  - 14 gram
  - 15 gram
24. Gas belerang direaksikan dengan gas oksigen menurut persamaan reaksi:  $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$ . Apabila volume diukur pada suhu dan tekanan yang sama maka perbandingan volume gas  $\text{SO}_2 : \text{O}_2 : \text{SO}_3$  yaitu . . . .
- 1 : 1 : 1
  - 1 : 2 : 1
  - 2 : 1 : 1
  - 2 : 1 : 2
  - 3 : 2 : 1
25. Perbandingan massa unsur-unsur penyusun suatu senyawa selalu tetap merupakan teori yang dikemukakan oleh . . . .
- Lavoisier
  - Dalton
  - Proust
  - Gay Lussac
  - Avogadro
26. Unsur S dan O dapat membentuk senyawa  $\text{SO}_3$  dan  $\text{SO}_4$ . Pada massa oksigen yang sama, perbandingan massa unsur O pada kedua unsur tersebut yaitu . . . .
- 4 : 3
  - 3 : 4
  - 2 : 3
  - 3 : 2
  - 1 : 2
27. Persamaan reaksi  $a \text{Fe}_2\text{O}_3 + b \text{CO} \rightarrow c \text{Fe} + d \text{CO}_2$  akan memenuhi hukum Lavoisier jika a, b, c dan d berturut-turut . . . .
- 2, 3, 1, 3
  - 1, 3, 2, 3
  - 1, 2, 3, 1
  - 3, 2, 1, 3
  - 1, 2, 3, 1
28. Berdasarkan persamaan reaksi (pada T, P) sama:  
 $\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$   
Maka perbandingan volumenya yaitu . . . .
- 1 : 1 : 2 : 2 : 2 : 1
  - 1 : 1 : 2 : 2 : 1 : 2
  - 2 : 1 : 2 : 1 : 2 : 1
  - 2 : 2 : 1 : 1 : 1 : 2
  - 2 : 2 : 1 : 1 : 2 : 1



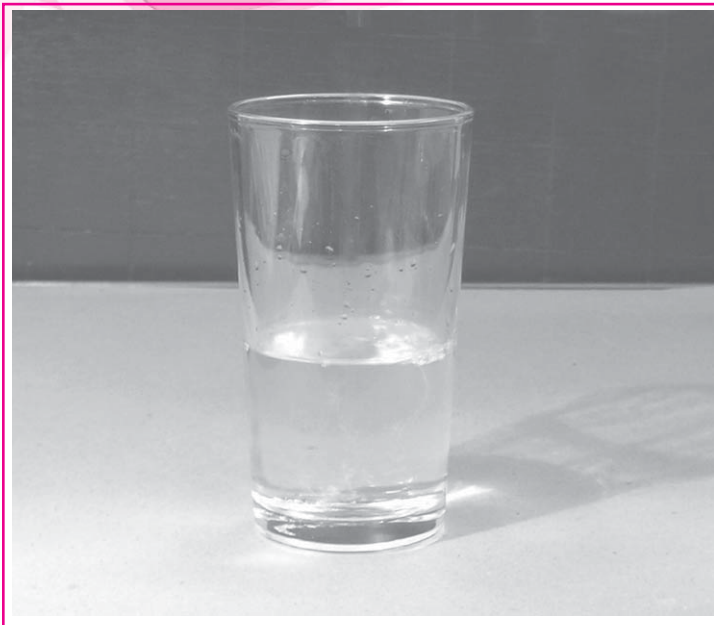
29. Diketahui reaksi  $C + O_2 \rightarrow CO_2$
- |              |              |
|--------------|--------------|
| Massa atom C | Massa atom O |
| 12 g         | 32 g         |
| 9 g          | 24 g         |
- Perbandingan massa unsur C dan massa unsur O dalam senyawa  $CO_2$  yaitu . . . .
- 3 : 8
  - 8 : 3
  - 3 : 4
  - 4 : 3
  - 1 : 2
30. Jika suatu zat ditimbang ternyata massanya 60,3 g. Sesudah zat tersebut bereaksi dengan unsur lain maka massa zat tersebut sekarang . . . .
- 80,3 g
  - 60,3 g
  - 53 g
  - 20,1 g
  - 10 g

**B. Jawablah dengan singkat dan jelas!**

- Jelaskan percobaan yang dilakukan oleh Dalton dalam merumuskan hukum perbandingan berganda!
- Jelaskan percobaan yang dilakukan oleh Proust dalam merumuskan hukum perbandingan tetap !
- Berikan contoh dan jelaskan suatu fenomena yang mendasari ter-cetusnya hukum kekekalan massa oleh Lavoisier!
- Apa kesimpulan dari percobaan yang dilakukan oleh Gay Lussac?

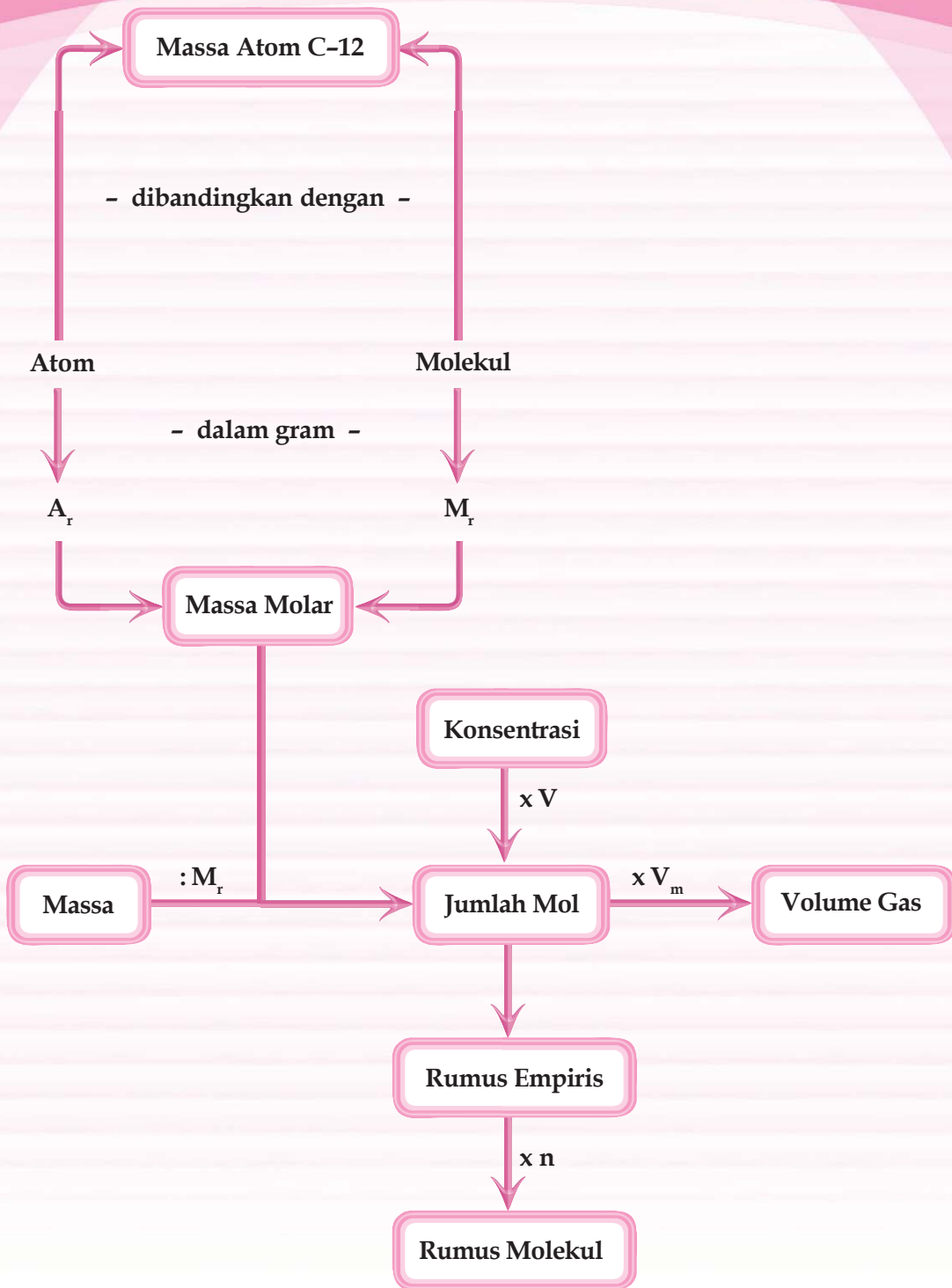
- Perbandingan massa unsur magnesium dan oksigen dalam senyawa magnesium oksida ( $MgO$ ) yaitu 3 : 2. Jika 4 g magnesium direaksikan untuk membentuk senyawa magnesium oksida, berapa massa oksigen yang diperlukan dan berapa massa magnesium oksida yang dihasilkan?
- Berapa perbandingan volume oksigen di dalam senyawa  $ClO_2$  dan  $ClO_4$ ?
- Berapa kadar Fe dalam 125 g  $FeCl_2$ ?
- Persamaan reaksi pembakaran gas amonia dapat ditulis sebagai berikut.  
 $NH_3 + O_2 \rightarrow NO + H_2O$   
 Jika 4,48 L (diukur pada keadaan standar) gas amonia dibakar, berapa volume L gas oksigen (dikur pada keadaan standar) yang diperlukan untuk bereaksi dengan seluruh gas amonia?
- Senyawa besi sulfida tersusun dari unsur besi dan unsur belerang dengan perbandingan massa Fe : S = 7 : 4. Apabila 15 g besi dan 2 g belerang dibentuk menjadi senyawa besi sulfida, berapa g massa besi sulfida yang dapat terjadi?
- Dari reaksi berikut  
 $CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$   
 Lengkapilah tabel berikut!

No	V $CH_4$	V $O_2$	V $CO_2$	V $H_2O$
1.	13 L	13 L	...	...
2.	21 L	...	...	...
3.	...	7 L	...	...



Air merupakan salah satu senyawa paling sederhana dan paling sering dijumpai serta paling penting. Bangsa Yunani Kuno menganggap air sebagai salah satu dari empat unsur penyusun segala sesuatu (selain tanah, udara, dan api). Bagian terkecil dari air yaitu molekul air. Molekul yaitu partikel yang sangat kecil, sehingga jumlah molekul dalam segelas air melebihi jumlah halaman buku yang ada di bumi. Bagaimana Anda dapat mengetahui jumlah molekul dalam segelas air?

Dalam bab ini Anda akan mempelajari berbagai perhitungan untuk menentukan banyaknya suatu zat berdasarkan persamaan reaksi kimia. Oleh karena itu, setelah mempelajari bab ini Anda akan mengetahui cara menghitung jumlah molekul air dalam segelas air.



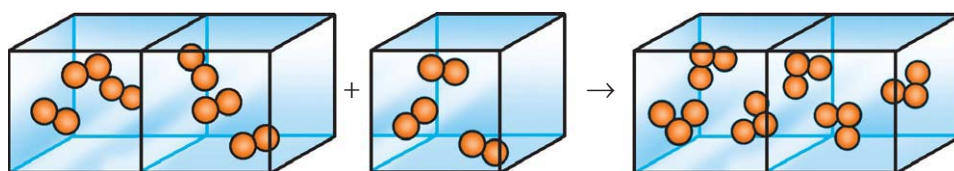
Pada awal abad ke-19, banyak penelitian dilakukan terhadap sifat gas. Salah seorang peneliti sifat gas yaitu ahli kimia berkebangsaan Prancis yang bernama Joseph Louis Gay Lussac (1778 – 1850). Pada tahun 1808, ia melakukan serangkaian percobaan untuk mengukur volume gas-gas yang bereaksi. Disimpulkannya bahwa pada temperatur dan tekanan sama, perbandingan volume gas-gas yang bereaksi dan volume gas hasil reaksi merupakan perbandingan bilangan bulat dan sederhana. Temuan Gay Lussac ini dikenal sebagai hukum perbandingan volume. Tetapi kemudian timbul pertanyaan. Mengapa pada tekanan dan temperatur yang sama perbandingan volume gas yang bereaksi dan hasil reaksi merupakan perbandingan bilangan bulat dan sederhana?

## A. Penentuan Volume Gas Pereaksi dan Hasil Reaksi

Pertanyaan yang timbul setelah Gay Lussac mengemukakan hukum perbandingan volume dapat dipecahkan oleh seorang ahli fisika Italia yang bernama Amadeo Avogadro pada tahun 1811.

**Menurut Avogadro:**

**"Gas-gas yang volumenya sama, jika diukur pada suhu dan tekanan yang sama, akan memiliki jumlah molekul yang sama pula".**



**Gambar 6.1**

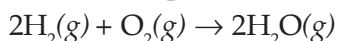
Ilustrasi percobaan Avogadro, pembentukan dua molekul uap air dari reaksi antara dua molekul gas hidrogen dan satu molekul gas oksigen

Oleh karena perbandingan volume gas hidrogen, gas oksigen, dan uap air pada reaksi pembentukan uap air = 2 : 1 : 2 maka perbandingan jumlah molekul hidrogen, oksigen, dan uap air juga 2 : 1 : 2. Jumlah atom tiap unsur tidak berkurang atau bertambah dalam reaksi kimia. Oleh karena itu, molekul gas hidrogen dan molekul gas oksigen harus merupakan molekul dwiatom, sedangkan molekul uap air harus merupakan molekul triatom.

Perbandingan volume gas dalam suatu reaksi sesuai dengan koefisien reaksi gas-gas tersebut. Hal ini berarti bahwa, jika volume salah satu gas diketahui, volume gas yang lain dapat ditentukan dengan cara membandingkan koefisien reaksinya.

**Contoh:**

Pada reaksi pembentukan uap air.



Jika volume gas  $H_2$  yang diukur pada suhu  $25^\circ C$  dan tekanan 1 atm sebanyak 10 L volume gas  $O_2$  dan  $H_2O$  pada tekanan dan suhu yang sama dapat ditentukan dengan cara sebagai berikut.

Volume  $H_2$  : Volume  $O_2$  = Koefisien  $H_2$  : Koefisien  $O_2$

$$\text{Volume } O_2 = \frac{\text{Koefisien O}}{\text{Koefisien H}} \times \text{volume } H_2$$

$$\text{Volume } O_2 = \frac{1}{2} \times 10 \text{ L} = 5 \text{ L}$$

$$\text{Volume } H_2O = \frac{2}{2} \times 10 \text{ L} = 10 \text{ L}$$



## Mari Mencoba

### Hubungan Koefisien Reaksi dengan Jumlah Mol Reaktan

#### Tujuan

Mempelajari hubungan koefisien reaksi dengan jumlah mol zat-zat yang terlibat dalam reaksi.

#### Alat dan Bahan

Rak tabung reaksi

Tabung reaksi (6)

Silinder ukur 10 mL

Penggaris

Larutan  $Pb(NO_3)_2$  0,5 M

Larutan KI 0,5 M

#### Cara Kerja

1. Siapkan 6 tabung reaksi yang sama besarnya, beri nomor 1 sampai dengan 6, kemudian isilah tabung-tabung itu sesuai dengan daftar berikut.

Tabung nomor	:	1	2	3	4	5	6
Larutan KI	:	8 mL	8 mL	8 mL	8 mL	8 mL	8 mL
Larutan $Pb(NO_3)_2$	:	1 mL	2 mL	3 mL	4 mL	5 mL	6 mL
Air	:	5 mL	4 mL	3 mL	2 mL	1 mL	0 mL

**Catatan:**

Sebelum digunakan untuk mengambil larutan yang berbeda, silinder ukur harus dicuci dahulu, kemudian bagian luarnya dilap hingga kering sedangkan bagian dalamnya dibilas dengan sedikit larutan yang akan diambil.

2. Guncangkan tabung-tabung itu sehingga isinya benar-benar bercampur.
3. Diamkan sampai endapan turun sempurna (larutan di atas endapan menjadi jernih).
4. Ukur tinggi endapan pada setiap tabung.

**Pertanyaan**

1. Pada tabung nomor berapa sajakah endapan sama tingginya? Hitung perbandingan mol pereaksi pada tabung itu.
2. Mengapa tinggi endapan pada tabung-tabung berikutnya tidak bertambah?
3. Reaksi setara untuk percobaan ini yaitu  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + 2\text{KI}(\text{aq}) \rightarrow \text{PbI}_2(\text{s}) + 2\text{KNO}_3(\text{aq})$ . Bagaimanakah hubungan koefisien reaksi dengan jumlah mol zat-zat yang terlibat dalam reaksi?

## B. Massa Atom Relatif dan Massa Molekul Relatif

Setelah ditemukan peralatan yang sangat peka di awal abad XX, para ahli kimia melakukan percobaan tentang massa satu atom. Sebagai contoh, dilakukan percobaan untuk mengukur.

1. massa satu atom H =  $1,66 \times 10^{-24}$  g
2. massa satu atom O =  $2,70 \times 10^{-23}$  g
3. massa satu atom C =  $1,99 \times 10^{-23}$  g

Dari data di atas dapat dilihat bahwa massa satu atom sangat kecil. Para ahli sepakat menggunakan besaran Satuan Massa Atom (sma) atau *Atomic Massa Unit (amu)* atau biasa disebut juga satuan Dalton. Pada materi struktur atom, Anda telah mempelajari juga bahwa atom sangatlah kecil, oleh karena itu tidak mungkin menimbang atom dengan menggunakan neraca.

### 1. Massa Atom Relatif ( $A_r$ )

Para ahli menggunakan isotop karbon C-12 sebagai standar dengan massa atom relatif sebesar 12. Massa atom relatif menyatakan perbandingan massa rata-rata satu atom suatu unsur terhadap  $\frac{1}{12}$  massa atom C-12. Atau dapat dituliskan:

$$1 \text{ satuan massa atom (amu)} = \frac{1}{12} \text{ massa 1 atom C-12}$$

**Contoh:**

Massa atom rata-rata oksigen 1,33 kali lebih besar dari pada massa atom karbon -12.

$$\begin{aligned} \text{Maka: } A_r \text{ O} &= 1,33 \times A_r \text{ C-12} \\ &= 1,33 \times 12 \\ &= 15,96 \end{aligned}$$

**Para ahli membandingkan massa atom yang berbeda-beda, menggunakan skala massa atom relatif dengan lambang "A<sub>r</sub>".**

Para ahli memutuskan untuk menggunakan C-12 atau isotop <sup>12</sup>C karena mempunyai kestabilan inti yang inert dibanding atom lainnya. Isotop atom C-12 mempunyai massa atom 12 sma. Satu sma sama dengan  $1,6605655 \times 10^{-24}$  g. Dengan digunakannya isotop <sup>12</sup>C sebagai standar maka dapat ditentukan massa atom unsur yang lain.

Massa atom relatif suatu unsur (A<sub>r</sub>) adalah bilangan yang menyatakan perbandingan massa satu atom unsur tersebut dengan  $\frac{1}{12}$  massa satu atom C-12.

$$A_r X = \frac{\text{massa atom rata - rata X}}{\frac{1}{12} \text{ massa atom karbon - 12}}$$

**Tabel 6.1** Massa Beberapa Isotop

Unsur	Massa (amu)	Unsur	Massa (amu)
<sup>1</sup> H	1,00783	<sup>12</sup> C	12,00000
<sup>2</sup> H	2,01410	<sup>13</sup> C	13,00335
<sup>3</sup> H	3,01605	<sup>14</sup> C	14,00324
<sup>4</sup> He	4,00260	<sup>16</sup> C	16,01470
<sup>6</sup> He	6,01889	<sup>14</sup> N	14,00307
<sup>6</sup> Li	6,01512	<sup>15</sup> N	15,0001
<sup>7</sup> Li	7,01600	<sup>16</sup> O	15,9949
<sup>7</sup> Be	7,01693	<sup>24</sup> Mg	24,3120



## Contoh Soal

Jika diketahui massa 1 atom oksigen  $2,70 \times 10^{-23}$  g, berapakah  $A_r$  atom O jika massa atom C  $1,99 \times 10^{-23}$  g?

**Jawab:**

$$\begin{aligned}A_r \text{ atom O} &= \frac{\text{massa 1 atom O}}{\frac{1}{12} \text{ massa 1 atom karbon C - 12}} \\&= \frac{2,70 \times 10^{-23}}{\frac{1}{12} \times 1,99 \times 10^{-23}} \\&= 16,283\end{aligned}$$

Besarnya harga  $A_r$  juga ditentukan oleh harga rata-rata isotop tersebut. Sebagai contoh, di alam terdapat  ${}_{35}\text{Cl}$  dan  ${}_{37}\text{Cl}$  dengan perbandingan 75% dan 25% maka  $A_r$  Cl dapat dihitung dengan cara:

$$\begin{aligned}A_r \text{ Cl} &= (75\% \times 35) + (25\% \times 37) \\&= 35,5\end{aligned}$$

$A_r$  merupakan angka perbandingan sehingga tidak memiliki satuan.  $A_r$  dapat dilihat pada Tabel Periodik Unsur (TPU) dan selalu dicantumkan dalam satuan soal apabila diperlukan.

## 2. Massa Molekul Relatif ( $M_r$ )

Molekul merupakan gabungan dari beberapa unsur dengan perbandingan tertentu. Unsur-unsur yang sama bergabung membentuk molekul unsur, sedangkan unsur-unsur yang berbeda membentuk molekul senyawa. Massa molekul unsur atau senyawa dinyatakan oleh massa molekul ( $M_r$ ). Massa molekul relatif adalah perbandingan massa molekul unsur atau

senyawa terhadap  $\frac{1}{12}$  x massa atom C-12. Secara matematis dapat dinyatakan:

$$\begin{aligned}M_r (\text{unsur}) &= \frac{\text{massa molekul unsur}}{\frac{1}{12} \times \text{massa atom karbon - 12}} \\M_r (\text{senyawa}) &= \frac{\text{massa molekul senyawa}}{\frac{1}{12} \times \text{massa atom karbon - 12}}\end{aligned}$$



Massa molekul dapat dihitung dengan menjumlahkan  $A_r$  dari atom-atom pembentuk molekul tersebut.

$$M_r = \sum A_r \text{ atom penyusun}$$



### Contoh Soal

Diketahui massa atom relatif ( $A_r$ ) beberapa unsur sebagai berikut.

$$\text{Ca} = 40$$

$$\text{O} = 16$$

$$\text{H} = 1$$

Tentukan massa molekul relatif ( $M_r$ ) senyawa  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ !

**Jawab:**

Satu molekul  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  mengandung 1 atom Ca, 2 atom O, dan 2 atom H.

$$\begin{aligned} M_r \text{ Ca}(\text{OH})_2 &= A_r \text{ Ca} + (2 A_r \text{ O}) + (2 A_r \text{ H}) \\ &= 40 + (2 \times 16) + (2 \times 1) \\ &= 40 + 32 + 2 \\ &= 74 \end{aligned}$$

## C. Konsep Mol dan Tetapan Avogadro

Apabila Anda mereaksikan satu atom karbon (C) dengan satu molekul oksigen ( $\text{O}_2$ ) maka akan terbentuk satu molekul  $\text{CO}_2$ . Tetapi sebenarnya yang Anda reaksikan bukan satu atom karbon dengan satu molekul oksigen, melainkan sejumlah besar atom karbon dan sejumlah besar molekul oksigen. Oleh karena jumlah atom atau jumlah molekul yang bereaksi begitu besarnya maka untuk menyatakannya, para ahli kimia menggunakan "mol" sebagai satuan jumlah partikel (molekul, atom, atau ion).



**Gambar 6.2**  
Amedeo Avogadro

Satu mol didefinisikan sebagai jumlah zat yang mengandung partikel zat itu sebanyak atom yang terdapat dalam 12,000 g atom karbon -12.

Jadi, dalam satu mol suatu zat terdapat  $6,022 \times 10^{23}$  partikel. Nilai  $6,022 \times 10^{23}$  partikel per mol disebut sebagai tetapan Avogadro, dengan lambang L atau N.

Dalam kehidupan sehari-hari, mol dapat dianalogikan sebagai "lusin". Jika lusin menyatakan jumlah 12 buah, mol menyatakan jumlah  $6,022 \times 10^{23}$  partikel zat.

Kata partikel pada  $\text{NaCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , dan  $\text{N}_2$  dapat dinyatakan dengan ion dan molekul, sedangkan pada unsur seperti Zn, C, dan Al dapat dinyatakan dengan atom.

Perhatikan tabel berikut!

**Tabel 6.2** Jumlah Partikel dalam Beberapa Zat

Seng	Rumus	Jumlah	Jenis Partikel	Jumlah Partikel
Seng	Zn	1 mol	atom	$1 \times (6.022 \times 10^{23})$ atom
Aluminium	Al	1 mol	atom	$1 \times (6.022 \times 10^{23})$ atom
Natrium Klorida	NaCl	1 mol	ion	$1 \times (6.022 \times 10^{23})$ molekul
Air	H <sub>2</sub> O	1 mol	molekul	$1 \times (6.022 \times 10^{23})$ molekul

Rumus kimia suatu senyawa menunjukkan perbandingan jumlah atom yang ada dalam senyawa tersebut.

**Tabel 6.3** Perbandingan Atom-Atom dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Jumlah H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Jumlah Atom H	Jumlah Atom S	Jumlah Atom O
1	2	1	4
1 mol	2 mol	1 mol	4 mol
$1 \times (6.022 \times 10^{23})$	$2 \times (6.022 \times 10^{23})$	$1 \times (6.022 \times 10^{23})$	$4 \times (6.022 \times 10^{23})$

**1 mol zat mengandung  $6,022 \times 10^{23}$  partikel**



### Contoh Soal

1. Pada satu molekul air (H<sub>2</sub>O) terdapat  $6,022 \times 10^{23}$  molekul H<sub>2</sub>O. Ada berapa atom dalam 1 mol air tersebut?

**Jawab:**

Satu molekul air (H<sub>2</sub>O) tersusun oleh 2 atom H dan 1 atom O.

Jadi 1 molekul air tersusun oleh 3 atom.

1 mol H<sub>2</sub>O mengandung  $6,022 \times 10^{23}$  molekul atau

$$3 \times 6,022 \times 10^{23} \text{ atom} = 1,806 \times 10^{24} \text{ atom}$$

2. Tentukan jumlah atom yang terdapat dalam 0,5 mol belerang!

**Jawab:**

$$0,5 \text{ mol belerang} = 0,5 \text{ mol} \times N$$

$$= 0,5 \text{ mol} \times 6,02 \times 10^{23} \text{ atom belerang}$$

$$= 3,01 \times 10^{23} \text{ atom belerang}$$

3. Dalam 5 mol asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), tentukan jumlah atom H, S, dan O!

**Jawab:**

$$\begin{aligned}\text{Jumlah molekul} &= 5 \text{ mol} \times N \\ &= 5 \text{ mol} \times 6,02 \times 10^{23} \\ &= 3,01 \times 10^{24} \text{ molekul} \\ \text{Jumlah atom H} &= 2 \times 6,02 \times 10^{23} \text{ atom} = 12,04 \times 10^{23} \text{ atom} \\ \text{Jumlah atom S} &= 1 \times 6,02 \times 10^{23} \text{ atom} = 6,02 \times 10^{23} \text{ atom} \\ \text{Jumlah atom O} &= 4 \times 6,02 \times 10^{23} \text{ atom} = 24,08 \times 10^{23} \text{ atom}\end{aligned}$$

Dari contoh di atas, dapat disimpulkan mengenai hubungan jumlah mol ( $n$ ) dengan jumlah partikel, yang secara matematik dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\text{Jumlah partikel} = n \times N$$

Di mana:

$n$  = jumlah mol

$N$  = bilangan Avogadro

## 1. Massa Molar ( $M_r$ )

Massa satu mol zat dinamakan massa molar (lambang  $M_r$ ). Besarnya massa molar zat adalah massa atom relatif atau massa molekul relatif zat yang dinyatakan dalam satuan gram per mol.

$$\text{Massa molar} = M_r \text{ atau } A_r \text{ zat (g/mol)}$$

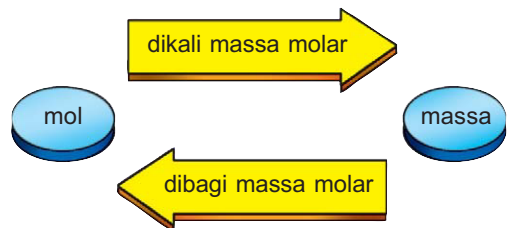
Perhatikan contoh pada tabel berikut!

**Tabel 6.4** Massa Molar Beberapa Zat

Nama Zat	Rumus	$A_r$ dan $M_r$	Massa Molar
Besi	Fe	$A_r = 56$	56 g/mol
Air	$H_2O$	$M_r = 18$	18 g/mol
Garam Dapur	NaCl	$M_r = 53,5$	53,5 g/mol
Karbon	C	$A_r = 12$	12 g/mol

Massa suatu zat merupakan perkalian massa molarnya (g/mol) dengan mol zat tersebut ( $n$ ).

Jadi hubungan mol suatu zat dengan massanya dapat dinyatakan sebagai berikut.



**Gambar 6.3**  
Diagram mol – massa

Secara matematis, dapat dinyatakan sebagai berikut.

Massa molar = massa : mol

Massa = mol  $\times$   $M_r/A_r$  (massa molar)



### Contoh Soal

Diketahui 6 g urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) jika  $A_r$  : H = 1, C = 12, N = 14, O = 16, tentukan:

- mol urea
- jumlah partikel

**Jawab:**

$$M_r \text{ urea} = 12 + 16 + (16 \times 2) = 60$$

a. mol urea =  $\frac{\text{massa urea}}{M_r \text{ urea}} = \frac{6 \text{ g}}{60 \text{ g/mol}} = 0,1 \text{ mol}$

b. jumlah partikel =  $n \times N$   
=  $0,1 \times 6,02 \times 10^{23}$  molekul  
=  $0,602 \times 10^{23}$  molekul  
=  $6,02 \times 10^{22}$  molekul

## 2. Volume Molar ( $V_m$ )

Volume satu mol zat dalam wujud gas dinamakan volume molar, yang dilambangkan dengan  $V_m$ .

Berapakah volume molar gas? Bagaimana menghitung volume sejumlah tertentu gas pada suhu dan tekanan tertentu?

Avogadro dalam percobaannya mendapat kesimpulan bahwa 1 L gas oksigen pada suhu  $0^\circ \text{C}$  dan tekanan 1 atm mempunyai massa 1,4286 g, atau dapat dinyatakan bahwa pada tekanan 1 atm:

$$1 \text{ L gas O}_2 = \frac{1,4286}{32} \text{ mol}$$

$$1 \text{ L gas O}_2 = \frac{1}{22,4} \text{ mol}$$

$$1 \text{ mol gas O}_2 = 22,4 \text{ L}$$

Maka, berdasarkan hukum Avogadro dapat disimpulkan:

$$1 \text{ mol gas O}_2 = 22,4 \text{ L}$$

Sesuai dengan hukum Avogadro yang menyatakan bahwa pada suhu dan tekanan yang sama, volume gas yang sama mengandung jumlah molekul yang sama atau banyaknya mol dari tiap-tiap gas volumenya sama. Berdasarkan hukum tersebut berlaku volume 1 mol setiap gas dalam keadaan standar (suhu 0° C dan tekanan 1 atm) sebagai berikut.

Volume gas dalam keadaan standar = 22,4 L



### Contoh Soal

Berapa volume gas CO<sub>2</sub> yang massanya 22 g (A<sub>r</sub>: C = 12, O = 16) jika diukur pada tekanan 1 atm?

**Jawab:**

$$M_r \text{ CO}_2 = 44$$

$$\text{mol CO}_2 = \frac{22}{44} = 0,5 \text{ mol}$$

$$\text{volume CO}_2 = 0,5 \times 22,4 = 11,2 \text{ L}$$

### 3. Volume Gas pada Keadaan Tidak Standar

Perhitungan volume gas tidak dalam keadaan standar (non-STP) digunakan dua pendekatan sebagai berikut.

#### a. Persamaan gas ideal

Dengan mengandaikan gas yang akan diukur bersifat ideal, persamaan yang menghubungkan jumlah mol (n) gas, tekanan, suhu, dan volume yaitu:

**Hukum gas ideal :  $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$**

Di mana:

P = tekanan (satuan atmosfer, atm)

V = volume (satuan liter, L)

n = jumlah mol gas (satuan mol)

R = tetapan gas (0,08205 L atm/mol K)

T = suhu mutlak (°C + 273,15 K)

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \rightarrow V = \frac{n \cdot R \cdot T}{P}$$

Jika, n = 1 mol

R = 0,08205 L atm/mol K

P = 1 atm

T = 273 K

$$V = \frac{1 \text{ mol} \times 0,08205 \text{ L atm/mol K} \times 273 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = 22,4 \text{ L}$$



### Contoh Soal

Tentukan volume dari 4,4 g gas  $\text{CO}_2$  yang diukur pada tekanan 2 atm dan suhu  $27^\circ \text{C}$ ! ( $A_r$  : C = 12, O = 16)

**Jawab:**

$$\text{Mol CO}_2 = \frac{\text{massa CO}_2}{M_r \text{ CO}_2} = \frac{4,4}{44} = 0,1 \text{ mol}$$

$$\text{Volume CO}_2 = \frac{nRT}{P} = \frac{0,1 \times 0,082 \times (273 + 27)}{2} = 1,21 \text{ L}$$

#### b. Dengan konversi gas pada suhu dan tekanan yang sama

Menurut hukum Avogadro, perbandingan gas-gas yang jumlah molnya sama memiliki volume sama. Secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

Di mana:

$n_1$  = mol gas 1

$n_2$  = mol gas 2

$V_1$  = volume gas 1

$V_2$  = volume gas 2



### Contoh Soal

Berapa volume 4 g gas metana ( $\text{CH}_4$ ) yang diukur pada keadaan sama dengan 3 g NO volumenya 5 L ( $A_r$  : H = 1, C = 12, N = 14, O = 16)?

**Jawab:**

$$M_r \text{ CH}_4 = 16$$

$$\text{mol CH}_4 = \frac{4}{16} = 0,25 \text{ mol}$$

$$M_r \text{ NO} = 30$$

$$\text{mol NO} = \frac{3}{30} = 0,1 \text{ mol}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$V_1 = \frac{n_1}{n_2} \times V_2 = \frac{0,25}{0,1} \times 5 \text{ L} = 12,5 \text{ L}$$

## 4. Molaritas (M)

Banyaknya zat yang terdapat dalam suatu larutan dapat diketahui dengan menggunakan konsentrasi larutan yang dinyatakan dalam molaritas (M). Molaritas menyatakan banyaknya mol zat dalam 1 L larutan. Secara matematis dinyatakan sebagai berikut.

$$M = \frac{\text{massa}}{M_r} \times \frac{1.000}{V}$$

Di mana:

M = molaritas (satuan M)

massa = dalam satuan g

$M_r$  = massa molar (satuan g/mol)

V = volume (satuan mL)



### Contoh Soal

Tentukan molaritas jika 4 g NaOH dilarutkan dalam:

- 2 L air
- 500 mL air

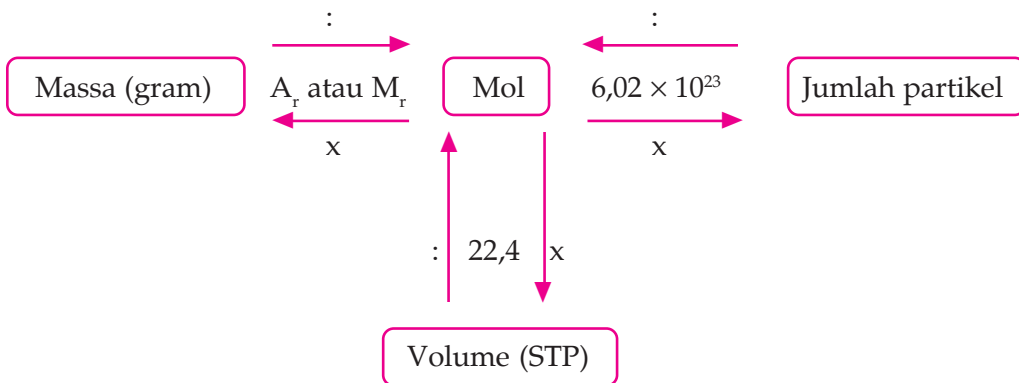
**Jawab:**

$$M_r \text{ NaOH} = 40 \text{ maka mol NaOH} = \frac{4}{40} = 0,1 \text{ mol}$$

$$\text{a. } M = \text{mol} \times \frac{1000}{V} = 0,1 \times \frac{1000}{2000} = 0,05 \text{ mol/L}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } M &= \frac{\text{massa}}{M_r} \times \frac{1000}{V} \\ &= \frac{4}{40} \times \frac{1000}{500} \\ &= 0,2 \text{ mol/L} \end{aligned}$$

Hubungan mol dengan massa, jumlah partikel dan volume pada STP, dapat digambarkan sebagai berikut.



## D. Rumus Molekul dan Kadar Unsur dalam Senyawa

Perbandingan massa dan kadar unsur dalam suatu senyawa dapat ditentukan dari rumus molekulnya.

Di mana, 
$$\text{Kadar unsur} = \frac{\text{jumlah atom} \times A_r \text{ unsur}}{M_r \text{ senyawa}} \times 100\%$$



### Contoh Soal

Berapakah kadar C dan N dalam urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ )?  
( $A_r$  : C = 12 ; N = 14 ; O = 16 ; dan H = 1)

**Jawab:**

1 mol urea mengandung 1 atom C, 1 atom O, 2 atom N dan 4 atom H.

$$M_r \text{ urea} = 12 + 16 + 28 + 4 = 60$$

$$\text{Kadar C} = \frac{12}{60} \times 100\% = 20\%$$

$$\text{Kadar N} = \frac{28}{60} \times 100\% = 46,66\%$$

## 1. Penentuan Rumus Empiris dan Rumus Molekul

Rumus kimia menunjukkan jenis atom unsur dan jumlah relatif masing-masing unsur yang terdapat dalam zat. Banyaknya unsur yang terdapat dalam zat ditunjukkan dengan angka indeks.

Rumus kimia dapat berupa rumus empiris dan rumus molekul.

**"Rumus empiris, rumus yang menyatakan perbandingan terkecil atom-atom dari unsur-unsur yang menyusun senyawa".**

**"Rumus molekul, rumus yang menyatakan jumlah atom-atom dari unsur-unsur yang menyusun satu molekul senyawa".**

Perhatikan contoh rumus molekul dan rumus empiris beberapa senyawa dalam tabel berikut.

**Tabel 6.5** Rumus Molekul dan Rumus Empiris Beberapa Senyawa

Nama Zat	Rumus Molekul	Rumus Empiris
Air	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_2\text{O}$
Glukosa	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	$\text{CH}_2\text{O}$
Benzena	$\text{C}_6\text{H}_6$	CH
Etilena	$\text{C}_2\text{H}_4$	$\text{CH}_2$
Asetilena	$\text{C}_2\text{H}_2$	CH



$$\text{Rumus Molekul} = (\text{Rumus Empiris})_n$$

$$M_r \text{ Rumus Molekul} = n \times (M_r \text{ Rumus Empiris})$$

$n$  = bilangan bulat

Penentuan rumus empiris dan rumus molekul suatu senyawa dapat ditempuh dengan langkah berikut.

1. Cari massa (persentase) tiap unsur penyusun senyawa,
2. Ubah ke satuan mol,
3. Perbandingan mol tiap unsur merupakan rumus empiris,
4. Cari rumus molekul dengan cara:  
( $M_r$  rumus empiris) $_n$  =  $M_r$  rumus molekul,  $n$  dapat dihitung,
5. Kalikan  $n$  yang diperoleh dari hitungan dengan rumus empiris.



### Contoh Soal

1. Suatu senyawa terdiri dari 43,7% P dan 56,3% O. Tentukan rumus molekul!  
( $A_r$  : P = 31 dan O = 16)

**Jawab:**

Misal massa senyawa = 100 g

Maka massa P dan O masing-masing 43,7 g dan 56,3 g.

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan mol P : mol O} &= \frac{43,7}{31} : \frac{56,3}{16} \\ &= 1,41 : 3,52 \\ &= 1 : 2,5 = 2 : 5 \end{aligned}$$

Jadi, rumus molekul  $P_2O_5$ .

2. Suatu senyawa terdiri dari 60% karbon, 5% hidrogen, dan sisanya nitrogen.  $M_r$  senyawa itu = 80 ( $A_r$  : C = 12 ; H = 1 ; N = 14). Tentukan rumus empiris dan rumus molekul senyawa itu!

**Jawab:**

Persentase nitrogen =  $100\% - (60\% + 5\%) = 35\%$ .

Misal massa senyawa = 100 g

Maka massa C : H : N = 60 : 5 : 35

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan mol C : mol H : mol N} &= 5 : 5 : 2,5 \\ &= 2 : 2 : 1 \end{aligned}$$

Maka rumus empiris =  $(C_2H_2N)_n$ .

( $M_r$  rumus empiris) $_n$  =  $M_r$  rumus molekul

$$(C_2H_2N)n = 80$$

$$(24 + 2 + 14)n = 80$$

$$40n = 80$$

$$n = 2$$

Jadi, rumus molekul senyawa tersebut =  $(C_2H_2N)_2 = C_4H_4N_2$ .

## 2. Menentukan Rumus Kimia Hidrat (Air Kristal)

*Hidrat* adalah senyawa kristal padat yang mengandung air kristal ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Rumus kimia senyawa kristal padat sudah diketahui. Jadi pada dasarnya penentuan rumus hidrat merupakan penentuan jumlah molekul air kristal ( $\text{H}_2\text{O}$ ) atau nilai  $x$ .

Secara umum, rumus hidrat dapat ditulis sebagai berikut.

**Rumus kimia senyawa kristal padat:  $x \cdot \text{H}_2\text{O}$**

Sebagai contoh garam kalsium sulfat, memiliki rumus kimia  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , artinya dalam setiap satu mol  $\text{CaSO}_4$  terdapat 2 mol  $\text{H}_2\text{O}$ . Beberapa senyawa berhidrat/berair kristal dapat Anda lihat dalam tabel berikut.

**Tabel 6.6** Beberapa Senyawa Berhidrat

Nama Senyawa	Jumlah Molekul Air Kristal	Rumus Kimia
Kalsium sulfat dihidrat	2	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Asam oksalat dihidrat	2	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Tembaga (II) sulfat pentahidrat	5	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Natrium sulfat pentahidrat	5	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Magnesium sulfat heptahidrat	7	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Natrium karbonat dekahidrat	10	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$



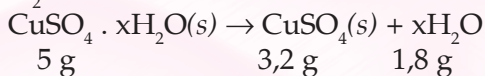
### Contoh Soal

- Sebanyak 5 g tembaga (II) sulfat hidrat dipanaskan sampai semua air kristalnya menguap. Massa tembaga (II) sulfat padat yang terbentuk 3,20 g. Tentukan rumus hidrat tersebut! ( $A_r$  : Cu = 63,5 ; S = 32 ; O = 16 ; H = 1)

**Jawab:**

Langkah-langkah penentuan rumus hidrat:

- Misalkan rumus hidrat  $\text{CuSO}_4 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ .
- Tulis persamaan reaksinya.
- Tentukan mol zat sebelum dan sesudah reaksi.
- Hitung nilai  $x$ , dengan menggunakan perbandingan mol  $\text{CuSO}_4$  : mol  $\text{H}_2\text{O}$ .



Perbandingan, mol  $\text{CuSO}_4$  : mol  $\text{H}_2\text{O} = 0,02 : 0,10$ .

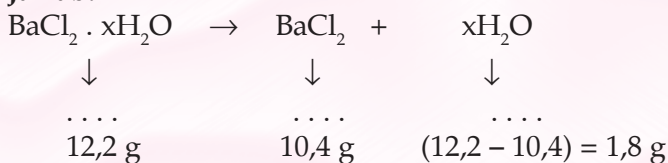
Perbandingan, mol  $\text{CuSO}_4$  : mol  $\text{H}_2\text{O} = 1 : 5$ .

Jadi, rumus hidrat dari tembaga(II) sulfat yaitu  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

2. Bagaimanakah rumus kimia garam barium klorida berhidrat ( $\text{BaCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ) apabila 12,2 g garam tersebut dipanaskan menghasilkan zat yang tersisa sebanyak 10,4 g?

( $A_r$  : Ba = 137 ; Cl = 35,5 ; O = 16 ; H = 1)

**Jawab:**



$$\begin{aligned}
 \text{Perbandingan, mol BaCl}_2 : \text{mol H}_2\text{O} &= \frac{10,4}{208} : \frac{1,8}{18} \\
 &= 0,05 : 0,1 \\
 &= 1 : 2
 \end{aligned}$$

Jadi, rumus kimia garam tersebut  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

### 3. Hitungan Kimia

Penentuan jumlah pereaksi dan hasil reaksi yang terlibat dalam reaksi harus diperhitungkan dalam satuan mol. Artinya, satuan-satuan yang diketahui harus diubah ke dalam bentuk mol. Metode ini disebut metode pendekatan mol.

Adapun langkah-langkah metode pendekatan mol tersebut dapat Anda simak dalam bagan berikut.

1. Tuliskan persamaan reaksi dari soal yang ditanyakan dan setarakan.



2. Ubahlah semua satuan yang diketahui dari tiap-tiap zat ke dalam mol.



3. Gunakanlah koefisien reaksi untuk menyeimbangkan banyaknya mol zat reaktan dan produk.



4. Ubahlah satuan mol dari zat yang ditanyakan ke dalam satuan yang ditanya (L atau g atau partikel, dll.).



## Contoh Soal

1. Berapa massa air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) yang dihasilkan dari reaksi pembakaran 4 g  $\text{H}_2$  dengan  $\text{O}_2$ ? ( $A_r$  : H = 1 ; O = 16)

**Jawab:**

Setarakan reaksinya:  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

Agar penyelesaian lebih mudah gunakan alur berikut.

$m \text{H}_2 \rightarrow \text{mol H}_2 \rightarrow \text{mol H}_2\text{O} \rightarrow m \text{H}_2\text{O}$   
ubah ke      cari      ubah ke

$$\text{mol H}_2 = \frac{4}{2} \text{ mol} = 2 \text{ mol}$$

$$\text{mol H}_2\text{O} = \frac{\text{koefisien H}_2\text{O}}{\text{koefisien H}_2} \times \text{mol H}_2 = \frac{2}{2} \times 2 \text{ mol} = 2 \text{ mol}$$

$$m \text{H}_2\text{O} = 2 \times M_r \text{H}_2\text{O} = 2 \times 18 = 36 \text{ g}$$

2. Satu mol logam aluminium direaksikan dengan asam klorida secukupnya menurut reaksi  $\text{Al}(s) + \text{HCl}(aq) \rightarrow \text{AlCl}_3(aq) + \text{H}_2(g)$ .

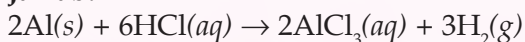
a. Berapa massa  $\text{AlCl}_3$  yang terbentuk?

b. Berapa volume gas  $\text{H}_2$  (STP)?

c. Berapa partikel  $\text{H}_2$  yang terjadi?

( $A_r$  : Al = 27 ; Cl = 35,5)

**Jawab:**



1 mol

$$\text{a. mol AlCl}_3 = \frac{\text{koefisien AlCl}_3}{\text{koefisien Al}} \times \text{mol Al}$$

$$= \frac{2}{2} \times 1 \text{ mol} = 1 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} m \text{AlCl}_3 &= 1 \times M_r \text{AlCl}_3 \\ &= 1 \times \{(27) + (3 \times 35,5)\} = 1 \times 133,5 \\ &= 133,5 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{b. mol H}_2 = \frac{\text{koefisien H}_2}{\text{koefisien Al}} \times \text{mol Al}$$

$$= \frac{3}{2} \times 1 \text{ mol}$$

$$= 1,5 \text{ mol}$$

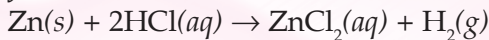
$$\begin{aligned} V \text{ H}_2 \text{ (STP)} &= \text{mol H}_2 \times 22,4 \text{ L} \\ &= 1,5 \times 22,4 \text{ L} \\ &= 33,6 \text{ L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Partikel H}_2 &= \text{mol H}_2 \times 6,02 \times 10^{23} \\ &= 1,5 \times 6,02 \times 10^{23} \\ &= 9,03 \times 10^{23} \text{ partikel} \end{aligned}$$

3. Sebanyak 13 g seng tepat habis bereaksi dengan sejumlah HCl menurut reaksi:  
 $\text{Zn}(s) + \text{HCl}(aq) \rightarrow \text{ZnCl}_2(aq) + \text{H}_2(g)$ .

Apabila 1 mol gas oksigen pada tekanan dan suhu tersebut bervolume 20 L, berapa literkah volume gas hidrogen yang dihasilkan pada reaksi tersebut? ( $A_r \text{ Zn} = 65$ )

**Jawab:**



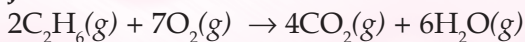
$$\text{mol Zn} = \frac{13}{65} = 0,2 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} \text{mol H}_2 &= \frac{\text{koefisien H}_2}{\text{koefisien Zn}} \times \text{mol Zn} \\ &= \frac{1}{1} \times 0,2 \text{ mol} = 0,2 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V \text{ H}_2 &= \text{mol H}_2 \times 20 \text{ L (T.P) tersebut} \\ &= 0,2 \times 20 \text{ L} = 4 \text{ L} \end{aligned}$$

4. Pembakaran gas etana ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) memerlukan oksigen 4,48 L (STP), menurut reaksi:  $\text{C}_2\text{H}_6(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$
- Berapa massa etana tersebut?
  - Berapa massa  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan?  
 $(A_r : \text{C} = 12 ; \text{H} = 1 ; \text{O} = 16)$

**Jawab:**



$$\text{mol O}_2 = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ mol}$$

$$\text{a. mol C}_2\text{H}_6 = \frac{2}{7} \times 0,2 \text{ mol} = 0,057 \text{ mol}$$

$$\text{m C}_2\text{H}_6 = 0,057 \times 30 = 1,71 \text{ g}$$

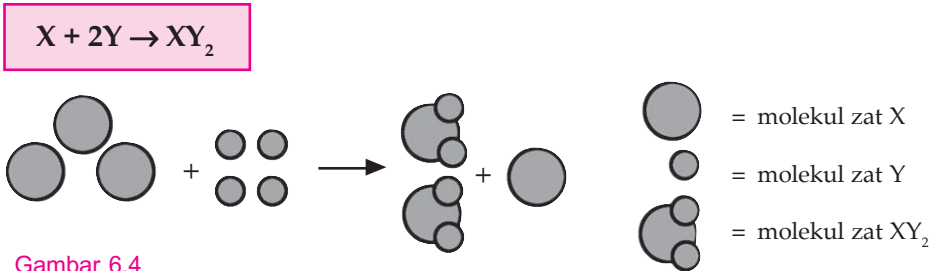
$$\text{b. mol CO}_2 = \frac{4}{7} \times 0,2 \text{ mol} = 0,114 \text{ mol}$$

$$\text{m CO}_2 = 0,114 \times 44 = 5,02 \text{ g}$$

## 4. Pereaksi Pembatas

Di dalam suatu reaksi kimia, perbandingan mol zat-zat pereaksi yang dicampurkan tidak selalu sama dengan perbandingan koefisien reaksinya. Hal ini berarti bahwa ada zat pereaksi yang akan habis bereaksi lebih dahulu. Pereaksi demikian disebut *pereaksi pembatas*. Bagaimana hal ini dapat terjadi?

Anda perhatikan gambar di bawah ini!



**Gambar 6.4**  
Pereaksi pembatas

Reaksi di atas memperlihatkan bahwa menurut koefisien reaksi, satu mol zat X membutuhkan dua mol zat Y. Gambar di atas menunjukkan bahwa tiga molekul zat X direaksikan dengan empat molekul zat Y. Setelah reaksi berlangsung, banyaknya molekul zat X yang bereaksi hanya dua molekul dan satu molekul tersisa. Sementara itu, empat molekul zat Y habis bereaksi. Maka zat Y ini disebut pereaksi pembatas.

Pereaksi pembatas merupakan reaktan yang habis bereaksi dan tidak bersisa di akhir reaksi.



### Kata Kunci

- pereaksi pembatas
- mol reaktan
- koefisien reaksi
- hasil bagi terkecil

Dalam hitungan kimia, pereaksi pembatas dapat ditentukan dengan cara membagi semua mol reaktan dengan koefisiennya, lalu pereaksi yang mempunyai nilai hasil bagi terkecil merupakan pereaksi pembatas.



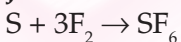
### Contoh Soal

Diketahui reaksi sebagai berikut  $S(s) + 3F_2(g) \rightarrow SF_6(g)$ .

Jika direaksikan 2 mol S dengan 10 mol  $F_2$ , tentukan:

- Berapa mol  $SF_6$  yang terbentuk?
- Zat mana dan berapa mol zat yang tersisa?

**Jawab:**



Dari koefisien reaksi menunjukkan bahwa 1 mol S membutuhkan 3 mol  $F_2$ .

Kemungkinan yang terjadi sebagai berikut.

a. Jika semua S bereaksi maka  $F_2$  yang dibutuhkan:

$$\begin{aligned}\text{mol } F_2 &= \frac{\text{koefisien } F_2}{\text{koefisien S}} \times 2 \text{ mol S} \\ &= \frac{3}{1} \times 2 \text{ mol} \\ &= 6 \text{ mol}\end{aligned}$$

Hal ini memungkinkan karena  $F_2$  tersedia 10 mol.

b. Jika semua  $F_2$  habis bereaksi maka S yang dibutuhkan:

$$\begin{aligned}\text{mol S} &= \frac{\text{koefisien } F_2}{\text{koefisien S}} \times 10 \text{ mol } F_2 \\ &= \frac{1}{3} \times 10 \text{ mol} \\ &= 3,33 \text{ mol}\end{aligned}$$

Hal ini tidak mungkin terjadi, karena S yang tersedia hanya 2 mol.

Jadi, yang bertindak sebagai pereaksi pembatas adalah S!

Banyaknya mol  $SF_6$  yang terbentuk = x mol S.

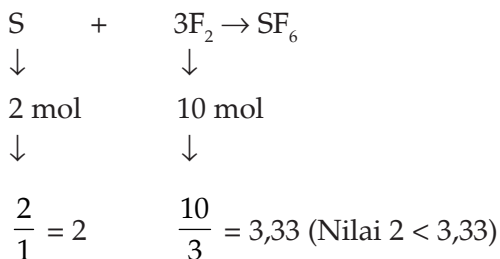
a. Mol  $SF_6 = 1 \times 2 \text{ mol} = 2 \text{ mol}$

b. Zat yang tersisa  $F_2$ , sebanyak =  $10 \text{ mol} - 6 \text{ mol} = 4 \text{ mol } F_2$

**Contoh soal di atas dapat juga diselesaikan dengan langkah-langkah sebagai berikut.**

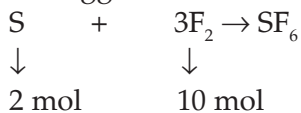
- Setarakan reaksinya.
- Semua pereaksi diubah menjadi mol.
- Bagilah masing-masing mol zat dengan masing-masing koefisiennya.
- Nilai hasil bagi terkecil disebut pereaksi pembatas (diberi tanda atau lingkari).
- Cari mol zat yang ditanya.
- Ubah mol tersebut menjadi gram/liter/partikel sesuai pertanyaan.

**Jawab:**



Berarti, zat pereaksi pembatas: S.

Sehingga ditulis:



$$\begin{aligned} \text{a. mol SF}_6 &= \frac{\text{koefisien SF}_6}{\text{koefisien pereaksi pembatas}} \times 2 \text{ mol S} \\ &= \frac{1}{1} \times 2 \text{ mol} = 2 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. mol F}_2 \text{ yang bereaksi} &= \frac{\text{koefisien F}_2}{\text{koefisien S}} \times 2 \text{ mol S} \\ &= \frac{3}{1} \times 2 \text{ mol} = 6 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{mol F}_2 \text{ sisa} &= \text{mol tersedia} - \text{mol yang bereaksi} \\ &= 10 \text{ mol} - 6 \text{ mol} = 4 \text{ mol} \end{aligned}$$

Apabila hanya melibatkan dua buah gas maka berlaku rumus-rumus sebagai berikut.

Hukum	Variabel Tetap	Rumus
1. Boyle	n dan T	$P_1 V_1 = P_2 V_2$
2. Gay Lussac	P dan T	$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$
3. Boyle–Gay Lussac	n	$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$
4. Avogadro	P, V, dan T	$n_1 = n_2$



#### Kata Kunci

- volume gas
- koefisien reaksi
- massa atom relatif
- massa molekul relatif
- mol
- massa molar
- volume molar
- tetapan gas ideal
- rumus empiris
- rumus molekul

Di mana:

P = tekanan (satuan atmosfir, atm)

V = volume (satuan liter, L)

n = jumlah mol gas

R = tetapan gas (0,08205 L atm/mol. K)

T = suhu mutlak ( $^{\circ}\text{C} + 273,15 \text{ K}$ )





## Tugas Kelompok

Jawablah soal-soal berikut!

- Gas metana ( $\text{CH}_4$ ) terbakar di udara menurut reaksi:  
$$\text{CH}_4(g) + 2\text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(g)$$
Jika gas metana yang terbakar (pada suhu dan tekanan yang sama) sebanyak 1 L, tentukan:
  - Berapa volume  $\text{O}_2$  yang diperlukan?
  - Berapa volume uap air dan gas  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan?
- Diketahui  $A_r$  : Cu = 63,5 ; S = 32 ; O = 16 ; H = 1.  
Tentukan massa molekul  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ !
- Jika diketahui  $A_r$  : Al = 27; S = 32 dan O = 16.
  - Berapa massa 0,5 mol  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ?
  - Berapa jumlah mol dari 684 g  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ?
- Sebanyak 0,5 mol  $\text{N}_2$  direaksikan dengan 3 mol  $\text{H}_2$  menurut reaksi  $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$ .
  - Tentukan pereaksi pembatasnya!
  - Berapa volume  $\text{NH}_3$  (STP) yang dihasilkan?
  - Berapa mol sisa?
- Kadar air kristal dalam suatu hidrat dari  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sebesar 14,5 %.  
Tentukan rumus hidratnya ! ( $A_r$  : Na = 23; C = 12; O = 16 ; H = 1)



## Materi Plus

### Seberapa Efektifkah Garam Beriodium?

Iodium dengan simbol kimia I adalah elemen nonlogam penting yang diperlukan tubuh dalam jumlah renik secara terus-menerus. Kekurangan iodium, khususnya pada anak-anak, sangat mengganggu pertumbuhan dan tingkat kecerdasan.

Oleh sebab itu, Unicef (badan PBB yang mengurus kesejahteraan anak-anak) beberapa waktu silam, melalui dutanya bintang film James Bond 007, Roger Moore, pernah secara khusus datang ke Indonesia untuk mengampanyekan penggunaan garam beriodium. Hal serupa juga dilakukan Pemda Jawa Barat melalui media TVRI Bandung sekitar Februari 2003.

Iodium di alam tidak pernah ditemukan sebagai elemen tunggal, tetapi tersimpan di dalam senyawa, misalnya garam kalium hipoiodat (KIO). Dalam keadaan kering, garam ini sangat stabil sehingga bisa berumur lebih dari lima puluh tahun tanpa mengalami kerusakan. Itulah sebabnya mengapa garam KIO dipakai sebagai suplemen untuk program iodisasi garam (atau garam beriodium).

Garam beriodium mengandung 0,0025 persen berat KIO (artinya dalam 100 g total berat garam terkandung 2,5 mg KIO). Berikut ini dipaparkan cara sederhana untuk menghitung berapa banyak KIO yang dikonsumsi seseorang. Andaikan seorang ibu rumah tangga dalam sehari memasak satu panci sup (kapasitas 2 L) dengan menggunakan dua sendok garam beriodium (misalnya dengan berat 20 g), dan tiap-tiap anggota keluarga pada hari tersebut melahap dua mangkuk (anggap volume total kuah 100 mL). Maka, berat total garam KIO yang dikonsumsi tiap-tiap anggota keluarga itu dalam sehari (dengan asumsi tidak makan garam melalui makanan lainnya) sebesar 0,0000025 g atau 2,5 mikrogram (dari  $0,0025\% \times 20 \text{ g} \times 100 \text{ mL} / 200 \text{ mL}$ ). Jumlah garam yang sangat kecil, namun sangat diperlukan.

Yang menjadi pertanyaan selanjutnya apakah kesemua 2,5 mikrogram KIO tersebut masuk ke dalam tubuh? Kalau tiap-tiap keluarga memiliki kebiasaan menaburkan garam ketika hidangan telah berada di atas meja makan (tidak pada saat memasak) maka jawabannya benar.

Kenyataannya tidak demikian. Hampir semua ibu rumah tangga selalu mencampurkan garam beriodium saat memproses makanan. Kalau hal ini dilakukan, kemungkinan besar iodium yang jumlahnya sangat kecil ini telah lenyap sebagai gas selama memasak.

Secara kimiawi, fenomena tersebut dijelaskan dari proses reduksi KIO. Reaksi reduksi ini sebenarnya berlangsung sangat lambat. Namun, laju reaksi bisa dipercepat jutaan kali lipat dengan bantuan senyawa antioksidan, keasaman larutan, dan panas. Seperti diketahui bahwa semua bahan makanan organik (hewan ataupun tanaman) selalu memiliki antioksidan, dan proses memasak selalu menggunakan panas serta terkadang ada asamnya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan garam beriodium untuk ini menjadi sia-sia.

Percobaan sederhana untuk membuktikan lenyapnya iodium yaitu dengan mencampurkan garam beriodium dengan antioksidan (bisa berupa tumbukan cabai atau bawang) dan asam cuka, yang kemudian direbus. Iodium yang lepas bisa diamati dari larutan kanji sebagai indikator. Apabila berubah menjadi biru, pertanda iodium telah lepas sebagai gas.

### **Makanan laut**

Sangat sulit mengubah kebiasaan ibu rumah tangga yang terbiasa membubuhi garam pada saat memproses makanan. Namun, program pemberian iodium masih bisa dilakukan dengan cara lain tanpa mengubah perilaku, yaitu melalui promosi penggunaan makanan laut. Kandungan iodium dalam makanan laut seperti ikan, kerang, cumi, atau rumput laut berkisar 0,0002 persen. Keuntungan konsumsi iodium melalui makanan laut antara lain elemen iodium tersebut tidak hilang selama pemrosesan masakan. Selain itu, jumlah yang dimakan biasanya juga lebih tinggi (apabila kita mengonsumsi 50 g ikan laut, berarti iodium yang masuk setara 100 mikrogram iodium). Mungkin ini merupakan penjelasan mengapa jarang ditemui kasus kekurangan iodium pada orang-orang Eropa. Karena sejak dulu hingga kini, mereka

mempunyai kebiasaan memakan ikan laut. Setidak-tidaknya, melalui kebiasaan menyajikan ikan (tidak ada daging) sebagai menu utama pada kebanyakan restoran atau kedai-kedai di setiap hari Jumat.

Sayangnya, kebanyakan orang-orang pedalaman Indonesia tidak begitu menggemari makanan laut. Mungkin akibat kebiasaan menu ikan tidak ada, daya beli rendah, atau alergi. Namun, masalah ini masih bisa diatasi dengan mengganti ikan laut dengan rumput laut.

Jepang merupakan negara terdepan dalam konsumsi rumput laut, dan kasus kekurangan iodium juga sangat rendah di negara tersebut. Di sana, rumput laut diproses menjadi anyaman halus yang disebut nori. Nori ini dipakai sebagai berbagai pembungkus makanan, misalnya nasi kepal (onigiri) atau sushi. Selain itu, juga dipakai sebagai campuran penyedap rasa pada mi rebus, seperti ramen atau soba. Mungkin seandainya kita mau meniru, misalnya daun pisang pembungkus lemper diganti lembaran rumput laut, atau mi bakso maupun mi pangsit dibubuhi penyedap dari rumput laut, maka kasus kekurangan iodium akan berkurang di negeri ini.

Pentradisian penggunaan makanan laut hendaknya terus digalakkan karena lebih dari 70 persen dari luas wilayah negeri ini berupa laut.

Sumber: Kompas, 29 April 2003



## Ringkasan

1. Hitungan kimia menggambarkan hubungan kuantitatif antaratom dari unsur dalam zat-zat dan hubungan kuantitatif antarzat dalam suatu reaksi kimia.
2. Massa molekul relatif disebut juga massa molar ( $M_r = \text{jumlah atom unsur} \times A_r \text{ unsur}$ ).
3. Hipotesis Avogadro: Pada suhu dan tekanan yang sama, semua gas dengan volume yang sama akan mengandung jumlah molekul yang sama pula.
4. Konsep mol menggambarkan keterkaitan antara mol (jumlah partikel dalam zat) dengan massa molar atau volume molar.
5. Koefisien reaksi dapat juga menyatakan perbandingan mol zat-zat pereaksi dan hasil reaksi.
6. Hidrat merupakan senyawa kristal padat yang mengandung air kristal ( $H_2O$ ).
7. Pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis bereaksi lebih dahulu dalam reaksi kimia.



### A. Pilihlah jawaban yang tepat!

- Pada pembakaran sempurna 1 L gas asetilena  $C_2H_2$  diperlukan udara (yang mengandung 20% mol oksigen) yang diukur pada P dan T yang sama sebanyak ... L.  
a. 2,5                      d. 10  
b. 5                          e. 12,5  
c. 7,5
- Pembuatan konsentrasi  $Cl^-$  sebesar 0,10 M maka 250 mL larutan  $CaCl_2$  0,15 M harus diencerkan sampai volume ... mL.  
a. 500                      d. 1250  
b. 750                      e. 1500  
c. 1000
- Pada pembakaran 12 g suatu senyawa karbon dihasilkan 22 g gas  $CO_2$  ( $A_r : C = 12, O = 16$ ). Unsur karbon dalam senyawa tersebut sebanyak ... %.  
a. 23                        d. 55  
b. 27                        e. 77  
c. 50
- Jika 100  $cm^3$  suatu oksida nitrogen terurai dan menghasilkan 100  $cm^3$  nitrogen(II) oksida dan 50  $cm^3$  oksigen (semua volume gas diukur pada suhu dan tekanan yang sama) maka oksida nitrogen tersebut yaitu ....  
a. NO                        d.  $N_2O_4$   
b.  $NO_2$                       e.  $N_2O_5$   
c.  $N_2O$
- Pada pemanasan, HgO akan terurai menurut reaksi  $2HgO \rightarrow 2Hg + O_2$ . Pemanasan 108 g HgO menghasilkan 4,8 g  $O_2$ . HgO yang terurai sebanyak ... %.  
( $A_r : Hg = 200, O = 16$ )  
a. 40                        d. 70  
b. 50                        e. 80  
c. 60
- Pupuk urea  $CO(NH_2)_2$  mengandung 42 % N. Jika  $M_r$  Urea = 60 dan  $A_r$  N = 14 maka kemurnian pupuk urea sebesar ... %.  
a. 45                        d. 90  
b. 60                        e. 98  
c. 75
- Sebanyak 10  $cm^3$  hidrokarbon tepat bereaksi dengan 40  $cm^3$  oksigen menghasilkan 30  $cm^3$  karbon dioksida. Jika volume semua gas diukur pada suhu dan tekanan sama, maka rumus hidrokarbon tersebut yaitu ....  
a.  $CH_4$                       d.  $C_3H_6$   
b.  $C_2H_6$                       e.  $C_3H_8$   
c.  $C_3H_4$
- Volume larutan  $H_2SO_4$  0,1 M yang diperlukan untuk mereaksikan 2,7 g logam Al ( $A_r = 27$ ) sebanyak ... L.  
a. 1                          d. 4,5  
b. 1,5                        e. 5  
c. 3
- Jika pada STP volume dari 4,25 g gas sebesar 2,8 L, massa molekul relatif gas tersebut yaitu ....  
a. 26                        d. 32  
b. 28                        e. 34  
c. 30

10. Secara teoritis banyaknya cuplikan dengan kadar belerang 80 %, yang dapat menghasilkan 8 g  $\text{SO}_3$  yaitu ... g. ( $A_r : \text{O} = 16, \text{S} = 32$ )
- 3
  - 4
  - 5
  - 6
  - 7
11. Pada suhu dan tekanan sama, 40 mL  $\text{P}_2$  tepat bereaksi dengan 100 mL  $\text{Q}_2$  menghasilkan 40 mL gas  $\text{P}_x\text{Q}_y$ , harga x dan y yaitu ...
- 1 dan 2
  - 1 dan 3
  - 1 dan 5
  - 2 dan 3
  - 2 dan 5
12. Senyawa berikut yang mengandung jumlah molekul paling banyak yaitu ....
- 10 g  $\text{C}_2\text{H}_6$  ( $M_r = 30$ )
  - 11 g  $\text{CO}_2$  ( $M_r = 44$ )
  - 12 g  $\text{NO}_2$  ( $M_r = 46$ )
  - 17 g  $\text{Cl}_2$  ( $M_r = 71$ )
  - 20 g  $\text{C}_6\text{H}_6$  ( $M_r = 78$ )
13. Sebanyak 76,4 g  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot x \text{H}_2\text{O}$  dipanaskan sehingga air kristal menguap. Di samping itu garam anhidrat yang terjadi terurai menurut reaksi:
- $$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \rightarrow 2\text{NaBO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3$$
- Hasil reaksi yang terjadi ternyata 40,4 g. Jika  $A_r : \text{Na} = 23, \text{B} = 11, \text{H} = 1, \text{O} = 16$  maka harga x yaitu ...
- 2
  - 5
  - 6
  - 10
  - 12
14. Apabila massa atom relatif  $\text{H} = 1, \text{O} = 16, \text{Mg} = 24$  dan  $\text{O} = 35,5$  maka kadar Mg yang terdapat dalam 5,8 g  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  sebesar ...
- 2,4 g
  - 4,2 g
  - 3,30 g
  - 7,50 g
  - 9,15 g
15. Serbuk besi sejumlah 28 g ( $A_r \text{Fe} = 56$ ) direaksikan dengan 20 g belerang ( $A_r \text{S} = 32$ ) sesuai reaksi  $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$ , zat yang tersisa sesudah reaksi selesai yaitu ...
- 2 g belerang
  - 4 g belerang
  - 7 g besi
  - 8 g besi
  - 14 g besi

**B. Jawablah dengan singkat dan jelas!**

- Massa atom C-12 sebesar  $2,04 \times 10^{-27}$  kg dan massa 1 atom X sebesar  $6,8 \times 10^{-27}$  kg. Tentukan  $A_r \text{X}$ !
- Jika diketahui massa atom realtif  $\text{Al} = 27, \text{S} = 32, \text{O} = 16$ , hitunglah berapa mol yang terdapat dalam:
  - 4 g oksigen,
  - 32 g belerang oksida,
  - 17,1 g aluminium sulfat?
- Pada suhu dan tekanan tertentu massa dari 6 L gas nitrogen monoksida ( $\text{NO}$ ) sebesar 7,5 g. Pada suhu dan tekanan yang sama tentukanlah massa dari 48 L gas belerang dioksida  $\text{SO}_2$ !
- Berapa persenkah kadar N dan S dalam senyawa ZA atau  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ?
- Massa molekul relatif suatu senyawa dianalisis 58. Jika senyawa itu terdiri dari 82,8 % karbon dan 17,2 % hidrogen, tentukan rumus molekulnya!



## Latihan Ulangan Blok 2

### A. Pilihlah jawaban yang tepat!

- Berikut ini yang *bukan* termasuk rumus molekul yaitu . . . .
  - $C_2H_2$
  - $CH_2$
  - $C_2H_4$
  - $C_6H_{12}O_6$
  - $C_4H_8$
- Rumus molekul dari  $C_2H_5OH$  yaitu . . . .
  - $C_2H_5OH$
  - $C_4H_{10}O_2H_2$
  - $C_2H_6O$
  - $CH_3O$
  - $CH_3OH$
- Rumus kimia dari besi (II) klorida yaitu . . . .
  - $FeCl$
  - $Fe_2Cl$
  - $Fe_2Cl_2$
  - $FeCl_2$
  - $FeCl_3$
- Rumus molekul dan rumus empiris dari senyawa yang mengandung 4 atom karbon dan 8 atom hidrogen yaitu . . . .
  - $C_4H_8$  dan  $C_2H_4$
  - $C_2H_4$  dan  $CH_2$
  - $CH_2$  dan  $C_4H_8$
  - $C_4H_8$  dan  $CH_2$
  - $C_2H$  dan  $C_8H_4$
- Jumlah kation dan anion yang terdapat pada senyawa  $FePO_4$  yaitu . . . .
  - +1 dan -4
  - +4 dan -1
  - +2 dan -1
  - +2 dan -3
  - +3 dan -3
- Rumus kimia yang terbentuk dari  $Hg^{2+}$  dan  $NO_3^-$  yaitu . . . .
  - $Hg(NO_3)_2$
  - $Hg_2NO_3$
  - $HgNO_3$
  - $Hg(NO_3)_3$
  - $Hg_3(NO_3)_2$
- Supaya reaksi berikut setara:  
 $aFe_2S_3 + bH_2O + cO_2 \rightarrow dFe(OH)_3 + eS$   
maka nilai a, b, c, dan d berturut-turut yaitu . . . .
  - 1, 3, 2, 2, 3
  - 2, 6, 4, 2, 3
  - 2, 6, 3, 4, 6
  - 4, 6, 3, 4, 12
  - 2, 6, 6, 4, 6
- Aluminium bereaksi dengan asam sulfat membentuk aluminium sulfat dan gas hidrogen. Persamaan reaksi yang benar untuk proses tersebut yaitu . . . .
  - $Al_2 + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 6H_2$
  - $2Al + H_2SO_4 \rightarrow Al_2SO_4 + H_2$
  - $Al + H_2SO_4 \rightarrow AlSO_4 + H_2$
  - $3Al + 2H_2SO_4 \rightarrow Al(SO_4)_2 + 2H_2$
  - $2Al + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2$
- Di antara persamaan reaksi berikut yang sudah setara yaitu . . . .
  - $2Al + H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2$
  - $2NH_3 + 7O_2 \rightarrow 2NO_2 + 3H_2O$
  - $C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow CO_2 + 3H_2O$
  - $Fe_2O_3 + HCl \rightarrow 2FeCl_3 + 3H_2O$
  - $H_2SO_4 + 2KOH \rightarrow K_2SO_4 + H_2O$
- Nama yang *tidak* sesuai dengan rumus kimia senyawanya yaitu . . . .
  - $N_2O_3$  = dinitrogen trioksida
  - $CO_2$  = karbon monoksida
  - $P_2O_5$  = diphosphor pentaoksida
  - $Al_2O_3$  = dialuminium trioksida
  - $Cl_2O_3$  = diklor trioksida

11. Massa atom sebelum dan sesudah reaksi sama, dinyatakan oleh . . . .
- Lavoisier
  - Proust
  - Avogadro
  - Dalton
  - Gay Lussac
12. Suatu contoh hukum perbandingan berganda Dalton yaitu pembentukan pasangan senyawa . . . .
- H<sub>2</sub>O dan HCl
  - CH<sub>4</sub> dan CCl<sub>4</sub>
  - SO<sub>2</sub> dan SO<sub>3</sub>
  - CO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub>
  - NH<sub>3</sub> dan PH<sub>3</sub>
13. Perbandingan massa atom dalam suatu senyawa tetap. Pernyataan ini dikemukakan oleh . . . .
- Lavoisier
  - Proust
  - Dalton
  - Gay Lussac
  - Avogadro
14. Unsur N dan O dapat membentuk senyawa NO dan NO<sub>2</sub>. Pada massa oksigen yang sama, perbandingan massa unsur O pada kedua senyawa tersebut memiliki perbandingan . . . . (A<sub>r</sub> : N = 14 ; O = 16)
- 1 : 2
  - 2 : 3
  - 3 : 2
  - 2 : 1
  - 1 : 3
15. Diketahui reaksi:
- $$2C(s) + O_2(g) \rightarrow 2CO(g)$$
- | Massa atom C | Massa atom O |
|--------------|--------------|
| 6 g          | 8 g          |
| 10,5 g       | 14 g         |
| 15 g         | 20 g         |
- Perbandingan massa unsur C dan massa unsur O dalam senyawa CO yaitu . . . .
- 2 : 1
  - 3 : 2
  - 2 : 4
  - 3 : 4
  - 4 : 3
16. Volume gas-gas yang bereaksi dengan volume gas-gas hasil reaksi, jika diukur pada suhu dan tekanan yang sama, berbanding sebagai bilangan bulat dan sederhana. Pernyataan tersebut dikemukakan oleh . . . .
- Avogadro
  - Lavoisier
  - Proust
  - Gay Lussac
  - Dalton
17. Jika 35 g besi bereaksi dengan belerang menghasilkan 55 g besi(II) belerang, menurut hukum Proust, massa belerang (Fe : S = 7 : 4) sebanyak . . . .
- 20 g
  - 35 g
  - 55 g
  - 75 g
  - 90 g
18. Persamaan reaksi:
- $$aC_2H_6(g) + bO_2(g) \rightarrow cCO_2 + dH_2O(g)$$
- akan memenuhi hukum Lavoisier, jika a, b, c, dan d berturut-turut . . . .
- 2, 4, 7, 6
  - 2, 7, 4, 6
  - 2, 6, 7, 4
  - 2, 4, 6, 7
  - 2, 6, 4, 7
19. Perbandingan H : O = 1 : 8 dalam senyawa air. Jika H<sub>2</sub>O sebanyak 45 g, massa oksigen dan massa hidrogen sebanyak . . . g.
- 45 dan 5
  - 40 dan 5
  - 5 dan 8
  - 5 dan 9
  - 8 dan 9
20. Berdasarkan persamaan reaksi (pada T, P) sama:
- $$MnO_2 + HCl \rightarrow MnCl_2 + H_2O + Cl_2$$
- maka perbandingan volumenya yaitu . . . .
- 1, 2, 1, 4, 1
  - 1, 4, 1, 2, 1
  - 2, 1, 4, 1, 1
  - 1, 4, 1, 1, 2
  - 2, 1, 1, 4, 1

21. Jika diketahui  $A_r$  : Al = 27; S = 32 dan O = 16,  $M_r$   $Al_2(SO_4)_3$  sebesar . . . .
- 123
  - 150
  - 214
  - 310
  - 342
22. Setengah mol unsur karbon (C) mengandung atom C sebanyak . . . .
- $12,04 \times 10^{23}$
  - $12 \times 10^{23}$
  - $6,02 \times 10^{23}$
  - $3,01 \times 10^{23}$
  - $0,6 \times 10^{23}$
23. Pada suhu dan tekanan yang sama, semua gas dengan volume yang sama akan mengandung jumlah molekul yang sama pula. Pernyataan ini dikemukakan oleh . . . .
- Proust
  - Lavoisier
  - Avogadro
  - Dalton
  - Gay Lussac
24. Satu mol zat menyatakan banyaknya zat yang mengandung jumlah partikel sama dengan jumlah partikel dalam . . . .
- 14 g C-18
  - 14 g C-17
  - 14 g C-14
  - 12 g C-12
  - 12 g C-13
25. Perhatikan reaksi berikut.  
 $A + B \rightarrow C + D$   
 Gas A bereaksi dengan gas B membentuk gas C dan D. Jika dalam reaksi tersebut masih tersisa gas A maka yang disebut pereaksi pembatas yaitu gas . . . .
- A
  - B
  - C
  - D
  - A dan B
26. Jika kristal barium klorida ( $M_r = 208$ ) mengandung 14,75 % air kristal ( $M_r$  air = 18) maka rumus kristal barium klorida yaitu . . . .
- $BaCl_2 \cdot H_2O$
  - $BaCl_2 \cdot 2H_2O$
  - $BaCl_2 \cdot 3H_2O$
  - $BaCl_2 \cdot 4H_2O$
  - $BaCl_2 \cdot 5H_2O$
27. Jika pada keadaan (STP) volume dari 4,25 g gas sebesar 2,8 L maka massa molekul relatif gas tersebut yaitu . . . .
- 26
  - 28
  - 30
  - 32
  - 34
28. Jika diketahui massa atom relatif Fe = 56, S = 32, dan O = 16, massa besi yang terdapat dalam 4 g  $Fe_2(SO_4)_3$  yaitu . . . .
- 4,00 g
  - 1,12 g
  - 0,56 g
  - 0,28 g
  - 0,01 g
29. Pengolahan besi dari bijinya dilakukan menurut reaksi:  
 $Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2FeO + CO_2$   
 Jumlah partikel CO yang diperlukan pada reaksi agar dihasilkan 0,224 L gas  $CO_2$  (STP) yaitu . . . .
- $0,06 \times 10^{23}$
  - $0,12 \times 10^{23}$
  - $0,72 \times 10^{23}$
  - $12,00 \times 10^{23}$
  - $60,00 \times 10^{23}$
30. Diketahui reaksi:  
 $Fe + S \rightarrow FeS$   
 Jika 10 g besi dicampur dengan 3,2 g S, massa FeS yang dihasilkan ( $A_r$  : Fe = 56; S = 32) yaitu . . . .
- 13,2 g
  - 8,8 g
  - 5,6 g
  - 3,2 g
  - 2,8 g
- B. Jawablah dengan singkat dan jelas!**
1. Setarakan persamaan reaksi berikut!
- $ZnCl_2 + NaOH \rightarrow Zn(OH)_2 + NaCl$
  - $CuCO_2 + HCl \rightarrow CuCl_2 + CO_2 + H_2O$
  - $Fe_2O_3 + 2CO \rightarrow Fe + CO_2$
  - $NH_4NO_3 \rightarrow N_2O + H_2O$
  - $C_2H_5OH + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$



2. Tuliskan persamaan reaksi setara untuk reaksi berikut!
  - a. Logam natrium bereaksi dengan gas klor membentuk natrium klorida.
  - b. Gas nitrogen bereaksi dengan gas hidrogen membentuk gas amonia.
  - c. Pembakaran glukosa menghasilkan air dan gas karbon dioksida.
  - d. Penguraian padatan kalium klorat ( $\text{KClO}_3$ ) akibat pemanasan membentuk padatan kalium klorida ( $\text{KCl}$ ) dan gas klor.
  - e. Larutan ammonium klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) bereaksi dengan larutan timbal nitrat ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ) menghasilkan larutan ammonium nitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) dan endapan (padatan) timbal klorida ( $\text{PbCl}_2$ ).
3. Tuliskan rumus molekul zat-zat berikut!
  - a. dinitrogen tetraoksida
  - b. karbon disulfida
  - c. timah(IV) oksida
  - d. besi(III) sulfida
  - e. aluminium sulfat
4. Tuliskan rumus empiris zat-zat berikut!
  - a. magnesium fosfat
  - b. besi(III) karbonat
  - c. barium fosfat
  - d. fero sulfida
  - e. dinitrogen oktaoksida
5. Tuliskan rumus kimia senyawa yang terbentuk dari kation dan anion berikut!
  - a.  $\text{Sn}^{2+}$  dan  $\text{MnO}_4^{2-}$
  - b.  $\text{Al}^{3+}$  dan  $\text{SiO}_3^{2-}$
  - c.  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{NO}_3^-$
  - d.  $\text{Pb}^{4+}$  dan  $\text{PO}_4^{3-}$
  - e.  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{NO}_2^-$
6. a. Bagaimana bunyi hukum perbandingan berganda dari Dalton?  
 b. Bagaimana perbandingan massa O dalam senyawa CO dan  $\text{CO}_2$ ?
7. Diketahui persamaan reaksi:  

$$\text{N}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{g})$$
 Jika volume gas  $\text{H}_2$  sebanyak 60 mL, pada (T, P) sama, tentukan:
  - a. Volume gas  $\text{N}_2$  dan  $\text{NH}_3$ ,
  - b. Perbandingan volume antara  $\text{N}_2 : \text{H}_2 : \text{NH}_3$ !
  - c. Apakah berlaku hukum Gay Lussac?
8. Berapa massa N yang terdapat dalam 200 g pupuk ZA yang mengandung 98 % massa  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  ( $A_r : \text{H} = 1, \text{N} = 14, \text{O} = 16, \text{S} = 32$ )?
9. Diketahui massa atom relatif besi = 56 dan oksigen = 16. Tentukanlah perbandingan massa besi dan massa oksigen dalam besi(III) oksida! Berapa massa besi yang diperlukan untuk membuat 50 g besi(III) oksida?
10. Diketahui  $A_r : \text{C} = 12, \text{H} = 1, \text{dan} \text{N} = 14$ .  
 Berapa molkah zat-zat di bawah ini?
  - a. 3,2 g  $\text{CH}_4$
  - b. 170 g  $\text{NH}_3$
  - c. 5,6 g  $\text{NH}_3$  (STP)



## Latihan Ulangan Semester

### A. Pilihlah jawaban yang tepat!

- Diketahui beberapa unsur  $^{12}_6\text{P}$ ,  $^{14}_6\text{Q}$ ,  $^{14}_7\text{R}$ ,  $^{15}_8\text{S}$ ,  $^{16}_8\text{T}$ .  
Pasangan unsur-unsur yang isobar yaitu . . .
  - P dan Q
  - Q dan R
  - R dan S
  - S dan T
  - Q dan T
- Konfigurasi elektron ion  $\text{M}^{2+}$  adalah 2, 8, 18, 8. Nomor atom M yaitu . . .
  - 36
  - 38
  - 34
  - 26
  - 28
- Jika suatu unsur Y mempunyai dua isotop  $^{42}\text{Y}$  dan  $^{44}\text{Y}$  dan massa atom relatifnya 43,7 maka perbandingan persentase kedua isotop tersebut di alam yaitu . . .
  - 10 : 90
  - 15 : 85
  - 25 : 75
  - 50 : 50
  - 60 : 40
- Sebanyak 4 buah elektron valensi suatu unsur menempati kulit M. Nomor atom unsur tersebut yaitu . . .
  - 8
  - 12
  - 13
  - 14
  - 24
- Nomor atom Al sebesar 13. Jumlah elektron yang terdapat dalam  $\text{Al}^{3+}$  sebanyak . . .
  - 10
  - 11
  - 12
  - 13
  - 18
- Unsur A, B, C, D, E berturut-turut mempunyai nomor atom 7, 12, 15, 33, dan 38. Di antara kelima unsur tersebut yang mempunyai jari-jari atom terpanjang yaitu . . .
  - A
  - B
  - C
  - D
  - E
- Umumnya energi ionisasi tingkat pertama selalu lebih kecil daripada energi ionisasi tingkat kedua, ketiga, dan seterusnya. Hal itu disebabkan oleh . . .
  - elektron yang dilepas semakin dekat dengan inti atom.
  - elektron yang dilepas semakin jauh dengan inti atom.
  - elektron yang dilepas semakin banyak.
  - elektron yang dilepas semakin tinggi derajat ionisasinya.
  - elektron yang ditangkap semakin sedikit.
- Pernyataan berikut yang benar mengenai tabel periodik modern yaitu . . .
  - Semua golongan mengandung unsur logam maupun nonlogam.
  - Pada golongan VII, titik leleh unsur-unsurnya meningkat seiring dengan meningkatnya nomor atom.
  - Pada golongan I, reaktifitas berkurang seiring dengan meningkatnya nomor atom.

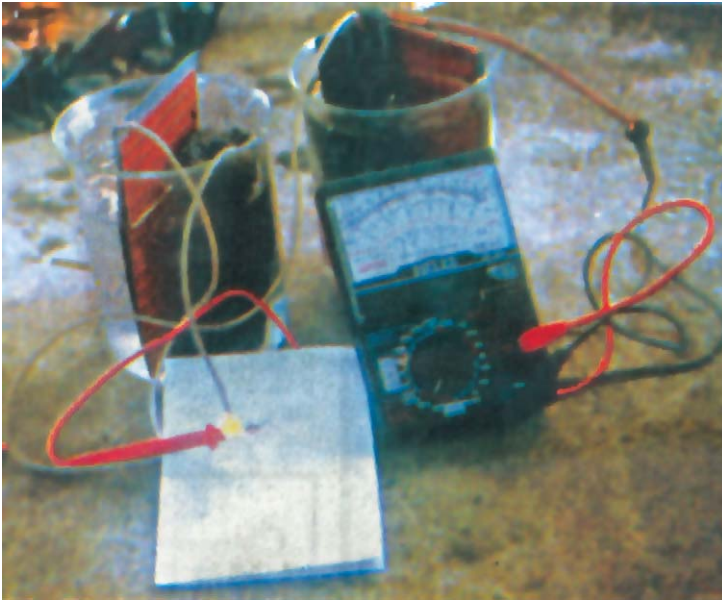
- d. Unsur-unsur dalam satu periode semakin bersifat logam seiring dengan meningkatnya nomor atom.
- e. Atom dari unsur-unsur pada golongan yang sama memiliki jumlah elektron yang sama.
9. Bahan berikut yang dapat menghantarkan listrik melalui pergerakan ion-ionnya yaitu . . . .
- larutan NaCl
  - raksa
  - grafit
  - logam tembaga
  - lelehan timbal
10. Suatu unsur X dapat membentuk senyawa  $\text{Na}_2\text{X}$ ,  $\text{XO}_2$ , dan  $\text{XO}_3$ . Unsur X tersebut yaitu . . . .
- karbon
  - klorin
  - timbal
  - nitrogen
  - sulfur
11. Di antara bahan berikut yang merupakan konduktor listrik terbaik dalam bentuk lelehannya yaitu . . . .
- asam etanoat
  - gula
  - sulfur
  - timbal(II) iodida
  - lilin parafin
12. Kelompok senyawa berikut yang semuanya merupakan senyawa polar yaitu . . . .
- $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{CO}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{HCl}$
  - $\text{MgO}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$
  - $\text{SO}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{NH}_3$
13. Senyawa di bawah ini yang ikatan antaratomnya terdiri dari dua buah ikatan kovalen rangkap dua yaitu . . . .
- $\text{SO}_2$
  - $\text{SO}_3$
  - $\text{CO}_2$
  - $\text{NO}_2$
  - $\text{Al}_2\text{O}_3$
14. Rumus kimia yang paling tepat untuk karbon tetraklorida yaitu . . . .
- $\text{CCl}$
  - $\text{CCl}_2$
  - $\text{C}_2\text{Cl}_3$
  - $\text{C}_2\text{Cl}_4$
  - $\text{CCl}_4$
15. Apabila ion tembaga(II) bergabung dengan ion karbonat akan membentuk senyawa tembaga(II) karbonat dengan rumus kimia . . . .
- $\text{CuCO}_3$
  - $\text{Cu}_2\text{CO}_3$
  - $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2$
  - $\text{CuCO}_2$
  - $\text{CuCO}$
16. Nama yang tepat untuk  $\text{CH}_3\text{COOH}$  yaitu . . . .
- Asam asetat
  - Asam oksalat
  - Asam karbonat
  - Asam fosfat
  - Asam kromat
17. Pada reaksi:  
 $\text{KMnO}_4 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$   
 Agar persamaannya setara maka ditambahkan koefisien berturut-turut . . . .
- 2, 8, 10, 1, 5, 2, 6
  - 2, 10, 8, 2, 5, 1, 6
  - 2, 8, 10, 2, 5, 1, 6
  - 2, 10, 8, 1, 5, 2, 6
  - 2, 6, 8, 1, 5, 2, 6
18. Jumlah atom oksigen yang terdapat dalam 2 satuan kalsium asetat  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  yaitu . . . .
- 2
  - 4
  - 6
  - 8
  - 10
19. Contoh hukum perbandingan berganda Dalton yaitu . . . .
- $\text{CO}_2$  dan  $\text{NO}_2$
  - $\text{NO}_3$  dan  $\text{SO}_3$
  - $\text{PO}_3$  dan  $\text{PO}_4$
  - $\text{NaCl}$  dan  $\text{AlCl}_4$
  - $\text{FeO}$  dan  $\text{FeS}$

20. Sebanyak 4 g hidrogen direaksikan dengan 24 g oksigen. Massa air yang terbentuk yaitu . . . .
- 14 g
  - 15 g
  - 16 g
  - 17 g
  - 18 g
21. Perbandingan massa Fe : massa S yaitu 7 : 4, untuk membentuk senyawa besi sulfida. Apabila 30 g Fe dan 4 g S dibentuk menjadi senyawa sulfida maka massa besi sulfida sebesar . . . .
- 11 g
  - 12 g
  - 13 g
  - 14 g
  - 15 g
22. Gas belerang direaksikan dengan gas oksigen dengan persamaan reaksi:  $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$ . Apabila volume diukur pada suhu dan tekanan yang sama maka perbandingan volume gas  $\text{SO}_2 : \text{O}_2 : \text{SO}_3$  yaitu . . . .
- 1 : 1 : 1
  - 1 : 2 : 1
  - 2 : 1 : 1
  - 2 : 1 : 2
  - 3 : 2 : 1
23. Apabila standar mol dipilih isotop  $^{12}\text{C}$  yang massanya 12 g, tetapan Avogadro = L, dan massa 1 mol unsur x = 9/4 massa 1 mol karbon maka jumlah partikel yang dimiliki oleh 12 g unsur x yaitu . . . atom.
- 9/4 L
  - 12/9 L
  - 1 L
  - 9/12 L
  - 4/9 L
24. Apabila diketahui sejumlah gas  $\text{O}_2$  dan  $\text{CO}_2$  mempunyai berat yang sama maka . . . .
- keduanya mempunyai jumlah molekul yang sama
  - pada keadaan standar keduanya mempunyai volume sama
  - pada keadaan standar keduanya mempunyai tekanan sama
  - banyaknya mol kedua gas tersebut berbanding terbalik dengan berat molekulnya
  - Jawaban b dan c benar
25. Pada tekanan dan suhu yang sama gas amonia dan gas oksigen masing-masing sebanyak 4 L direaksikan dengan persamaan:  $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ . Setelah reaksi . . . .
- kedua gas habis bereaksi
  - gas amonia habis bereaksi, gas oksigen tersisa
  - gas amonia tersisa, gas oksigen habis bereaksi
  - kedua gas sama tersisa
  - gas  $\text{NO}_2$  terbentuk sebanyak 4 g
26. Sebanyak 7 g unsur X tepat bereaksi dengan 3 g oksigen membentuk senyawa dengan rumus  $\text{X}_2\text{O}_3$ . Jika diketahui massa atom relatif oksigen = 16 maka massa atom relatif unsur X yaitu . . . .
- 11
  - 18
  - 21
  - 28
  - 56
27. Jika diketahui massa atom relatif H = 1, C = 12, O = 16 dan massa molekul relatif  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 = 60$  maka massa atom relatif N sebesar . . . .
- 7
  - 14
  - 15
  - 20
  - 28
28. Dalam 1 L gas-gas berikut ini yang mengandung jumlah molekul terbanyak yaitu . . . .
- $\text{C}_4\text{H}_{10}$
  - $\text{C}_3\text{H}_8$
  - CO
  - $\text{N}_2\text{O}_4$
  - semua sama

29. Dengan penetapan massa 1 atom C-12 = 1 sma, ternyata massa atom relatif H = 1 dan O = 16. Apabila massa 1 atom C-12 ditetapkan = 20 sma, massa molekul relatif H<sub>2</sub>O sebesar . . . .
- 10,8
  - 12
  - 18
  - 20
  - 30
30. Jika 500 molekul X<sub>2</sub> direaksikan dengan 750 molekul Y<sub>2</sub> maka akan menghasilkan molekul XY<sub>2</sub> sebanyak . . . molekul.
- 1.250
  - 750
  - 500
  - 375
  - 250

**B. Jawablah dengan singkat dan jelas!**

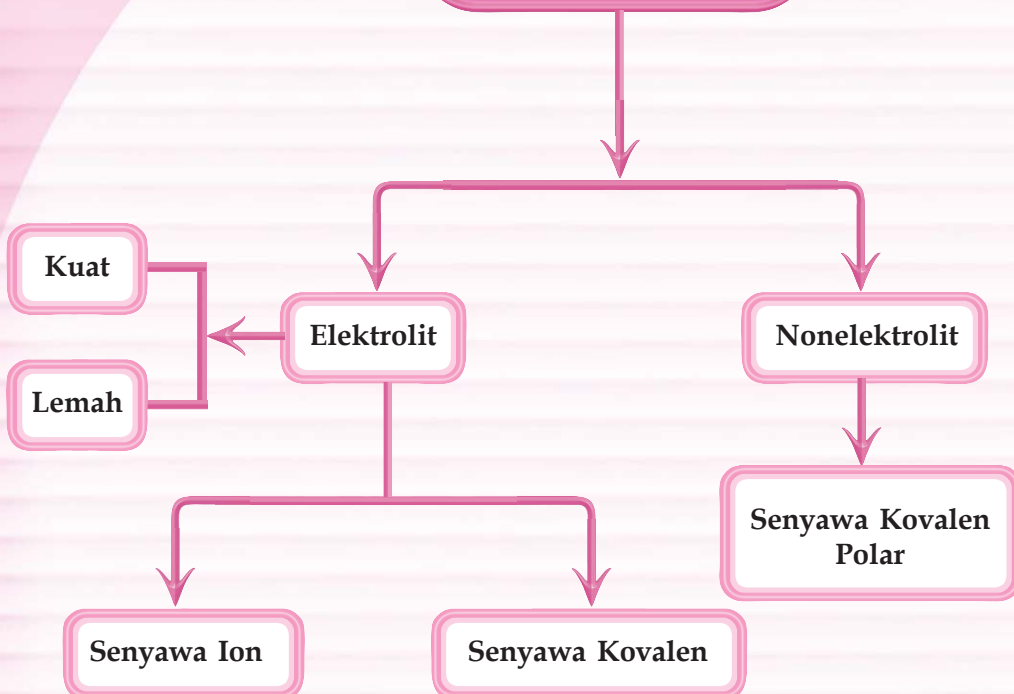
- Suatu unsur mempunyai nomor massa 80 dan neutron sebanyak 45. Berapa nomor atom unsur tersebut dan tentukan letaknya pada Tabel Periodik Unsur!
- Mengapa unsur-unsur mengadakan ikatan kimia?
- Apa hubungan antara konfigurasi elektron dengan letak suatu unsur dalam Tabel Periodik Unsur?
- Tuliskan simbol untuk senyawa-senyawa berikut!
  - Timbal(IV) oksida
  - Kobalt(II) iodida
  - Tembaga(II) klorida
  - Kromium(III) klorida
  - Dinitrogen monoksida
  - Fosfor triklorida
  - Natrium fosfat
  - Natrium bikarbonat
- Sebanyak 0,5 mol N<sub>2</sub> direaksikan dengan 3 mol H<sub>2</sub> menurut reaksi.
 
$$\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$$
  - Tentukan pereaksi pembatasnya!
  - Berapa volume NH<sub>3</sub> (STP) yang dihasilkan?



Beberapa waktu yang lalu, sebuah lembaga penelitian di Yogyakarta menyatakan bahwa dua liter air laut yang dialirkan ke rangkaian grafit dan seng, mampu menghasilkan tegangan 1,6 V. Hasil ini telah dibuktikan melalui eksperimen. Mengapa air laut mampu menyalakan lampu? Bagaimana mekanismenya? Apakah semua jenis larutan dapat menyalakan lampu?

Dalam bab ini, Anda akan mempelajari bagaimana suatu larutan dapat menghantarkan arus listrik dan melakukan percobaan untuk mengetahui berbagai jenis larutan yang dapat menghantarkan arus listrik. Oleh karena itu, setelah mempelajarinya Anda diharapkan mampu menjelaskan bagaimana air laut dapat menyalakan lampu.

# Larutan



## A. Larutan

### 1. Definisi Larutan

Larutan merupakan sistem homogen yang terdiri dari zat terlarut dan pelarut. Pelarut yang sering dipakai dalam melarutkan zat terlarut adalah air.

Zat terlarut memiliki dua sifat berdasarkan perilakunya apabila arus listrik dialirkan. Sifat pertama, zat terlarut dapat menghantarkan arus listrik, sehingga larutan yang terbentuk mengalami perubahan kimia dan mampu menghantarkan arus listrik. Larutan tersebut dinamakan *larutan elektrolit*. Sifat kedua, zat yang apabila dilarutkan ke dalam air tidak dapat menghantarkan arus listrik dan tidak ada perubahan kimia, sehingga larutan yang terbentuk dinamakan *larutan nonelektrolit*.

Semua larutan anorganik, baik asam, basa, maupun garam memiliki sifat mampu menghantarkan arus listrik. Sedangkan semua larutan yang berasal dari zat organik seperti gula tebu, manosa, glukosa, gliserin, etanol, dan urea, tidak mampu menghantarkan arus listrik.

### 2. Daya Hantar Larutan

Air yang murni tidak akan menghantarkan listrik. Tetapi jika zat yang bersifat asam, basa, maupun garam telah dilarutkan di dalamnya, larutan yang dihasilkan akan mampu menghantarkan arus listrik.

Secara sederhana, kemampuan suatu larutan untuk menghantarkan listrik dapat diuji dengan alat uji elektrolit. Alat uji elektrolit tersebut terdiri atas sebuah bejana yang dihubungkan dengan dua buah elektrode. Elektrode-elektrode tersebut dihubungkan pada saklar dan lampu. Jika larutan elektrolit dimasukkan ke dalam bejana tersebut, lampu akan menyala. Sedangkan jika larutan nonelektrolit yang dimasukkan, lampu tidak akan menyala. Arus listrik dalam larutan elektrolit dihantarkan oleh migrasi partikel-partikel bermuatan.

Selain ditandai dengan menyalnya lampu, pada larutan elektrolit juga terdapat perubahan-perubahan kimia yang dapat diamati. Salah satu perubahan tersebut berupa timbulnya gelembung-gelembung gas, perubahan warna larutan, atau bahkan terbentuk endapan.



Tabel berikut menyajikan contoh pengujian daya hantar listrik dari beberapa larutan.

**Tabel Daya Hantar Listrik Beberapa Larutan**

Larutan	Rumus Senyawa	Nyala Lampu	Gelembung Gas
Air suling	H <sub>2</sub> O	–	–
Alkohol 70%	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	–	–
Larutan hidrogen klorida	HCl	terang	ada
Larutan natrium hidroksida	NaOH	terang	ada
Larutan amonia	NH <sub>3</sub>	terang	ada
Larutan natrium klorida	NaCl	terang	ada
Larutan asam sulfat	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	terang	ada



## Mari Mencoba

### Daya Hantar Listrik dari Larutan

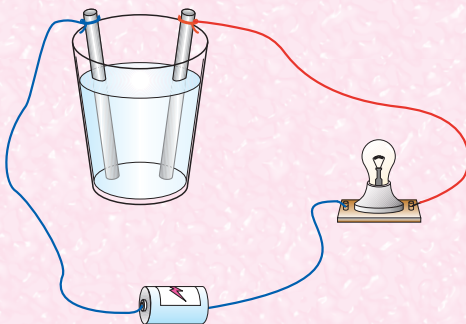
**Tujuan:** mengamati gejala-gejala hantaran arus listrik dalam berbagai larutan.

#### Alat dan Bahan

1. gelas beker
2. sumber listrik baterai
3. kabel listrik
4. lampu kecil
5. batang karbon
6. air sumur
7. larutan garam dapur
8. larutan cuka makan
9. larutan gula
10. alkohol

#### Cara Kerja

1. Susunlah alat seperti gambar berikut!



2. Amati gejala apa yang timbul pada lampu dan ujung batang karbon saat saklar disambungkan untuk tiap-tiap larutan!

## Hasil Pengamatan

Larutan	Gejala pada Bola Lampu	Gejala pada Batang Karbon
air sumur	...	...
garam	...	...
cuka makan	...	...
gula	...	...
air kapur	...	...
alkohol	...	...

### Pertanyaan:

- Larutan apa saja yang menunjukkan gejala timbulnya nyala pada bola lampu?
- Larutan apa saja yang menunjukkan gejala timbulnya gelembung pada batang karbon?
- Larutan apa saja yang tidak menunjukkan kedua gejala di atas?

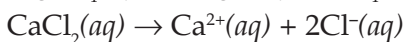
Kesimpulan apa yang diperoleh dari percobaan ini?

### 3. Kekuatan Daya Hantar Larutan

Sebagaimana disebutkan di atas, bahwa arus listrik dalam larutan elektrolit dihantarkan oleh partikel-partikel bermuatan. Untuk menjelaskan fakta tersebut, Svante August Arrhenius (1884) mengemukakan teorinya tentang dissosiasi atau ionisasi elektrolit.

Teori ini menyebutkan bahwa zat elektrolit apabila dilarutkan dalam air, akan berdisosiasi menjadi atom-atom atau gugus atom yang bermuatan. Atom-atom atau gugus atom bermuatan tersebut merupakan ion-ion yang menghantarkan arus dalam elektrolit secara migrasi. Ion-ion tersebut bermuatan positif (kation) dan bermuatan negatif (anion) serta bergerak menuju elektrode yang muatannya berlawanan.

Reaksi ionisasi atau dissosiasi elektrolit tersebut merupakan reaksi bolak-balik (*reversible*). Ionisasi elektrolit dapat dinyatakan dengan persamaan reaksi:



Oleh karena larutan harus bersifat netral, besarnya jumlah total muatan-muatan positif harus sama dengan muatan negatif dalam suatu larutan. Jumlah muatan yang dibawa oleh sebuah ion besarnya sama dengan valensi ion tersebut. Berdasarkan kemampuannya dalam menghantarkan arus listrik, larutan elektrolit dibagi menjadi dua macam, yaitu:

- a. Larutan elektrolit kuat, yaitu larutan yang memiliki daya hantar listrik besar. Larutan elektrolit kuat terionisasi sempurna di dalam air. Jika diuji dalam pengujian elektrolit sederhana, lampu akan menyala terang. Contoh larutan elektrolit kuat antara lain larutan NaCl, KOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dan HCl.
- b. Larutan elektrolit lemah, yaitu larutan yang memiliki daya hantar kecil karena tidak semua zat terionisasi, atau hanya mengalami ionisasi sebagian. Jika diuji dengan pengujian elektrolit sederhana, lampu akan menyala redup. Contoh larutan elektrolit lemah adalah larutan cuka dan amonia.

Larutan nonelektrolit tidak akan terionisasi dalam larutan. Proses ionisasi dipengaruhi oleh konsentrasi. Untuk membedakan larutan elektrolit dan nonelektrolit, dapat menggunakan derajat disosiasi ( $\alpha$ ). *Derajat disosiasi* adalah fraksi molekul yang benar-benar terdissosiasi. Atau dapat juga merupakan perbandingan mol zat terionisasi dengan mol zat mula-mula. Derajat disosiasi dapat dinyatakan dengan rumus:

$$\alpha = \frac{\text{mol zat terionisasi}}{\text{mol zat mula-mula}}$$

Nilai  $\alpha$  dapat berubah-ubah, antara 0 dan 1, dengan ketentuan sebagai berikut.

$\alpha = 1$ , larutan terdissosiasi sempurna = elektrolit kuat

$0 < \alpha < 1$ , larutan terdissosiasi sebagian = elektrolit lemah

$\alpha = 0$ , larutan tidak terdissosiasi = nonelektrolit

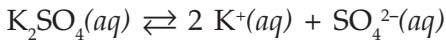
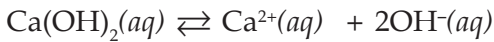
#### 4. Larutan Elektrolit dan Ikatan Kimia

Kemampuan untuk menghantarkan arus listrik tidak hanya dimiliki oleh senyawa ionik. Beberapa senyawa kovalen juga mampu menghantarkan listrik. Meski demikian, senyawa kovalen dan ionik memiliki beberapa perbedaan dalam menghantarkan arus listrik.

##### a. Senyawa ionik

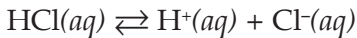
Senyawa ionik adalah senyawa yang atom-atomnya berikatan secara ionik. Ikatan ionik adalah ikatan yang dihasilkan dari perpindahan elektron dari satu atom ke atom lain. Satu atom memberikan satu atau lebih dari elektron terluarnya. Atom yang kehilangan elektron menjadi ion positif (kation) dan atom yang menerima elektron menjadi ion negatif (anion).

Dalam larutan, senyawa ionik akan terurai sempurna menjadi ion-ionnya yang bergerak bebas. Ion-ion itulah yang menghantarkan arus listrik. Dalam larutan, senyawa ionik pada umumnya membentuk larutan elektrolit kuat.

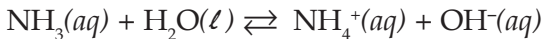
**Contoh:****b. Senyawa kovalen**

Senyawa kovalen adalah senyawa yang atom-atomnya berikatan secara kovalen. Ikatan kovalen terjadi akibat penggunaan bersama-sama pasangan elektron oleh dua atom. Senyawa kovalen nonpolar timbul karena perbedaan elektronegativitas antaratom yang sangat kecil, bahkan hampir sama. Sementara itu, senyawa kovalen polar timbul karena perbedaan elektronegativitas yang cukup besar antara dua atom. Hal tersebut menyebabkan salah satu atom lebih positif dan yang lain lebih negatif.

Larutan senyawa kovalen polar mampu menghantarkan arus listrik dengan baik. Hal tersebut terjadi karena senyawa kovalen polar dalam air akan terdissosiasi menjadi ion-ionnya.

**Contoh:**

Beberapa senyawa kovalen polar tidak terdissosiasi sempurna dalam pelarut air sehingga memiliki kemampuan daya hantar listrik yang rendah. Hal ini karena dalam pelarut air, hanya sedikit dari zat tersebut yang terdissosiasi membentuk ion.

**Contoh:**

## B. Reaksi Oksidasi-Reduksi

Reaksi kimia tidak pernah lepas dari berbagai fenomena alam yang ada di sekitar kita. Sebagai contoh, keberadaan oksigen dalam udara sesungguhnya merupakan lingkaran proses kimia yang dilakukan oleh tumbuhan dan manusia dengan bantuan matahari. Tumbuhan memanfaatkan  $\text{CO}_2$  yang dibuang manusia untuk proses fotosintesis dengan bantuan sinar matahari. Proses fotosintesis tersebut menghasilkan  $\text{O}_2$  yang dihirup oleh manusia. Manusia mengeluarkan  $\text{CO}_2$  dan dimanfaatkan oleh tumbuhan, begitu seterusnya membentuk sebuah siklus.

Selain yang bersifat alamiah, reaksi oksidasi dan reduksi juga terjadi dalam berbagai industri yang menghasilkan bahan-bahan yang dimanfaatkan manusia. Industri pelapisan logam adalah salah satu contoh industri yang memanfaatkan prinsip reaksi redoks.

## 1. Perkembangan Konsep Reaksi Redoks

Pengetahuan manusia mengenai reaksi redoks senantiasa berkembang. Perkembangan konsep reaksi redoks menghasilkan dua konsep, klasik dan modern.

Awalnya, reaksi redoks dipandang sebagai hasil dari perpindahan atom oksigen dan hidrogen. Oksidasi merupakan proses terjadinya penangkapan oksigen oleh suatu zat. Sementara itu reduksi adalah proses terjadinya pelepasan oksigen oleh suatu zat. Oksidasi juga diartikan sebagai suatu proses terjadinya pelepasan hidrogen oleh suatu zat dan reduksi adalah suatu proses terjadinya penangkap hidrogen. Oleh karena itu, teori klasik mengatakan bahwa oksidasi adalah proses penangkapan oksigen dan kehilangan hidrogen. Di sisi lain, reduksi adalah proses kehilangan oksigen dan penangkapan hidrogen.

Seiring dilakukannya berbagai percobaan, konsep redoks juga mengalami perkembangan. Muncullah teori yang lebih modern yang hingga saat ini masih dipakai. Dalam teori ini disebutkan bahwa:

- Oksidasi adalah proses yang menyebabkan hilangnya satu atau lebih elektron dari dalam zat. Zat yang mengalami oksidasi menjadi lebih positif.
- Reduksi adalah proses yang menyebabkan diperolehnya satu atau lebih elektron oleh suatu zat. Zat yang mengalami reduksi akan menjadi lebih negatif.

Teori ini masih dipakai hingga saat ini. Jadi proses oksidasi dan reduksi tidak hanya dilihat dari penangkapan oksigen dan hidrogen, melainkan dipandang sebagai proses perpindahan elektron dari zat yang satu ke zat yang lain.

## 2. Bilangan Oksidasi

Dalam reaksi oksidasi reduksi modern, keberadaan bilangan oksidasi yang dimiliki suatu zat sangat penting. Bilangan oksidasi adalah muatan listrik yang seakan-akan dimiliki oleh unsur dalam suatu senyawa atau ion. Aturan penentuan bilangan oksidasi sebagai berikut.

- Unsur bebas, memiliki bilangan oksidasi = 0  
**Contoh:**  $H_2$ ,  $Br_2$ , memiliki bilangan oksidasi = 0

b. Oksigen

Dalam senyawa, oksigen memiliki bilangan oksidasi = -2, kecuali:

a. Dalam peroksida ( $H_2O_2$ ) bilangan oksidasi O = -1

b. Dalam superoksida ( $H_2O_4$ ) bilangan oksidasi O =  $-\frac{1}{2}$

c. Dalam  $OF_2$  bilangan oksidasi O = +2

c. Hidrogen

Dalam senyawa, bilangan oksidasi H = +1

**Contoh:** dalam  $H_2O$ , bilangan oksidasi H = 1

Dalam hibrida, bilangan oksidasi H = -1

d. Unsur golongan IA

Dalam senyawa, bilangan oksidasi unsur golongan IA = +1

**Contoh:** Na, K memiliki bilangan oksidasi = +1

e. Unsur golongan IIA

Dalam senyawa, bilangan oksidasi unsur golongan IIA = +2

**Contoh:** Ba, Mg, memiliki bilangan oksidasi = +2

f.  $\Sigma$  Bilangan oksidasi molekul = 0

g.  $\Sigma$  Bilangan oksidasi ion = muatan ion

**Contoh:**  $Al^{3+}$  memiliki bilangan oksidasi = +3

h. Unsur Halogen

F bilangan oksidasi = 0, -1

Cl bilangan oksidasi = 0, -1, +1, +3, +5, +7

Br bilangan oksidasi = 0, -1, +1, +5, +7

I bilangan oksidasi = 0, -1, +1, +5, +7

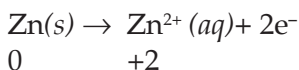
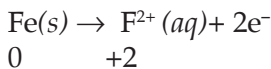
### 3. Reaksi Redoks Ditinjau dari Perubahan Bilangan Oksidasi

Berdasarkan pengertian bilangan oksidasi dan aturan penentuan bilangan oksidasi, konsep reaksi redoks dapat dijelaskan sebagai berikut.

a. Reaksi oksidasi adalah reaksi yang menaikkan bilangan oksidasi.

Zat yang mengalami oksidasi merupakan reduktor.

**Contoh:**

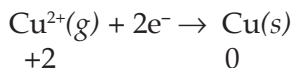
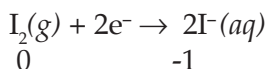


#### Kata Kunci

- larutan elektrolit
- arus listrik
- derajat disosiasi
- senyawa ionik
- senyawa kovalen
- bilangan oksidasi

- b. Reaksi reduksi adalah reaksi yang menurunkan bilangan oksidasi. Zat yang mengalami reduksi merupakan oksidator.

**Contoh:**



**Catatan:**

- Jumlah muatan di kanan dan kiri harus sama.
- Jika dalam suatu reaksi tidak terjadi perubahan bilangan oksidasi, reaksi tersebut bukan reaksi redoks.

#### 4. Tatanama Senyawa Berdasarkan Bilangan Oksidasi

Tata nama senyawa berdasarkan bilangan oksidasi memiliki ketentuan sebagai berikut.

- Senyawa biner tersusun atas dua macam unsur, baik logam dan nonlogam maupun kedua unsur-unsurnya nonlogam, nama logam didahulukan diikuti senyawa nonlogam yang diberi akhiran *-ida*.

**Contoh:**

NaCl : natrium klorida

MgO : magnesium oksida

Al<sub>2</sub>S<sub>3</sub> : aluminium sulfida

K<sub>2</sub>S : kalium sulfida

- Senyawa biner yang mengandung unsur yang memiliki lebih dari satu bilangan oksidasi maka bilangan oksidasi unsur tersebut ditulis dengan menggunakan angka romawi dalam tanda kurung di belakang nama unsurnya.

**Contoh:**

FeO : besi(II) oksida

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : besi(III) oksida

SnCl<sub>2</sub> : timah(II) klorida

SnCl<sub>4</sub> : timah(IV) klorida

- Senyawa ionik diberi nama dengan cara menyebutkan nama kation diikuti nama anion. Jika anion terdiri dari beberapa atom dan mengandung unsur yang memiliki lebih dari satu macam bilangan oksidasi, nama anion tersebut diberi imbuhan *hipo-it*, *-it*, *-at*, atau *per-at* sesuai dengan jumlah bilangan oksidasi.

**Contoh:**

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  : natrium karbonat

$\text{KCrO}_4$  : kalium kromat

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  : kalium dikromat

$\text{HClO}$  : asam hipoklorit (bilangan oksidasi Cl=+1)

$\text{HClO}_2$  : asam klorit (bilangan oksidasi Cl=+3)

$\text{HClO}_3$  : asam klorat (bilangan oksidasi Cl=+5)

$\text{HClO}_4$  : asam perklorat (bilangan oksidasi Cl=+7)

## 5. Penerapan Reaksi Redoks

Konsep reaksi redoks banyak digunakan dalam proses industri. Beberapa industri yang sering menggunakan reaksi redoks di antaranya sebagai berikut.

a. Industri pelapisan logam

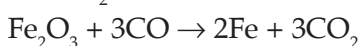
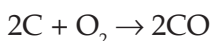
Industri pelapisan logam adalah industri pelapisan logam dengan unsur-unsur lain yang meningkatkan kualitas logam tersebut. Sebagai contoh pelapisan besi dengan seng atau krom untuk menjaga besi dari perkaratan, melapisi tembaga dengan emas.

b. Industri pengolahan logam

Bijih-bijih logam umumnya terdapat dalam bentuk senyawa oksida, sulfida, dan karbonat. Bijih-bijih sulfida dan karbonat diubah terlebih dahulu menjadi oksida melalui pemangangan. Setelah itu bijih oksida direduksi menjadi logam.

**Contoh:**

Besi diperoleh dengan cara mereduksi bijih besi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dengan reduktor kokas (C) dalam tanur tinggi. C akan teroksidasi menjadi CO dan CO akan mereduksi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  menjadi Fe.



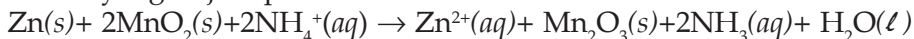
c. Industri aki dan baterai

Aki dan baterai merupakan sumber energi listrik searah yang bekerja menggunakan prinsip reaksi redoks.

Reaksi yang terjadi pada aki:



Reaksi yang terjadi pada baterai:







## Tugas Mandiri

Jawablah soal-soal berikut!

- Beri nama senyawa berikut.
  - $\text{MgCl}_2$
  - $\text{Al(OH)}_3$
  - $\text{PbO}_2$
  - $\text{NaNO}_3$
  - $\text{Ca(ClO}_3)_2$
- Setarakan reaksi redoks berikut.  
 $\text{Pb(s)} + \text{PbO}_2(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{PbSO}_4(\text{aq})$
- Sebutkan ciri-ciri reduktor!
- Pada reaksi:  
 $\text{Zn(s)} + 2 \text{MnO}_2(\text{s}) + 2 \text{NH}_4^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Mn}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2 \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$   
Manakah yang berperan sebagai reduktor dan mana yang oksidator?
- Tentukan bilangan oksidasi I dalam senyawa-senyawa berikut.
  - $\text{HIO}$  : asam hipiodit
  - $\text{HIO}_2$  : asam iodit
  - $\text{HIO}_3$  : asam iodat
  - $\text{HIO}_4$  : asam periodat



## Ringkasan

- Larutan dikelompokkan menjadi dua, yaitu larutan elektrolit dan nonelektrolit.
- Larutan elektrolit dibedakan menjadi dua jenis yaitu elektrolit kuat dan elektrolit lemah.
- Larutan elektrolit berasal dari senyawa ionik dan sebagian senyawa yang berikatan kovalen polar.
- Larutan elektrolit dapat berupa larutan asam, basa, atau garam.
- Perkembangan reaksi redoks dimulai dari teori klasik, yaitu oksidasi merupakan proses penangkapan oksigen dan kehilangan hidrogen.

6. Teori redoks modern menjelaskan bahwa reaksi redoks merupakan serah terima elektron dan masing-masing zat yang terlibat dalam reaksi mengalami perubahan bilangan oksidasi.
7. Reaksi yang mengalami kenaikan bilangan oksidasi dinamakan reaksi oksidasi sedangkan reaksi yang mengalami penurunan bilangan oksidasi dinamakan reaksi reduksi.
8. Reaksi redoks banyak digunakan di berbagai industri, antara lain pelapisan dan pengolahan logam atau industri baterai dan aki.



### Ulangan Harian

#### A. Pilihlah jawaban yang tepat!

1. Zat yang mengalami proses oksidasi disebut . . . .
  - a. reduktor
  - b. oksidator
  - c. katalisator
  - d. inhibitor
  - e. isolator
2. Perubahan bilangan oksidasi Pb dalam  $\text{PbO}_2$  dan  $\text{PbSO}_4$  berturut-turut yaitu . . . .
  - a. +4 dan +6
  - b. +6 dan +4
  - c. +4 dan +2
  - d. +2 dan +4
  - e. +6 dan +6
3. Di antara zat berikut yang memiliki bilangan oksidasi nol, *kecuali* . . . .
  - a.  $\text{C}_2\text{H}_6$  dan  $\text{CH}_3\text{Cl}$
  - b.  $\text{O}_2$  dan  $\text{Cl}_2$
  - c.  $\text{Br}_2$  dan  $\text{Al}^{3+}$
  - d.  $\text{CH}_3\text{Cl}$  dan  $\text{Br}^2$
  - e.  $\text{H}_2$  dan  $\text{Cl}_2$
4. Di antara unsur berikut yang tidak memiliki bilangan oksidasi +1 yaitu . . . .
  - a. H dalam senyawa hibrida
  - b. O dalam peroksida
  - c. Cl dalam HCl
  - d. O dalam superoksida
  - e. H dalam  $\text{H}_2\text{O}$
5. Reaksi oksidasi ditunjukkan oleh . . . .
  - a.  $\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{I}^-$
  - b.  $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$
  - c.  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$
  - d.  $2\text{H}^+ + \text{O}^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
  - e.  $\text{Zn} + \text{e}^- \rightarrow \text{Zn}^{2+}$
6. Berikut merupakan pasangan yang benar tentang senyawa dan nama senyawa, *kecuali* . . . .
  - a.  $\text{PbO}_2$  : Timbal(IV) oksida
  - b.  $\text{SnCl}_2$  : Timah(II) klorida
  - c.  $\text{Al}_2\text{S}_3$  : Alumunium(III) sulfida
  - d.  $\text{FeO}$  : Besi(II) oksida
  - e.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  : Besi(III) oksida
7. Bilangan oksidasi +3 dimiliki oleh Cl dalam . . . .
  - a. asam hipoklorit
  - b. asam klorit
  - c. asam klorat
  - d. asam perklorat
  - e. asam klorida

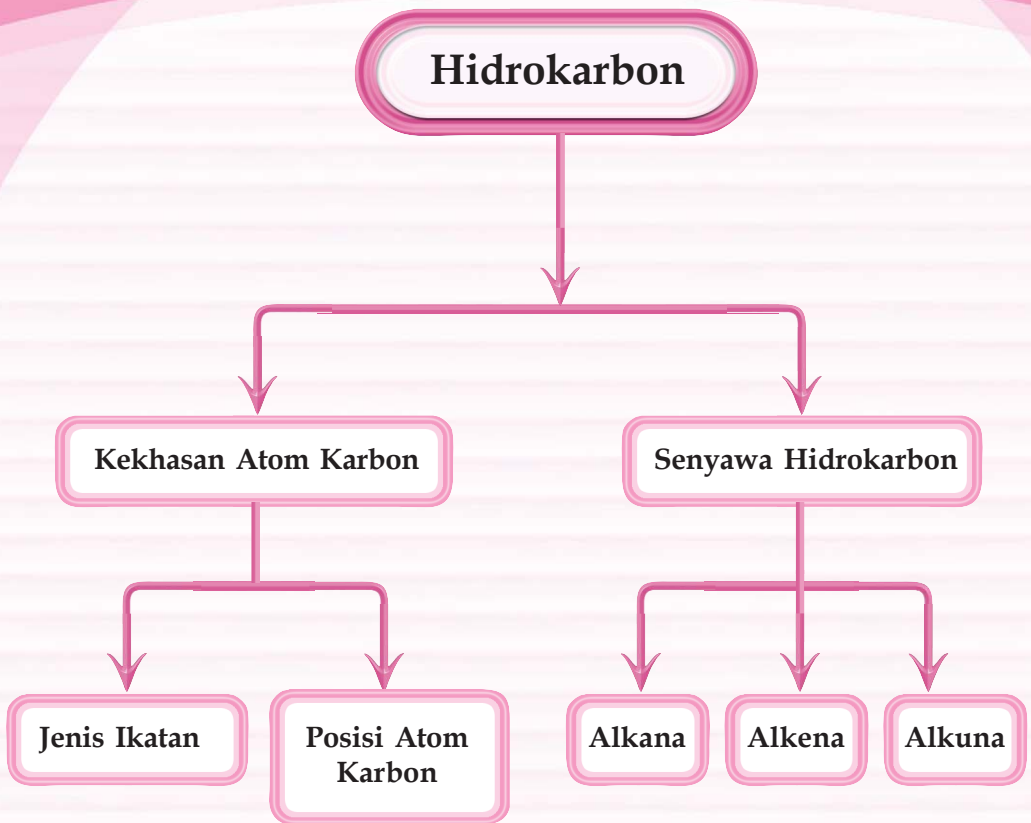
8. Reaksi dalam pengolahan biji besi:
- (1)  $2\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}$   
 (2)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$   
 Zat yang mengalami reaksi reduksi adalah . . . .
- $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dalam reaksi (2)
  - C dalam reaksi (1)
  - CO dalam reaksi (2)
  - CO dalam reaksi (1)
  - $\text{O}_2$  dalam reaksi (1)
9. Berikut merupakan beberapa hal tentang teori yang dikemukakan oleh Arrhenius, *kecuali* . . .
- Zat elektrolit akan terdisosiasi menjadi ion-ion jika dilarutkan dalam air.
  - Dalam larutan elektrolit, ion-ion yang terbentuk inilah yang menghantarkan arus listrik.
  - Ion-ion dalam larutan elektrolit bergerak ke arah elektrode yang jenisnya sama dengan muatannya.
  - Ion-ion dalam larutan elektrolit bergerak ke arah elektroda yang berlawanan dengan muatannya.
  - Zat elektrolit akan terionisasi menjadi ion positif dan negatif saat dilarutkan dalam air.
10. Cairan berikut yang dapat menghantarkan arus listrik yaitu . . . .
- alkohol
  - larutan gula
  - air murni
  - larutan garam
  - larutan air
- B. Jawablah dengan singkat dan jelas!**
- Mengapa suatu larutan bisa menghantarkan arus listrik? Jelaskan!
  - Jika garam dapur dilarutkan ke dalam air maka larutannya dapat menghantarkan arus listrik, tetapi dalam bentuk kristal tidak. Mengapa bisa demikian?
  - Tuliskan nama senyawa berikut!
    - $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$
    - $\text{SnCl}_4$
    - $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$
  - Dari reaksi berikut, tentukan oksidator dan reduktornya!
    - $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + \text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
    - $\text{Mn}^{2+} + \text{MnO}_4^- \rightarrow 2\text{MnO}_2$
  - Tentukan bilangan oksidasi dari:
    - Cr dalam  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,
    - Pb dalam  $\text{PbSO}_4$ ,
    - Mn dalam  $\text{MnO}^{4-}$ .



Perhatikan gambar di samping. Pernahkah Anda mengamati proses pembakaran kayu? Kayu yang dibakar, selalu menghasilkan arang. Hal ini, karena kayu merupakan senyawa hidrokarbon. Apakah yang dimaksud senyawa hidrokarbon? Sifat-sifat apa saja yang dimilikinya dan bagaimana rumus strukturnya? Selain kayu, materi apa yang termasuk senyawa hidrokarbon?



Setelah mempelajari bab ini, Anda akan mampu memahami kekhasan atom karbon dalam membentuk senyawa hidrokarbon serta menggolongkan senyawa hidrokarbon berdasarkan strukturnya.

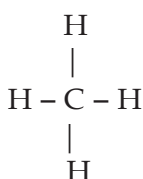


Tahukah Anda bahwa bensin yang selama ini digunakan ternyata merupakan senyawa kimia yang terdiri dari sebuah deret panjang rantai karbon? Begitu juga aspal, lilin, minyak pelumas atau yang sering dikenal dengan nama oli, solar, dan masih banyak lagi bahan alam yang terdiri dari deret panjang sebuah rantai karbon.

## A. Kekhasan Atom Karbon

Atom karbon merupakan salah satu atom yang cukup banyak berada di alam. Keberadaannya dalam bentuk karbon, grafit, maupun intan. Atom karbon memiliki nomor atom 6 dengan konfigurasi elektron  ${}_6\text{C} : 1s^2 2s^2 2p^2$ . Oleh karena memiliki 4 elektron pada kulit terluar, atom karbon dapat membentuk empat buah ikatan kovalen dengan atom-atom yang lain.

**Contoh:**  $\text{CH}_4$



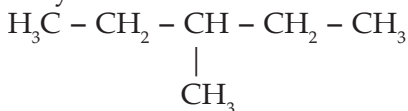
Atom karbon juga dapat berikatan dengan atom karbon yang lain membentuk rantai karbon. Ikatan atom karbon dengan atom karbon yang lain tersebut dapat membentuk rantai panjang lurus, bercabang, maupun melingkar membentuk senyawa siklis.

**Contoh:**

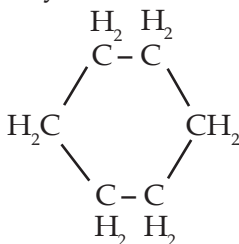
1. Senyawa hidrokarbon rantai lurus



2. Senyawa hidrokarbon rantai bercabang



3. Senyawa hidrokarbon siklis



Oleh karena kemampuannya membentuk berbagai jenis rantai ikatan, tidak heran jika senyawa karbon begitu banyak jenis dan jumlahnya di alam.

## 1. Jenis Ikatan Rantai Karbon

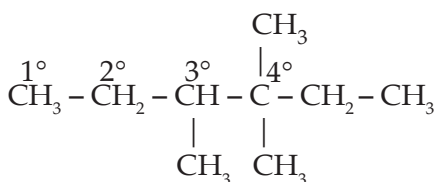
Atom karbon dapat membentuk tiga jenis ikatan, yaitu:

- Ikatan tunggal  
 $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_3$
- Ikatan rangkap dua  
 $\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$
- Ikatan rangkap tiga  
 $\text{HC} \equiv \text{CH}$

## 2. Posisi Atom Karbon

Atom karbon memiliki kedudukan yang berbeda-beda dalam sebuah rantai karbon. Berdasarkan kedudukannya tersebut, atom karbon dapat dibedakan menjadi:

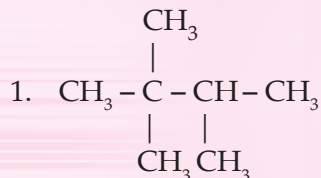
- atom C primer ( $1^\circ$ ) : atom C yang terikat pada satu atom C yang lain.
- atom C sekunder ( $2^\circ$ ) : atom C yang terikat pada dua atom C yang lain.
- atom C tersier ( $3^\circ$ ) : atom C yang terikat pada tiga atom C yang lain.
- atom C kuartener ( $4^\circ$ ) : atom C yang terikat pada empat atom C yang lain.

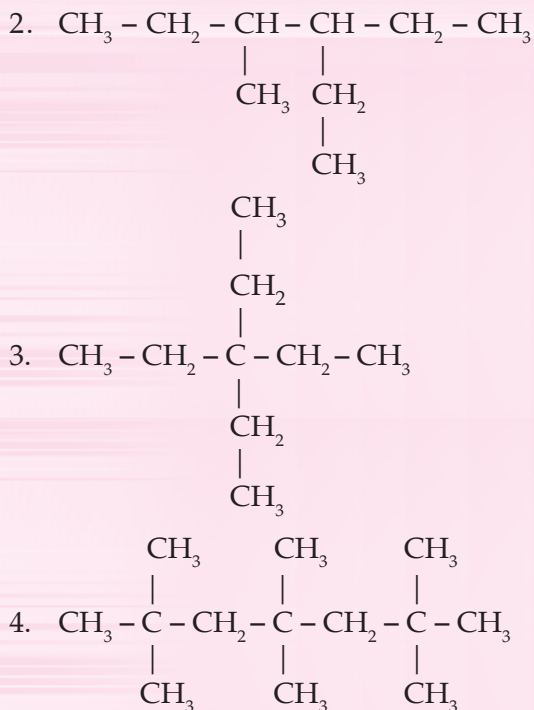


### Tugas Mandiri

Jawablah soal-soal berikut!

Tentukan atom karbon primer, sekunder, tersier, dan kuartener pada senyawa-senyawa karbon berikut.





## B. Senyawa Hidrokarbon

### 1. Alkana

Senyawa alkana merupakan rantai karbon yang paling sederhana. Alkana merupakan senyawa hidrokarbon jenuh karena memiliki ikatan tunggal. Rumus umum alkana  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ . Senyawa paling sederhana dari alkana yaitu metana. Metana hanya memiliki satu atom karbon yang mengikat empat atom H. Tabel berikut menyajikan data sepuluh alkana rantai lurus pertama.

**Tabel 8.1** Deret Homolog Alkana

Jumlah Karbon	Struktur	Nama
1	$\text{CH}_4$	Metana
2	$\text{CH}_3 - \text{CH}_3$	Etana
3	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	Propana
4	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \text{CH}_3$	Butana
5	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH}_3$	Pentana
6	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_4 - \text{CH}_3$	Heksana
7	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_5 - \text{CH}_3$	Heptana
8	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_6 - \text{CH}_3$	Oktana
9	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH}_3$	Nonana
10	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_8 - \text{CH}_3$	Dekana



Berdasarkan tabel di depan dapat dilihat bahwa perbedaan kesepuluh senyawa di atas terletak pada jumlah gugus metilena ( $-\text{CH}_2-$ ). Senyawa dengan kondisi demikian disebut *homolog*. Susunan senyawa yang dibuat sedemikian rupa sehingga perbedaan dengan tetangga dekatnya hanya pada jumlah metilena disebut *deret homolog*.

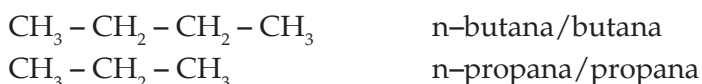
### a. Tata nama alkana

Penamaan alkana mengikuti sistem IUPAC, yaitu sistem tata nama yang didasarkan pada gagasan bahwa struktur sebuah senyawa organik dapat digunakan untuk menurunkan namanya dan sebaliknya, bahwa suatu struktur yang unik dapat digambar untuk tiap nama. Dasar sistem IUPAC yaitu alkana rantai lurus.

#### 1) Alkana rantai lurus (tidak bercabang)

Alkana rantai lurus diberi nama sesuai dengan jumlah atom karbonnya sebagaimana tercantum dalam tabel di atas. Terkadang ditambahkan normal (n) di depan nama alkana.

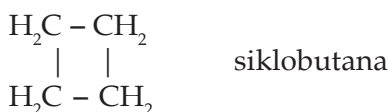
##### Contoh:



#### 2) Alkana siklis (rantai tertutup)

Alkana rantai siklis (tertutup) diberi nama menurut banyaknya atom karbon dalam cincin, dengan penambahan awalan siklo-.

##### Contoh:



#### 3) Alkana bercabang (memiliki rantai samping)

Senyawa alkana terkadang berikatan dengan unsur lain pada salah satu atau beberapa atom karbonnya. Unsur lain dalam rantai alkana tersebut biasa dinamakan *substituen*. Jenis substituen alkana yang sering dijumpai yaitu gugus alkil. Gugus alkil adalah alkana yang kehilangan 1 atom H. Penamaannya sama dengan alkana, hanya akhirnya diubah menjadi *-il*. Rumus umumnya  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ . Tabel 8.2 berikut menyajikan deret gugus alkil.



### Sebaiknya Anda Tahu

#### Substituen Halogen

Senyawa Halogen	Nama
-F	Fluoro-
-Cl	Kloro-
-Br	Bromo-
-I	Iodo-

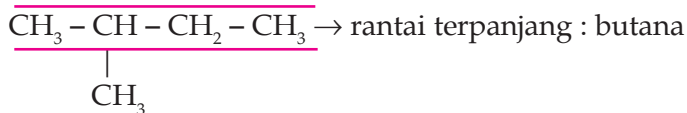
Tabel 8.2 Gugus Alkil

Jumlah Karbon	Struktur	Rumus Molekul	Nama
1	CH <sub>3</sub> -	CH <sub>3</sub> -	Metil
2	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> -	Etil
3	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> -	Propil
4	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> -	Butil
5	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> -	Pentil/amil
6	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -CH <sub>2</sub> -	C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> -	Heksil
7	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> -CH <sub>2</sub> -	C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> -	Heptil
8	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> -CH <sub>2</sub> -	C <sub>8</sub> H <sub>17</sub> -	Oktil
9	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -CH <sub>2</sub> -	C <sub>9</sub> H <sub>19</sub> -	Nonil
10	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> -CH <sub>2</sub> -	C <sub>10</sub> H <sub>21</sub> -	Dekil

Jika alkana memiliki rantai samping maka penamaannya mengikuti aturan sebagai berikut.

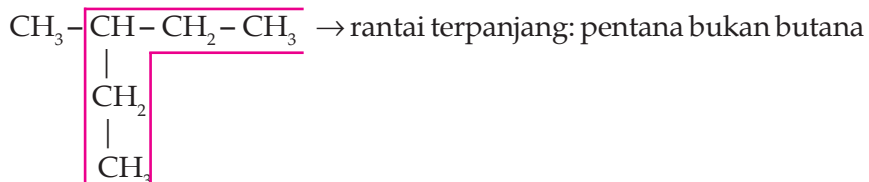
- 1) Rantai terpanjang merupakan rantai utama.
- 2) Rantai utama diberi nomor mulai dari ujung rantai yang memiliki substituen.
- 3) Urutan penulisan nama : nomor cabang, nama cabang, nama alkana rantai utama.
- 4) Jika terdapat gugus metil pada atom C nomor 2, nama alkana diberi awalan iso.

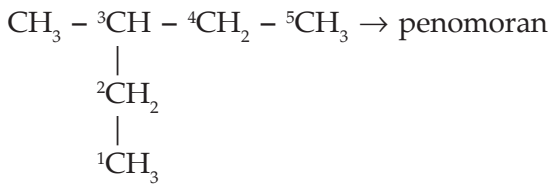
**Contoh:**



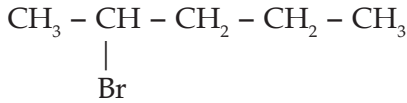
C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> → penomoran diawali dari ujung yang paling dekat dengan substituen/cabang.

Jadi, nama senyawa di atas: 2-metil-butana/isobutana.





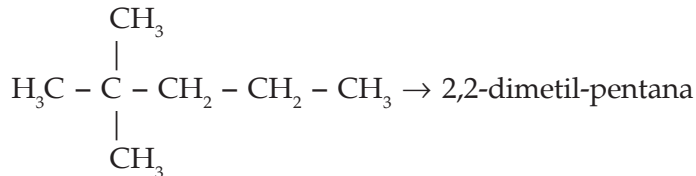
Jadi, nama senyawa di atas: 3-metil-pentana.



Nama senyawa di atas: 2-bromo-pentana

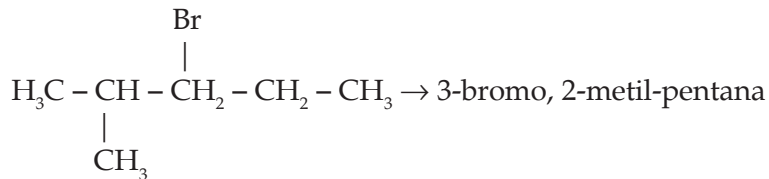
- 5) Jika alkana memiliki cabang yang sama lebih dari satu, nama cabang digabung menjadi satu dan diberi awalan *di-* (jumlah cabang ada dua), *tri-* (jumlah cabang ada 3), *tetra-* (jumlah cabang ada empat).

**Contoh:**



- 6) Jika alkana memiliki cabang yang berbeda, penulisan nama diurutkan berdasarkan urutan abjad.

**Contoh:**

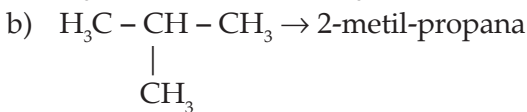


### b. Isomer alkana

Isomer adalah suatu senyawa yang memiliki rumus molekul sama, namun rumus strukturnya berbeda. Senyawa alkana paling rendah yang dapat memiliki isomer yaitu butana ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ).

**Contoh:**

- 1) Cari isomer yang mungkin dari butana,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ .



- 2) Cari isomer yang mungkin dari heksana,  $C_6H_{14}$ .
- a)  $H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3 \rightarrow$  n-heksana
- b)  $H_3C - \underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}}{CH} - CH_2 - CH_2 - CH_3 \rightarrow$  2-metil-propana
- c)  $H_3C - CH_2 - \underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}}{CH} - CH_2 - CH_3 \rightarrow$  3-metil-propana
- d)  $H_3C - \underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}}{\overset{\begin{array}{c} CH_3 \\ | \end{array}}{C}} - CH - CH_3 \rightarrow$  2,2-dimetil-butana
- e)  $H_3C - \underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}}{CH} - \overset{\begin{array}{c} CH_3 \\ | \end{array}}{CH} - CH_3 \rightarrow$  2,3-dimetil-butana

### c. Sifat-sifat alkana

- 1) Sifat fisis
- a) Alkana merupakan senyawa nonpolar.
- b) Bentuk alkana rantai lurus pada suhu kamar berbeda-beda.

Alkana	Wujud
$C_1 - C_4$	Gas
$C_5 - C_{17}$	Cair
$> C_{18}$	Padat

- c) Semakin banyak jumlah atom karbon, semakin tinggi titik didihnya.
- d) Adanya rantai cabang pada senyawa alkana menurunkan titik didihnya.
- e) Larut dalam pelarut nonpolar ( $CCl_4$ ) atau sedikit polar (diethyl eter atau benzena) dan tidak larut dalam air.
- f) Alkana lebih ringan dari air.



#### Sebaiknya Anda Tahu

##### Fakta:

Bensin mengapung di atas air karena bensin mengandung alkana dan alkana lebih ringan dari air.

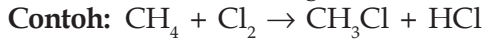


#### Kata Kunci

- atom karbon
- konfigurasi elektron
- deret homolog
- alkana
- alkena
- alkuna
- substituen

2) Sifat kimia

- a) Alkana dan sikloalkana tidak reaktif, cukup stabil apabila dibandingkan dengan senyawa organik lainnya. Oleh karena kurang reaktif, alkana kadang disebut paraffin (berasal dari bahasa Latin: *parum affinis*, yang artinya "afinitas kecil sekali").
- b) Alkana dapat bereaksi dengan halogen, salah satu atom H diganti oleh halogen. Reaksi dengan halogen tersebut dinamakan reaksi halogenasi dan menghasilkan alkil halida.



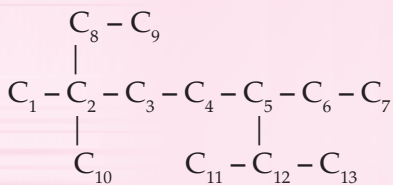
- c) Alkana dapat dibakar sempurna menghasilkan  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ .



### Tugas Mandiri

Jawablah soal-soal berikut!

1. Tentukan jenis atom karbon di bawah ini berdasarkan kedudukannya!



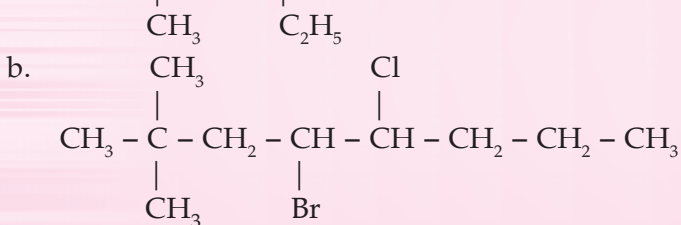
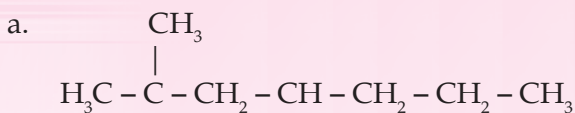
Atom C primer : .....

Atom C sekunder : .....

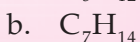
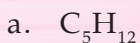
Atom C tersier : .....

Atom C kuartener : .....

2. Berilah nama pada senyawa-senyawa berikut ini!



3. Tuliskan isomer yang mungkin dari senyawa berikut.



## 2. Alkena

Alkena merupakan senyawa hidrokarbon tidak jenuh dengan ikatan rangkap dua ( $-C=C-$ ). Alkena paling sederhana yaitu etena,  $C_2H_4$ . Rumus umum alkena  $C_2H_{2n}$ . Tabel 8.3 berikut menyajikan deret homolog alkena.

**Tabel 8.3** Deret Homolog Alkena

Jumlah C	Rumus Struktur	Rumus Molekul	Nama Kimia
2	$H_2C = CH_2$	$C_2H_4$	Etena
3	$H_2C = CH - CH_3$	$C_3H_6$	Propena
4	$H_2C = CH - CH_2 - CH_3$	$C_4H_8$	1-butena
5	$H_2C = CH - (CH_2)_2 - CH_3$	$C_5H_{10}$	1-pentena
6	$H_2C = CH - (CH_2)_3 - CH_3$	$C_6H_{12}$	1-heksena
7	$H_2C = CH - (CH_2)_4 - CH_3$	$C_7H_{14}$	1-heptena
8	$H_2C = CH - (CH_2)_5 - CH_3$	$C_8H_{16}$	1-oktena
9	$H_2C = CH - (CH_2)_6 - CH_3$	$C_9H_{18}$	1-nonena
10	$H_2C = CH - (CH_2)_7 - CH_3$	$C_{10}H_{20}$	1-dekena

### a. Tata nama alkena

#### 1) Alkena rantai lurus

Atom karbon yang berikatan rangkap ( $C = C$ ) diberi nomor yang menunjukkan ikatan rangkap tersebut. Penomoran dimulai dari ujung rantai yang paling dekat dengan ikatan rangkap.

**Contoh:**

$$\begin{array}{cccccccccc} 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ H_3C - CH_2 - CH = CH - CH_3 & \text{bukan} & H_3C - CH_2 - CH = CH - CH_3 \end{array}$$
 Sehingga, nama senyawa di atas yaitu 2-pentena.

#### 2) Alkena dengan rantai bercabang

- Rantai utama yaitu rantai yang terpanjang dan mengandung ikatan rangkap.
- Penomoran rantai utama diawali dari yang paling dekat dengan ikatan rangkap, bukan cabang yang terdekat.
- Urutan penulisan nama: nomor cabang, nama cabang, nomor ikatan rangkap, nama alkena.

**Contoh:**

- $H_3C - CH = CH - CH_2 - CH_3 \rightarrow$  2-pentena
- $H_3C - CH = CH - CH - CH_3 \rightarrow$  4-metil - 2-pentena  

$$\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}$$

- 3) Alkena dengan lebih dari satu ikatan rangkap  
 Jika alkena memiliki lebih dari satu ikatan rangkap, namanya diberi tambahan *diena* (untuk dua ikatan rangkap) atau *triena* (untuk tiga ikatan rangkap).

**Contoh:**

- a)  $\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2 \rightarrow 1,4\text{-heksadiena}$   
 b)  $\text{H}_3\text{C} - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} = \text{CH} - \underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{CH}} - \text{CH} = \text{CH}_2 \rightarrow 3\text{-etil-5 metil-1,4-heksadiena}$

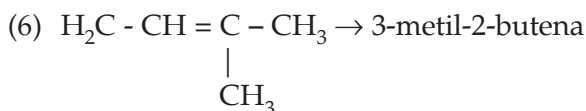
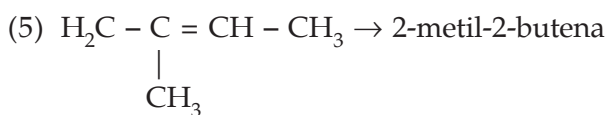
**b. Isomer alkena**

Alkena paling rendah yang memiliki isomer yaitu butena ( $\text{C}_4\text{H}_8$ ). Alkena memiliki dua jenis isomer sebagai berikut.

- 1) Isomer posisi  
 Isomer posisi adalah senyawa-senyawa dengan rumus molekul sama, namun memiliki penataan atom yang berbeda. Alkana hanya memiliki satu jenis isomer posisi, namun alkena memiliki dua jenis perubahan penataan atom, yaitu:
- isomer posisi di mana perubahan posisi dialami oleh ikatan rangkap,
  - isomer posisi di mana perubahan posisi dialami oleh rantai cabang.

**Contoh:**

- a) Berapa isomer posisi yang mungkin dimiliki oleh butena?
- $\text{H}_2\text{C} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \rightarrow 1\text{-butena}$
  - $\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3 \rightarrow 2\text{-butena}$
  - $\text{H}_2\text{C} = \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{CH}_3 \rightarrow 2\text{-metil-propena}$
- b) Berapa isomer posisi yang mungkin dimiliki oleh pentena?
- $\text{H}_2\text{C} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \rightarrow 1\text{-pentena}$
  - $\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \rightarrow 2\text{-pentena}$
  - $\text{H}_2\text{C} = \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \rightarrow 2\text{-metil-1-butena}$
  - $\text{H}_2\text{C} = \text{CH} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3 \rightarrow 3\text{-metil-1-butena}$

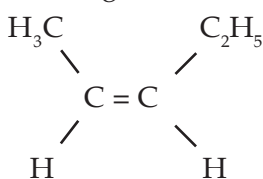


## 2) Isomer geometri

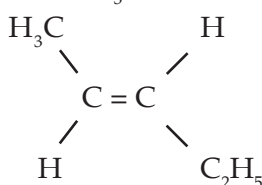
Isomer geometri menjadikan ikatan rangkap sebagai sumbu. Syarat isomer geometri yaitu atom C yang berikatan rangkap harus mengikat dua gugus atom yang berlainan.

### Contoh:

a) Isomer geometri dari 2-pentena  $\rightarrow \text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

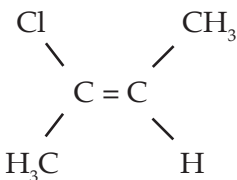
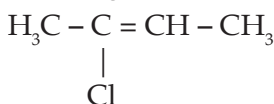


*Cis* - 2-pentena

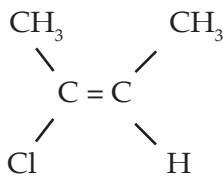


*Trans* - 2-pentena

b) Isomer geometri dari 2-kloro-2-butena



*Cis* - 2-kloro - 2-butena



*Trans* - 2-kloro - 2-butena

### Catatan:

- Halida lebih diprioritaskan daripada alkil.
- Atom C yang lebih banyak, lebih diprioritaskan. Misalnya, etil (karena mengandung dua atom C) lebih diprioritaskan daripada metil (karena hanya mengandung satu atom C).

## c. Sifat alkena

### 1) Sifat fisika

Alkena memiliki sifat fisika yang sama dengan alkana. Perbedaannya yaitu, alkena sedikit larut dalam air. Hal ini disebabkan oleh adanya ikatan rangkap yang membentuk ikatan  $\pi$ . Ikatan  $\pi$  tersebut akan ditarik oleh hidrogen dari air yang bermuatan positif sebagian.



## 2) Sifat Kimia

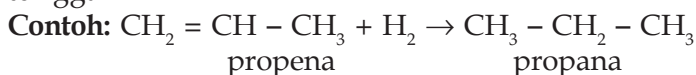
### a) Oksidasi

Sebagaimana hidrokarbon pada umumnya, pembakaran/ oksidasi alkena juga akan menghasilkan  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ .



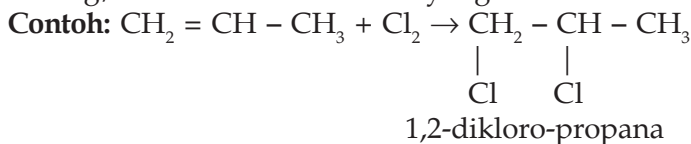
### b) Adisi $\text{H}_2$

Reaksi adisi merupakan reaksi pemutusan ikatan rangkap. Pada adisi alkena, ikatan rangkap berubah menjadi ikatan tunggal.



### c) Adisi halogen ( $\text{F}_2$ , $\text{Br}_2$ , $\text{I}_2$ )

Reaksi adisi oleh halogen akan memutus rantai rangkap alkena membentuk alkana. Selanjutnya halogen tersebut akan menjadi cabang/substituen dari alkana yang terbentuk.

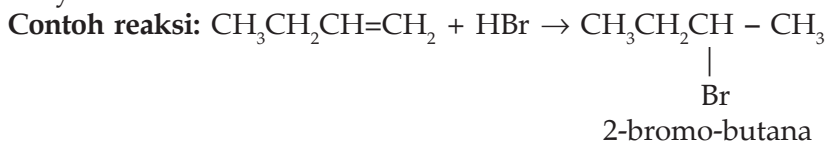


### d) Adisi asam halida

Adisi dengan asam halida akan memutus ikatan rangkap pada alkena menjadi alkana dengan mengikuti *aturan Markovnikof*. Atom H dari asam halida akan terikat pada atom karbon dari alkena tidak simetris yang memiliki atom H paling banyak. Jika atom C yang berikatan rangkap memiliki jumlah H yang sama, halida akan terikat pada atom C yang paling panjang.

$\text{CH}_3\text{CH} \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{C}}}\text{HCH}_3 \rightarrow$  ikatan rangkap membagi sama banyak atom C dan atom H  $\rightarrow$  simetris

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH} \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{C}}}\text{H}_2 \rightarrow$  ikatan rangkap tidak membagi sama banyak atom C dan H  $\rightarrow$  tidak simetris



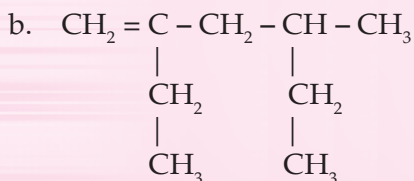
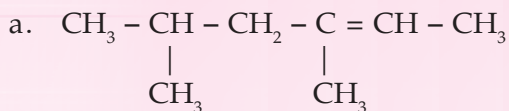
Keterangan: H terikat pada atom  $\text{C}_1$  karena  $\text{C}_1$  mengikat 2 atom H dan  $\text{C}_2$  mengikat hanya 1 atom H. Sedangkan Br terikat pada atom  $\text{C}_2$ .



## Tugas Mandiri

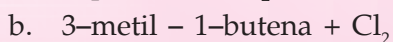
Jawablah soal-soal berikut!

1. Tentukan nama-nama senyawa berikut ini!



2. Tentukan semua isomer heksena ( $\text{C}_6\text{H}_{12}$ ).

3. Selesaikan reaksi-reaksi berikut.



### 3. Alkuna

Alkuna merupakan hidrokarbon tidak jenuh yang memiliki ikatan rangkap tiga ( $-\text{C} \equiv \text{C}-$ ). Alkuna mempunyai rumus umum  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ . Alkuna paling sederhana yaitu etuna,  $\text{C}_2\text{H}_2$ . Deret homolog alkuna sebagai berikut.

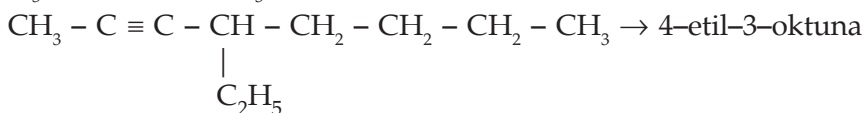
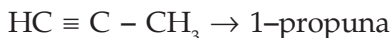
Tabel 8.4 Deret Homolog Alkuna

Jumlah C	Rumus Struktur	Rumus Molekul	Nama Kimia
2	$\text{HC} \equiv \text{CH}$	$\text{C}_2\text{H}_2$	Etuna
3	$\text{HC} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$	$\text{C}_3\text{H}_4$	Propuna
4	$\text{HC} \equiv \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	$\text{C}_4\text{H}_6$	1-butuna
5	$\text{HC} \equiv \text{C} - (\text{CH}_2)_2 - \text{CH}_3$	$\text{C}_5\text{H}_8$	1-pentena
6	$\text{HC} \equiv \text{C} - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH}_3$	$\text{C}_6\text{H}_{10}$	1-heksuna
7	$\text{HC} \equiv \text{C} - (\text{CH}_2)_4 - \text{CH}_3$	$\text{C}_7\text{H}_{12}$	1-heptuna
8	$\text{HC} \equiv \text{C} - (\text{CH}_2)_5 - \text{CH}_3$	$\text{C}_8\text{H}_{14}$	1-oktuna
9	$\text{HC} \equiv \text{C} - (\text{CH}_2)_6 - \text{CH}_3$	$\text{C}_9\text{H}_{16}$	1-nonuna
10	$\text{HC} \equiv \text{C} - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH}_3$	$\text{C}_{10}\text{H}_{18}$	1-dekuna

**a. Tata nama alkuna**

Aturan pemberian nama alkuna sama dengan alkena, hanya diakhiri *-una*.

**Contoh:**



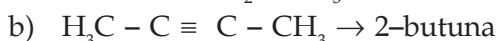
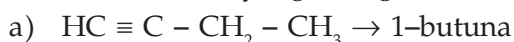
**b. Isomer alkuna**

Sebagaimana alkana, alkuna juga hanya memiliki isomer posisi. Alkuna tidak memiliki isomer geometri. Alkuna paling rendah yang memiliki isomer yaitu butuna,  $\text{C}_4\text{H}_6$ . Akibat pengaruh ikatan rangkap, isomer posisi alkuna mengalami dua jenis pergeseran penataan atom, yaitu:

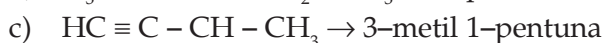
- 1) Isomer posisi di mana perubahan posisi dialami oleh ikatan rangkap,
- 2) Isomer posisi di mana perubahan posisi dialami oleh rantai cabang.

**Contoh:**

- 1) Tentukan isomer yang mungkin dari  $\text{C}_4\text{H}_6$ .



- 2) Tentukan isomer yang mungkin dari  $\text{C}_5\text{H}_8$ !



**c. Sifat alkuna**

- 1) Sifat fisika

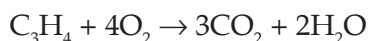
Sifat fisika alkuna sama dengan alkana dan alkena. Alkuna juga sedikit larut dalam air.

- 2) Sifat kimia

- a) Oksidasi

Sebagaimana hidrokarbon pada umumnya, alkuna jika dibakar sempurna akan menghasilkan  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ .

**Contoh:**







## Ringkasan

1. Atom karbon dapat membentuk ikatan tunggal, ikatan rangkap dua, dan ikatan rangkap tiga dengan sesama atom karbon.
2. Berdasarkan kedudukannya, atom karbon dibedakan menjadi atom karbon primer ( $1^\circ$ ), sekunder ( $2^\circ$ ), tersier ( $3^\circ$ ), dan kuartener ( $4^\circ$ ).
3. Senyawa hidrokarbon dibedakan menjadi alkana, alkena, dan alkuna.
4. Alkana mempunyai rumus umum  $C_nH_{2n+2}$ , alkena  $C_nH_{2n}$ , dan alkuna  $C_nH_{2n-2}$ . Ketiga senyawa hidrokarbon tersebut dapat membentuk isomer, yaitu senyawa yang mempunyai rumus molekul sama tetapi rumus strukturnya berbeda.



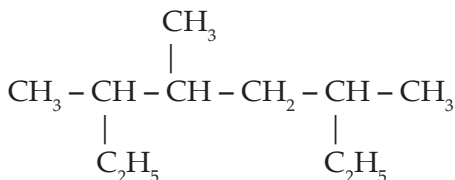
## Ulangan Harian

### A. Pilihlah jawaban yang tepat!

1. Alkana yang tidak mengandung lima atom karbon yaitu . . . .
  - a. n-pentana
  - b. 2-metil-butana
  - c. isopentana
  - d. 2-metil-pentana
  - e. 2,2-dimetil-propana

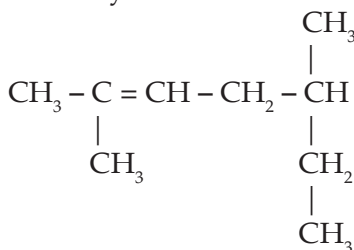
2. Di antara senyawa-senyawa berikut yang tergolong alkena yaitu . . . .
  - a.  $C_5H_{12}$
  - b.  $C_6H_{12}$
  - c.  $C_6H_{10}$
  - d.  $C_5H_8$
  - e.  $C_4H_{10}$

3. Nama yang tepat untuk senyawa di bawah ini yaitu . . . .



- a. 3,5,6-trimetil-oktana
- b. 3,4,6-trimetil-oktana
- c. 6-etil-3,4-dimetil-heptana
- d. 2-etil-4,5-dimetil-heptana
- e. 2,5-dietil-3 metil-heksana

4. Nama yang tepat untuk senyawa berikut yaitu . . . .



- a. 2,5-dimetil-5 etil-2-pentena
- b. 2-metil-5 etil-2-heksena
- c. 2-etil-5 metil-2-heksena
- d. 2,5-dimetil-2-heptena
- e. 3,6-dimetil-5-heptena

5. Senyawa yang bukan isomer dari oktana yaitu . . . .
- 2-metil-heptana
  - 2,3-dimetil-heksana
  - 2,3,4-trimetil-pentana
  - 2,2-trimetil-pentana
  - 2,2,3,3-tetrametil-butana
6. Homolog tertinggi berikutnya dari  $C_7H_{16}$  yaitu . . . .
- $C_6H_{14}$
  - $C_7H_{12}$
  - $C_7H_{10}$
  - $C_7H_{14}$
  - $C_8H_{18}$
7. Senyawa berikut yang mempunyai isomer lebih dari satu yaitu . . . .
- $C_6H_{14}$
  - $C_6H_{14}$
  - $C_2F_6$
  - $C_2H_4F_2$
  - $C_2H_5F$
8. Di antara senyawa hidrokarbon berikut yang paling rendah titik didihnya yaitu . . . .
- n-pentana
  - n-oktana
  - n-butana
  - n-heptana
  - heksana
9. Di antara senyawa hidrokarbon berikut yang sedikit larut dalam air yaitu . . . .
- 3-metil-pentana
  - 3-metil-1-pentena
  - 2,2-dimetil-pentana
  - n-oktana
  - 4-etil-2-metil-oktana
10.  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$   
Sifat yang *tidak benar* mengenai senyawa di atas yaitu . . . .
- dalam suhu kamar berbentuk cair
  - tidak larut dalam air
  - titik didihnya lebih tinggi dari 2- metil-propana
  - tidak larut dalam dietil eter
  - larut dalam dietil eter
11. Jika suatu senyawa hidrokarbon dibakar secara sempurna dan tiap mol senyawa tersebut menghasilkan 5 mol  $CO_2$  dan 6 mol  $H_2O$ , senyawa tersebut yaitu . . . .
- 2-metil-pentana
  - 3-metil-butana
  - 2,4-pentadiena
  - 2,3-dimetil-butana
  - 3-metil-pentadiena
12. Berikut merupakan sifat-sifat dari alkuna, kecuali . . .
- Untuk menghasilkan alkana, harus mengalami 2x adisi oleh  $H_2$ .
  - Sedikit larut di dalam air.
  - Jika dibakar sempurna menghasilkan  $H_2O$  dan  $CO_2$ .
  - Tidak larut dalam dietil eter.
  - Adisi oleh halida maupun asam halida akan menghasilkan haloalkana.
13. Dari senyawa hidrokarbon berikut yang *tidak* mengalami reaksi adisi yaitu . . . .
- 2-metil-4-heksena
  - 2,3-pentadiena
  - 2-metil-pentana
  - 3-pentuna
  - 2-heksena

14. Berikut merupakan isomer-isomer dari n-heptana, *kecuali* . . . .
- 2,4-dimetil-pentana
  - 2,2,3-trimetil-butana
  - 2,3-dimetil-butana
  - 3-metil-heksana
  - 3,3-dimetil-pentana
15. Dari senyawa alkana berikut yang berwujud gas pada suhu kamar yaitu . . . .
- n-butana
  - n-pentana
  - n-heksana
  - n-heptana
  - n-oktana

**B. Jawablah dengan singkat dan jelas!**

- Tuliskan isomer-isomer dari  $C_5H_{10}$  dan beri nama!
- Tuliskan pasangan isomer geometri dari:
  - 2-heksena,
  - 2-kloro-2-pentena!
- Selesaikan reaksi berikut!
  - 2-pentena + HBr
  - 2-metil-1-pentena + HBr
- Apa yang harus Anda lakukan untuk membedakan propana dan propena secara eksperimen?
- Diketahui reaksi sebagai berikut.  
 $A + HBr \rightarrow 2\text{-bromo-2-metil-butana}$   
Jika 10 mol zat A dibakar secara sempurna, berapa mol uap air yang akan dihasilkan?



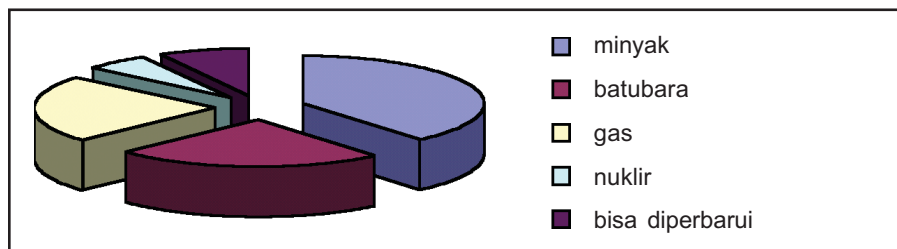
Dalam kehidupan sehari-hari, Anda pasti sudah mengenal minyak tanah, bensin, oli, dan aspal. Bahan itu merupakan bagian dari komponen minyak bumi. Sekarang tahukah Anda bagaimana proses pembentukannya, bagaimana cara memperolehnya dan bagaimana cara memanfaatkannya agar tidak berdampak buruk bagi lingkungan, lebih-lebih setelah terjadi kelangkaan BBM seperti sekarang ini?

Setelah mempelajari bab ini, Anda diharapkan mampu menceritakan cara memperoleh minyak bumi dan menyebutkan fraksi-fraksinya. Di samping itu dapat mencari bahan bakar alternatif pengganti minyak bumi.





Manusia tidak pernah lepas dari kebutuhan akan energi. Ketergantungan manusia akan energi tersebut dapat dilihat sejak awal keberadaannya di bumi. Pada awalnya, manusia hanya memanfaatkan sumber energi alamiah saja. Sebagai contoh, bajak ditarik hewan, kincir angin untuk menggiling jagung, dan tentu saja otot manusia untuk mengerjakan banyak hal.



**Gambar 9.1**  
Persentase berbagai sumber energi di alam

Namun, seiring berkembangnya waktu, ketika manusia semakin menginginkan kenyamanan dan kemudahan hidup, penggunaan sumber energi alamiah semakin berkurang. Jika dahulu otot manusia menyumbang persentase terbesar sumber energi alamiah, kini otot manusia hanya menyumbang sekitar 1% dari sumber energi tersebut. Sebagai gantinya, manusia kini menggantungkan hidupnya dari sumber energi minyak bumi dan segala turunannya untuk semua kenyamanan dan kemudahan hidup saat ini. Kini, semua barang dan jasa yang dinikmati merupakan hasil dari pemanfaatan sumber energi fosil tersebut.

## A. Minyak Bumi

Minyak bumi merupakan campuran berbagai macam zat organik, tetapi komponen pokoknya hidrokarbon. Minyak bumi disebut juga minyak mineral karena diperoleh dalam bentuk campuran dengan mineral lain. Minyak bumi tidak dihasilkan dan didapat secara langsung dari hewan atau tumbuhan, melainkan dari fosil. Oleh karena itu, minyak bumi dikatakan sebagai salah satu bahan bakar fosil.

Minyak bumi terbentuk dari peluruhan tumbuhan dan hewan, yang kemungkinan besar berasal dari laut. Minyak bumi mentah, atau biasa disebut minyak mentah pada umumnya terdiri dari campuran rumit senyawa alifatik dan aromatis serta sedikit senyawa sulfur dan nitrogen. Sejauh ini telah ditemukan sedikitnya 500 senyawa yang terkandung dalam cuplikan minyak bumi. Minyak bumi memiliki komposisi yang berbeda-beda dalam setiap sumur, meski secara umum sama.

## 1. Komposisi Minyak Bumi

Komposisi utama minyak bumi yaitu senyawa hidrokarbon. Di samping senyawa-senyawa hidrokarbon, minyak bumi pada umumnya mengandung unsur-unsur belerang, nitrogen, oksigen, dan logam (khususnya vanadium, nikel, besi, dan tembaga).

Secara umum, komposisi minyak bumi dapat digolongkan sebagai berikut.

### a. Senyawa n-alkana

Senyawa alkana merupakan komponen utama minyak bumi. Pada suhu kamar, metana dan etana berupa gas. Metana dan etana merupakan komponen utama LNG. Sementara itu, propana dan butana merupakan komponen utama LPG berbentuk cair.

### b. Senyawa sikloalkana

Senyawa sikloalkana merupakan komponen terbesar kedua setelah n-alkana. Senyawa sikloalkana yang paling banyak terdapat pada minyak bumi yaitu siklopentana dan sikloheksana.

### c. Senyawa isoalkana

Hanya sedikit isoalkana yang terkandung dalam minyak bumi.

### d. Senyawa aromatik

Hanya sedikit senyawa aromatik dengan titik didih rendah dalam minyak bumi.

Berikut ini kegunaan senyawa-senyawa alkana yang terdapat dalam minyak mentah.

- Metana ( $\text{CH}_4$ ) dan etana ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) sebagai bahan utama LNG.
- Propana ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) dan butana ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ) sebagai bahan utama LPG.
- Pentana ( $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ) dan heptana ( $\text{C}_7\text{H}_{16}$ ) sebagai bahan pelarut, cairan pencuci kering (*dry clean*), dan produk cepat kering lainnya.
- $\text{C}_6\text{H}_{14}$  sampai  $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$  dicampur bersama dan dimanfaatkan sebagai bensin.
- $\text{C}_{10}$  sampai  $\text{C}_{15}$  dimanfaatkan sebagai bahan utama minyak tanah.
- $\text{C}_{10}$  dan  $\text{C}_{20}$  dimanfaatkan sebagai bahan utama diesel dan bahan bakar minyak untuk mesin kapal.
- $\text{C}_{16}$  sampai  $\text{C}_{20}$  dimanfaatkan sebagai bahan utama solar untuk bahan bakar mesin jet.
- $\text{C}_{20}$  ke atas yang berbentuk setengah padat digunakan sebagai bahan utama minyak pelumas dan vaselin.
- Mulai  $\text{C}_{25}$  berbentuk padat dan dimanfaatkan sebagai lilin dan bitumen aspal.

## 2. Pengolahan Minyak Bumi

Minyak bumi yang masih mentah atau biasa disebut minyak mentah tidak terlalu bermanfaat. Upaya yang harus dilakukan agar minyak mentah dapat digunakan yaitu memisahkannya dalam fraksi-fraksi atau campuran-campuran tertentu dalam sebuah kilang. Hal pertama yang dilakukan yaitu distilasi fraksional.

Tabel berikut menampilkan berbagai fraksi hidrokarbon yang diperoleh dari minyak bumi.

**Tabel Fraksi-Fraksi Minyak Bumi**

No.	Fraksi	Jumlah Atom C	Titik Didih (°C)	Kegunaan
1.	Gas	$C_1 - C_4$	< 30	Bahan bakar pemanas
2.	Petroleum eter	$C_5 - C_7$	30 – 90	Pelarut
3.	Bensin	$C_6 - C_{12}$	30 – 180	Bahan bakar mobil
4.	Minyak tanah	$C_{10} - C_{15}$	180 – 230	Bahan bakar, pemanas
5.	Minyak gas	$C_{10} - C_{20}$	230 – 305	Bahan bakar diesel, pemanas
6.	Solar	$C_{16} - C_{20}$	> 305	Bahan bakar mesin jet
7.	Minyak pelumas	$> C_{20}$	Zat padat, titik cair rendah	Pelumas
8.	Aspal	$> C_{25}$	Residu	Lilin, malam, pelapis jalan raya

Hasil penyulingan di atas hanya sedikit menghasilkan fraksi bensin. Padahal kebutuhan manusia akan bensin sangat besar. Oleh karena itu, untuk menghasilkan bensin yang lebih banyak diperlukan proses lanjutan.

### B. Bensin

Bensin merupakan fraksi minyak bumi yang paling dibutuhkan manusia saat ini. Komponen utama penyusun bensin yaitu n-heptana dan iso-oktana. Peningkatan kuantitas dan kualitas bensin dalam pengolahan minyak bumi dilakukan melalui proses kertakan (*cracking*) dan reformasi fraksi-fraksi bertitik didih tinggi. Ada dua jenis kertakan yang biasanya dilakukan pada fraksi bensin.

1. Kertakan katalitik, berupa proses memanaskan bahan bakar bertitik didih tinggi di bawah tekanan dengan penambahan katalis (tanah liat aluminium silikat dicuci dengan asam dan dijadikan bubuk halus). Dalam kondisi demikian, molekul besar akan patah-patah menjadi fragmen kecil.

2. Kertakan kukus, merupakan suatu teknik mengubah alkana menjadi alkena. Reformasi katalitik mengubah senyawa alifatik menjadi senyawa aromatik. Alkena dan senyawa aromatik yang terbentuk dimanfaatkan sebagai bahan baku plastik dan senyawa sintetik organik.

Proses kertakan akan menghasilkan alkana bercabang dan senyawa aromatik yang mengurangi suara ketukan (*knocking*). Sebagaimana Anda ketahui bahwa penyusun utama bensin yaitu alkana rantai lurus dan isooktana. Alkana rantai lurus tersebut memiliki titik didih yang lebih tinggi dari isooktana, sehingga di dalam mesin tidak terbakar sempurna. Tidak sempurnanya proses pembakaran tersebut menimbulkan suara ketukan pada mesin ketika mobil dipercepat, maupun pada tanjakan. Hal ini menyebabkan mesin aus. Untuk mengurangi hal tersebut, bensin berkualitas harus lebih banyak terdiri dari alkana rantai cabang dan senyawa aromatik.

Kualitas bensin ditentukan berdasarkan bilangan oktan, yaitu angka yang menunjukkan persentase isooktana dalam bensin. Bilangan oktan 100 berarti bensin tersebut setara dengan isooktana murni dalam hal sifat pembakaran. Sedangkan bilangan oktan 0 berarti bensin tersebut setara dengan heptana murni. Bilangan oktan 75 berarti bensin tersebut terdiri dari 75% isooktana dan 25% heptana. Semakin tinggi bilangan oktan, semakin baik kualitas bensin tersebut. Bensin premium memiliki bilangan oktan 85, dan bensin super memiliki bilangan oktan 98. Dimungkinkan diperoleh bilangan oktan lebih dari 100 karena beberapa senyawa memiliki karakteristik bakar lebih baik daripada isooktana.

Penambahan zat aditif ke dalam bensin bertujuan untuk mengurangi ketukan dan meningkatkan bilangan oktan. Beberapa zat aditif yang biasa digunakan dan memiliki bilangan oktan lebih dari 100 yaitu benzena, t-butilalkohol [ $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$ ], dan t-butil metil eter [ $(\text{CH}_3)_3\text{COCH}_3$ ]. Terkadang digunakan juga campuran zat aditif dalam bensin bertimbal yaitu etilfluid: 65% tetraetil timbal [ $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_4\text{Pb}$ ], 25% 1,2-dibromoetana ( $\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ ), dan 10% 1,2-dikloroetana ( $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ ). Senyawa-senyawa hidrokarbon yang telah terhalogenasi tersebut bermanfaat untuk mengubah timbal yang dihasilkan pada pembakaran bensin menjadi timbal (II) bromida ( $\text{PbBr}_2$ ) yang mudah menguap agar mudah dibuang bersama gas buang lainnya.

Penggunaan tetraetil timbal dalam bensin akan segera dihentikan karena menimbulkan pencemaran udara yang sangat parah. Saat ini telah dikembangkan MTBE (metil tersier butil eter), metanol, dan etanol.



### Kata Kunci

- *cracking* (kertakan)
- *knocking* (ketukan)
- bilangan oktan



### Sebaiknya Anda Tahu

#### Peningkatan Suhu Bumi

Pada tahun 2100 suhu bumi meningkat 1,5 – 3,5° C yang akan menyebabkan kekacauan cuaca.

## C. Batubara

Sebelum minyak bumi melimpah dan murah pada tahun 1940-an, batubara memegang peranan penting sebagai sumber utama senyawa organik sintetik. Penemuan minyak bumi menyebabkan orang beralih dari batubara, mengingat sumber yang melimpah dan proses yang lebih ramah lingkungan dan murah. Namun, seiring pemanfaatan minyak bumi yang meningkat sedangkan sumbernya semakin berkurang, kini orang mulai beralih ke batubara kembali. Sampai saat ini terus dilakukan penelitian untuk mengolah batubara dengan lebih efisien.

Batubara sendiri terbentuk dari peluruhan tumbuhan oleh bakteri di bawah aneka ragam tekanan. Batubara dikelompokkan menurut kadar karbon di dalamnya: antrasit atau batubara keras dengan kadar karbon paling tinggi, batubara bitumen (lunak), lignit, dan gambut. Batubara juga mengandung sulfur. Sebagaimana senyawa hidrokarbon lainnya, pembakaran yang tidak sempurna dari batubara akan menghasilkan polutan karbon monoksida yang beracun.

## D. Energi Terbarukan

Pemanfaatan hidrokarbon sebagai sumber energi utama tampaknya harus mulai dipertimbangkan. Realitas menunjukkan bahwa ketersediaan bahan bakar fosil tersebut semakin hari semakin menipis. Bahan bakar fosil merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbaharui. Selain itu, eksplorasi dan pemanfaatan yang berlebihan terhadap bahan bakar fosil tersebut menyebabkan kerusakan lingkungan yang cukup parah. Berhemat dalam menggunakan bahan bakar merupakan salah satu solusi. Solusi lain yang dapat dilakukan yaitu memanfaatkan sumber energi alamiah yang ada di bumi dengan teknologi modern.

Sumber energi alamiah tersebut tidak hanya ada dalam jumlah melimpah, namun juga dapat diperbaharui, sehingga tidak perlu khawatir akan habis. Sumber-sumber energi alamiah tersebut di antaranya sebagai berikut.

### 1. Air

Air dapat dijadikan sumber energi listrik. Oleh karena itu, saat ini dikembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). PLTA memanfaatkan air untuk memutar turbin yang menghidupkan generator listrik. Energi listrik yang dihasilkan setara dengan yang dihasilkan oleh pembangkit listrik berbahan bakar fosil.



### Sebaiknya Anda Tahu

#### Dampak Negatif Bahan Bakar

Pembakaran tak sempurna bahan bakar fosil (minyak bumi dan batu bara) menghasilkan polutan-polutan berbahaya.

1. Timbal.
2. Karbon dioksida yang menyebabkan efek rumah kaca.
3. Sulfur yang menyebabkan hujan asam.

## 2. Angin

Angin siap menyediakan tenaga 17.000 MW di seluruh dunia. Angin akan menggerakkan kincir berbentuk sayap yang dilekatkan pada sebuah tangkai horizontal yang memutar sebuah generator listrik. Negara yang sudah mencoba pemanfaatan tenaga angin yaitu Denmark dan Amerika Serikat.

## 3. Sinar Matahari

Saat ini, beberapa negara juga tengah mengembangkan pembangkit listrik tenaga surya. Pembangkit listrik tenaga surya dapat menghasilkan daya sebesar 10 MW.

## 4. Tanaman

Banyak tanaman dapat menghasilkan bahan bakar cair. Bioetanol dapat dibuat dari sisa hasil hutan, jerami, tebu, dan jagung dengan peragian dan penyulingan. Minyak dari kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar diesel.

Selain keempat hal di atas, masih banyak sumber energi alamiah lain yang belum termanfaatkan, seperti pasang surut air laut, gelombang laut, panas bawah laut, panas bumi, dan lain-lain.



### Materi Plus

#### Efek Rumah Kaca dan Hujan Asam

1. *Bagaimana efek rumah kaca terjadi?*

Ketika bahan bakar fosil dibakar di mobil dan sebuah pembangkit tenaga, gas CO<sub>2</sub> dilepaskan sebagai gas sisa yang dibuang. Sebenarnya gas ini ada secara alamiah di atmosfer bumi untuk menjebak panas matahari agar bumi ini menjadi hangat. Namun, keberadaan CO<sub>2</sub> di atmosfer menjadi berlebihan akibat pembakaran mesin dan pembangkit tenaga, sehingga panas matahari yang terjebak semakin banyak. Akibatnya, terjadi peningkatan suhu yang cukup signifikan di bumi. Itulah mengapa, bumi ini menjadi lebih panas. Ketika bumi lebih panas, terjadi perubahan cuaca yang mencolok. Beberapa negara akan lebih basah, dan yang lain lebih kering.

2. *Bagaimana hujan asam terjadi?*

Pembakaran batubara di pembangkit tenaga listrik menghasilkan gas buangan yang berkombinasi dengan air di atmosfer membentuk awan-awan asam sulfat dan asam nitrat. Awan-awan tersebut turun sebagai hujan asam. Hujan asam tersebut menyebabkan kerusakan pada daun tanaman dan membunuh ikan-ikan di danau air tawar.



## Ringkasan

1. Komponen penyusun minyak bumi: senyawa-senyawa alkana, siklo-alkana, dan hidrokarbon.
2. Minyak bumi terbentuk dari jasad renik yang terpendam berjuta-juta tahun.
3. Minyak bumi diolah melalui proses desalting dan distilasi bertingkat.
4. Fraksi-fraksi minyak bumi: gasolin, bensin, kerosin, solar, pelumas, dan residu.
5. Dampak negatif minyak bumi mengakibatkan polusi udara.



## Ulangan Harian

### A. Pilihlah jawaban yang tepat!

1. Bensin dengan bilangan oktan 75 berarti . . .
  - a. Bensin tersebut terdiri dari 75% isooktana dan 25% heksana.
  - b. Bensin tersebut terdiri dari 25% isooktana dan 75% heksana.
  - c. Bensin tersebut terdiri 75% isooktana dan 25% pentana.
  - d. Bensin tersebut terdiri dari 25% isooktana dan 75% butana.
  - e. Bensin tersebut terdiri dari 75% isooktana dan 25% heptana
2. Hasil distilasi pada minyak bumi yang paling rendah titik didihnya yaitu . . .
  - a. solar
  - b. aspal
  - c. elpiji
  - d. bensin
  - e. lilin
3. Dalam kehidupan sehari-hari, kerosin dikenal sebagai . . .
  - a. premium
  - b. minyak tanah
  - c. premix
  - d. minyak solar
  - e. elpiji
4. Penambahan zat aditif ke dalam bensin bertujuan untuk . . .
  - a. Menurunkan titik didihnya.
  - b. Memisahkan dari fraksi minyak bumi yang lain.
  - c. Mengurangi ketukan dan meningkatkan bilangan oktan.
  - d. Mengurangi polutan pada asap yang dibuang.
  - e. Membakar bensin dengan sempurna.
5. Uap beracun yang dihasilkan dari pembakaran bensin mengandung logam . . .
  - a. Pb
  - b. Cr
  - c. Hg
  - d. Sn
  - e. Br
6. Gas yang dihasilkan oleh pembakaran bensin yang menyebabkan efek rumah kaca yaitu . . .
  - a. Pb
  - b. Etil bromida
  - c. CO<sub>2</sub>
  - d. SO<sub>2</sub>
  - e. CO
7. Pembakaran batubara akan menyebabkan hujan asam karena adanya unsur . . . dalam batubara.
  - a. alkana rantai lurus
  - b. isoalkana
  - c. benzena
  - d. timbal
  - e. sulfur



8. Di bawah ini yang *bukan* merupakan komponen bensin yaitu . . . .
- 2,2,4-trimetil-pentana
  - 2,3-dimetil-butana
  - 2-metil-heptana
  - 2,3-dimetil-heksana
  - 2-metil-heksana
9. Zat aditif bebas pencemaran yang ditambahkan ke dalam bensin untuk menaikkan angka oktan yaitu . . . .
- amil alkohol
  - TEL
  - dietil eter
  - MBTE
  - MTBE
10. Berikut ini merupakan salah satu jenis batubara, *kecuali* . . . .
- rawa-rawa
  - gambut
  - bitumen
  - lignit
  - antrasit
11. Komponen bensin yang paling banyak menghasilkan ketukan yaitu . . . .
- hidrogen
  - alkana alifatik
  - sikloalkana
  - alkana bercabang
  - alkana rantai lurus
12. Pembakaran tidak sempurna bensin menghasilkan gas beracun yang mudah diikat oleh darah. Gas tersebut yaitu . . . .
- SO<sub>2</sub>
  - SO<sub>3</sub>
  - CO<sub>2</sub>
  - CO
  - Pb
13. Berikut ini merupakan salah satu alasan untuk mencari sumber energi alternatif yang bersifat alamiah, *kecuali* . . . .
- Sumber energi dari alam dapat diperbaharui.
  - Harga minyak mentah dan batubara semakin mahal.
  - Sumber energi dari alam jumlahnya melimpah.
  - Sumber minyak mentah dan batubara semakin berkurang.
  - Sumber energi dari alam tidak menimbulkan polusi udara.
14. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh para ahli, diketahui bahwa tanaman juga dapat menghasilkan bahan bakar cair, yaitu berupa . . . .
- bioetanol
  - biometanol
  - biogas
  - bioenergi
  - minyak nabati
15. Penghijauan dapat mengurangi kadar polutan di udara karena . . . .
- Mampu mengikat gas N<sub>2</sub> di udara.
  - Menjaga keseimbangan CO<sub>2</sub> di udara.
  - Mengubah CO<sub>2</sub> menjadi O<sub>2</sub>.
  - Menyerap limbah.
  - Mengikat CO dan membebaskan O<sub>2</sub>.
- B. Jawablah dengan singkat dan jelas!**
- Jelaskan secara singkat terbentuknya minyak bumi!
  - Sebutkan senyawa-senyawa yang terkandung dalam minyak bumi!
  - Jelaskan bagaimana minyak bumi dipisahkan hingga didapatkan fraksi-fraksinya!
  - Sebutkan dan jelaskan fraksi-fraksi minyak bumi!
  - Jelaskan bagaimana kertakan akan mengurangi ketukan (*knocking*) pada bensin!

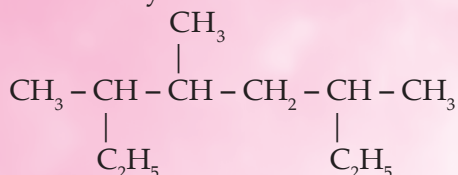


## Latihan Ulangan Blok 3

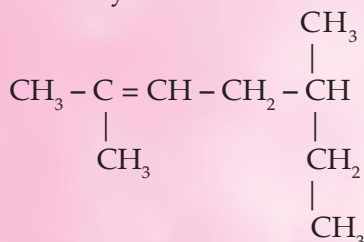
### A. Pilihlah jawaban yang tepat!

- Dua kutub listrik dimasukkan ke dalam sebuah larutan sehingga membuat lampu yang tersambung menyala. Hal ini menunjukkan bahwa larutan tersebut memiliki derajat disosiasi . . . .
  - $\alpha = 1$
  - $\alpha = 0,5$
  - $\alpha = 1,5 \cdot 10^{-3}$
  - $\alpha = 2,3 \cdot 10^{-4}$
  - $\alpha = 0$
- Di antara senyawa berikut yang termasuk elektrolit lemah . . . .
  - NaCl, KCl, dan NaOH
  - KOH, KCl, dan HCl
  - $H_2SO_4$ ,  $Ca(OH)_2$ , dan  $MgSO_4$
  - $H_2SO_4$ , HCl, dan NaOH
  - $CH_3COOH$ , KCl, dan HF
- Di antara pernyataan berikut yang *tidak benar* mengenai hubungan antara larutan elektrolit dan ikatan kimia yaitu . . . .
  - Ion yang terbentuk dari peruraian senyawa ionik dalam air akan menghantarkan arus listrik.
  - Senyawa ionik merupakan elektrolit kuat karena senyawa ionik akan terdisosiasi sempurna dalam air.
  - Hanya larutan dari senyawa ionik yang dapat menghantarkan arus listrik.
  - Larutan senyawa kovalen polar akan dapat menghantarkan arus listrik dalam pelarut polar.
  - Reaksi disosiasi elektrolit merupakan reaksi *reversibel*.
- Contoh dari adanya reaksi redoks dalam kehidupan sehari-hari, *kecuali* . . . .
  - industri pelapisan logam
  - proses metabolisme pada manusia
  - proses mencairnya es di kutub
  - proses fotosintesis pada tumbuhan
  - perkaratan besi
- Dari reaksi
$$Pb(s) + PbO_2(s) + 4H^+(aq) \rightarrow 2PbSO_4(s) + 2H_2O$$
yang merupakan reduktor yaitu . . . .
  - $SO_4^{2-}(aq)$
  - Pb(s)
  - $H_2O(l)$
  - $PbO_2(s)$
  - $PbSO_4(s)$
- Pada reaksi:  $BrO_3^- \rightarrow Br^-$ , unsur bromin mengalami perubahan bilangan oksidasi sebesar . . . .
  - 6
  - 4
  - +4
  - +5
  - +6
- Alkana yang *tidak* mengandung lima atom karbon yaitu . . . .
  - n-pentena
  - 2 metil-butana
  - isopentana
  - 2 metil-pentana
  - 2,2 dimetil-propana
- Di antara senyawa-senyawa berikut yang tergolong alkena yaitu . . . .
  - $C_3H_{12}$
  - $C_6H_{12}$
  - $C_6H_{10}$
  - $C_5H_8$
  - $C_4H_{10}$

9. Nama yang tepat untuk senyawa di bawah ini yaitu . . .



- a. 3,5,6-trimetil-oktana  
 b. 3,4,6-trimetil-oktana  
 c. 6-etil-3,4-dimetil-heptana  
 d. 2-etil-4,5-dimetil-heptana  
 e. 2,5-dietil-3-metil-heksana
10. Nama yang tepat untuk senyawa berikut yaitu . . .



- a. 2,5-dimetil-5-etil-2-pentena  
 b. 2-metil-5-etil-2-heksena  
 c. 2-etil-metil-2-heksena  
 d. 2,5-dimetil-2-heptena  
 e. 3,6-dimetil-5-heptena
11. Senyawa yang *bukan* isomer dari oktana yaitu . . .
- a. 2-metil-heptana  
 b. 2,3-dimetil-heksana  
 c. 2,3,4-trimetil-pentana  
 d. 2,2,2-trimetil-pentana  
 e. 2,2,3,3-tetrametil-butana
12. Homolog tertinggi berikutnya dari  $\text{C}_7\text{H}_{16}$  yaitu . . .
- a.  $\text{C}_6\text{H}_{14}$                       d.  $\text{C}_7\text{H}_{14}$   
 b.  $\text{C}_7\text{H}_{12}$                         e.  $\text{C}_8\text{H}_{18}$   
 c.  $\text{C}_7\text{H}_{10}$
13. Di antara senyawa hidrokarbon berikut yang paling rendah titik didihnya yaitu . . .
- a. n-pentana                      d. n-heptana  
 b. n-oktana                        e. n-heksana  
 c. n-butana

14. Di antara senyawa hidrokarbon berikut yang sedikit larut dalam air yaitu . . .

- a. 3-metil-pentana  
 b. 3-metil-1-pentena  
 c. 2,2-dimetil-pentana  
 d. n-oktana  
 e. 4-etil-2-metil-oktana

15.  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

Sifat yang *tidak benar* mengenai senyawa di atas yaitu . . .

- a. dalam suhu kamar berbentuk cair  
 b. tidak larut dalam air  
 c. titik didihnya lebih tinggi dari 2 metil propana  
 d. tidak larut dalam dietil eter  
 e. larut dalam dietil eter

16. Jika suatu senyawa hidrokarbon dibakar secara sempurna dan tiap 1 mol senyawa tersebut menghasilkan 5 mol  $\text{CO}_2$  dan 6 mol  $\text{H}_2\text{O}$ , senyawa tersebut yaitu . . .

- a. 2-metil-pentana  
 b. 3-metil-butana  
 c. 2,4-pentadiena  
 d. 2,3-dimetil-butana  
 e. 3-metil-pentadiena

17. Berikut merupakan sifat-sifat dari alkuna, *kecuali* . . .

- a. untuk menghasilkan alkana harus mengalami 2x adisi oleh  $\text{H}_2$   
 b. sedikit larut di dalam air  
 c. jika dibakar sempurna akan menghasilkan  $\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{CO}_2$   
 d. tidak larut dalam dietil eter  
 e. adisi oleh halida maupun asam halida akan menghasilkan haloalkana

18. Dari senyawa hidrokarbon berikut yang *tidak* mengalami reaksi adisi yaitu . . . .

- a. 2-metil-4-heksena
- b. 2,3-pentadiena
- c. 2-metil-pentana
- d. 3-pentuna
- e. 2-heksena

19. Berikut merupakan isomer-isomer dari n-heptana, *kecuali* . . . .

- a. 2,4-dimetil-pentana
- b. 2,2,2-trimetil-butana
- c. 2,3-dimetil-butana
- d. 3-metil-heksana
- e. 3,3-dimetil-pentana

20. Dari senyawa alkana berikut yang berwujud gas pada suhu kamar yaitu . . . .

- a. n-butana
- b. n-pentana
- c. n-heksana
- d. n-heptana
- e. n-oktana

21. Senyawa alkana berikut yang mempunyai titik didih lebih tinggi dari n-heksana yaitu . . . .

- a. n-heptana
- b. n-pentana
- c. 2-metil-butana
- d. 2,3-dimetil-butana
- e. 2,2-dimetil-butana

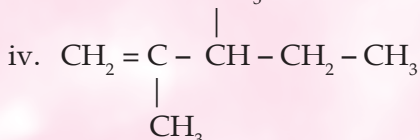
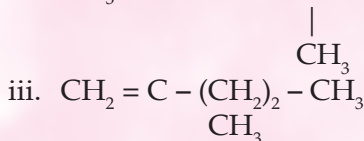
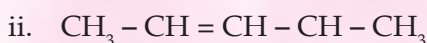
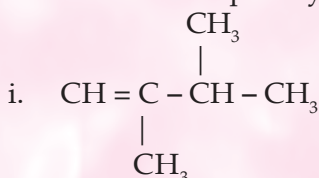
22. Jika suatu senyawa hidrokarbon direaksikan dengan  $\text{Cl}_2$  dan menghasilkan 1,2 dikloro propana maka senyawa tersebut yaitu . . . .

- a. 2-butena
- b. propena
- c. 2-metil-propana
- d. isopropana
- e. propuna

23. Berikut merupakan isomer-isomer yang mungkin dari  $\text{C}_5\text{H}_8$ , *kecuali* . . . .

- a. 1-pentuna
- b. 2-pentuna
- c. 2-metil-1-pentuna
- d. 2-metil-1-butuna
- e. 2-metil-2-butuna

24. Perhatikan beberapa senyawa berikut.



Pasangan isomer dari senyawa di atas ditunjukkan oleh . . . .

- a. i dan ii
- b. i dan iii
- c. ii dan iii
- d. ii dan iv
- e. i dan iv

25. Di antara reaksi berikut yang *tidak* mengikuti aturan *Markovnikov* yaitu . . . .

- a. 2-pentena + HBr  $\rightarrow$  3-bromopentana
- b. propena + HBr  $\rightarrow$  isobromopropana
- c. 2-metil-1-butena + HBr  $\rightarrow$  2-bromo-2-metil-butana
- d. 2-metil-2-butena + HBr  $\rightarrow$  2-bromo-3-metil-butana
- e. 2-butena + HCl  $\rightarrow$  2-kloro-butana

26. Bahan utama LNG terdiri dari . . . .
  - a. pentana sampai heptana
  - b. pentana dan propana
  - c. metana dan etana
  - d. propana dan butana
  - e. butana dan heptana
27. Pengolahan minyak bumi untuk mendapatkan berbagai fraksi didasarkan pada perbedaan . . . .
  - a. titik lebur
  - b. titik leleh
  - c. kelarutan
  - d. titik beku
  - e. titik didih
28.  $C_6 - C_{12}$  merupakan komponen utama dari . . . .
  - a. bensin
  - b. vaselin
  - c. solar
  - d. LNG
  - e. LPG
29. Residu pengolahan minyak bumi yang merupakan alkana dengan rantai C lebih dari 25, pada umumnya dimanfaatkan sebagai . . . .
  - a. pelumas dan vaselin
  - b. pelarut dan lilin
  - c. aspal dan lilin
  - d. pelumas dan minyak tanah
  - e. vaselin dan aspal
30. Bilangan oktan merupakan campuran dari . . . .
  - a. isooktana dan butana
  - b. isooktana dan heptana
  - c. isooktana dan pentana
  - d. isooktana dan heksana
  - e. isooktana dan dekana

**B. Jawablah dengan singkat dan jelas!**

1. Tentukan bilangan oksidasi atom Mn dalam senyawa berikut!
  - a.  $Mn_2O_3$
  - b.  $MnO_4^-$
  - c.  $MnCl_2$
  - d.  $MnO_4^{2-}$
  - e.  $MnO_2$
2. Apa yang dimaksud dengan derajat disosiasi?
  3. Pada reaksi redoks:  $Pb + PbCl_4 \rightarrow 2PbCl_2$ , tentukan:
    - a. reduktor,
    - b. oksidator!
  4. Apa perbedaan antara larutan elektrolit kuat dan elektrolit lemah? Sebutkan contoh masing-masing!
  5. Beri nama senyawa berikut!
    - a. FeO
    - b.  $K_2S$
    - c. HClO
    - d.  $Al_2S_3$
  6. Tulislah isomer-isomer dari  $C_5H_{10}$  dan beri nama!
  7. Tulislah pasangan isomer geometri dari:
    - a. 2-heksena,
    - b. 2-kloro-2-pentena!
  8. Selesaikanlah reaksi berikut!
    - a. 2-pentena + HBr
    - b. 2-metil-1-pentena + HBr
  9. Apa yang harus Anda lakukan untuk membedakan propana dan propena secara eksperimen?
  10. Diketahui reaksi sebagai berikut.  
 $A + HBr \rightarrow 2\text{-bromo-2-metil-butana}$ .  
 Jika 10 mol zat A dibakar secara sempurna, berapa mol uap air yang akan dihasilkan?
  11. Bagaimanakah cara menentukan kualitas bensin? Apa yang dimaksud dengan bilangan oktan?
  12. Diketahui bensin super memiliki bilangan oktan 98. Apakah maksudnya?
  13. Bagaimana bensin dapat menimbulkan efek rumah kaca? Jelaskan!
  14. Bagaimana batubara dapat menimbulkan hujan asam? Jelaskan!
  15. Apa saja bahan alam yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan?



## Latihan Ulangan Kenaikan Kelas

### A. Pilihlah jawaban yang tepat!

- Pernyataan yang sesuai untuk neutron yaitu . . . .
  - jumlahnya selalu sama dengan jumlah proton
  - jumlahnya dapat berbeda sesuai dengan nomor massa isotopnya
  - jumlahnya sama dengan jumlah elektron
  - merupakan partikel atom bermuatan positif
  - merupakan partikel atom bermuatan negatif
- Inti atom terdiri atas . . . .
  - proton dan neutron
  - proton
  - neutron
  - proton dan elektron
  - neutron dan elektron
- Suatu atom (A) terdiri dari 12 proton dan 13 neutron. Atom lain (B) terdiri atas 13 proton dan 12 neutron. Pernyataan yang benar tentang kedua atom tersebut yaitu . . . .
  - atom A dan B merupakan isotop
  - atom A dan B merupakan isobar
  - atom A dan B merupakan isoton
  - atom A dan B mempunyai jumlah elektron yang sama
  - atom A dan B identik
- Gagasan utama yang dikembangkan oleh teori atom Niels Bohr yaitu . . . .
  - gagasan tentang partikel sub-atom
  - gagasan tentang inti atom
  - gagasan tentang tingkat-tingkat energi dalam atom
  - gagasan tentang gejala isotop
  - gagasan tentang nomor atom
- Di antara beberapa unsur dan ion berikut yang mempunyai jumlah elektron yang sama pada kulit terluar yaitu . . . (NA: C = 6, N = 7, F = 9, O = 8, Na = 11, Cl = 17, He = 2, Mg = 12, Ne = 10)
  - $C^{2-}$ , N, F,  $O^+$
  - N,  $O^+$ , F,  $Na^+$
  - $Na^+$ ,  $Cl^-$ , He,  $O^{2-}$
  - $C^{2-}$ ,  $O^{2-}$ ,  $F^{2-}$ ,  $Mg^{2+}$
  - $O^{2-}$ , F, Ne,  $Na^+$
- Di antara senyawa berikut, yang di dalam larutannya menghasilkan ion paling banyak yaitu . . . .
  - $H_2SO_4$
  - $CH_3COOH$
  - $NH_4Cl$
  - $Fe_2(SO_4)_3$
  - KOH
- Pada reaksi:  
 $2Ag^+(aq) + Zn(s) \rightarrow 2Ag(s) + Zn^{2+}(aq)$   
Pernyataan yang benar yaitu . . . .
  - Zn sebagai oksidator dan Ag reduktor
  - Zn sebagai reduktor dan Ag+ oksidator
  - Zn sebagai oksidator dan Ag+ reduktor
  - Zn sebagai reduktor dan Ag oksidator
  - Zn sebagai reduktor sekaligus oksidator

8. Rumus kimia dari besi(III) sulfat yaitu . . . .
- $\text{FeSO}_4$
  - $\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2$
  - $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
  - $\text{Fe}_2\text{S}_3$
  - $\text{Fe}_2\text{S}_4$
9. Bilangan oksidasi I dalam  $\text{IO}_3^-$  yaitu . . . .
- +5
  - +3
  - 5
  - 3
  - 0
10. Bilangan oksidasi atom S yang paling tinggi terdapat pada . . . .
- $\text{SO}_2$
  - $\text{SO}_4^{2-}$
  - $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
  - $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$
  - $\text{FO}_3$
11. Jika pada  $0^\circ\text{C}$  dan tekanan 76 cm Hg volume dari 4,25 g gas sebesar 2,8 L, massa molar gas tersebut yaitu . . . g/mol.
- 34
  - 32
  - 30
  - 28
  - 26
12. Satu mol logam L bereaksi dengan asam sulfat menghasilkan 33,6 L gas hidrogen pada STP, rumus garam yang terbentuk yaitu . . . .
- $\text{LSO}_4$
  - $\text{L}(\text{SO}_4)_2$
  - $\text{L}_2(\text{SO}_4)_3$
  - $\text{L}_2(\text{SO}_4)_5$
  - $\text{L}_2(\text{SO}_4)_6$
13. Jika suatu oksida nitrogen mengandung oksigen sebanyak 36,37 % berat maka rumus senyawa tersebut yaitu . . . .
- NO
  - $\text{NO}_2$
  - $\text{N}_2\text{O}$
  - $\text{N}_2\text{O}_3$
  - $\text{N}_2\text{O}_5$
14. Sebanyak 46 g suatu senyawa karbon dibakar menghasilkan 88 g  $\text{CO}_2$  dan 54 g air. Jika  $A_r$ : C = 12, H = 1, O = 16 maka rumus empiris senyawa itu yaitu . . . .
- $\text{CH}_2$
  - $\text{CH}_3$
  - $\text{CH}_3\text{O}$
  - $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
  - $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$
15. Jika tetapan Avogadro adalah L dan  $A_r \text{ Cl} = 35,5$  maka jumlah molekul yang terdapat dalam 1 g klor yaitu . . . L.
- 71
  - 35,5
  - $1/35,5$
  - 0,71
  - $1/71$
16. Di antara senyawa berikut, yang di dalam larutannya menghasilkan ion paling banyak yaitu . . . .
- $\text{H}_2\text{SO}_4$
  - $\text{CH}_3\text{COOH}$
  - $\text{H}_3\text{PO}_4$
  - $\text{Na}_2\text{SO}_4$
  - KOH
17. Pada reaksi:  
 $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Pb}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + 2\text{Pb}^+(\text{aq})$   
 Pernyataan yang benar adalah . . . .
- Pb sebagai oksidator dan Cu reduktor
  - Pb sebagai reduktor dan  $\text{Cu}^{2+}$  oksidator
  - Pb sebagai oksidator dan  $\text{Cu}^{2+}$  reduktor
  - Pb sebagai reduktor dan Cu oksidator
  - Pb sebagai reduktor sekaligus oksidator

18. Rumus kimia dari besi (II) sulfat yaitu . . . .
- $\text{FeSO}_4$
  - $\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2$
  - $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
  - $\text{Fe}_2\text{S}_3$
  - $\text{Fe}_2\text{S}_4$
19. Bilangan oksidasi Br dalam  $\text{BrO}_2^-$  yaitu . . . .
- +5
  - +3
  - 5
  - 3
  - 0
20. Bilangan oksidasi atom S yang paling rendah terdapat pada . . . .
- $\text{SO}_2$
  - $\text{SO}_4^{2-}$
  - $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
  - $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$
  - $\text{SO}_3$
21. Unsur yang paling elektronegatif yaitu unsur dengan nomor atom . . . .
- 9
  - 12
  - 13
  - 17
  - 18
22. Rumus oksida unsur Y yang berada pada golongan II dalam tabel periodik yaitu . . . .
- YO
  - $\text{YO}_2$
  - $\text{YO}_3$
  - $\text{Y}_2\text{O}$
  - $\text{Y}_2\text{O}_3$
23. Unsur S dan O dapat membentuk senyawa  $\text{SO}_3$  dan  $\text{SO}_4$ . Pada massa oksigen yang sama, perbandingan massa unsur O pada kedua unsur tersebut yaitu . . . .
- 4 : 3
  - 3 : 4
  - 2 : 3
  - 3 : 2
  - 1 : 2
24. Persamaan reaksi  $a\text{Fe}_2\text{O}_3 + b\text{CO} \rightarrow c\text{Fe} + d\text{CO}_2$  akan memenuhi hukum Lavoiser jika a, b, c, dan d berturut-turut . . . .
- 2, 3, 1, 3
  - 1, 3, 2, 3
  - 1, 2, 3, 1
  - 3, 2, 1, 3
  - 1, 2, 3, 1
25. Berdasarkan persamaan reaksi (pada T, P) sama:  
 $\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$   
 maka perbandingan volumenya yaitu . . . .
- 1 : 1 : 2 : 2 : 2 : 1
  - 1 : 1 : 2 : 2 : 1 : 2
  - 2 : 1 : 2 : 1 : 2 : 1
  - 2 : 2 : 1 : 1 : 1 : 2
  - 2 : 2 : 1 : 1 : 2 : 1
26. Diketahui reaksi  $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$
- |              |              |
|--------------|--------------|
| Massa atom C | Massa atom O |
| 12 g         | 32 g         |
| 9 g          | 24 g         |
- Perbandingan massa unsur C dan massa unsur O dalam senyawa  $\text{CO}_2$  yaitu . . . .
- 3 : 8
  - 8 : 3
  - 3 : 4
  - 4 : 3
  - 1 : 2
27. Jika suatu zat ditimbang ternyata massanya 60,3 g. Sesudah zat tersebut bereaksi dengan unsur lain maka massa zat tersebut sekarang . . . .
- 80,3 g
  - 60,3 g
  - 53 g
  - 20,1 g
  - 10 g



28. Bahan utama minyak tanah tersusun dari rantai . . . .

- $C_{10} - C_{15}$
- $C_{16} - C_{20}$
- $C_{20}$  ke atas
- $C_{25}$  ke atas
- di bawah  $C_{10}$

29. Katalis yang digunakan pada proses kertakan fatalitik yaitu . . . .

- vanadium pentaoksida
- asam sulfat
- aluminium silikat
- nikel
- nitrogen dioksida

30. Jenis batubara yang mempunyai kadar karbon paling tinggi yaitu . . . .

- gambut
- lignit
- batubara bitumen
- antrasit
- batubara lunak

**B. Jawablah dengan singkat!**

1.  ${}^7_7\text{N}$   ${}^{10}_{10}\text{Ne}$   ${}^{19}_{19}\text{K}$   ${}^{35}_{35}\text{Br}$   ${}^{37}_{37}\text{Rb}$   ${}^{53}_{53}\text{I}$

Tuliskan konfigurasi elektron unsur-unsur tersebut dan tentukan:

- Unsur yang terletak dalam satu golongan,
- Unsur yang terletak dalam satu periode,
- Unsur yang memenuhi kaidah oktet!

2. Apa perbedaan antara senyawa ion dan senyawa kovalen? Sebutkan ciri-ciri keduanya!

3. Mengapa atom karbon dapat membentuk banyak senyawa?

4. Jelaskan perbedaan antara desalting dan distilasi fraksional pada proses pengolahan minyak bumi!

5. Sebanyak 3 g massa suatu senyawa organik terdiri atas 1,2 g karbon, 0,2 g hidrogen, dan sisanya oksigen.  $M_r$  senyawa itu = 60. Tentukan rumus empiris dan rumus molekul senyawa tersebut ( $A_r$ : C = 12, H = 1, O = 16)!



## Glosarium

**Adisi:** reaksi pemutusan ikatan rangkap.

**Afinitas elektron:** besarnya energi yang dibebaskan satu atom netral dalam wujud gas pada waktu menerima satu elektron sehingga terbentuk ion negatif.

**Alkana:** Hidrokarbon paling sederhana dengan ikatan tunggal, memiliki rumus struktur  $C_nH_{2n+2}$ .

**Alkena:** hidrokarbon dengan ikatan rangkap dua, memiliki rumus struktur  $C_nH_{2n}$ .

**Alkil:** hidrokarbon yang kehilangan 1 atom H, memiliki rumus struktur  $C_nH_{2n+1}$ .

**Alkuna:** hidrokarbon dengan ikatan rangkap tiga, memiliki rumus struktur  $C_nH_{2n-2}$ .

**Anion:** ion-ion bermuatan negatif.

**Atom:** zat terkecil dari suatu unsur.

**Aturan Markovnikov:** atom H dari asam halida akan terikat pada atom karbon dari alkena tak simetris yang memiliki atom H paling banyak. Jika atom C yang berikatan rangkap memiliki jumlah H yang sama maka halida akan terikat pada atom C yang paling panjang.

**Bilangan oktan:** angka yang menunjukkan persentase isooktana dalam bensin untuk menyatakan mutu bensin. Semakin tinggi bilangan oktan, semakin baik mutu bensin tersebut.

**Derajat disosiasi:** perbandingan mol zat terionisasi dengan mol zat mula-mula.

**Dipol:** muatan elektrik yang sama, tetapi berbeda tanda dengan jarak yang cukup dekat.

**Distilasi fraksional:** teknik pemisahan yang berdasarkan perbedaan titik didih yang menggunakan kolom bertingkat/fraksionasi.

**Duplet:** sepasang elektron dalam ikatan kimia kovalen.

**Elektron:** partikel bermuatan  $-1$  dan massa  $0$ .

**Elektronegativitas:** keelektronegatifan: kemampuan menarik muatan negatif.

**Elektron valensi:** elektron pada kulit terluar.

**Energi ionisasi:** energi minimum yang diperlukan untuk melepaskan elektron dari suatu atom netral dalam wujud gas.

**Golongan:** lajur vertikal dalam SPU yang disusun menurut kemiripan sifat.

**Halogenasi:** reaksi alkana dengan halogen.

**Hidrokarbon:** senyawa yang mengandung unsur karbon dan hidrogen.

**Hidrokarbon jenuh:** senyawa hidrokarbon dengan hanya memiliki ikatan tunggal, tidak memiliki ikatan rangkap.

**Hidrokarbon siklis:** hidrokarbon dengan rantai tertutup.

**Hidrokarbon tak jenuh:** senyawa hidrokarbon yang memiliki ikatan rangkap.

**Higroskopik:** menjadi lembap atau basah karena menyerap air dari udara.

**Homolog:** deret senyawa dengan struktur serupa yang masing-masing anggotanya dibentuk dari anggota sebelumnya dengan menambahkan sejumlah atom C dan H yang tertentu.

**Hukum kekekalan massa:** massa zat-zat sebelum dan sesudah reaksi adalah tetap.

**Hukum Mendeleev:** pengelompokan unsur-unsur berdasarkan pada persamaan sifat.

**Hukum Oktaf Newlands:** pengelompokan unsur-unsur berdasarkan kenaikan massa atom relatifnya.

**Hukum perbandingan berganda:** apabila dua unsur dapat membentuk lebih dari satu senyawa, di mana massa salah satu unsur tetap sama maka perbandingan massa unsur yang lain dalam senyawa-senyawa tersebut merupakan bilangan bulat sederhana.

**Hukum perbandingan tetap:** perbandingan massa unsur-unsur penyusun suatu senyawa selalu tetap.

**Hukum perbandingan volume:** semua gas yang direaksikan dengan hasil reaksi, diukur pada suhu dan tekanan yang sama.

**Hukum Triade Dobereiner:** pengelompokan unsur berdasarkan kemiripan sifat yang ada, di setiap kelompok terdiri atas 3 unsur.

**Ikatan ionik:** ikatan yang dihasilkan dari perpindahan elektron dari satu atom ke atom lain. Satu atom memberikan satu atau lebih dari elektron terluarnya.

**Ikatan kovalen:** ikatan yang terjadi karena penggunaan bersama-sama pasangan elektron oleh dua atom.

**Isobar:** unsur-unsur yang memiliki nomor atom berbeda, tapi nomor massa sama.

**Isomer:** suatu senyawa yang memiliki rumus molekul sama, namun rumus strukturnya berbeda.

**Isomer posisi:** senyawa-senyawa dengan rumus molekul sama, namun memiliki penataan atom yang berbeda.

**Isoton:** atom yang berbeda tetapi mempunyai jumlah neutron sama.

**Isotop:** jika 2 atom atau lebih memiliki nomor atom sama tetapi nomor massa berbeda.

**Jari-jari atom:** jarak dari inti atom sampai kulit elektron terluar.

**Kaidah duplet:** atom-atom yang mempunyai kecenderungan untuk memiliki konfigurasi elektron gas helium.

**Kation:** ion-ion bermuatan positif.

**Kaidah oktet:** kecenderungan atom-atom untuk memiliki struktur atau konfigurasi gas mulai/8 elektron.

**Keelektronegatifan:** suatu bilangan yang menyatakan kecenderungan suatu unsur menarik elektron dalam suatu ikatan kimia.

**Konfigurasi elektron:** susunan elektron suatu atom berdasarkan kulit-kulit atom tersebut.

**Kovalen koordinasi:** ikatan kovalen yang terjadi karena pasangan elektron yang dipakai bersama berasal dari salah satu atom yang berikatan.

**Kertakan katalitik:** merupakan proses memanaskan bahan bakar bertitik didih tinggi di bawah tekanan dan dengan penambahan katalis (tanah liat aluminium silikat dicuci dengan asam dan dijadikan bubuk halus).

**Kertakan kukus:** merupakan suatu teknik mengubah alkana menjadi alkena.

**Kisi:** penataan (susunan) teratur butir-butir dalam dua atau tiga dimensi.

**Kristal:** hablur: bentuk padat yang homogen dan bersudut dari suatu zat-zat; dicirikan oleh penataan bidang-bidang permukaan tertentu oleh bangunan yang mempunyai derajat simetri.

**Larutan:** sistem homogen yang terdiri dari sebuah zat terlarut dan satu atau lebih zat terlarut.

**Larutan elektrolit:** larutan yang dapat menghantarkan arus listrik.

**Larutan nonelektrolit:** larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik.

**Neutron:** partikel yang tidak bermuatan dan massanya hampir sama dengan proton.

**Nomor atom (z):** jumlah proton atau elektron dalam atom.

**Nomor massa:** banyaknya proton dan neutron yang menyusun inti atom suatu unsur.

**Massa Atom Relatif:** massa satu atom unsur atau massa satu molekul zat dengan satuan massa atom (sma).

**Oksidator:** zat yang mengalami reduksi atau mampu mengoksidasi zat lain.

**Oktet:** sistem empat pasang elektron valensi yang biasanya menunjukkan bahwa bangunan dengan sistem ini stabil dan lembam (tidak mudah bereaksi).

**Periode:** lajur horizontal dalam TPU yang disusun menurut kemiripan sifat.

**Polaritas:** perbedaan keelektronegatifan dua atom.

**Proton:** partikel bermuatan +1 dan massa 1 sma.

**Radiasi:** energi yang bergerak dalam bentuk gelombang elektromagnetik atau foton.

**Reaksi oksidasi:** reaksi yang menaikkan bilangan oksidasi atau reaksi pelepasan elektron.

**Reaksi reduksi:** reaksi yang menurunkan bilangan oksidasi atau reaksi penangkapan elektron.

**Reduktor:** zat yang mengalami oksidasi atau mereduksi zat lain.

**Rumus empiris:** rumus yang menyatakan perbandingan terkecil atom-atom dari unsur-unsur yang menyusun suatu senyawa.

**Rumus molekul:** rumus yang menyatakan jumlah atom-atom dari unsur-unsur yang menyusun satu molekul senyawa. Jadi rumus molekul menyatakan susunan sebenarnya dari molekul zat.

**Senyawa biner:** senyawa yang hanya terjadi dari dua macam unsur yang berbeda (terdiri atas unsur logam dan bukan logam).

**Senyawa ionik:** senyawa di mana atom-atomnya berikatan secara ionik.

**Senyawa kovalen:** senyawa di mana atom-atomnya berikatan secara kovalen.

**Sistem periodik modern:** pengelompokan unsur-unsur berdasarkan kenaikan nomor atom dan kemiripan sifat.

**Substituen:** atom atau gugus yang masuk dalam bangunan sebuah molekul dengan menggantikan atom gugus lain.

## Daftar Pustaka

- Briggs, JGR. 2001. *Science in Focus Chemistry for GCE 'O' Level*. Singapore: Pearson Education Asia Pte Ltd.
- Daintith, J. 1994. *Oxford. Kamus Lengkap Kimia*. Alih Bahasa Suminar Achmadi. Jakarta: Erlangga.
- Magloff, L. 2006. *Seri Kegiatan Sains. Kimia Sehari-hari*. Alih Bahasa Basuki. W. Bandung: Pakar Raya.
- Pudjaatmaka, A.H, Oodratillah, M.T. 2004. *Kamus Kimia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Tho Lai Hoong, Ho Peck Leng. 1999. *New Lower Secondary Science 2*. Singapore: Pan Pacific Publications Pte Ltd.
- Woodford, C, Clowes, M. 2006. *Jejak Sejarah Sains. Atom dan Molekul*. Bandung: Pakar Raya.

## A

### Adisi

Adisi, 152, 155, 157

Adisi asam halida, 152, 155

Adisi halogen, 152, 155

Afinitas elektron, 28–30, 32, 36

Air kristal, 62, 104–105, 112, 114, 116

Aqueous, 65

Asam, 62, 65, 70

## B

Bahan bakar fosil, 161, 165–166

Batubara, 161, 165–168

### Bensin

Bensin premium, 164

Bensin super, 164

Bilangan oktan, 164, 167

Bioetanol, 166, 168

## C

Cracking, 163, 164

## D

Derajat disosiasi, 130, 133

Deret homolog, 143–144, 147, 149, 153

Dipol, 43–44, 48

Distilasi fraksional, 163

## E

Elektrolit kuat, 130, 136

Elektrolit lemah, 130, 136

Elektron, 20, 25, 28–30

Elektron, 24–32, 34–36

Elektron valensi, 11–13, 16–18, 24–26, 28, 35

Elektronegativitas, 40, 45, 131

Energi ikatan, 42

Energi ionisasi, 26, 28–30, 32, 36

Energi ionisasi, 28, 30

## F

Fotosintesis, 131

## G

Gas, 55, 57, 63–65, 67, 68–70

Gaya elektrostatik, 39

Golongan, 22–36

Golongan, 23–25, 30

Gugus alkil, 144–145

## H

Hidrat, 105–106, 112, 114, 116

Hidrokarbon, 160–165, 167

Homolog, 143–144, 147, 149, 153, 156

Hukum Avogadro, 99–101

Hukum Kekekalan Massa, 73, 79, 82–83, 85, 88

Hukum Oktaf Newland, 22, 32

Hukum Perbandingan Berganda, 72, 75, 77, 79, 83–85, 87–88

Hukum Perbandingan Volume, 72, 79, 80, 83, 85, 91

## I

Ikatan hidrogen, 39

Ikatan ion, 39–40, 46–50

Ikatan kovalen, 38, 41–43, 46–49

Ikatan kovalen koordinasi, 42, 47–49

Ikatan kovalen rangkap, 41, 47, 49

Ikatan kovalen tunggal, 41

Ikatan logam, 39, 45–46, 49

Ikatan Van der Waals, 39

Inert, 94

Inti atom, 2, 4, 7–8, 17

Inti atom 3, 4, 7, 8, 10, 12, 15, 16, 17

Ion monoatom, 61

Ion poliatom, 61, 62

Ionisasi elektrolit, 129

Ionisasi elektrolit, 129

Isomer posisi, 150, 154

Isotop, 93–95

**J**

Jari-jari atom, 27–28, 32, 36  
Jumlah elektron, 25–27

**K**

Kaidah duplet, 39, 41  
Kaidah oktet, 39, 42  
Kisi, 40  
Knocking, 164, 168  
Koefisien, 64, 65  
Konfigurasi elektron, 12–13, 15, 17–18, 20, 25  
Konfigurasi elektron, 25–32, 34, 35  
Konsentrasi, 130  
Kristal 40, 46

**L**

Lambang unsur, 10, 15, 18  
Lantanida, 24  
Lautan elektron, 45–46

**M**

Masa atom, 20–23, 26–27, 31, 33, 34  
Masa atom relatif, 93–94, 96, 98, 116  
Masa molar, 90, 98–99, 114  
Masa molekul relatif, 93, 95–96, 98, 114–116  
Migrasi, 127, 129  
Molaritas, 102  
Molekul dwiatom, 91  
Molekul senyawa, 95, 103–104  
Molekul triatom, 91  
Molekul unsur, 95  
Momen dipol, 43–44, 48

**N**

Nonelektrolit, 126–127, 130, 136

**O**

Oksidasi, 152  
Oksidasi 152, 154, 155

**P**

Panjang ikatan, 42  
Pereaksi pembatas, 109, 110, 112  
Pereaksi pembatas, 109, 114  
Periode, 23–36  
Persamaan gas ideal, 100

**R**

Radiasi, 8  
Rumus empiris, 57–58, 62, 64, 66, 69, 90, 102, 103, 104  
Rumus kimia, 56, 57, 59–60, 62, 64–70  
Rumus lewis, 41, 43  
Rumus molekul, 57–58, 62, 64, 66, 68, 69, 90, 102–104, 116

**S**

Satuan massa atom, 93  
Senyawa asam, 62, 65  
Senyawa biner, 59–60, 62  
Senyawa hidrat, 62  
Senyawa isoalkana, 162, 164  
Senyawa sikloalkana, 160, 162  
Sinar alfa, 7  
Sinar katode, 2, 5, 6, 16  
Solid, 65  
Substituen, 144–145, 147, 152

**T**

Tetapan Avogadro, 96

**V**

Volume molar, 99, 114

**Z**

Zat elektrolit, 129, 138  
Zat radioaktif, 7

### Tabel Unsur-Unsur dalam Tabel Periodik Modern

Unsur	Simbol	Nomor Atom	Massa Atom
Aktinium	Ac	89	227,00
Aluminium	Al	13	26,98
Amerisium	Am	95	243,00
Antimonium	Sb	51	121,75
Argentum	Ag	47	107,87
Argon	Ar	18	39,94
Arsen	As	33	74,92
Astatin	At	85	210,00
Aurum	Au	79	196,59
Barium	Ba	56	137,34
Berilium	Be	4	9,01
Berkelium	Bk	97	247,00
Bismut	Bi	83	208,98
Bohrium	Bh	107	262,12
Boron	B	5	10,81
Brom	Br	35	79,90
Cuprum	Cu	29	63,54
Disprosium	Dy	66	162,50
Dubnium	Db	105	262,11
Einsteinium	Es	99	252,00
Erbium	Er	68	167,26
Europium	Eu	63	151,96
Femium	Fm	100	257,00
Ferrum	Fe	26	55,84
Fluor	F	9	18,99
Fosfor	P	15	30,97
Fransium	Fr	87	223,00
Gadolinium	Gd	64	157,25
Galium	Ga	31	69,72

Unsur	Simbol	Nomor Atom	Massa Atom
Germanium	Ge	32	72,61
Hafnium	Hf	72	178,49
Hassium	Hs	108	227,00
Helium	He	2	4,00
Hidrargirum	Hg	80	200,59
Hidrogen	H	1	1,00
Holmium	Ho	67	164,93
Indium	In	49	114,80
Iodium	I	53	126,90
Iridium	Ir	77	192,20
Iterbium	Yb	70	173,04
Itrium	Y	39	88,90
Kadmium	Cd	48	112,40
Kalifornium	Cf	98	251,00
Kalium	K	19	39,10
Kalsium	Ca	20	40,08
Karbon	C	6	12,01
Klor	Cl	17	35,45
Kobalt	Co	27	58,84
Kripton	Kr	36	83,80
Krom	Cr	24	51,99
Kurium	Cm	96	247,00
Lantanum	La	57	138,91
Lawrensium	Lr	103	260,00
Litium	Li	3	6,93
Lutetium	Lu	71	174,57
Magnesium	Mg	12	24,31
Mangan	Mn	25	54,93
Mendelevium	Md	101	258,00
Meitnerium	Mt	109	268,00
Molibdenum	Mo	42	95,94
Natrium	Na	11	22,98
Neodimium	Nd	60	144,24
Neon	Ne	10	20,18



Unsur	Simbol	Nomor Atom	Massa Atom
Neptinium	Np	93	237,00
Nikel	Ni	28	58,71
Niobium	Nb	41	92,90
Nitrogen	N	7	14,00
Nobelium	No	102	259,00
Okgen	O	8	15,99
Osmium	Os	76	190,20
Paladium	Pd	46	106,40
Platinum	Pt	78	195,09
Plumbum	Pb	82	207,19
Plutonium	Pu	94	242,00
Polonium	Po	84	210,00
Praseodimium	Pr	59	140,90
Prometium	Pm	61	147,00
Protaktium	Pa	91	231,00
Radium	Ra	88	226,00
Radon	Rn	86	222,00
Renium	Re	75	186,20
Rhodium	Rh	45	102,90
Rubidium	Rb	37	85,47
Rutenium	Ru	44	101,90
Rutherfordium	Rf	104	261,11
Samarium	Sm	62	150,35
Selenium	Se	34	78,96
Seoborgium	Sg	106	263,12
Serium	Ce	58	140,12
Sesium	Cs	55	132,90
Silikon	Si	14	28,08
Skandium	Sc	21	44,95
Stannum	Sn	50	118,69
Stronsium	Sr	38	87,62
Sulfur	S	16	32,06
Talium	Tl	81	204,37
Tantanum	Ta	73	180,94

Unsur	Simbol	Nomor Atom	Massa Atom
Teknesium	Tc	43	98,00
Telurium	Te	52	127,60
Terbium	Tb	65	158,92
Titanium	Ti	22	47,90
Torium	Th	90	232,03
Tulium	Tm	68	168,39
Ununbium	Uub	112	285,00
Ununhexium	Uuh	116	289,00
Ununoctium	Uuo	118	293,00
Ununnullium	Uun	110	281,00
Unununium	Uuu	111	272,00
Ununquadium	Uuq	114	289,00
Uranium	U	92	238,03
Vanadium	V	23	50,94
Wolfram	W	74	138,85
Xenon	Xe	54	131,30
Zink	Zn	30	65,37
Zirkonium	Zr	40	91,22



## Kunci Jawaban Soal-Soal Terpilih

### Bab 1 Struktur Atom

- |      |       |
|------|-------|
| 1. e | 11. a |
| 3. a | 13. d |
| 5. c | 15. c |
| 7. c | 19. a |
| 9. e |       |

### Bab 3 Ikatan Kimia

- |      |       |       |
|------|-------|-------|
| 1. b | 11. d | 21. a |
| 3. e | 13. e | 23. d |
| 5. a | 15. c | 25. c |
| 7. a | 17. a |       |
| 9. e | 19. c |       |

### Bab 4 Tata Nama Senyawa dan Persamaan Reaksi Sederhana

- |      |       |
|------|-------|
| 1. b | 9. a  |
| 3. a | 11. e |
| 5. d | 13. a |
| 7. d | 15. c |

### Bab 5 Hukum Dasar Kimia

- |      |       |       |
|------|-------|-------|
| 1. b | 11. b | 21. c |
| 3. b | 13. b | 23. a |
| 5. d | 15. e | 25. c |
| 7. d | 17. a |       |
| 9. c | 19. a |       |

### Bab 7 Larutan

- |      |      |
|------|------|
| 1. a | 7. b |
| 3. a | 9. c |
| 5. b |      |

### Bab 9 Minyak Bumi

- |      |       |
|------|-------|
| 1. e | 11. d |
| 3. b | 13. e |
| 5. a | 15. e |
| 7. e |       |

## Mengkaji Fenomena Alam . . .

Alam . . . sekali lagi alam merupakan sumber ilmu pengetahuan yang tidak pernah habis untuk dikaji. Zat-zat di sekitar kita merupakan bahan kajian yang sederhana, tetapi sangat menarik. Kita dapat mempelajari bagaimana komposisi, struktur, dan sifat zat itu. Bukan hanya itu kita juga dapat mempelajari perubahan, dinamika, dan energetika yang menyertai zat-zat itu. Jangan lupa, diri kita juga bagian dari alam. Diri kita pun merupakan objek ilmu yang tidak pernah lekang untuk dikaji. Misalnya, bagaimana proses kimia dalam tubuh berlangsung atau bahan kimia apa saja yang terdapat dalam bahan makanan yang kita makan.

Ingat hanya dengan belajar kita dapat makin dekat dengan alam. Jika kita dekat dengan alam, alam pun dekat dengan kita. Mengkaji fenomena alam membuat kita semakin mengagumi Sang Pencipta alam semesta.

ISBN 978-979-068-187-3

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2007 tanggal 25 Juni 2007 Tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran Yang Memenuhi Syarat Kelayakan Untuk Digunakan Dalam Proses Pembelajaran.

Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp12.508,-

