

- Khamidinal
- Tri Wahyuningsih
- Shidiq Premono



SMA/MA Kelas X

# Kimia



**PUSAT PERBUKUAN**  
Departemen Pendidikan Nasional

- Khamidinal
- Tri Wahyuningsih
- Shidiq Premono

SMA/MA Kelas X

# Kimia



**PUSAT PERBUKUAN**  
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional  
Dilindungi Undang-undang

## Kimia SMA/MA Kelas X

Penulis: Khamidinal, Tri Wahyuningsih, Shidiq Premono  
Editor: Munnal Hani'ah  
Pembaca ahli: Susy Yunita Prabawati  
Desainer sampul: Aji Galarso Andoko  
Desainer perwajahan: Sri Basuki  
Ilustrator: Mukti Ali  
Penata letak: Sri Basuki, Erwin Ariyanto  
Pengarah artistik: Sudaryanto

540.7  
KHA            KHAMIDINAL  
k                Kimia : SMA/ MA Kelas X / penulis, Khamidinal, Tri  
                    Wahyuningsih Shidiq Premono ; editor, Munnal Hani'ah  
                    ; ilustrator, Mukti Al .-- Jakarta : Pusat Perbukuan,  
                    Departemen Pendidikan Nasional, 2009  
                    vii, 202 hlm. : illus. ; 25 cm.

Bibliografi : hlm. 196-197  
Indeks  
ISBN: 978-979-068-725-7 (no jilid lengkap)  
ISBN: 978-979-068-726-4

1. Kimia-Studi dan Pengajaran I. Judul  
II. Tri Wahyuningsih III. Shidiq Premono  
IV. Munnal Hani'ah V. Mukti Ali

Hak cipta buku ini telah dibeli oleh Departemen Pendidikan Nasional  
dari Penerbit Pustaka Insan Madani

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 2009, 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 27 Tahun 2007 tanggal 25 Juni 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, Juni 2009

Kepala Pusat Perbukuan

# Kata Pengantar

Apakah kalian menganggap kimia sebagai mata pelajaran yang rumit? Tentu tidak, bukan? Walaupun kimia mempelajari tentang pelbagai senyawa kimia, reaksi kimia, dan perhitungan kimia, tapi semuanya bisa dipelajari dengan mudah. Apalagi jika didukung dengan penggunaan buku pelajaran yang tepat. Oleh karena itu, kami menghadirkan Seri Kimia SMA/MA ini. Penyajian materi yang lengkap, interaktif, dan dengan beragam contoh kasus menarik, kami harapkan dapat menjadi bekal agar kimia mudah dipahami.

Beragam elemen dan rubrikasi di dalam buku ini antara lain *Apersepsi*, berisi semacam pemanasan sebelum masuk ke materi pelajaran. *Peta Konsep*, yang memuat konsep-konsep inti yang akan diberikan pada setiap bab. *Tujuan Pembelajaran*, yakni uraian singkat memuat target yang ingin dicapai pada setiap bab. *Kata Kunci*, berisi kata-kata yang merupakan inti pembahasan materi dalam bab terkait. *Aktivitas*, yakni praktikum yang dilakukan siswa untuk membuktikan kebenaran materi yang sedang dipelajari. *Tugas*, yaitu tugas yang berupa soal-soal hitungan, kegiatan mencari materi tambahan di buku atau internet, serta proyek/penugasan jangka panjang. *Khazanah*, berupa informasi tambahan yang terkait dengan materi yang sedang diulas. *Tips*, yaitu langkah sederhana untuk memudahkan siswa dalam memahami soal serta penjelasan materi. *Warning*, yakni peringatan yang harus diperhatikan oleh siswa mengenai suatu hal penting. *Kilas Balik*, berisi materi singkat untuk mengingatkan siswa tentang materi yang telah disampaikan sebelumnya. *Diskusi*, yakni tugas yang harus dikerjakan secara berkelompok berupa kegiatan diskusi. *Rangkuman*, berisi ringkasan materi satu bab. *Glosarium*, yakni penjelasan kata-kata asing yang ada pada materi yang disampaikan. *Uji Kompetensi*, berisi soal-soal untuk menguji kompetensi siswa yang muncul di setiap akhir subbab. *Ulangan Harian*, adalah tes penguasaan materi di setiap akhir bab.

Selain rubrik-rubrik tersebut, masih ada ulangan blok yang meliputi *Latihan Ulangan Tengah Semester*, *Latihan Ulangan Akhir Semester*, dan *Latihan Ujian Kenaikan Kelas*. Ketiganya berfungsi menguji ketercapaian kompetensi.

Demikianlah, buku ini telah kami upayakan agar dapat tampil dengan kualitas maksimal. Untuk itu, kami segenap Tim Penulis Kimia SMA/MA mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, penerbit Pustaka Insan Madani, dan pelbagai pihak yang telah mendukung kami dalam wujud apa pun.

**Tim Penulis**

Kata Sambutan | iii

Kata Pengantar | iv

Daftar Isi | v

## **Bab I** Atom

---

- A. Perkembangan Teori dan Struktur Atom | 2
  - 1. Teori Atom Dalton | 2
  - 2. Teori Atom Thomson | 3
  - 3. Model Atom Rutherford | 3
  - 4. Teori Atom Niels Bohr | 4
- B. Partikel Dasar Penyusun Atom | 5
  - 1. Elektron | 5
  - 2. Proton | 6
  - 3. Neutron | 6
- C. Nomor Atom, Nomor Massa, dan Lambang Atom | 7
  - 1. Nomor Atom dan Nomor Massa | 7
  - 2. Penulisan Lambang Atom | 8
- D. Konfigurasi Elektron dan Elektron Valensi | 8
  - 1. Konfigurasi Elektron | 8
  - 2. Elektron Valensi | 9
- E. Satuan Massa Atom dan Massa Atom Relatif | 10
  - 1. Massa Atom Relatif | 10
  - 2. Massa Molekul Relatif | 10

## **Bab II** Sistem Periodik Unsur

---

- A. Perkembangan Sistem Periodik Unsur | 16
  - 1. Pengelompokan Unsur-unsur Berdasarkan Sifat Logam dan Non-logam | 16
  - 2. Pengelompokan Unsur-unsur Berdasarkan Hukum Triade Dobereiner | 18
  - 3. Pengelompokan Unsur-unsur Berdasarkan Hukum Oktaf Newlands | 19
  - 4. Tabel Periodik Mendeleyev | 19
  - 5. Tabel Periodik Modern | 20
- B. Mengenal Tabel Periodik Unsur Modern | 21
  - 1. Golongan | 22
  - 2. Periode | 22

### **Bab III** Ikatan Kimia

---

- A. Kestabilan Unsur | 32
- B. Struktur Lewis | 34
- C. Ikatan Ion | 36
- D. Ikatan Kovalen | 39
- E. Ikatan Kovalen Koordinasi | 41
- F. Keelektronegatifan | 43
- G. Molekul Polar | 44
- H. Ikatan Logam | 47

Ulangan Tengah Semester Pertama | 53

### **Bab IV** Tata Nama Senyawa dan Persamaan Reaksi Sederhana

---

- A. Tata Cara Penulisan Nama Senyawa Kimia | 56
  - 1. Tata Nama Senyawa Biner dari Dua Unsur Non-logam | 56
  - 2. Tata Nama Senyawa Biner dari Unsur Logam dan Non-logam | 57
  - 3. Tata Nama Senyawa Poliatomik | 59
  - 4. Tata Nama Senyawa Asam dan Basa | 60
  - 5. Tata Nama Trivial (Perdagangan) pada Senyawa Kimia | 61
- B. Penulisan Persamaan Reaksi Kimia | 62

### **Bab V** Hukum Dasar dan Perhitungan Kimia

---

- A. Hukum Dasar Kimia | 70
  - 1. Hukum Kekekalan Massa | 70
  - 2. Hukum Perbandingan Tetap | 73
  - 3. Hukum Perbandingan Berganda | 74
  - 4. Hukum Perbandingan Volume | 75
- B. Perhitungan Kimia | 78
  - 1. Hukum Gay Lussac | 78
  - 2. Hukum Avogadro | 79
  - 3. Mol | 81
  - 4. Massa Molar | 82
  - 5. Volume Molar | 84
  - 6. Menentukan Rumus Empiris dan Rumus Molekul | 87
  - 7. Menentukan Kadar Air Kristal dalam Senyawa | 88
  - 8. Menentukan Kadar Zat dalam Senyawa | 89
  - 9. Menentukan Pereaksi Pembatas dalam Reaksi Kimia | 90

Ulangan Akhir Semester Pertama | 97

### **Bab VI** Larutan Elektrolit dan Non-elektrolit

---

- A. Pengertian Larutan Elektrolit dan Non-elektrolit | 102
  - 1. Larutan Elektrolit | 105
  - 2. Larutan Non-elektrolit | 105

- B. Pengelompokan Larutan Elektrolit Berdasarkan Kemampuannya Menghantarkan Listrik | 106
- C. Pengelompokan Larutan Elektrolit Berdasarkan Ikatannya | 108
  - 1. Senyawa Kovalen Polar | 108
  - 2. Senyawa Ion | 108

## **Bab VII** Reaksi Oksidasi dan Reduksi

---

- A. Pengertian dan Perkembangan Reaksi Reduksi dan Oksidasi (Redoks) | 116
  - 1. Perkembangan Konsep Reaksi Redoks | 116
  - 2. Penentuan Bilangan Oksidasi | 122
  - 3. Reaksi Redoks dan Non-redoks | 123
  - 4. Menentukan Oksidator dan Reduktor dalam Reaksi Redoks | 124
  - 5. Reaksi Autoredoks | 125
- B. Tata Nama Senyawa Redoks Menurut Aturan IUPAC | 126
- C. Penerapan Konsep Redoks dalam Mengatasi Masalah Pencemaran Lingkungan (Lumpur Aktif) | 128
  - 1. Kualitas Air | 129
  - 2. Peranan Lumpur Aktif dalam Pengolahan Air Kotor | 130

Ulangan Tengah Semester Kedua | 137

## **Bab VIII** Senyawa Hidrokarbon

---

- A. Kekhasan Atom Karbon | 140
  - 1. Atom Karbon dapat Membentuk Empat Ikatan Kovalen | 142
  - 2. Atom Karbon dapat Membentuk Ikatan Tunggal, Rangkap dua, dan Rangkap Tiga | 143
  - 3. Atom Karbon dapat Membentuk Rantai Karbon | 143
- B. Pengelompokan Senyawa Hidrokarbon | 147
  - 1. Alkana | 147
  - 2. Alkena | 153
  - 3. Alkuna | 158

## **Bab IX** Minyak Bumi

---

- A. Komposisi dan Pengolahan Minyak Bumi | 166
  - 1. Komposisi Minyak Bumi | 166
  - 2. Proses Terbentuknya Minyak Bumi | 167
  - 3. Pengolahan Minyak Bumi | 168
- B. Mutu Bensin | 170
- C. Penggunaan Residu Minyak Bumi dalam Industri Petrokimia | 171
- D. Dampak Pembakaran Bahan Bakar terhadap Lingkungan | 171
- E. Kegunaan Senyawa Hidrokarbon dalam Bidang Sandang, Pangan, Papan, Seni, Estetika, dan Perdagangan | 173

Latihan Ujian Kenaikan Kelas | 179

Kunci Jawaban | 185

Indeks | 195



# B a b I

## Atom



ddk.PIXI

Pernahkah kalian makan biskuit dengan *chocolate chip* yang tersebar merata di permukaannya? Biskuit yang lezat ini ternyata menyerupai model atom yang dikemukakan oleh seorang ilmuwan. Bagaimana konsep model atom tersebut? Bagaimana pula perkembangan konsep atom seiring dengan perkembangan teknologi? Agar kalian dapat menemukan jawabannya, pahamiilah uraian berikut.

## Kata Kunci

- Teori atom
- Elektron
- Proton
- Neutron
- Konfigurasi elektron
- Nomor atom
- Nomor massa
- Isotop
- Isobar
- Isoton



Pada bab ini, kalian akan mempelajari perkembangan teori atom mulai dari Dalton sampai Niels Bohr. Dengan demikian, kalian bisa mengetahui partikel penyusun atom (elektron, proton, dan neutron), konfigurasi elektron dan elektron valensi dari suatu unsur, serta hubungan konfigurasi elektron dengan letak unsur dalam tabel periodik. Selain itu, kalian juga bisa menentukan nomor massa dan nomor atom suatu unsur yang digunakan untuk mengelompokkan unsur-unsur yang tergolong isotop, isobar, dan isoton.

## A. Perkembangan Teori dan Struktur Atom

Sejak 400 tahun SM, filosof Yunani yang bernama Leucipus dan Democritus telah mengemukakan teorinya tentang bagian terkecil dari suatu materi yang disebut **atom**. Istilah atom berasal dari bahasa Yunani *atomos*, yang berarti ‘tidak dapat dibagi lagi’. Pendapat Democritus tentang atom memunculkan berbagai pertentangan di antara para ilmuwan, ada yang setuju dan ada yang tidak. Kalangan yang tidak setuju antara lain Plato dan Aristoteles. Mereka berpendapat bahwa materi bersifat kontinu atau dapat dibelah menjadi bagian lebih kecil secara terus-menerus.

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, teori-teori baru tentang konsep atom juga mengalami perkembangan. Para ilmuwan mengemukakan teorinya berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan. Pelbagai hasil eksperimen tentang konsep atom adalah sebagai berikut.

### 1. Teori Atom Dalton

**John Dalton** (1766-1844) adalah ahli fisika dan kimia dari Inggris. Ia mengemukakan teori atom berdasarkan hukum kekekalan massa (dikemukakan oleh Lavoisier, 1789) yang menyatakan bahwa massa zat sebelum dan sesudah reaksi adalah sama. Selain hukum kekekalan massa, teori atomnya juga berdasarkan hukum perbandingan tetap (dikemukakan oleh Proust, 1797) yang menyatakan bahwa perbandingan massa tiap unsur dalam senyawa adalah tetap.

Pada awal abad ke-19, Dalton mengemukakan teorinya tentang atom, yaitu:

- Unsur tersusun atas partikel yang tidak dapat dibagi lagi yang disebut atom.
- Semua atom penyusun unsur yang sama memiliki sifat yang sama (ukuran, bentuk, dan massa). Sebaliknya, atom penyusun unsur yang berbeda, memiliki sifat yang berbeda pula.
- Atom-atom dari unsur yang berbeda dapat membentuk molekul dengan perbandingan sederhana.
- Pada dasarnya, reaksi kimia adalah suatu penyusunan ulang kombinasi atom dari senyawa pereaksi menjadi susunan atom dalam senyawa hasil reaksi.

## Khazanah



**John Dalton** lahir di Eaglesfield, Cumberland, Inggris, pada tanggal 6 September 1766 dan meninggal di Manchester pada tanggal 2 Februari 1844. Karena berhasil menemukan teori atom yang ilmiah, maka Dalton dianggap sebagai salah seorang pendiri ilmu fisika modern.

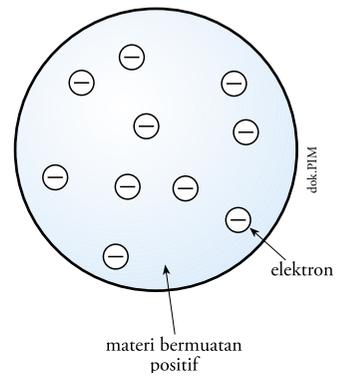
www.trib.com

## 2. Teori Atom Thomson

Berdasarkan teori atom Dalton, diketahui bahwa Dalton sependapat dengan Democritus karena keduanya menyatakan bahwa atom adalah bagian terkecil dari suatu materi yang tidak dapat dibagi lagi (materi bersifat diskontinu). Pendapat ini cukup lama bertahan hingga seorang ahli fisika Inggris dapat membuktikan bahwa atom bukanlah bagian terkecil dari suatu materi.

Dengan ditemukannya elektron oleh **J.J. Thomson**, teori atom Dalton mulai goyah. Pada tahun 1898, J.J. Thomson mengemukakan bahwa atom merupakan bola bermuatan positif yang dinetralkan oleh muatan negatif (elektron) yang tersebar merata pada permukaan bola tersebut. Teori ini sering dikenal dengan nama **teori roti kismis** (*plum pudding atomic*).

Dari teori yang disampaikan oleh Thomson dapat diketahui bahwa atom bukanlah bagian terkecil dari suatu materi. Sebab, atom masih tersusun oleh partikel positif dan negatif.



**Gambar 1.1**  
Model atom Thomson menyerupai kue kismis dengan elektron menyebar di seluruh permukaan bola yang bermuatan positif.

### Diskusi

Thomson membantah teori atom Dalton yang menyatakan bahwa atom adalah bagian terkecil dari materi. Thomson berpendapat bahwa atom tersusun atas partikel positif dan negatif. Diskusikan dengan teman-teman kalian mengenai kelebihan dan kekurangan teori atom Dalton dan Thomson. Kemudian, presentasikan hasil diskusi di depan kelas.

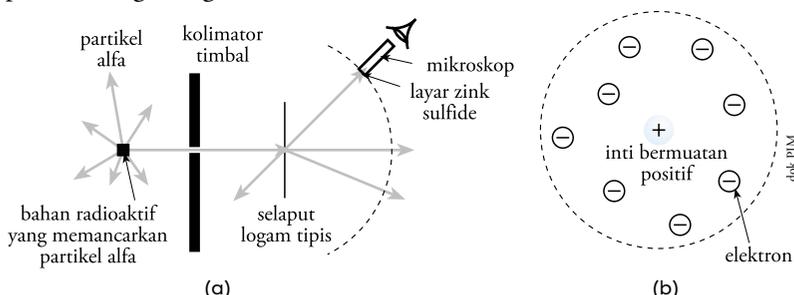


## 3. Model Atom Rutherford

Pada tahun 1911, **Ernest Rutherford** (1871-1937) melakukan pengujian terhadap model atom Thomson dengan menggunakan hamburan sinar alfa yang ditembakkan pada lapisan logam emas tipis.

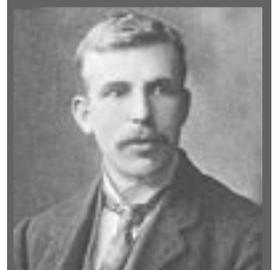
Menurut Rutherford, jika model atom Thomson benar, seluruh sinar alfa akan diteruskan tanpa ada yang dibelokkan. Pada kenyataannya, sinar alfa ada yang dibelokkan bahkan ada juga yang dipantulkan membentuk sudut antara  $90^{\circ}$ – $180^{\circ}$ .

Rutherford menyatakan bahwa muatan positif suatu atom tidak tersebar merata di seluruh atom, melainkan berkumpul pada pusat atom. Pusat tempat berkumpulnya muatan positif dikenal sebagai inti atom. **Elektron** (bermuatan negatif) bergerak mengelilingi inti atom, seperti beredarnya planet mengelilingi matahari.



**Gambar 1.2**  
(a) Eksperimen Rutherford  
(b) Model Atom Rutherford

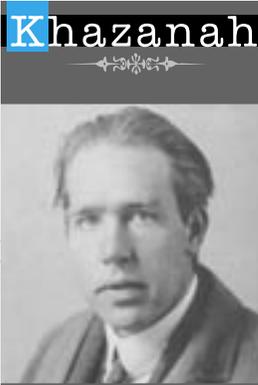
### Khazanah



**Ernest Rutherford** (1871-1937) adalah seorang fisikawan dari New Zealand yang meraih Nobel di bidang kimia pada tahun 1908.

[www.batan.go.id](http://www.batan.go.id)

ernest\_rutherford2\_www.vanderlog



**Niels Bohr** adalah seorang ilmuwan Denmark yang menerima hadiah Nobel di bidang fisika pada tahun 1922. Pada PD II, Bohr bekerja di New Mexico untuk mengembangkan bom atom.

www.batan.go.id

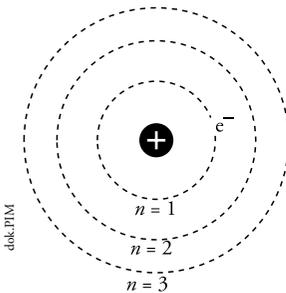
#### 4. Teori Atom Niels Bohr

Suatu kemajuan dari teori Rutherford adalah ditemukannya inti atom. Meskipun demikian, teori atom Rutherford masih memiliki kelemahan. Menurut teori fisika klasik, jika suatu partikel bermuatan bergerak mengelilingi partikel lain dengan muatan berlawanan, maka semakin lama partikel itu akan jatuh ke pusatnya. Padahal, elektron tersebut tidak pernah tertarik ke inti atom.

Seorang fisikawan Denmark, **Niels Bohr** (1885-1962) melakukan percobaan dengan mengamati spektrum atom menggunakan unsur hidrogen. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa spektrum hidrogen merupakan garis-garis yang terpisah menurut aturan tertentu. Garis-garis terpisah itu merupakan lintasan elektron dengan tingkat energi tertentu.

Berdasarkan hasil pengamatannya, Bohr menyusun teori atom sebagai berikut.

- Atom terdiri atas inti atom bermuatan positif dan elektron bermuatan negatif yang bergerak mengelilingi inti atom.
- Elektron bergerak mengelilingi inti atom pada jarak tertentu yang disebut lintasan elektron.
- Selama bergerak mengelilingi inti atom, elektron tidak memancarkan maupun menyerap energi.
- Elektron dapat berpindah ke lintasan yang lebih tinggi dengan menyerap energi dan dapat pula berpindah ke lintasan yang lebih rendah dengan memancarkan energi.



Gambar 1.3 Model Atom Bohr

#### Diskusi

Teori atom Bohr memiliki persamaan dan perbedaan dengan teori atom Rutherford. Buatlah tabel persamaan dan perbedaan antar kedua teori tersebut. Lalu, diskusikan dengan teman-teman tentang kelebihan dan kekurangan teori atom Rutherford dan Bohr.



#### Uji Kompetensi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

- Jelaskan teori atom yang dikemukakan Dalton.
- Mengapa Thomson tidak sependapat dengan teori atom yang disampaikan Dalton?
- Berdasarkan percobaan dengan hamburan sinar alfa, Rutherford menyempurnakan teori atom yang disampaikan Thomson. Terangkan kelemahan model atom Thomson.
- Model atom Rutherford ternyata bertentangan dengan teori fisika klasik. Jelaskan pertentangan teori tersebut.
- Jelaskan teori atom menurut Bohr.
- Partikel apa yang menyusun inti atom? Jelaskan jawaban kalian.

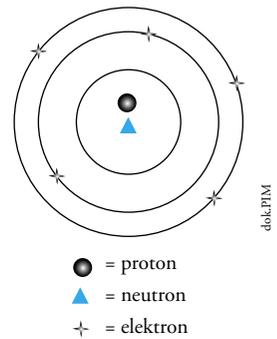


## B. Partikel Dasar Penyusun Atom

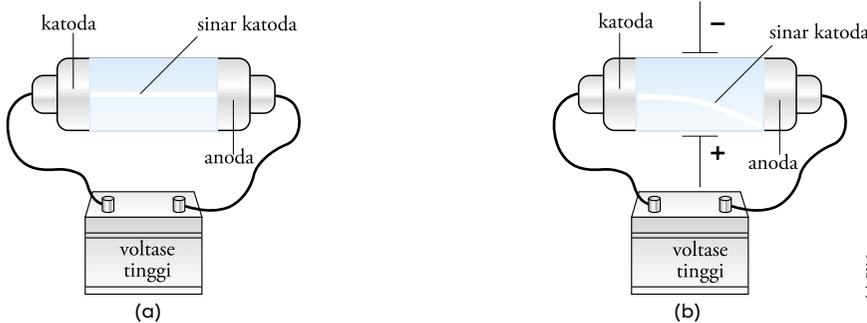
Pendapat yang menyatakan bahwa atom merupakan bagian terkecil dari materi ternyata tidak benar. Hal itu bisa dibuktikan dengan penemuan elektron oleh Thomson dan penemuan inti atom yang terdiri atas proton dan neutron oleh Rutherford. Bahkan Bohr juga menyatakan bahwa elektron yang ditemukan oleh Thomson mengelilingi inti atom dan menempati lintasan pada tingkat energi tertentu. Dengan demikian, diketahui bahwa atom tersusun atas proton, neutron, dan elektron.

### 1. Elektron

Pada tahun 1897, J.J. Thomson mengamati pelat katoda dan pelat anoda dalam tabung hampa udara yang dialiri listrik tegangan tinggi. Thomson menemukan bahwa pelat **katoda** (elektroda negatif) memancarkan sinar yang bergerak menurut garis lurus menuju pelat **anoda** (elektroda positif). Selain bergerak lurus, sinar katoda juga memiliki sifat yang unik, yaitu dapat dibelokkan oleh medan magnet atau medan listrik menuju ke kutub positif. Percobaan ini membuktikan bahwa sinar dari pelat katoda merupakan partikel penyusun atom bermuatan negatif yang disebut **elektron**.

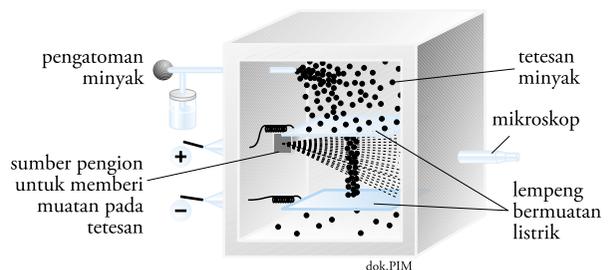


Gambar 1.4 Struktur atom



Gambar 1.5 (a) Sinar dari pelat katoda merambat lurus menuju pelat anoda. (b) Sinar dari pelat katoda dapat dibelokkan oleh medan listrik.

Penyimpangan suatu partikel bermuatan dalam medan magnet atau medan listrik ternyata sebanding dengan muatannya ( $e$ ) dan berbanding terbalik dengan massanya ( $m$ ). Dalam percobaan lebih lanjut, Thomson menemukan bahwa angka banding antara muatan listrik dan massa elektron ( $e/m$ ) adalah  $-1,76 \times 10^{11} \text{ C kg}^{-1}$ . Untuk muatan elektron, R.A. Milikan melakukan percobaan dengan menggunakan tetes minyak dan mendapatkan harga muatan elektron sebesar  $-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ . Sehingga dari percobaan Thomson dan Milikan diperoleh massa elektron  $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$  atau  $9,11 \times 10^{-28} \text{ gr}$ .

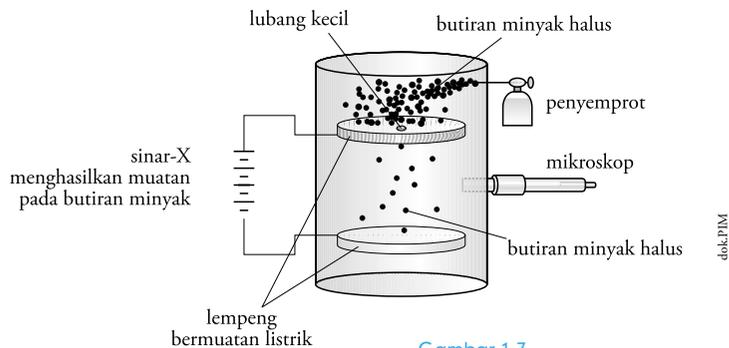


Gambar 1.6 Percobaan tetes minyak Milikan

## 2. Proton

Pada keadaan dasar, suatu atom tidak bermuatan (netral). Tetapi, setelah diketahui bahwa partikel dasar penyusun atom adalah elektron yang bermuatan negatif, hal ini menimbulkan dugaan bahwa partikel dasar penyusun atom juga mengandung muatan positif.

Seorang ahli fisika dari Jerman, **Eugene Goldstein** melakukan eksperimen menggunakan tabung hampa bermuatan listrik dengan menggunakan lempeng katoda yang berlubang. Dari percobaan ini diketahui adanya sinar yang bergerak berlawanan arah dengan sinar katoda. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sinar tersebut merupakan partikel bermuatan positif yang disebut **sinar anoda**.



Gambar 1.7  
Percobaan sinar anoda

Besarnya angka banding antara muatan listrik dengan massa sinar anoda ternyata bervariasi, tergantung pada jenis gas pengisi tabung hampa. Angka banding tersebut selalu lebih kecil dari harga  $e/m$  elektron. Sementara itu, massa sinar anoda terkecil diperoleh jika gas pengisi tabungnya adalah hidrogen yang memiliki harga  $e/m$  paling besar.

Lain halnya dengan Eugene Goldstein, Rutherford melakukan percobaan dengan menggunakan hamburan sinar alfa. Dari hasil percobaannya, Rutherford menemukan bahwa partikel positif terpusat pada inti atom yang dikenal sebagai **proton** dengan massa  $1,67 \times 10^{-24}$  gram.

## 3. Neutron

Meskipun partikel dasar penyusun atom telah diketahui, namun Rutherford menemukan bahwa massa atom hanya sekitar setengah dari massa atom relatif yang diketahui sebelumnya. Padahal, massa elektron sangat kecil bila dibandingkan dengan massa proton. Berdasarkan hal tersebut, pada tahun 1920, Rutherford berpikir bahwa di dalam atom terdapat partikel netral yang bermassa sama dengan proton.

Pada tahun 1932, **James Chadwick**, seorang ahli fisika dari Inggris melakukan suatu eksperimen yang membuktikan dugaan Rutherford. James Chadwick melakukan percobaan dengan cara menembakkan sinar alfa bermuatan negatif ke atom berilium. Percobaan ini mendeteksi adanya partikel tidak bermuatan yang disebut **neutron**. Massa neutron yaitu  $1,67 \times 10^{-24}$  gr.

**Khazanah**



**James Chadwick** (1891-1974) adalah seorang ilmuwan asal Inggris. Pada tahun 1935, ia mampu membuktikan keberadaan neutron sehingga memperoleh hadiah Nobel.

id.wikipedia.org

Berdasarkan penemuan partikel-partikel atom, dapat disimpulkan bahwa partikel dasar penyusun atom adalah proton, neutron, dan elektron. Agar kalian lebih mudah memahami uraian di atas, perhatikan Tabel 1.1 berikut.

**Tabel 1.1** Massa dan Muatan Partikel Dasar Penyusun Atom

Partikel	Lambang	Massa (gram)	Massa Relatif terhadap Proton	Muatan (coulomb)	Muatan Relatif terhadap Proton
Proton	${}^1_1\text{P}$	$1,67 \times 10^{-24}$	1	$1,60 \times 10^{-19}$	+1
Neutron	${}^1_0\text{n}$	$1,67 \times 10^{-24}$	1	0	0
Elektron	${}^{-1}_0\text{e}$	$9,11 \times 10^{-28}$	$\frac{1}{1.836}$	$1,60 \times 10^{-19}$	-1

Brady, 1999, hlm.128

Pengetahuan tentang partikel-partikel penyusun atom sangat penting dikuasai, karena letak atom dalam tabel periodik ditentukan oleh jumlah elektronnya, sedangkan sifat-sifat atom dipengaruhi oleh jumlah protonnya.

## Uji Kompetensi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

- Mengapa sinar katoda dapat dibelokkan oleh medan listrik atau medan magnet?
- Jelaskan proses penemuan elektron, proton, dan neutron.
- Mengapa ada anggapan bahwa partikel penyusun atom mengandung muatan positif?
- Mengapa massa proton terkecil diperoleh jika gas pengisi tabung adalah hidrogen? Jelaskan jawaban kalian.



## C. Nomor Atom, Nomor Massa, dan Lambang Atom

Setiap unsur memiliki perbedaan jumlah proton, neutron, dan elektron yang dapat digunakan untuk menentukan sifat dan letak suatu unsur dalam tabel periodik. Oleh karena itu, kalian harus memahami nomor atom dan nomor massa terlebih dahulu.

### 1. Nomor Atom dan Nomor Massa

**Nomor atom** ( $Z$ ) menunjukkan jumlah elektron yang terdapat pada atom. Pada atom netral, jumlah elektron sama dengan jumlah proton. Sehingga nomor atom juga menunjukkan jumlah proton yang terdapat pada inti atom.

Lain halnya dengan atom yang menerima atau melepas elektron ke atom lain. Sehingga, jumlah elektronnya berubah, sedangkan jumlah proton dan neutron tetap.

**Nomor massa atom** ( $A$ ) menunjukkan jumlah proton dan neutron yang terdapat pada inti atom. Semua unsur mengandung ketiga partikel tersebut, kecuali unsur hidrogen yang tidak memiliki neutron dan hanya memiliki satu proton.

## Khazanah

- Nomor atom (Z) = jumlah elektron = jumlah proton
- Dalam tabel periodik, biasanya suatu unsur dilambangkan dengan:



Brady, 1999, hlm.130

## 2. Penulisan Lambang Atom

Suatu unsur dapat dilambangkan dengan:



**Keterangan:**

X = lambang atom

A = nomor massa atom

Z = nomor atom

### Contoh

Tentukan nomor atom, nomor massa, elektron, proton, dan neutron dari unsur  ${}_{11}^{23}\text{Na}$ .

**Jawab:**

Lambang atom di atas menunjukkan:

Na = lambang unsur Natrium

11 = nomor atom (menunjukkan jumlah elektron)

23 = nomor massa atom (menunjukkan jumlah proton dan neutron)

Pada atom netral, jumlah proton sama dengan jumlah elektron.

Jadi, pada atom natrium terdapat:

elektron (e) = 11                      neutron (n) = A - Z = 23 - 11 = 12

proton (p) = 11

### Tugas

Tentukan nomor atom, nomor massa, elektron, proton, dan neutron dari unsur  ${}_{12}^{24}\text{Mg}$ .



## D. Konfigurasi Elektron dan Elektron Valensi

Pada subbab sebelumnya, kalian telah mempelajari struktur atom yang terdiri atas proton, neutron, dan elektron. Elektron-elektron mengelilingi inti atom dengan menempati lintasan tertentu. Bagaimana cara elektron mengelilingi inti atom? Dengan memahami uraian berikut, kalian akan mengetahui jawabannya.

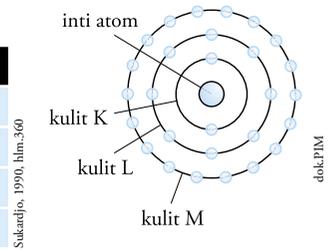
### 1. Konfigurasi Elektron

Kalian telah mengetahui bahwa setiap atom terdiri atas inti atom yang dikelilingi oleh beberapa kulit atom. Inti atom merupakan pusat massa atom yang tersusun atas proton dan neutron. Sementara itu, elektron berputar mengelilingi inti atom dengan menempati lintasan tertentu. Lintasan elektron ini dinamakan kulit atom.

Setiap kulit atom ditempati oleh sejumlah elektron. Penempatan elektron pada tiap kulit atom disebut **konfigurasi elektron**. Menurut Pauli, jumlah maksimum elektron yang menempati tiap-tiap kulit mengikuti rumus  $2n^2$ . Perhatikan Tabel 1.2 berikut.

**Tabel 1.2** Jumlah Elektron Maksimum yang Menempati Tiap Kulit Atom

Nomor kulit (n)	Nama kulit	Jumlah elektron maksimum ( $2n^2$ )
1 ${}^{13}_6\text{C}$	K	$2 \times 1^2 = 2$
2 ${}^{14}_6\text{C}$	L	$2 \times 2^2 = 8$
3	M	$2 \times 3^2 = 18$
4	N	$2 \times 4^2 = 32$

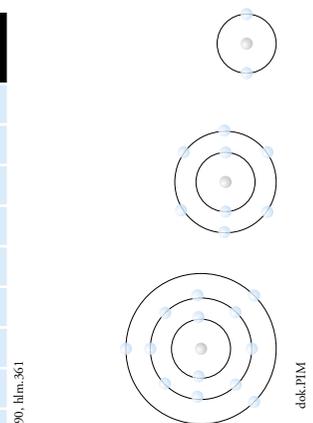


**Gambar 1.8**  
Inti atom dikelilingi oleh beberapa kulit atom

Berdasarkan aturan Aufbau, pengisian elektron dimulai dari kulit yang memiliki tingkat energi rendah menuju tingkat energi yang lebih tinggi. Tingkat energi terendah dimiliki oleh kulit K. Semakin jauh letak kulit dari inti, energi yang dimiliki semakin tinggi. Perhatikan Tabel 1.3 berikut.

**Tabel 1.3** Konfigurasi Elektron Beberapa Unsur

Unsur	Nama Unsur	Jumlah elektron	Kulit K	Kulit L	Kulit M	Kulit N
${}^2\text{He}$	Helium	2	2			
${}^4\text{Be}$	Berilium	4	2	2		
${}^5\text{B}$	Boron	5	2	3		
${}^8\text{O}$	Oksigen	8	2	6		
${}^{10}\text{Ne}$	Neon	10	2	8		
${}^{11}\text{Na}$	Natrium	11	2	8	1	
${}^{13}\text{Al}$	Aluminium	13	2	8	3	
${}^{20}\text{Ca}$	Kalsium	20	2	8	10	
${}^{34}\text{Se}$	Selenium	34	2	8	18	6
${}^{46}\text{Pd}$	Paladium	46	2	8	18	18



**Gambar 1.9**  
Konfigurasi atom He, O, dan Al

## 2. Elektron Valensi

Banyaknya elektron yang menempati kulit terluar disebut **elektron valensi**. Elektron valensi menentukan sifat kimia dan sifat fisika suatu unsur. Selain itu, elektron valensi juga berperan penting dalam pembentukan ikatan pada molekul dan reaksi-reaksi kimia. Perhatikan Tabel 1.4 berikut.

**Tabel 1.4.** Elektron Valensi Beberapa Unsur

Unsur	Nama Unsur	Jumlah Elektron	Kulit K	Kulit L	Kulit M	Kulit N	Elektron Valensi
${}^1\text{H}$	Hidrogen	1	1				1
${}^2\text{He}$	Helium	2	2				2
${}^3\text{Li}$	Litium	3	2	1			1

${}_4\text{Be}$	Berilium	4	2	2			2
${}_5\text{B}$	Boron	5	2	3			3
${}_6\text{C}$	Karbon	6	2	4			4
${}_{15}\text{P}$	Fosforus	15	2	8	5		5
${}_{16}\text{S}$	Belerang	16	2	8	6		6
${}_{35}\text{Br}$	Brom	35	2	8	18	7	7
${}_{36}\text{Kr}$	Kripton	36	2	8	18	8	8

Konfigurasi elektron digunakan untuk menentukan letak suatu unsur dalam tabel periodik. Jumlah elektron valensi menunjukkan nomor golongan suatu unsur, sedangkan jumlah kulit menunjukkan periodenya.

Agar lebih terampil dalam menentukan konfigurasi unsur, kerjakan *Uji Kompetensi* berikut.

## Uji Kompetensi

Tentukan konfigurasi elektron dan elektron valensi dari unsur-unsur berikut.

- a.  ${}_7\text{N}$                       c.  ${}_{12}\text{Mg}$                       e.  ${}_{33}\text{As}$                       g.  ${}_{42}\text{Mo}$                       i.  ${}_{54}\text{Xe}$   
 b.  ${}_9\text{F}$                         d.  ${}_{25}\text{Mn}$                       f.  ${}_{39}\text{Y}$                         h.  ${}_{49}\text{In}$



## E. Satuan Massa Atom dan Massa Atom Relatif

Kalian telah mempelajari nomor atom dan nomor massa pada subbab sebelumnya. Seperti yang telah kalian ketahui, massa atom menunjukkan jumlah proton dan neutron yang terdapat pada inti atom. Untuk memperluas wawasan kalian tentang nomor massa atom, simaklah uraian yang menjelaskan massa atom relatif dan massa molekul relatif berikut.

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

**Massa atom relatif** merupakan rata-rata dari massa isotop setiap unsur berdasarkan fraksi kelimpahannya di alam. Isotop adalah unsur sejenis yang mempunyai nomor atom sama, tetapi nomor massanya berbeda. Isotop juga diartikan sebagai unsur sejenis yang mempunyai jumlah proton sama, tetapi jumlah neutronnya berbeda.

Pada tahun 1961, IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) menetapkan atom  ${}^{12}\text{C}$  sebagai standar penentuan massa atom-atom yang lain. Hal ini berdasarkan kestabilan atom  ${}^{12}\text{C}$  bila dibandingkan dengan dua isotop karbon lainnya ( ${}^{13}\text{C}$  dan  ${}^{14}\text{C}$ ).

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

**Massa molekul relatif** merupakan jumlah massa atom relatif unsur-unsur penyusunnya. Tiap-tiap unsur dikalikan dengan jumlah atom unsur dalam satu molekul. Agar lebih jelas, perhatikan contoh berikut.

## Khazanah

Massa atom relatif suatu unsur tidak sama persis dengan nomor massanya, kecuali atom  ${}^{12}\text{C}$ .

Syukri, 1999, hlm.33

## Contoh

Hitunglah massa molekul relatif  $H_2O$  (air).

**Penyelesaian:**

**Diketahui:**

Senyawa  $H_2O$  terbentuk dari 2 atom H dan 1 atom O.

Sehingga, massa molekul relatif senyawa  $H_2O$  adalah:

$$Mr H_2O = (2 \times Ar H) + (1 \times Ar O)$$

Berdasarkan tabel periodik, diperoleh massa atom relatif unsur H dan O sebagai berikut.

$$Ar H = 1,0079$$

$$Ar O = 15,9994$$

**Ditanyakan:**

Massa molekul relatif  $H_2O$ .

**Jawab:**

$$\begin{aligned} Mr H_2O &= (2 \times Ar H) + (1 \times Ar O) \\ &= (2 \times 1,0079) + (1 \times 16,9994) \\ &= 18,0152 \end{aligned}$$

## Rangkuman

- Sejarah perkembangan teori atom meliputi:
  - Teori John Dalton, yaitu atom merupakan bagian terkecil dari materi yang sudah tidak dapat dibagi.
  - Teori Joseph John Thomson, yaitu atom merupakan bola padat bermuatan positif dengan elektron yang tersebar di seluruh permukaannya.
  - Teori Ernest Rutherford, yaitu muatan positif suatu atom terpusat pada inti atom, sedangkan elektron bergerak mengelilingi inti atom.
  - Teori Niels Bohr, yaitu elektron mengelilingi inti atom pada suatu lintasan dengan tingkat energi tertentu.
- Partikel-partikel dasar penyusun atom terdiri atas:
  - Elektron (partikel bermuatan negatif)
  - Proton (partikel bermuatan positif)
  - Neutron (partikel yang tidak bermuatan atau netral)
- Nomor atom (Z) menunjukkan jumlah proton (elektron) yang terdapat pada atom. Sedangkan nomor massa (A) menunjukkan jumlah proton dan neutron yang terdapat pada inti atom.
- Konfigurasi elektron menggambarkan penempatan elektron pada tiap kulit atom, dengan jumlah maksimum elektron pada tiap-tiap kulit =  $2n^2$  (n = nomor kulit).
- Elektron valensi menunjukkan banyaknya elektron yang menempati kulit terluar.
- Satuan massa atom relatif merupakan rata-rata massa isotopnya.





**Konfigurasi Elektron** Sebaran elektron di sekeliling inti atom yang membentuk susunan teratur dan tertentu, bergantung pada nomor atom unsur itu.

**Partikel** Bagian dari materi yang ukurannya paling kecil dan merupakan penyusun materi tersebut

**Sinar alfa** Berkas sinar yang terpancar dari inti atom  ${}^4_2\text{He}$

**Spektrum** Radiasi elektromagnet yang teratur dan tersusun menurut perubahan karakter tertentu

**Struktur Atom** Susunan dan sebaran partikel penyusun atom (inti atom dan elektron yang mengitarinya) di dalam sebuah atom netral.

## Ulangan Harian



A Pilihlah jawaban yang tepat.

- Filosof Yunani yang mengemukakan teori tentang bagian terkecil dari suatu materi adalah ....
  - John Dalton
  - Leucippus dan Democritus
  - J.J. Thompson
  - Ernest Rutherford
  - Niels Bohr
- Partikel terkecil suatu materi yang sudah tidak dapat dibagi menjadi bagian yang lebih kecil disebut ....
  - senyawa
  - atom
  - ion
  - proton
  - neutron
- Teori atom yang dikemukakan oleh Dalton berdasarkan atas ....
  - Hukum Triade
  - Hukum Oktaf
  - Hukum Kekekalan Massa
  - Hukum Kekekalan Energi
  - hamburan sinar alfa
- Percobaan yang dilakukan oleh Rutherford menggunakan hamburan sinar ....
  - alfa
  - beta
  - gamma
  - sigma
  - teta
- Adanya inti atom pada sebuah atom dikemukakan oleh ....
  - Niels Bohr
  - Ernest Rutherford
  - Faraday
  - Joseph John Thomson
  - John Dalton
- Massa elektron adalah sebesar ... kg.
  - $6,106 \times 10^{-31}$
  - $6,109 \times 10^{-31}$
  - $9,106 \times 10^{-31}$
  - $6,109 \times 10^{-31}$
  - $9,106 \times 10^{-31}$
- Jumlah proton yang terdapat pada inti atom sebanding dengan jumlah ....
  - neutron
  - ion
  - atom

- D. elektron  
E. molekul
8. Nomor massa atom menunjukkan jumlah partikel ....  
A. elektron  
B. proton  
C. neutron  
D. elektron dan neutron  
E. proton dan neutron
9. Unsur  ${}_{13}^{27}\text{Al}$  memiliki jumlah neutron sebanyak ... buah.  
A. 27  
B. 13  
C. 14  
D. 40  
E. 54
10. Bila suatu unsur X mempunyai nomor atom 8 dan nomor massa 16, maka dapat dituliskan dengan ....  
A.  ${}_{16}^8\text{X}$   
B.  ${}_{8}^{16}\text{X}$   
C.  ${}_{8}^8\text{X}$   
D.  ${}_{24}^8\text{X}$   
E.  ${}_{8}^{24}\text{X}$
11. Jumlah elektron maksimum yang menempati kulit M adalah ....  
A. 4  
B. 8  
C. 18  
D. 20  
E. 32
12. Pengisian elektron dimulai dari kulit yang memiliki tingkat energi rendah menuju tingkat energi yang lebih tinggi dikemukakan oleh ....  
A. Niels Bohr  
B. James Chadwick  
C. J. J. Thomson  
D. Aufbau  
E. Eugene Goldstein
13. Kulit atom yang memiliki energi terendah adalah ....  
A. kulit K  
B. kulit L  
C. kulit M  
D. kulit N  
E. kulit O
14. Unsur X mempunyai nomor atom 19, maka konfigurasi elektronnya adalah ....  
A.  ${}_{19}\text{X} = 2 \ 8 \ 8 \ 1$   
B.  ${}_{19}\text{X} = 2 \ 8 \ 9$   
C.  ${}_{19}\text{X} = 2 \ 2 \ 8 \ 7$   
D.  ${}_{19}\text{X} = 2 \ 8 \ 2 \ 7$   
E.  ${}_{19}\text{X} = 2 \ 8 \ 3 \ 6$
15. Unsur X mempunyai nomor massa 45 dan 17 elektron. Konfigurasi elektron unsur X tersebut adalah ....  
A.  ${}_{17}\text{X} = 2 \ 8 \ 7$   
B.  ${}_{17}\text{X} = 2 \ 8 \ 2 \ 5$   
C.  ${}_{17}\text{X} = 2 \ 2 \ 8 \ 5$   
D.  ${}_{17}\text{X} = 2 \ 8 \ 3 \ 4$   
E.  ${}_{17}\text{X} = 2 \ 3 \ 8 \ 4$
16. Konfigurasi elektron untuk unsur dengan nomor massa 56 dan jumlah neutron 24 adalah ....  
A.  ${}_{32}\text{X} = 2 \ 8 \ 3 \ 8 \ 4 \ 7$   
B.  ${}_{32}\text{X} = 2 \ 8 \ 8 \ 8 \ 6$   
C.  ${}_{32}\text{X} = 2 \ 2 \ 8 \ 8 \ 8 \ 4$   
D.  ${}_{32}\text{X} = 2 \ 8 \ 18 \ 4$   
E.  ${}_{32}\text{X} = 2 \ 18 \ 12$
17. Unsur-unsur berikut yang mempunyai jumlah elektron valensi terbanyak adalah ....  
A.  ${}_{8}\text{O}$   
B.  ${}_{12}\text{Mg}$   
C.  ${}_{15}\text{P}$   
D.  ${}_{17}\text{Cl}$   
E.  ${}_{16}\text{S}$
18. Elektron valensi unsur  ${}_{17}\text{A}$  adalah ... buah.  
A. 2  
B. 3  
C. 4  
D. 5  
E. 7
19. Jumlah kulit yang dimiliki unsur dengan nomor atom 40 adalah ... buah.

- A. 4
- B. 5
- C. 6
- D. 7
- E. 8

20. Unsur yang digunakan sebagai standar penentuan massa atom-atom lain adalah ....

- A.  $^{12}\text{C}$
- B.  $^{14}\text{N}$
- C.  $^{16}\text{O}$
- D.  $^{23}\text{Na}$
- E.  $^{24}\text{Mg}$

**B** Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Jelaskan kelebihan model atom Thomson dibandingkan model atom Dalton.
2. Terangkan percobaan yang dilakukan Bohr untuk menentukan model atom.
3. Gambarkan model atom yang dikemukakan oleh:
  - a. Joseph John Thomson
  - b. Ernest Rutherford
  - c. Niels Bohr
4. Jelaskan proses penemuan elektron oleh J.J. Thomson.
5. Lengkapilah tabel berikut.

<b>Unsur</b>	$^{16}_8\text{O}$	$^{23}_{11}\text{Na}$	$^{32}_{16}\text{S}$	$^{40}_{18}\text{Ar}$	$^{75}_{33}\text{As}$
<b>Nomor atom</b>					
<b>Nomor massa</b>					
<b>Proton</b>					
<b>Neutron</b>					
<b>Elektron</b>					

6. Jelaskan aturan Aufbau yang berhubungan dengan pengisian elektron pada kulit atom.
7. Tentukan konfigurasi elektron dan elektron valensi dari unsur-unsur berikut. Selanjutnya, tentukan pula unsur yang cenderung membentuk ion positif.
  - a.  $^{37}\text{Rb}$
  - b.  $^{35}\text{Br}$
  - c.  $^{20}\text{Ca}$
8. Unsur X memiliki jumlah elektron 12 dan jumlah neutron 34. Tentukan konfigurasi elektron, elektron valensi, dan lambang unsur tersebut.
9. Unsur Y mempunyai jumlah elektron pada kulit K = 2, kulit L = 8, kulit M = 18, dan kulit N = 2. Jika diketahui nomor massa atom adalah 47, berapakah nomor atom, elektron valensi, dan jumlah neutronnya?
10. Perhatikan beberapa unsur berikut.
  - a.  $^{11}\text{Na}$
  - b.  $^{19}\text{K}$
  - c.  $^{32}\text{Ge}$
  - d.  $^{15}\text{P}$
  - e.  $^{33}\text{As}$

Tentukan unsur-unsur yang terletak dalam satu periode.

# B a b II

## Sistem Periodik Unsur



www.elisa.charablog.com

Kalian tentu pernah mempelajari klasifikasi hewan sewaktu kelas VII, bukan? Hewan dapat diklasifikasikan menjadi hewan bertulang belakang (vertebrata) dan tidak bertulang belakang (avertebrata). Vertebrata masih dapat dikelompokkan lagi berdasarkan kemiripan sifatnya. Salah satunya yaitu kelas mamalia. Kera dan orangutan merupakan mamalia yang memiliki kemiripan sifat yakni memiliki kelenjar susu dan berambut. Begitu pula dengan unsur. Unsur-unsur dikelompokkan berdasarkan kemiripan sifat sehingga pelbagai unsur dapat disusun dalam tabel yang disebut tabel periodik unsur. Bagaimana sifat-sifat periodik pelbagai unsur tersebut? Temukan jawabannya dalam uraian berikut.

## Kata Kunci

- Sistem periodik unsur
- Jari-jari atom
- Energi ionisasi
- Afinitas elektron
- Keelektronegatifan



www.fcaismm.co.uk&PA\_www.gpccc

**Gambar 2.1**  
Pengelompokan binatang berdasarkan persamaan sifat.

Jari-jari atom merupakan salah satu sifat unsur yang bisa dipelajari dari tabel periodik unsur. Selain jari-jari atom, kalian juga bisa mengetahui besarnya energi ionisasi, afinitas elektron, dan keelektronegatifan tiap unsur.

Pada bab ini, kalian juga akan dikenalkan dengan perkembangan sistem periodik unsur yang dikemukakan oleh beberapa ilmuwan. Dengan demikian, kalian mampu menentukan periode dan golongan tiap unsur dalam sistem periodik unsur.

### A. Perkembangan Sistem Periodik Unsur

Jika kalian pernah pergi ke kebun binatang, kalian akan melihat bahwa singa dan harimau berada dalam satu blok, sedangkan berbagai jenis burung berada di blok lain. Binatang-binatang tersebut dikelompokkan berdasarkan persamaan sifatnya.

Begitu pula dengan unsur-unsur yang ada di alam. Para ilmuwan berusaha mengelompokkannya agar mudah dikenali dan dipelajari. Pengelompokan unsur dilakukan antara lain berdasarkan perbedaan wujud pada suhu kamar, yaitu padat, cair, dan gas. Misalnya, besi (Fe) berwujud padat, air berwujud cair, dan uap air berwujud gas.



dok/P1M

**Gambar 2.2**  
Wujud padat, cair, dan gas

Selain wujud unsur, unsur juga dikelompokkan berdasarkan sifat dan massa unsur, sehingga unsur-unsur dapat disusun dalam tabel yang disebut tabel periodik. Dengan menggunakan tabel periodik, dapat diketahui sifat-sifat unsur dalam satu golongan maupun satu periode.

Bagaimana perkembangan sistem pengelompokan unsur-unsur? Simak uraian berikut.

#### 1. Pengelompokan Unsur-unsur Berdasarkan Sifat Logam dan Non-logam

Pada awalnya, para ilmuwan mengelompokkan unsur-unsur secara sederhana berdasarkan perbedaan sifat fisiknya. Misalnya, dengan cara melihat kemampuan suatu unsur dalam menghantarkan panas atau listrik.

Unsur yang mampu menghantarkan panas disebut **unsur logam** (contoh: tembaga, besi, dan platinum), sedangkan unsur yang tidak mampu menghantarkan panas disebut **unsur non-logam** (contoh: oksigen,

nitrogen, dan hidrogen). Agar kalian dapat membedakan unsur logam dan non-logam dengan tepat, perhatikan Tabel 2.1 berikut.

**Tabel 2.1** Sifat-Sifat Fisis Unsur Logam dan Non-logam

Unsur Logam	Unsur Non-Logam
Konduktor	Isolator
Mengilap	Tidak mengilap
Bersifat elektropositif	Bersifat elektronegatif
Oksidanya bersifat basa	Oksidanya bersifat asam
Kerapatan tinggi	Kerapatan rendah
Padat	Rapuh

Brady, 1999, hlm.120-123

Dengan memahami penjelasan di atas, kalian dapat membedakan unsur logam dan non-logam. Untuk menguji pemahaman, diskusikan jawaban pertanyaan berikut.

## Diskusi

Tentukan unsur-unsur yang termasuk unsur logam dan non-logam pada tabel berikut dengan memberi tanda (✓).

No	Nama Unsur	Lambang Unsur	Sifat Unsur	
			Logam	Non-logam
1.	Kalium	K		
2.	Natrium	Na		
3.	Oksigen	O		
4.	Mangan	Mg		
5.	Belerang	S		
6.	Nitrogen	N		
7.	Kalsium	Ca		

Untuk memperluas pengetahuan, carilah referensi dari buku-buku di perpustakaan dan internet mengenai sifat-sifat logam dan non-logam pada tujuh unsur di atas. Selanjutnya, diskusikan dengan teman-teman dan presentasikan hasil diskusi di depan kelas.

Ternyata, selain unsur logam dan non-logam, masih ditemukan beberapa unsur yang memiliki sifat logam dan non-logam (unsur metaloid), misalnya unsur silikon, antimon, dan arsen. Jadi, penggolongan unsur menjadi unsur logam dan non-logam masih memiliki kelemahan.



(a)

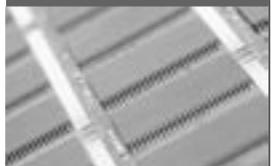
(b)

**Gambar 2.3**

Contoh unsur metaloid, yaitu (a) Antimon; (b) Arsen.

Unsur-unsur metaloid secara fisik memiliki bentuk seperti logam, tapi warna gelapnya agak berbeda jika dibandingkan dengan unsur logam.

## Khazanah



Unsur-unsur metaloid memiliki sifat semikonduktor yang spesifik, yaitu dapat menghantarkan listrik, tapi tidak seperti unsur logam. Sifat semikonduktor ini sangat berguna dalam industri elektronik, karena memungkinkan alat-alat mikroelektronik diperoleh dalam ukuran kecil, misalnya chip komputer (yang terbuat dari silikon) dan kalkulator. Jika tidak dapat menghantarkan listrik, unsur metaloid lebih bersifat non-logam.

Brady, 1999, hlm.124

www.ficciatmm.co.uk

## 2. Pengelompokan Unsur-Unsur Berdasarkan Hukum Triade Dobereiner

Pada bab 1, kalian telah mempelajari massa atom. Massa atom adalah banyaknya jumlah proton dan neutron yang terdapat pada inti atom. Massa atom merupakan salah satu sifat khas yang dimiliki oleh unsur.

Pengelompokan unsur berdasarkan perbedaan massa atomnya pertama kali dilakukan oleh **J.W. Dobereiner**. Ia menyatakan bahwa setiap golongan terdiri atas tiga unsur, dan unsur yang terletak di tengah mempunyai massa atom yang besarnya mendekati rerata massa atom dari unsur pertama dan ketiga. Oleh karena itu, penemuan Dobereiner dikenal dengan **Hukum Triade**.

Bagaimana penerapan Hukum Triade? Agar lebih mudah memahami hukum tersebut, perhatikan contoh berikut.

### Contoh

1.

	Unsur	Massa atom	Rerata massa atom unsur pertama dan ketiga
Unsur pertama	Li	6,94	$\frac{6,94 + 39,10}{2} = 23,02$
Unsur kedua	Na	<b>22,99</b>	
Unsur ketiga	K	39,10	

2.

	Unsur	Massa atom	Rerata massa atom unsur pertama dan ketiga
Unsur pertama	Be	9,01	$\frac{9,01 + 40,08}{2} = 24,55$
Unsur kedua	Mg	<b>24,31</b>	
Unsur ketiga	Ca	40,08	

3.

	Unsur	Massa atom	Rerata massa atom unsur pertama dan ketiga
Unsur pertama	Al	26,98	$\frac{26,98 + 114,80}{2} = 70,89$
Unsur kedua	Ga	<b>69,72</b>	
Unsur ketiga	In	114,80	

### Khazanah

Walaupun Hukum Triade bisa diterapkan, ternyata bagi beberapa unsur, hukum Triade tidak berlaku.

Syukri, 1999, hlm.155

Pada contoh 1, 2, dan 3 terlihat bahwa rerata massa atom unsur pertama dan ketiga mendekati massa atom unsur kedua. Karena sifat inilah, unsur-unsur tersebut dikelompokkan dalam satu kelompok yang disebut Triade.

Agar kalian lebih mudah membedakan unsur yang memenuhi dan tidak memenuhi Hukum Triade, kerjakan tugas di rubrik *Diskusi*.

## Diskusi

Dengan menggunakan tabel periodik modern, carilah tiga unsur yang memenuhi dan tidak memenuhi Hukum Triade. Untuk mendukung jawaban kalian, sertakan hasil perhitungan sesuai contoh 1, 2, dan 3. Kemudian, diskusikan dengan kelompok kalian dan presentasikan di depan kelas. Jangan lupa, konsultasikan hasil diskusi kepada guru.



### 3. Pengelompokan Unsur-Unsur Berdasarkan Hukum Oktaf Newlands

Karena tidak semua unsur memenuhi Hukum Triade, para ilmuwan terus mencoba untuk menemukan metode lain dalam pengelompokan unsur. Pada tahun 1864, **John Alexander Reina Newlands**, seorang ahli kimia berkebangsaan Inggris, menyusun suatu tabel berdasarkan kenaikan massa atomnya. Tabel ini menunjukkan kemiripan sifat yang berulang setiap delapan unsur. Jadi, unsur yang kedelapan memiliki kemiripan sifat dengan unsur pertama. Sedangkan unsur kedua memiliki kemiripan sifat dengan unsur kesembilan, dan seterusnya. Susunan unsur-unsur tersebut dikenal sebagai **Hukum Oktaf Newlands**.

Untuk lebih jelasnya, simak Tabel 2.2.

**Tabel 2.2** Penggolongan Unsur-Unsur Menurut Hukum Oktaf

Unsur	Nomor atom	Unsur	Nomor atom
H	1	F	8
Li	2	Na	9
Be	3	Mg	10
B	4	Al	11
C	5	Si	12
N	6	P	13
O	7	S	14

Seladifo, 1990, hlm.368

## Tugas

Dengan memahami Tabel 2.2, kalian tentu dapat mengelompokkan unsur-unsur berdasarkan Hukum Oktaf, bukan? Nah, tugas kalian adalah mengelompokkan unsur-unsur dalam sistem periodik modern berdasarkan Hukum Oktaf, kecuali unsur-unsur yang sudah dijelaskan pada Tabel 2.2. Kerjakan tugas pada buku tugas, lalu konsultasikan dengan guru.



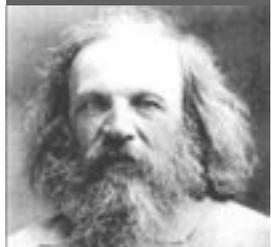
### 4. Tabel Periodik Mendeleev

Sistem periodik unsur terus mengalami perkembangan. Pada tahun 1869, ilmuwan dari Jerman, **Julius Lothar Meyer** dan **Dmitry Mendeleev** dari Rusia, mengembangkan **Hukum Oktaf Newlands** yang berkaitan dengan pengulangan sifat unsur secara periodik.

Pengelompokan unsur menurut Mendeleev masih berdasarkan sifat-sifat kimia unsur. Unsur-unsur dengan sifat yang mirip diletakkan pada suatu kolom yang disebut **golongan**. Selain berdasarkan kemiripan sifat, Mendeleev juga menentukan urutan unsur berdasarkan kenaikan massa atom.

Mendeleev berpendapat bahwa urutan unsur berdasarkan kemiripan sifat lebih utama daripada kenaikan massa atomnya. Dengan demikian, tabel Mendeleev memiliki kelemahan, yaitu unsur yang memiliki massa atom lebih besar terletak sebelum unsur yang memiliki massa atom lebih

## Khazanah



**Dmitry Mendeleev** (1834-1907) adalah seorang ahli kimia dari kekaisaran Rusia. Ia pernah menjadi guru besar kimia di Universitas St. Petersburg, Rusia.

id.wikipedia.org

fw.wikipedia

kecil. Misalnya, massa atom dari unsur tellurium (Te) dan iodium (I) diduga 128 dan 127 u. Unsur Te dan I disusun terbalik (menurut massa atom), karena sifat-sifat tellurium masuk dalam golongan VI dan sifat-sifat iodium masuk dalam golongan VII.

Bagaimana urutan unsur pada tabel periodik Mendeleyev? Perhatikan Tabel 2.3 berikut.

**Tabel 2.3** Tabel Periodik Mendeleyev

	Grup I	Grup II	Grup III	Grup IV	Grup V	Grup VI	Grup VII	Grup VIII
1	H 1							
2	Li 7	Be 9.4	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	Fe 56, Co 59 Ni 59, Cu 63
5	(Cu 63)	Zn 65	– 68	– 72	As 75	Se 78	Br 80	
6	Rb 85	Sr 87	Yt 88	Zr 90	Nb 94	Mo 96	– 100	Ru 104, Rh 104 Pd 105, Ag 108
7	(Ag 108)	Cd 112	In 113	Sn 118	Sb 122	Te 128	I 127	
8	Cs 133	Ba 137	Di 138	Ce 140	–	–	–	– – – –
9	–	–	–	–	–	–	–	
10	–	–	Er 178	La 180	Ta 182	W 184	–	Os 195, Ir 197 Pt 198, Au 199
11	(Au 199)	Hg 200	Tl 204	Pb 207	Bi 208	–	–	
12	–	–	–	Th 231	–	U 240	–	– – – –

Brady, 1999, hlm. 126

## 5. Tabel Periodik Modern

Meskipun sistem periodik Mendeleyev masih memiliki beberapa kelemahan, namun sistem periodiknya jauh lebih baik dibandingkan sistem pengelompokan unsur menurut Dobereiner dan Newlands. Selanjutnya, seorang ilmuwan muda berkebangsaan Inggris, Henry Moseley, mampu menyempurnakan sistem periodik Mendeleyev.

Pada tahun 1913, Moseley menyelidiki secara sistematis spektrum sinar X dan mengetahui adanya hubungan antara panjang gelombang sinar X dengan nomor atomnya. Dari hasil penelitiannya, Moseley memodifikasi tabel periodik Mendeleyev dan menyusun unsur-unsur berdasarkan kenaikan nomor atomnya. Tabel periodik inilah yang kita pakai sampai sekarang yang disebut **Tabel Periodik Modern**.

**Khazanah**



**Henry Moseley** (1887-1915) pada tahun 1913, ia memperkenalkan konsep nomor atom. Selain itu, ia juga menjelaskan sistem periodik unsur berdasarkan kenaikan nomor atom.

ms.wikipedia.org

### Tugas

Kalian telah mempelajari dasar pengelompokan unsur yang dikemukakan oleh Dobereiner, Newlands, Mendeleyev, dan Moseley. Bandingkan kelebihan dan kekurangan tiap-tiap pengelompokan unsur tersebut. Carilah referensi dari buku-buku di perpustakaan dan internet. Selanjutnya, diskusikan dengan teman-teman dan presentasikan di depan kelas.



Hasil penyusunan Sistem Periodik Modern oleh Moseley dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut.

**Tabel 2.4** Tabel Periodik Modern

1 IA		2 Logam alkali tanah IIA		3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 Logam-logam transisi dalam										13 IIIA	14 IVA	15 VIA	16 VIA	17 Halogen VIIA	18 Gas Mulia VIIIA								
1 H 1,008	2 He 4,003	3 Li 6,941	4 Be 9,012	5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,01	8 O 16,00	9 F 19,00	10 Ne 20,18	11 Na 22,99	12 Mg 24,31	13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95										
Logam alkali																											
19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 IIIB IVB VB VIB VIIB VIIIB IB IB										31 Ga 69,72	32 Ge 72,59	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,90	36 Kr 83,80										
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,94	43 Tc 98	44 Ru 101,1	45 Rh 101,1	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3										
55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57-70 Lantanida	71 Lu 175,0	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,9	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)									
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89-102 Aktinida	103 Lr (260)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (262)	108 Hs (263)	109 Mt (268)	110 Uun (271)	111 Uuu (272)	112 Uub (277)	113 Uut (284)	114 Uuq (285)	115 Uuq (285)	116 Uuh (292)	117 Uue (293)	118 Uuo (294)									
Logam		Logam-logam transisi dalam										Logam		Bukan Logam													
Metaloid																											
Bukan Logam																											
		57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 Lantanida										71 Lu 175,0	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,9	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
		89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 Aktinida										103 Lr (260)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (262)	108 Hs (263)	109 Mt (268)	110 Uun (271)	111 Uuu (272)	112 Uub (277)	113 Uut (284)	114 Uuq (285)	115 Uuq (285)	116 Uuh (292)	117 Uue (293)	118 Uuo (294)

Angka dalam tanda kurung merupakan nomor massa isotop paling stabil

## Uji Kompetensi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

- Jelaskan dasar pengelompokan unsur-unsur.
- Terangkan pengelompokan unsur menurut Dobereiner. Agar lebih jelas, berilah contohnya.
- Mengapa pengelompokan unsur menurut Newlands disebut Hukum Oktaf?
- Jelaskan kelemahan tabel periodik Mendeleev.
- Terangkan pengelompokan unsur menurut Moseley.



## B. Mengenal Tabel Periodik Unsur Modern

Tabel Periodik Modern merupakan tabel periodik yang paling mudah dipahami dan dipelajari dibandingkan tabel periodik yang disusun oleh Mendeleev. Tabel Periodik Modern terdiri atas lajur horizontal yang disebut **periode** dan lajur vertikal yang disebut **golongan**. Untuk pemahaman lebih lanjut, pelajari baik-baik uraian berikut.



**Khazanah**

Golongan Utama	
Golongan	Nama Golongan
IA	Alkali
IIA	Alkali tanah
IIIA	Aluminium
IVA	Karbon
VA	Nitrogen
VIA	Khalkogen
VIIA	Halogen
VIIIA	Gas mulia

Sukardjo, 1990, hlm.375 (dengan pengembangan)

## 1. Golongan

Suatu unsur dalam sistem periodik di susun berdasarkan konfigurasi elektronnya, karena tiap unsur memiliki konfigurasi elektron yang berbeda. Dari konfigurasi elektron, jumlah kulit dan elektron valensi suatu unsur bisa diketahui.

Adapun unsur-unsur yang memiliki kesamaan jumlah elektron valensi disusun dalam satu lajur vertikal yang disebut golongan. Unsur-unsur yang berada dalam satu golongan tersebut memiliki kemiripan sifat kimia dan sifat fisika.

Tabel Periodik Modern terdiri atas 8 golongan utama (golongan A) dan 8 golongan transisi (golongan B). Golongan-golongan tersebut dinamai sesuai dengan nomor kelompoknya, seperti golongan IA, IIA, IB dan seterusnya. Bahkan, golongan utama memiliki nama khusus, misalnya golongan IA dinamai golongan alkali dan golongan VIIIA dinamai golongan gas mulia.

Semua unsur golongan transisi merupakan unsur logam sehingga biasa disebut logam-logam transisi. Pada golongan transisi terdapat unsur-unsur transisi dalam. Golongan transisi dalam terdiri atas 14 unsur lantanida (terletak setelah unsur lantanum) dan 14 unsur aktinida (terletak setelah unsur aktinium).

## 2. Periode

Dalam Sistem Periodik Modern, dari atas ke bawah terdapat 7 lajur horizontal yang disebut **periode**. Dinamakan periode karena sifat-sifat yang dimiliki unsur-unsur dalam satu periode berulang secara periodik. Unsur-unsur yang memiliki jumlah kulit yang sama disusun dalam satu periode.

Jumlah unsur dalam tiap periode berbeda, yaitu:

1. Periode 1 terdiri atas 2 unsur, yaitu hidrogen dan helium.
2. Periode 2 terdiri atas 8 unsur.
3. Periode 3 terdiri atas 8 unsur.
4. Periode 4 terdiri atas 18 unsur.
5. Periode 5 terdiri atas 18 unsur.
6. Periode 6 terdiri atas 32 unsur.
7. Periode 7 masih belum lengkap unsur-unsurnya, namun saat ini terdiri atas 29 unsur.

Dalam tabel periodik, unsur-unsur transisi dalam diletakkan di bagian bawah agar periode 6 dan 7 maksimal berisi 18 unsur. Selanjutnya, bagaimana cara menentukan golongan dan periode suatu atom? Perhatikan contoh berikut.

### Contoh

Tentukan golongan dan periode dari unsur  $_{11}\text{Na}$ ,  $_{17}\text{Cl}$ , dan  $_{20}\text{Ca}$ .

Jawab:

$$\begin{array}{lll}
 {}_{11}\text{Na} = 2 & 8 & 1 & \text{(golongan IA periode 3)} \\
 {}_{17}\text{Cl} = 2 & 8 & 7 & \text{(golongan VIIA periode 3)} \\
 {}_{20}\text{Ca} = 2 & 8 & 8 & 2 & \text{(golongan IIA periode 4)}
 \end{array}$$

## Tugas

Tentukan konfigurasi atom, golongan, dan periode dari unsur  ${}_{13}\text{X}$ ,  ${}_{33}\text{Y}$ , dan  ${}_{51}\text{Z}$ . Tuliskan jawaban kalian pada buku tugas, lalu konsultasikan dengan guru kalian.



### 3. Sifat Periodik Unsur-unsur

Pada pembahasan terdahulu, kalian telah mengetahui bahwa konfigurasi elektron dan elektron valensi berperan penting dalam penentuan sifat-sifat suatu unsur. Pada tabel periodik, sifat-sifat unsur berulang secara periodik sehingga disebut sifat periodik unsur. Sifat-sifat periodik meliputi jari-jari atom, energi ionisasi, afinitas elektron, dan keelektronegatifan. Penjelasan lebih rinci mengenai sifat-sifat unsur akan dibahas pada uraian berikut.

#### a. Jari-jari Atom

Atom tersusun atas inti dan kulit atom. Jarak antara inti dengan kulit terluar suatu atom dinamakan **jari-jari atom**. Tabel 2.5 menunjukkan jari-jari atom beberapa unsur yang terdapat dalam tabel periodik.

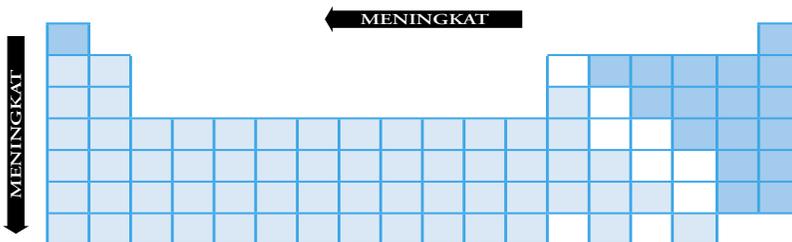
Dari Tabel 2.5 diketahui bahwa jari-jari atom dari atas ke bawah dalam satu golongan semakin besar. Hal ini disebabkan jumlah kulit atomnya semakin ke bawah semakin besar, sehingga jarak dari inti ke kulit terluarnya juga semakin besar.

Untuk unsur yang berada dalam satu periode, semakin ke kanan jari-jari atomnya semakin kecil. Hal ini terjadi karena dalam satu periode, setiap unsur memiliki jumlah kulit yang sama, sedangkan jumlah elektron valensinya semakin banyak. Sehingga, gaya tarik-menarik antara proton dan elektronnya semakin kuat dan menyebabkan jarak dari inti atom ke kulit terluar semakin kecil.

**Tabel 2.5** Jari-jari Atom Beberapa Unsur (dalam satuan Angstrom)

Li	Be	B	C	N	O	F
1,54	1,12	0,98	0,77	0,75	0,74	0,72
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
1,90	1,60	1,43	1,10	1,06	1,02	0,99
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br
2,35	1,97	1,41	1,22	1,19	1,16	1,13
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I
2,47	2,15	1,66	1,41	1,38	1,34	1,33
Cs	Be	Tl	Pb			
2,67	2,21	1,71	1,75			

Sukardjo, 1990, hlm.380



Gambar 2.4 Kecenderungan jari-jari atom

## Khazanah

Jari-jari atom dipengaruhi oleh:

- Jumlah kulit
- Jumlah elektron

Sukardjo, 1999, hlm.379

## Diskusi



Diketahui nomor atom dari unsur A, B, C, dan D masing-masing adalah 2, 8, 19, dan 20. Tentukan periode dan golongan dari tiap-tiap unsur tersebut. Kemudian, buatlah urutan kecenderungan kenaikan jari-jari atom. Diskusikan jawaban pertanyaan di atas dengan teman-teman, lalu konsultasikan dengan guru.

### b. Energi Ionisasi

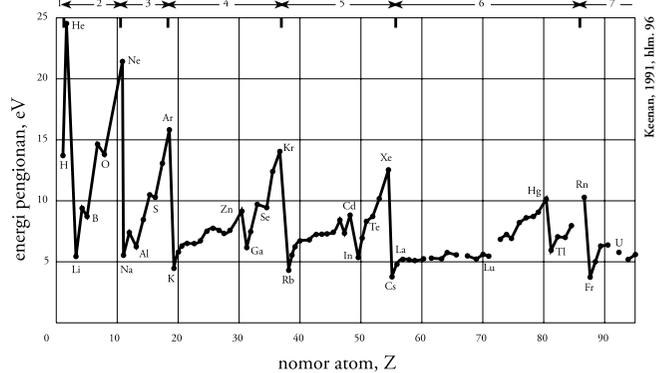
Pada keadaan netral, jumlah muatan positif suatu atom sama dengan jumlah muatan negatifnya. Suatu atom dapat membentuk ion positif dengan cara melepaskan elektron pada kulit terluarnya. Untuk dapat melepaskan elektron, atom memerlukan sejumlah energi. Energi minimum yang diperlukan oleh atom netral dalam keadaan gas untuk melepaskan satu buah elektron pada kulit terluarnya disebut **energi ionisasi**. Energi ionisasi beberapa unsur dapat dilihat pada Tabel 2.6 di bawah.

Dari Tabel 2.6 dapat dibuat suatu grafik hubungan antara energi ionisasi dengan nomor atomnya sebagai berikut.

**Tabel 2.6** Energi Ionisasi Beberapa Unsur (dalam satuan Kkal/mol)

Li 124	Be 215	B 191	C 260	N 325	O 315	F 402	Ne 495
Na 115	Mg 176	Al 138	Si 188	P 253	S 239	Cl 299	Ar 362
K 100	Ca 141	Ga 135	Ge 186	As 242	Se 225	Br 273	Kr 322
Rb 96	Sr 131	In 133	Sn 169	Sb 199	Te 208	I 241	Xe 279
Cs 89	Ba 120						Rn 247

Brady, 1999, hlm. 316



Keenan, 1991, hlm. 96

**Gambar 2.5**

Grafik hubungan antara energi ionisasi dengan nomor atom

Perhatikan Gambar 2.5. Tampak bahwa unsur-unsur pada periode 2, mulai dari Li sampai Ne, energi ionisasinya semakin besar. Demikian juga untuk periode yang lain. Dalam satu periode, dari kiri ke kanan, energi ionisasinya semakin besar. Hal ini terjadi karena dalam satu periode, semakin ke kanan jari-jari atom semakin kecil, sehingga gaya tarik-menarik antara proton pada inti atom dengan elektron pada kulit terluarnya semakin besar. Gaya tarik yang semakin besar menyebabkan elektron pada kulit terluar sulit untuk dilepaskan. Akibatnya, energi ionisasi juga semakin besar.

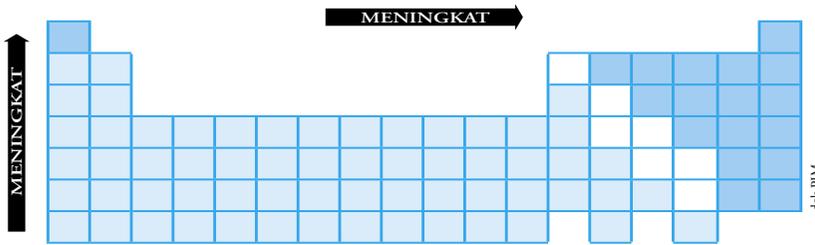
Dalam satu golongan, dari atas ke bawah, energi ionisasi atom semakin kecil. Hal ini juga dipengaruhi oleh jari-jari atom. Dalam satu golongan, semakin ke bawah jari-jari atom semakin besar. Akibatnya, gaya

## Khazanah

Semakin kecil jari-jari atom, energi ionisasinya semakin besar.

Sukardjo, 1990, hlm.381

tarik-menarik antara proton pada inti atom dengan elektron pada kulit terluar semakin lemah, sehingga energi ionisasinya semakin kecil.



Gambar 2.6 Kecenderungan energi ionisasi

## Diskusi

Bentuklah kelompok kecil yang terdiri atas 3 orang, lalu berdiskusilah untuk menjawab pertanyaan berikut.

Tentukan urutan unsur yang memiliki energi ionisasi paling besar: Be, Mg, atau Ca?

Tuliskan hasil diskusi kalian disertai alasan secara lengkap, lalu presentasikan di depan kelas.



### c. Afinitas Elektron

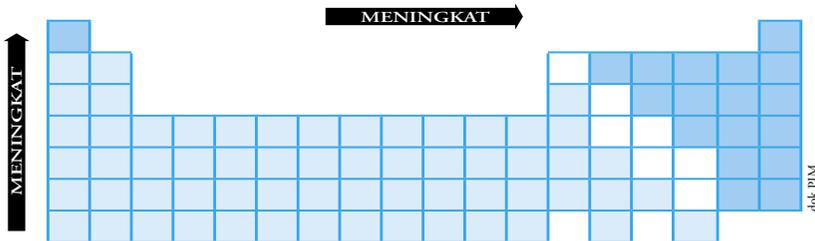
Suatu unsur dapat membentuk ion positif (melepaskan elektron) dan ion negatif (menerima elektron). Berkebalikan dengan proses pelepasan elektron, proses penerimaan elektron akan melepaskan energi. Energi yang dibebaskan oleh atom netral dalam keadaan gas untuk menerima satu buah elektron disebut **afinitas elektron**. Afinitas elektron beberapa unsur dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Dalam satu periode, dari kiri ke kanan, harga afinitas elektron cenderung semakin negatif. Hal ini menyebabkan suatu unsur semakin mudah menerima elektron. Sebaliknya, dalam satu golongan dari atas ke bawah, harga afinitas elektron semakin positif, sehingga semakin sulit untuk menerima elektron.

Tabel 2.7 Afinitas Elektron Beberapa Unsur (dalam satuan kJ/mol)

Li	Be	B	C	N	O	F
-60	+240	-23	-124	0	-141	-322
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
-53	+23	-44	-120	-74	-201	-347
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br
-49	+150	-40	-116	-77	-195	-324
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I
-46	+160	-40	-121	-101	-190	-295

Beady, 1999, hlm.319



Gambar 2.7 Kecenderungan afinitas elektron

## Diskusi



Berdasarkan Tabel 2.7, diketahui bahwa unsur golongan IA, IIIA, IVA, VA, VIA, dan VIIA memiliki afinitas elektron bertanda negatif. Sedangkan unsur golongan IIA memiliki afinitas elektron bertanda positif. Diskusikan alasan penggunaan tanda negatif dan positif pada harga afinitas elektron dengan teman-teman kalian. Selanjutnya, presentasikan hasil diskusi di depan kelas.

## Khazanah

Logam timah (Sn) di Indonesia banyak ditemukan di Pulau Bangka, Belitung dan Singkep. Logam nikel (Ni) terdapat di sekitar Danau Matana, Danau Towuti dan di Kolaka. Logam tembaga (Cu) terdapat di Wonogiri, Muara Simpeng, dan Tembagaपुरa. Sedangkan logam emas (Au) dan perak (Ag) banyak terdapat di Tembagaपुरa, Tasikmalaya, Simau, Logos, dan Meulaboh.

Sumber: www.chem-is-try.org

### d. Keelektronegatifan

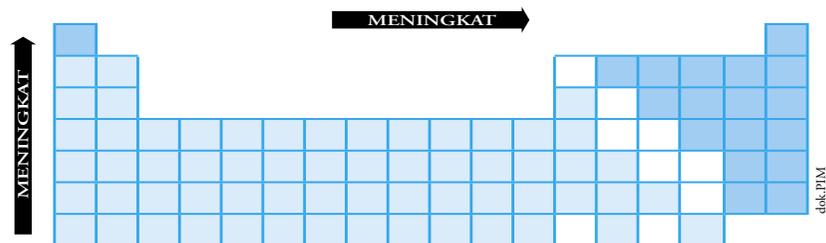
Keelektronegatifan adalah ukuran kemampuan suatu atom untuk menarik pasangan elektron dalam suatu ikatan. **Keelektronegatifan** dinyatakan dalam Skala Pauling, di mana harga keelektronegatifan yang terbesar diberi skala 4,0, sedangkan yang terkecil diberi skala 0,7. Perhatikan Tabel 2.8 berikut.

**Tabel 2.8** Harga Keelektronegatifan Beberapa Unsur (Skala Pauling)

H																
2.1																
Li	Be											B	C	N	O	F
1.0	1.5											2.0	2.5	3.1	3.5	4.1
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl
1.0	1.3											1.5	1.8	2.1	2.5	2.9
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br
0.9	1.1	1.2	1.3	1.3	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.7	1.8	2.0	2.2	2.4	2.8
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I
0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.4	1.4	1.5	1.5	1.7	1.8	2.0	2.2
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At
0.9	0.9	1.1	1.2	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.5	1.4	1.5	1.5	1.6	1.7	1.8	2.0
Fr	Ra	Ac	Lanthanides: 1.0 – 1.2													
0.9	0.9	1.0	Actinides : 1.0 – 1.2													

Brady, 1999, hlm.359

Dari Tabel 2.8 dapat diketahui bahwa dalam satu periode, dari kiri ke kanan harga keelektronegatifannya semakin besar. Hal ini terjadi karena sifat logamnya semakin menurun. Sedangkan untuk unsur-unsur dalam satu golongan, dari atas ke bawah harga keelektronegatifannya semakin menurun.



Gambar 2.8 Kecenderungan keelektronegatifan atom

## Khazanah

Semakin besar jari-jari atom, keelektronegatifannya semakin kecil.

Sukardjo, 1990, hlm.381

## Diskusi

Mengapa unsur yang memiliki harga keelektronegatifan terbesar adalah fluorin?

Diskusikan jawaban pertanyaan di atas dengan teman-teman, lalu presentasikan di kelas.



## Uji Kompetensi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Jelaskan dasar penyusunan unsur-unsur dalam satu periode dan satu golongan.
2. Bandingkan besarnya harga jari-jari atom dari ion positif dengan ion negatif.
3. Sebutkan unsur yang memiliki energi ionisasi terbesar dan terkecil dalam tabel periodik.
4. Mengapa suatu unsur yang memiliki afinitas elektron dengan harga positif semakin sulit

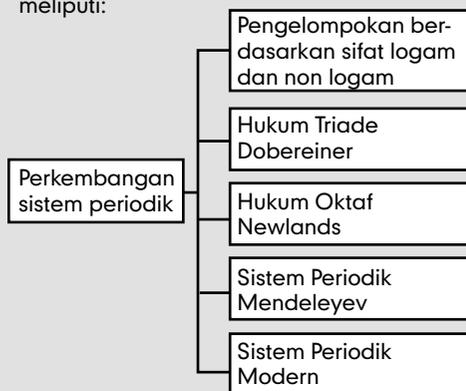
untuk menerima elektron? Jelaskan jawaban kalian.

5. Apakah yang dimaksud dengan keelektronegatifan? Bagaimana kecenderungannya dalam satu periode?



## Rangkuman

1. Sejarah perkembangan sistem periodik unsur meliputi:



2. Unsur-unsur yang memiliki kesamaan elektron valensi terletak pada satu golongan.
3. Unsur-unsur yang memiliki kesamaan jumlah kulit atom terletak pada satu periode.
4. Sifat-sifat periodik unsur meliputi:
  - a. Jari-jari atom adalah jarak antara inti dengan kulit terluar suatu atom. Jari-jari

atom meningkat dari atas ke bawah dan dari kanan ke kiri.

- b. Energi ionisasi adalah energi minimum yang diperlukan oleh atom netral dalam keadaan gas untuk melepaskan satu buah elektron pada kulit terluarnya. Energi ionisasi meningkat dari bawah ke atas dan dari kiri ke kanan.
- c. Afinitas elektron adalah energi yang dibebaskan oleh atom netral dalam keadaan gas untuk menerima satu buah elektron. Afinitas elektron meningkat dari bawah ke atas dan dari kiri ke kanan.
- d. Keelektronegatifan adalah ukuran kemampuan suatu atom untuk menarik pasangan elektron dalam suatu ikatan. Keelektronegatifan meningkat dari bawah ke atas dan dari kiri ke kanan.





## Glosarium

**Afinitas** Daya tarik atau daya gabung suatu zat dengan zat lainnya

**Ionisasi** Peristiwa atau proses pembentukan ion dari atom atau molekul netral

**Metaloid** Nama lainnya adalah semilogam, yaitu unsur yang sifatnya cenderung mirip logam, namun dalam hal lain memperlihatkan sifat non-logam

**Sistem Periodik Unsur** Sistem pengelompokan unsur berdasarkan hukum periodik, mencakup golongan dan periode yang keduanya saling berhubungan dan menentukan keperiodikan sifat unsur, dan disajikan dalam bentuk tabel yang disebut Tabel Periodik Unsur.

## Ulangan Harian



**A** Pilihlah jawaban yang tepat.

- Sifat berikut yang termasuk sifat unsur logam adalah ....
  - sukar menghantarkan panas
  - bersifat isolator
  - warnanya mengilap
  - berwujud gas pada suhu kamar
  - sukar ditempa
- Sifat berikut yang termasuk sifat unsur non-logam adalah ....
  - konduktor yang baik
  - dapat ditempa
  - kerapatan tinggi
  - mengilap
  - oksidanya bersifat asam
- Unsur yang memiliki sifat logam dan non-logam adalah ....
  - perak
  - air raksa
  - hidrogen
  - silikon
  - helium
- Penggolongan unsur berdasarkan kenaikan massa atom relatif dikemukakan oleh ....
  - Newlands
  - Lavoisier
  - Dobereiner
  - Mendeleyev
  - Rutherford
- Pengelompokan unsur yang terdiri atas tiga unsur dengan kemiripan sifat dikemukakan oleh ....
  - Thomson
  - Dobereiner
  - Mendeleyev
  - Newlands
  - Chadwick
- Ilmuwan yang memelopori pengelompokan unsur dengan memerhatikan kemiripan sifat dalam satu kolom vertikal adalah ....
  - Dalton
  - Dobereiner
  - Mendeleyev
  - Newlands
  - Lothar Meyer

7. Sesuai dengan hukum oktaf Newlands, unsur dengan massa atom relatif 5 mempunyai kemiripan sifat dengan unsur yang memiliki massa atom ....
  - A. 11
  - B. 12
  - C. 13
  - D. 14
  - E. 15
8. Sistem Periodik Modern disusun berdasarkan ....
  - A. kenaikan massa atom
  - B. kenaikan nomor atom
  - C. energi ionisasi
  - D. jari-jari atom
  - E. keelektronegatifan
9. Pencetus sistem periodik unsur modern adalah ....
  - A. John Dalton
  - B. Dobereiner
  - C. Henry Moseley
  - D. Dmitri Mendeleev
  - E. Lothar Meyer
10. Penggolongan unsur-unsur menurut Mendeleev disusun berdasarkan ....
  - A. nomor atom
  - B. nomor massa
  - C. sifat unsur
  - D. isotop
  - E. elektron
11. Golongan yang disebut golongan gas mulia adalah ....
  - A. IA
  - B. IIIA
  - C. VA
  - D. VIIA
  - E. VIIIA
12. Unsur yang berada dalam satu golongan memiliki persamaan ....
  - A. jumlah elektron valensi
  - B. jumlah proton
  - C. sifat keelektronegatifan
  - D. jari-jari atom
  - E. harga potensial ionisasi
13. Nama golongan VIIA dalam sistem periodik modern adalah ....
  - A. alkali
  - B. alkali tanah
  - C. gas mulia
  - D. halogen
  - E. transisi dalam
14. Suatu unsur dengan konfigurasi elektron  $2\ 8\ 6$  terletak pada periode ....
  - A. 2
  - B. 3
  - C. 4
  - D. 5
  - E. 6
15. Unsur-unsur yang terdapat pada golongan gas mulia bersifat stabil, karena jumlah elektron pada kulit terluarnya adalah ....
  - A. 1
  - B. 3
  - C. 5
  - D. 6
  - E. 8
16. Unsur flour dengan nomor atom 9 dalam tabel periodik unsur-unsur terletak pada ....
  - A. golongan IA periode 2
  - B. golongan IIIA periode 3
  - C. golongan VA periode 3
  - D. golongan VIIA periode 2
  - E. golongan VIIIA periode 3
17. Pada periode 4, kalium mempunyai jari-jari atom terbesar, hal ini disebabkan oleh ....
  - A. unsur K bersifat logam
  - B. unsur K memiliki jumlah elektron valensi paling banyak
  - C. unsur K memiliki jumlah elektron paling banyak
  - D. unsur K bersifat reaktif
  - E. unsur K memiliki kerapatan yang kecil
18. Di antara unsur berikut, unsur manakah yang memiliki energi ionisasi terbesar?
  - A. B
  - B. C
  - C. N

- D. O  
E. F
19. Unsur yang memiliki afinitas elektron terkecil adalah ....
- A. Cl  
B. S  
C. P  
D. Si  
E. Al
20. Urutan unsur berikut yang mengalami peningkatan keelektronegatifan adalah ....
- A. B, C, dan N  
B. N, O, dan B  
C. C, N, dan B  
D. B, N, dan C  
E. C, F, dan N
- B** Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.
1. Terangkan perkembangan dasar pengelompokan unsur-unsur secara singkat.
  2. Jelaskan perbedaan sifat unsur logam dan non-logam. Agar lebih jelas, berilah contohnya masing-masing.
  3. Jelaskan kelebihan dan kekurangan pengelompokan unsur oleh Dobereiner dan Oktaf Newlands.
  4. Jelaskan sistem periodik unsur menurut Moseley.
  5. Tentukan periode dan golongan pada unsur-unsur berikut.
    - a.  ${}_{11}\text{X}$
    - b.  ${}_{18}\text{Y}$
    - c.  ${}_{38}\text{Z}$
  6. Jelaskan sifat-sifat unsur dalam sistem periodik.
  7. Jelaskan hubungan jari-jari atom dengan jumlah kulit pada suatu atom.
  8. Jelaskan kecenderungan energi ionisasi dalam satu periode dan satu golongan.
  9. Mengapa afinitas elektron dalam satu golongan dari atas ke bawah semakin kecil? Jelaskan jawaban kalian.
  10. Mengapa unsur-unsur yang terletak pada golongan VIIA memiliki harga keelektronegatifan yang besar? Jelaskan secara singkat.

# B a b III

## Ikatan Kimia



Pernahkah kalian memerhatikan orang yang sedang menari dan saling berpegangan tangan? Sama halnya dengan penari, sebagian besar unsur yang ada di alam juga memiliki “tangan” yang saling berikatan. Unsur-unsur tersebut berikatan untuk mencapai kestabilan. Nah, apa saja unsur-unsur yang dapat berikatan? Bagaimanakah ikatan yang terjadi? Simaklah uraian berikut untuk mengetahui jawabannya.

## Kata Kunci

- Kestabilan unsur
- Struktur Lewis
- Ikatan ion
- Ikatan kovalen
- Ikatan koordinasi
- Keelektronegatifan
- Ikatan logam



Sebagian besar unsur yang ada di alam mempunyai kecenderungan untuk berinteraksi (berikatan) dengan unsur lain. Hal itu dilakukan karena unsur tersebut ingin mencapai kestabilan. Interaksi yang terjadi antar unsur disebabkan oleh ikatan ion, ikatan kovalen (tunggal, rangkap dua, dan rangkap tiga), ikatan koordinasi, serta ikatan logam.

Kalian bisa menentukan jenis ikatan yang terjadi antar unsur dengan berbagai cara, antara lain dengan mengetahui sifat fisisnya, menentukan susunan elektron di kulit terluarnya (elektron valensi), menyelidiki polaritas tiap unsur, serta menghubungkannya dengan sifat keelektronegatifan melalui percobaan.

### A. Kestabilan Unsur

Sebagian besar unsur di alam ingin mencapai suatu kestabilan. Kestabilan diperoleh dengan cara bergabung dengan unsur lain, lalu membentuk suatu molekul atau senyawa yang stabil. Kemampuan bergabung tersebut terjadi karena gaya tarik-menarik antar unsur (atom). Dengan demikian, setiap atom atau unsur dapat membentuk senyawa yang khas dan berbeda, karena kekuatan daya tarik-menarik antar atom memengaruhi sifat senyawa yang terbentuk. Daya tarik-menarik antar atom yang menyebabkan suatu senyawa kimia dapat bersatu disebut **ikatan kimia**.

Ikatan kimia ditemukan pertama kali oleh ilmuwan asal Amerika Serikat bernama **Gilbert Newton Lewis** pada tahun 1916. Konsep ikatan kimia yang dikemukakan oleh keduanya sebagai berikut.

1. Gas mulia (He, Ne, Ar, Xe, dan Rn) sukar membentuk senyawa karena gas mulia memiliki susunan elektron yang stabil (tidak melepas dan menerima elektron di kulit terluarnya), sehingga disebut **inert**.
2. Setiap atom ingin memiliki susunan elektron yang stabil dengan cara melepaskan atau menangkap elektron.
3. Susunan elektron yang stabil dicapai dengan cara berikatan antar atom lain.

Kestabilan atom terbentuk jika atom memiliki 2 atau 8 elektron di kulit terluarnya. Unsur gas mulia termasuk golongan yang paling stabil dalam sistem periodik unsur. Agar kalian lebih memahami kestabilan atom, perhatikan susunan konfigurasi elektron unsur-unsur gas mulia berikut.

${}^2\text{He}$ (Helium)	=	2					
${}^{10}\text{Ne}$ (Neon)	=	2	8				
${}^{18}\text{Ar}$ (Argon)	=	2	8	8			
${}^{36}\text{Kr}$ (Kripton)	=	2	8	18	8		
${}^{54}\text{Xe}$ (Xenon)	=	2	8	18	18	8	
${}^{86}\text{Rn}$ (Radon)	=	2	8	18	18	18	8

Jika kalian memerhatikan konfigurasi elektron gas mulia dengan saksama, kalian akan mengetahui bahwa semua unsur yang termasuk golongan gas mulia memiliki 8 elektron di kulit terluarnya (oktet), kecuali unsur He yang memiliki 2 elektron di kulit terluarnya (duplet). Jadi, kestabilan unsur gas mulia terjadi karena memiliki 8 elektron pada kulit terluar (elektron valensi).

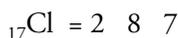
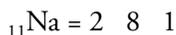
Sementara itu, ada ketentuan lain bagi unsur-unsur yang tidak memiliki 8 elektron pada kulit terluarnya. Karena semua unsur memiliki kecenderungan untuk mencapai kestabilan, maka tiap unsur bergabung dengan unsur lain guna memenuhi aturan oktet. Caranya dengan membentuk ikatan kimia, yaitu tiap unsur saling bertukar elektron untuk memenuhi 8 elektron pada kulit terluarnya.

## Contoh

Jelaskan secara singkat terbentuknya ikatan pada senyawa NaCl.

**Jawab:**

Susunan elektron pada unsur natrium (Na) dan klor (Cl), yaitu:



Perhatikan jumlah elektron pada kulit terluar unsur Na dan Cl. Untuk mencapai aturan oktet, unsur Na melepaskan 1 elektron pada kulit terluarnya, sedangkan unsur Cl menerima atau menangkap elektron untuk mencapai aturan oktet. Jadi, antar unsur Na dan Cl melakukan serah terima elektron untuk membentuk senyawa NaCl.

## Diskusi

Jelaskan terjadinya pelepasan dan penerimaan elektron pada senyawa-senyawa berikut.

- |                    |                    |                 |
|--------------------|--------------------|-----------------|
| a. $\text{BeCl}_3$ | c. $\text{MgCl}_2$ | e. $\text{KCl}$ |
| b. $\text{CaCl}_3$ | d. $\text{HCl}$    |                 |

Agar jawaban kalian lebih tepat, diskusikan dengan teman-teman.

Kemudian, konsultasikan kepada guru untuk menguji kebenaran jawaban kalian.



Berdasarkan contoh soal di atas, kalian telah mengetahui bahwa unsur Na memiliki kecenderungan untuk melepaskan elektron, sehingga bersifat lebih positif atau **elektropositif**. Unsur yang bersifat elektropositif dilambangkan dengan  $X^{n+}$ , dengan X sebagai unsur tersebut, n menunjukkan jumlah elektron yang dilepaskan, dan notasi + sebagai simbol sifat elektropositif. Bagaimana penerapannya dalam soal? Pahami contoh berikut.

## Contoh

Tentukan konfigurasi elektron dari unsur yang bersifat elektropositif berikut.

1. Magnesium
2. Natrium
3. Aluminium
4. Berilium

Jawab:

- |                                 |                         |
|---------------------------------|-------------------------|
| 1. ${}_{12}\text{Mg} = 2\ 8\ 2$ | $\text{Mg}^{2+} = 2\ 8$ |
| 2. ${}_{11}\text{Na} = 2\ 8\ 1$ | $\text{Na}^+ = 2\ 8$    |
| 3. ${}_{13}\text{Al} = 2\ 8\ 3$ | $\text{Al}^{3+} = 2\ 8$ |
| 4. ${}_{4}\text{Be} = 2\ 2$     | $\text{Be}^{2+} = 2$    |

Sementara itu, unsur Cl memiliki kecenderungan menyerap elektron, sehingga bersifat lebih negatif atau **elektronegatif**. Unsur yang bersifat elektronegatif dilambangkan dengan simbol  $\text{X}^{n-}$ , dengan n adalah jumlah elektron yang diserap dan simbol  $-$  untuk menunjukkan sifat elektronegatif.

Untuk mempermudah penentuan unsur yang bersifat elektronegatif, perhatikan contoh berikut.

## Contoh

Tentukan konfigurasi elektron dari unsur yang bersifat elektronegatif berikut.

1. Oksigen
2. Fluor
3. Iod
4. Klor
5. Brom

Jawab:

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| 1. ${}_{8}\text{O} = 2\ 6$             | $\text{O}^{2-} = 2\ 8$         |
| 2. ${}_{9}\text{F} = 2\ 7$             | $\text{F}^- = 2\ 8$            |
| 3. ${}_{53}\text{I} = 2\ 8\ 18\ 18\ 7$ | $\text{I}^- = 2\ 8\ 18\ 18\ 8$ |
| 4. ${}_{17}\text{Cl} = 2\ 8\ 7$        | $\text{Cl}^- = 2\ 8\ 8$        |
| 5. ${}_{35}\text{Br} = 2\ 8\ 18\ 7$    | $\text{Br}^- = 2\ 8\ 18\ 8$    |

## Uji Kompetensi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Bagaimana cara suatu unsur mencapai kestabilan? Jelaskan beserta contohnya.
2. Jelaskan konsep ikatan kimia yang dikemukakan oleh Gilbert Newton Lewis dan Albrecht Kossels.
3. Tentukan notasi penulisan sifat keelektronegatifan untuk setiap unsur golongan A.
4. Jelaskan alasan suatu unsur bersifat:
  - a. elektropositif
  - b. elektronegatif



## B. Struktur Lewis

Antar unsur saling berinteraksi dengan menerima dan melepaskan elektron di kulit terluarnya. Gambaran terjadinya interaksi antar unsur diperkenalkan oleh Gilbert N. Lewis dengan nama **Struktur Lewis**.

Struktur Lewis dilambangkan dengan memberikan sejumlah titik yang mengelilingi atomnya (biasanya dilambangkan dengan  $\times$  atau  $\bullet$ ). Setiap titik mewakili satu elektron yang ada pada kulit terluar atom tersebut.

Perhatikan Tabel 3.1 tentang Struktur Lewis berdasarkan susunan elektron valensi dari unsur gas mulia (golongan VIIIA) yang memenuhi aturan oktet atau duplet berikut.

**Tabel 3.1** Struktur Lewis Unsur Golongan VIIIA

Unsur	Elektron Valensi	Struktur Lewis
${}^2\text{He}$ (Helium)	2	$\cdot\text{He}\cdot$
${}^{10}\text{Ne}$ (Neon)	2 8	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ :\text{Ne}: \\ \cdot\cdot \end{array}$
${}^{18}\text{Ar}$ (Argon)	2 8 8	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ :\text{Ar}: \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array}$
${}^{36}\text{Kr}$ (Kripton)	2 8 18 8	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ :\text{Kr}: \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array}$
${}^{54}\text{Xe}$ (Xeon)	2 8 18 18 8	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ :\text{Xe}: \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array}$
${}^{86}\text{Rn}$ (Radon)	2 8 18 32 18 8	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ :\text{Rn}: \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array}$

Sulandjo, 1990, hlm.361

## Khazanah



gilbert N lewis.inglib.lbi.gov/gilbert.tif

**Gilbert N. Lewis** (1875-1945) adalah seorang ahli kimia dari Amerika Serikat. Lewis memperoleh gelar Ph.D dari Harvard dan akhirnya menjadi profesor ilmu kimia. Selain itu, ia juga menjadi Dekan pada Universitas California.

Brady, 1999, hlm.329

Selain mempelajari Struktur Lewis untuk unsur gas mulia (VIIIA), kalian juga akan mempelajari Struktur Lewis untuk unsur yang tidak termasuk gas mulia. Sebelum belajar menentukan Struktur Lewis unsur IA–VII A, tentukan jumlah elektron valensi pada unsur golongan IA–VII A.

Setelah menentukan jumlah elektron valensi semua unsur golongan IA–VII A, kalian akan mengetahui Struktur Lewis unsur golongan IA–VIIA pada Tabel 3.2 berikut.

**Tabel 3.2** Struktur Lewis Unsur Golongan IA–VIIA

Golongan	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
Struktur Lewis	$\text{Na}\cdot$	$\cdot\text{Mg}\cdot$	$\cdot\dot{\text{Al}}\cdot$	$\cdot\dot{\text{Si}}\cdot$	$:\dot{\text{P}}\cdot$	$:\ddot{\text{S}}\cdot$	$:\ddot{\text{Cl}}\cdot$

Brady, 1999, hlm.330

Berdasarkan Tabel 3.2, kalian bisa menemukan hubungan antara golongan suatu unsur dengan Struktur Lewis, yaitu nomor golongan sama dengan jumlah  $\times$  atau  $\bullet$  pada Struktur Lewis. Struktur Lewis tersebut digunakan untuk mempermudah dalam menggambarkan terbentuknya ikatan kimia antar unsur. Bagaimana contoh penulisan Struktur Lewis pada suatu unsur? Perhatikan contoh berikut.

## Contoh

Tentukan susunan elektron valensi dan Struktur Lewis untuk unsur-unsur berikut.

1. Hidrogen
2. Oksigen
3. Karbon
4. Neon
5. Aluminium

## Khazanah

Pada umumnya, jumlah elektron valensi suatu atom dari unsur tertentu sama dengan golongan.

Brady, 1999, hlm.133

Jawab:



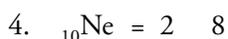
Gambar Struktur Lewis =  $\text{H}\cdot$



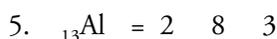
Gambar Struktur Lewis =  $\cdot\ddot{\text{O}}\cdot$



Gambar Struktur Lewis =  $\cdot\ddot{\text{C}}\cdot$



Gambar Struktur Lewis =  $:\ddot{\text{Ne}}:$



Gambar Struktur Lewis =  $\cdot\ddot{\text{Al}}\cdot$

## Khazanah

Sifat-sifat senyawa ion yaitu:

1. Senyawa ion memiliki titik didih dan titik lebur lebih tinggi dibandingkan senyawa kovalen.
2. Senyawa ion larut dalam pelarut polar (seperti air dan amonia).
3. Senyawa ion berwujud padat tidak dapat menghantarkan listrik, karena ion positif dan negatif terikat kuat satu sama lain. Tetapi, jika senyawa ion berwujud cairan maka dapat menghantarkan listrik karena ion-ionnya lepas dan bebas. Senyawa ion juga dapat menghantarkan listrik jika dilarutkan dalam pelarut polar (seperti air) karena terionisasi.
4. Senyawa ion berupa padatan keras dan berbentuk kristal karena kuatnya ikatan antara ion positif dan negatif.

Syarifuddin, 1994, hlm.141

## Diskusi



Tentukan susunan elektron valensi dan Struktur Lewis untuk unsur-unsur berikut.

1. Litium
2. Magnesium
3. Boron
4. Fluorin
5. Fosfor

Agar kalian tidak menemui kesulitan dalam menggambarkan Struktur Lewis pelbagai unsur di atas, diskusikan dengan teman-teman kalian. Kemudian, konsultasikan dengan guru dan presentasikan di depan kelas.

## C. Ikatan Ion

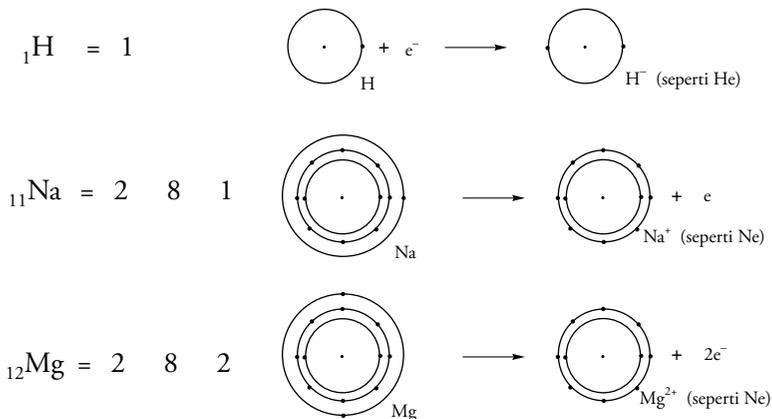
Tiap unsur memiliki kecenderungan untuk melepaskan elektron dan membentuk ion positif (kation). Selain itu, unsur juga memiliki kecenderungan untuk menyerap elektron dan membentuk ion negatif (anion). Agar lebih mudah memahami maksud uraian di atas, perhatikan ikatan yang terjadi antara unsur logam dan non-logam.

Sifat elektropositif pada unsur logam dan sifat elektronegatif pada unsur non-logam menimbulkan perbedaan keelektronegatifan antara keduanya. Perbedaan keelektronegatifan inilah yang menyebabkan terjadinya serah terima elektron. Unsur non-logam dengan sifatnya yang elektronegatif mampu menarik elektron dari unsur logam. Antar ion yang berlawanan tersebut terjadi gaya tarik-menarik (gaya elektrostatik) dan membentuk ikatan yang disebut **ikatan ion**.

Kecenderungan unsur menerima atau melepaskan elektron valensinya bergantung pada besarnya energi yang dilepaskan atau diperlukan. Unsur yang memiliki energi ionisasi kecil akan melepaskan elektron, sedangkan unsur yang memiliki energi ionisasi besar akan menerima elektron.

Berdasarkan harga energi ionisasi dari kiri ke kanan pada sistem periodik, maka unsur yang memiliki energi ionisasi kecil adalah bagian kiri dan bawah. Akibatnya, unsur golongan IA dan IIA cenderung melepaskan elektron, sedangkan golongan VIA dan VIIA cenderung menerima elektron untuk mencapai kestabilan unsur gas mulia. Sementara itu, unsur golongan IIIA, IVA, dan VA sebagian bersifat melepas dan sebagian menerima elektron.

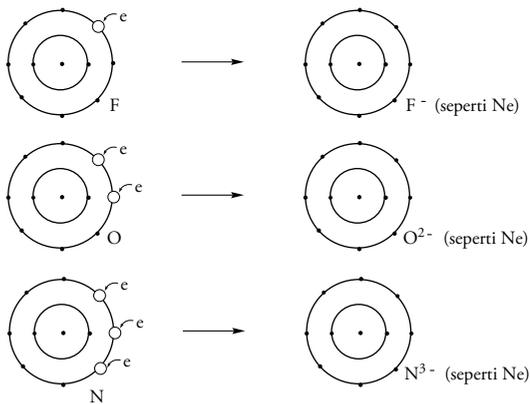
Agar lebih jelas, perhatikan gambar dan keterangan berikut.



Gambar 3.1

Unsur golongan IA cenderung melepaskan 1 elektron menjadi ion positif, kecuali H yang cenderung menerima 1 elektron. Sedangkan unsur Mg melepaskan 2 elektron terluarnya dan membentuk  $\text{Mg}^{2+}$ .

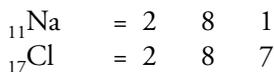
Sementara itu, unsur golongan VIIA cenderung menerima 1 elektron, golongan VIA menerima 2 elektron, dan golongan VA menerima 3 elektron untuk mencapai kestabilan. Pahami gambar berikut.



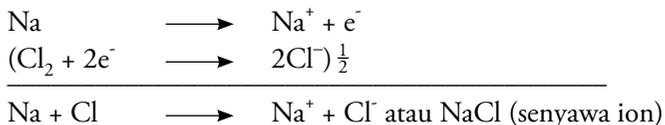
Gambar 3.2

Kecenderungan unsur F, O, dan N adalah menerima 1, 2, dan 3 elektron.

Sebagai suatu contoh terbentuknya ikatan ion, perhatikan ikatan ion pada senyawa NaCl berikut.



Secara ringkas, konfigurasi elektron di atas dapat dituliskan dengan:

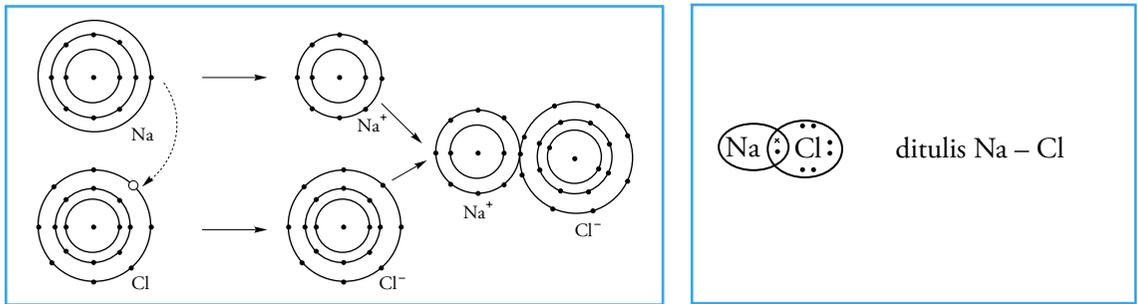


## Khazanah

Untuk mempermudah penjelasan atas terbentuknya ikatan ion, perhatikan beberapa hal berikut.

1. Jumlah elektron yang dilepaskan atau diterima oleh suatu unsur harus sesuai dengan kecenderungan unsur berdasarkan golongannya.
2. Unsur logam ditulis sebagai monoatom, seperti K, Co, dan Hg.
3. Unsur non-logam yang berwujud gas ditulis sebagai diatom ( $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{F}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ , dan  $\text{I}_2$ ).
4. Unsur karbon, belerang, dan fosfor dituliskan sebagai C, S atau  $\text{S}_8$ , dan  $\text{P}_4$ .

Syukri, 1999, hlm.183-187



Gambar 3.3 Pembentukan Ikatan Ion pada Senyawa NaCl

Bagaimana cara menggambarkan Struktur Lewis untuk ikatan ion? Perhatikan contoh berikut.

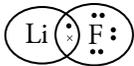
### Contoh

Gambarkan Struktur Lewis pada senyawa LiF.

**Jawab:**

Langkah penulisan Struktur Lewis sebagai berikut.

1. Tentukan konfigurasi elektron unsur yang akan berikatan.  
 ${}_{3}\text{Li} = 2 \ 1$                        ${}_{9}\text{F} = 2 \ 7$
2. Tentukan jumlah elektron pada kulit valensi.  
 ${}_{3}\text{Li}$  jumlah elektron valensi = 1  
 ${}_{9}\text{F}$  jumlah elektron valensi = 7
3. Tentukan jumlah elektron valensi yang diperlukan setiap unsur untuk memenuhi aturan oktet atau duplet.  
 ${}_{3}\text{Li}$  jumlah elektron valensi yang diperlukan = 7  
 ${}_{9}\text{F}$  jumlah elektron valensi yang diperlukan = 1
4. Gambarkan dalam bentuk Struktur Lewis seperti pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Struktur Lewis senyawa LiF

### Diskusi

Jelaskan proses terbentuknya ikatan ion pada senyawa-senyawa berikut.

- a.  $\text{MgCl}_2$     b.  $\text{BaCl}$     c.  $\text{NH}_3$     d.  $\text{NaF}$     e.  $\text{KI}$

Setelah itu, gambarkan Struktur Lewisnya. Agar jawaban kalian lebih tepat, diskusikan dengan teman-teman dan presentasikan di depan kelas.

### Uji Kompetensi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

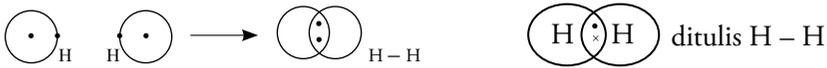
1. Jelaskan proses terjadinya ikatan ion.
2. Terangkan hubungan energi ionisasi dengan kemampuan suatu unsur dalam menerima dan melepaskan elektron di kulit terluarnya.
3. Jelaskan sifat-sifat senyawa ion.
4. Gambarkan Struktur Lewis pada senyawa:
  - a.  $\text{CaF}_2$
  - b.  $\text{MgS}$
  - c.  $\text{K}_2\text{S}$

## D. Ikatan Kovalen

Kalian telah mengetahui bahwa unsur yang cenderung menerima elektron disebut unsur elektronegatif. Kecenderungan menerima elektron disebabkan oleh adanya dorongan untuk mencapai kestabilan, agar elektron valensinya seperti gas mulia. Lalu, bagaimana cara unsur elektronegatif memperoleh elektron kalau tidak ada yang memberi?

Dari penyelidikan diketahui bahwa dua unsur dapat memakai elektron secara bersama dengan bergabungnya orbital terluar. Orbital gabungan dan elektron yang ada di dalamnya menjadi milik kedua unsur, sehingga unsur yang satu terikat dengan yang lain. Penggabungan orbital berarti menambah jumlah elektron valensi tiap-tiap unsur, sehingga keduanya stabil. Misalnya, ikatan antara unsur H dengan H, F dengan F, dan H dengan Cl.

Ikatan antar unsur H merupakan ikatan antar unsur non-logam. Antar unsur H yang berikatan tidak terdapat perbedaan keelektronegatifan, sehingga tidak mungkin terjadi serah terima elektron. Perhatikan terbentuknya ikatan pada senyawa  $H_2$  berikut.



Gambar 3.5 Pembentukan Ikatan pada Senyawa  $H_2$

Atom H yang memiliki 1 elektron berikatan dengan atom H lain untuk melengkapi konfigurasi elektron gas mulia (rumus oktet). Ikatan ini terjadi karena penggunaan bersama pasangan elektron pada kulit terluar oleh dua unsur yang berikatan. Kekuatan ikatan pada kedua unsur tersebut merupakan hasil tarik-menarik antara elektron yang bersekutu dengan inti positif dari unsur yang membentuk ikatan.

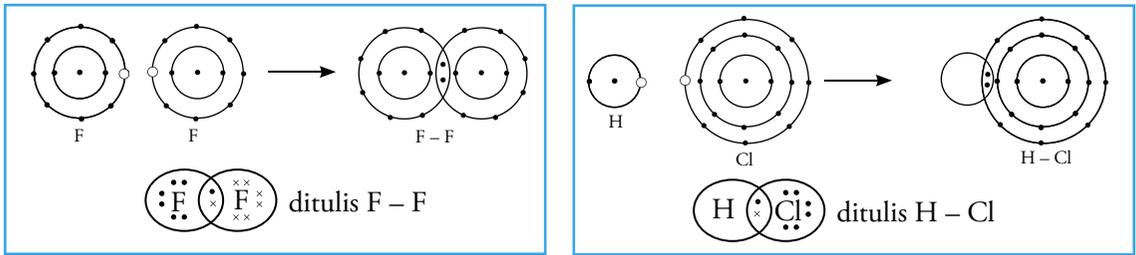
Elektron dari unsur H yang satu tertarik ke inti positif unsur H lain, begitu juga sebaliknya. Jarak ikatan tertentu diperlukan sehingga gaya tolak antarinti positif menjadi minimum dan ikatan antar unsur non-logam dapat terjadi. Dengan demikian, antar unsur H saling menyempurnakan jumlah elektron valensinya dengan cara mendapatkan elektron dari unsur yang lain, lalu membentuk pasangan elektron. Ikatan yang terjadi disebut **ikatan kovalen**.

### Diskusi

Pada uraian subbab ikatan ion, kalian telah mengetahui beberapa sifat ikatan ion. Sifat tersebut ditinjau dari aspek titik didih, titik leleh, kelarutan, wujud senyawa kovalen, dan kemampuan menghantarkan listrik. Carilah perbandingan sifat ikatan kovalen dengan ikatan ion pada buku-buku di perpustakaan sekolah maupun di internet. Kemudian, untuk melengkapi informasi yang kalian dapatkan, diskusikan dengan teman-teman kalian dan presentasikan di depan kelas.



Selain pada senyawa  $H_2$ , ikatan kovalen juga terjadi pada senyawa  $F_2$  dan  $HCl$ . Pembentukan ikatan pada senyawa tersebut yaitu:



Gambar 3.6 Pembentukan ikatan kovalen pada senyawa  $F_2$  dan  $HCl$

## Tugas

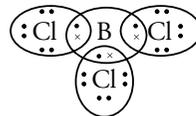
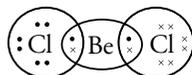
Untuk memperluas wawasan tentang ikatan antaratom, lakukan kegiatan berikut.

- Potonglah lidi sepanjang 5 cm.
- Buatlah bola-bola kecil dari tanah liat dengan diameter 3 cm.
- Siapkan cat warna merah dan kuning.
- Rancanglah model atom  $BeCl_2$ ,  $PCl_5$ , dan  $SF_6$  menggunakan lidi dan bola-bola kecil (dari tanah liat yang sudah dikeringkan).
- Warnai tiap jenis atom dengan warna yang berbeda.
- Kumpulkan model-model atom tersebut pada guru kalian.

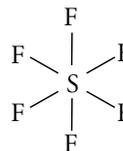
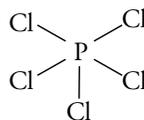


Walaupun semua ikatan kovalen mematuhi aturan oktet, ternyata masih ada beberapa senyawa yang menyimpang dari aturan oktet, misalnya senyawa  $PCl_5$ ,  $BH_3$ ,  $NO_2$ ,  $BCl_3$ , dan  $SF_6$ . Hal ini disebut penyimpangan atau pengecualian aturan oktet, yaitu:

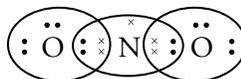
- Oktet yang tidak sempurna. Maksudnya, senyawa yang mempunyai unsur dengan elektron valensi kurang dari 8. Misalnya, Be dalam  $BeCl_2$  dan B dalam  $BCl_3$ .



- Oktet yang diperluas. Maksudnya, senyawa yang mempunyai unsur dengan elektron valensi lebih dari 8. Misalnya, P dalam  $PCl_5$  dan S dalam  $SF_6$ .

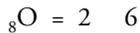


- Elektron tidak berpasangan. Maksudnya, senyawa yang mempunyai unsur dengan elektron valensi ganjil (tidak berpasangan). Misalnya  $NO_2$ .

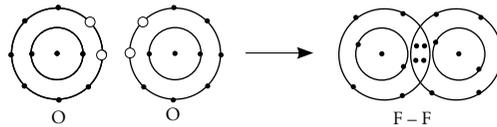


Nah teman-teman, ikatan kovalen yang telah kalian pelajari merupakan **ikatan kovalen tunggal**. Selain ikatan kovalen tunggal, masih ada ikatan kovalen rangkap dua dan tiga. **Ikatan kovalen rangkap dua** adalah

ikatan kovalen dengan penggunaan bersama dua pasang elektron. Pembentukan senyawa  $O_2$  dan  $SO$  merupakan contoh ikatan kovalen rangkap dua. Pembentukan senyawa  $O_2$  digambarkan sebagai berikut.



Konfigurasi elektronnya dapat digambarkan

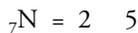


Gambar senyawa  $O_2$  yang terbentuk, yaitu:

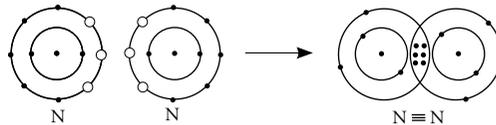


Gambar 3.7 Pembentukan Ikatan Kovalen Rangkap Dua pada Senyawa  $O_2$

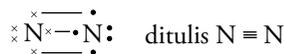
Sementara itu, **ikatan kovalen rangkap tiga** adalah ikatan kovalen dengan penggunaan bersama tiga pasang elektron. Ikatan pada senyawa  $N_2$  dan  $CO$  merupakan contoh ikatan kovalen rangkap tiga. Sebagai contoh, perhatikan pembentukan senyawa  $N_2$  berikut.



Konfigurasi elektronnya dapat digambarkan



Gambar senyawa  $N_2$  yang terbentuk yaitu:



Gambar 3.8 Pembentukan Ikatan Kovalen Rangkap Tiga pada Senyawa  $N_2$

## Diskusi

Jelaskan proses terbentuknya ikatan kovalen tunggal, rangkap dua, dan rangkap tiga pada beberapa senyawa berikut. Jangan lupa, tuliskan pula Struktur Lewisnya.

- a. HF      b.  $SF_6$       c. SO      d. CO

Diskusikan jawaban kalian dengan teman-teman. Jika kalian menemukan perbedaan jawaban dengan teman kalian, konsultasikan dengan guru, lalu presentasikan di depan kelas.

## E. Ikatan Kovalen Koordinasi

Berdasarkan subbab ikatan kovalen yang telah dipelajari, kalian mengetahui bahwa ikatan kovalen terjadi jika tiap-tiap elektron yang digunakan untuk berikatan berasal dari kedua unsur yang berikatan. Lalu, adakah perbedaan terbentuknya ikatan kovalen dengan ikatan kovalen koordinasi?

Untuk mendapatkan jawabannya, perhatikan penjelasan berikut. Amonia ( $NH_3$ ) dapat berikatan dengan boron triklorida ( $BCl_3$ ) membentuk senyawa yang stabil. Struktur Lewis yang terjadi yaitu:



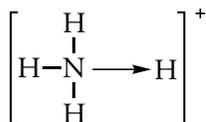
Jika diperhatikan secara cermat, diketahui bahwa terjadi ikatan kovalen antara unsur N dan B. Tetapi, kedua elektron yang dipakai bersama hanya berasal dari N, sedangkan B tidak memberikan sumbangan elektron. Ikatan seperti ini disebut ikatan kovalen koordinasi yang biasa disebut **ikatan koordinasi** atau **ikatan datif**. Jadi, dapat disimpulkan bahwa ikatan kovalen koordinasi terjadi jika elektron-elektron yang digunakan untuk berikatan berasal dari salah satu unsur yang berikatan.

Ikatan kovalen koordinasi juga terjadi pada senyawa  $\text{NH}_4^+$ . Perhatikan terbentuknya ikatan kovalen koordinasi pada senyawa  $\text{NH}_4^+$  berikut.



Ikatan di atas telah memenuhi rumus oktet untuk unsur N, dengan 8 elektron pada kulit valensi dan rumus duplet untuk unsur H. Tetapi, ternyata ditemui bahwa senyawa  $\text{NH}_3$  dapat berikatan dengan satu unsur H membentuk ion amonium  $\text{NH}_4^+$ .

Sementara itu, unsur N membentuk ikatan kovalen dengan 3 unsur H. Lalu, unsur H keempat melepas elektron dan berikatan dengan unsur N menggunakan pasangan elektron bebas (PEB) unsur N. Ikatan kovalen yang terjadi dari penggunaan pasangan elektron yang berasal dari satu unsur disebut **ikatan kovalen koordinasi**. Titik sebagai simbol elektron pada ikatan yang terjadi dapat digantikan anak panah dengan arah dari atom yang memberikan pasangan elektron untuk berikatan.



**Gambar 3.9**  
Terbentuknya ikatan kovalen koordinasi pada senyawa  $\text{NH}_4^+$

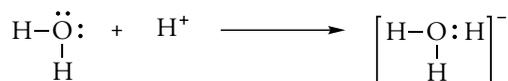
## Diskusi

Jelaskan proses terbentuknya ikatan kovalen koordinasi pada senyawa-senyawa berikut.

- a.  $\text{HNO}_3$                       b.  $\text{SO}_3$

Agar kalian lebih mudah mengerjakan soal di atas, diskusikan dengan teman-teman tentang penjelasan terbentuknya ikatan secara detail. Kemudian, presentasikan di depan kelas.

Selain senyawa  $\text{NH}_3$ ,  $\text{BCl}_3$  dan  $\text{NH}_4^+$ , ikatan kovalen koordinasi juga terjadi pada senyawa  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Terbentuknya ikatan kovalen koordinasi pada senyawa  $\text{H}_3\text{O}^+$  adalah sebagai berikut.



Pada ion hidronium ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ), ikatan  $\text{H}^+$  dengan O adalah ikatan koordinasi, sedangkan ikatan O – H yang lain adalah ikatan kovalen.

## Uji Kompetensi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

- Jelaskan pengertian ikatan kovalen dan ikatan kovalen koordinasi.
- Terangkan terbentuknya ikatan kovalen pada senyawa: a.  $F_2$   
b.  $C_2H_4$
- Jelaskan dan berilah contoh terjadinya beberapa penyimpangan aturan oktet pada senyawa kovalen.
- Terangkan terbentuknya ikatan kovalen koordinasi pada senyawa: a.  $SO_2$   
b.  $H_3PO_4$



## F. Keelektronegatifan

Kemampuan menangkap elektron pada suatu atom dapat dilihat dari keelektronegatifannya. Antar atom yang memiliki keelektronegatifan berbeda dapat bergabung dengan ikatan yang kuat. Seperti halnya dengan ikatan antara atom logam yang bersifat elektropositif dengan atom non-logam yang bersifat elektronegatif.

Ikatan kuat tersebut disebabkan adanya ikatan kovalen antar atom yang diperkuat dengan gaya tarik-menarik antarmuatan yang berlawanan dari ikatan dipol. Konsep kekuatan ikatan ini digunakan untuk menentukan keelektronegatifan atom seperti rancangan skala keelektronegatifan yang dikemukakan oleh Linus Pauling.

### Skala Keelektronegatifan Pauling

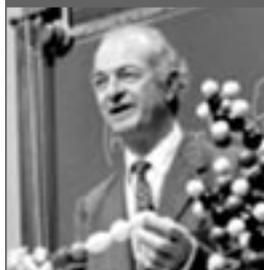
H																
2.1																
Li	Be															
1.0	1.5															
Na	Mg															
1.0	1.3															
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br
0.9	1.1	1.2	1.3	1.3	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.7	1.8	2.0	2.2	2.4	2.8
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I
0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.4	1.5	1.5	1.7	1.8	1.8	2.0	2.2
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At
0.9	0.9	1.1	1.2	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.5	1.4	1.5	1.5	1.6	1.7	1.8	2.0
Fr	Ra	Ac	Lanthanides: 1.0 – 1.2													
0.9	0.9	1.0	Actinides : 1.0 – 1.2													

Brady, 1999, hlm. 359

Ikatan yang terbentuk antar atom non-logam dengan keelektronegatifan sama adalah ikatan kovalen. Sedangkan pada unsur logam tidak terjadi ikatan antarsesamanya, karena kecenderungannya yang elektropositif.

Perbedaan keelektronegatifan dapat digunakan untuk menentukan polaritas suatu ikatan. Perbedaan keelektronegatifan yang kecil menghasilkan ikatan yang bersifat non-polar. Sedangkan perbedaan keelektronegatifan yang besar karena salah satu muatan menjadi lebih elektronegatif menjadikan senyawa bersifat ion sempurna. Secara umum, jika perbedaan keelektronegatifan antar atom lebih besar dari 1,7, maka senyawa yang terbentuk mempunyai sifat ionik (senyawa ion).

## Khazanah



**Linus Pauling** adalah tokoh ahli kimia dari Amerika. Dia memperoleh hadiah Nobel tahun 1954 dalam bidang kimia untuk hasil penelitiannya mengenai sifat benda.

id.wikipedia.org

linus pauling www.naturafit.de.Linus\_Pauling.tif

Agar kalian lebih memahami keelektronegatifitas pada beberapa senyawa, perhatikan contoh berikut.

### Contoh

Tentukan jenis ikatan dan sifat senyawa dari:

1. MgO
2. SF<sub>2</sub>

Untuk mempermudah menjawab pertanyaan, gunakan tabel keelektronegatifan Pauling.

#### Penyelesaian:

1. Keelektronegatifan Mg = 1,3 dan O = 3,5  
Jenis unsur logam dan non-logam, sehingga ikatan yang terjadi adalah ikatan ion.  
Beda keelektronegatifannya adalah  $= 3,5 - 1,3 = 2,2$ , sehingga sifat senyawa adalah ionik, karena beda keelektronegatifan  $> 1,7$
2. Keelektronegatifan S = 2,5 dan F = 4,1  
Jenis unsur logam dan non-logam, sehingga ikatan yang terjadi adalah ikatan ion.  
Beda keelektronegatifannya adalah  $= 4,1 - 2,5 = 1,6$ , sehingga sifat senyawa adalah kovalen, karena beda keelektronegatifan  $< 1,7$

## Uji Kompetensi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Tentukan jenis ikatan dan sifat senyawa dari :  
a. NaCl                      b. NF<sub>3</sub>                      c. NaH  
d. AlCl<sub>3</sub>                      e. MnF<sub>2</sub>
2. Mengapa unsur logam tidak dapat berikatan sesamanya ?



## G. Molekul Polar

Dengan mempelajari subbab sebelumnya, kalian telah mengetahui bahwa unsur Na mempunyai sifat elektropositif, sedangkan unsur Cl mempunyai sifat elektronegatif. Adanya perbedaan keelektronegatifan menyebabkan perbedaan kemampuan menarik elektron, apabila atom berikatan.

Pada saat berikatan, pasangan elektron akan ditarik ke arah atom yang mempunyai keelektronegatifan yang lebih tinggi. Hal ini menyebabkan struktur atom tidak simetris. Dengan demikian, kepadatan elektron berkumpul di sekitar atom yang memiliki keelektronegatifan tinggi dan menjadikannya lebih negatif dari bagian lain (terjadi pengkutuban atau polarisasi). Ikatan seperti ini yang disebut **ikatan kovalen polar**.

Selanjutnya, perhatikan ikatan antar atom H (H<sub>2</sub>). Kedua atom H mempunyai keelektronegatifan sama, sehingga memiliki kemampuan sama dalam menarik elektron. Keadaan ini menyebabkan elektron terdistribusi merata antardua atom H (tidak terjadi pengkutuban atau polarisasi) sehingga menjadi simetris. Ikatan ini disebut **ikatan kovalen non polar**.

Bagaimana menentukan suatu molekul termasuk senyawa kovalen polar atau non polar? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, lakukan kegiatan berikut.

## Aktivitas

### Mengetahui Polaritas Beberapa Senyawa

#### A. Dasar Teori

Keelektronegatifan antar unsur yang berikatan menunjukkan kekuatan unsur tersebut untuk menarik elektron di dekatnya. Akibatnya, elektron tidak terdistribusi merata diantara kedua unsur yang berikatan. Perbedaan ini membuat unsur tidak simetri dan terjadi beda muatan, dengan satu sisi lebih negatif dibandingkan sisi yang lain. Senyawa yang bermuatan tersebut akan terpengaruh oleh medan magnet, karena antarkutub yang berlawanan terjadi tarik-menarik.

(Sumber: Brady, James E, 1999, hlm. 357)

#### B. Tujuan Percobaan

Menyelidiki polaritas beberapa senyawa dan hubungannya dengan keelektronegatifan melalui percobaan.

#### C. Alat dan Bahan Percobaan

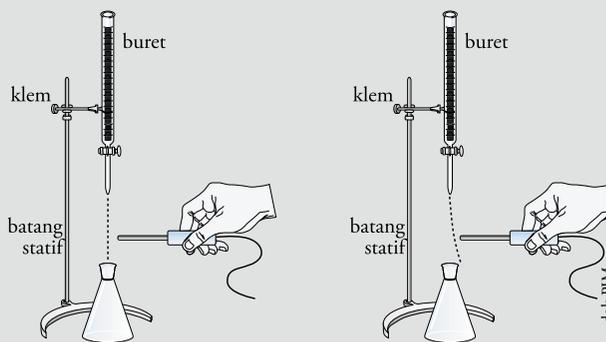
Alat:

- Tabung buret
- Statip
- $\text{CCl}_4$
- Batang bermuatan listrik

Bahan:

- $\text{H}_2\text{O}$
- $\text{BeCl}_3$
- $\text{HCl}$
- $\text{BCl}_3$
- $\text{NH}_3$
- Klem

#### D. Langkah Percobaan



1. Lakukanlah percobaan ini dengan berkelompok dua atau tiga orang.
2. Buatlah pembagian kerja sebagai berikut. Dua orang bertugas melaksanakan percobaan. Satu orang bertugas mengamati hasil percobaan dan mencatatnya dalam tabel hasil percobaan.
3. Untuk membuktikan polaritas senyawa, ikutilah langkah percobaan berikut.
  - a. Rangkailah alat seperti gambar di atas.
  - b. Masukkan air dalam tabung buret.
  - c. Amati kucuran air ketika melalui medan magnet pada batang bermuatan listrik.
  - d. Ulangi langkah 1-3 untuk larutan  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{BeCl}_3$  dan  $\text{BCl}_3$ .

### E. Hasil Percobaan

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, isilah tabel pengamatan berikut.

No	Larutan	Arah kucuran larutan (lurus atau berbelok dalam medan magnet)
1	H <sub>2</sub> O	
2	CCl <sub>4</sub>	
3	NH <sub>3</sub>	
4	HCl	
5	BeCl <sub>3</sub>	
6	BCl <sub>3</sub>	

### F. Pembahasan

1. Sebutkan larutan yang dibelokkan dalam medan magnet.
2. Mengapa suatu larutan dibelokkan dalam medan magnet? Jelaskan alasannya.
3. Sebutkan larutan yang tergolong bersifat polar.

### G. Kesimpulan

Apa kesimpulan dari percobaan ini? Diskusikan dengan kelompok kalian dan tuliskan dalam laporan kegiatan, kemudian presentasikan di depan teman-teman sekelas.



Dengan melakukan percobaan untuk menyelidiki polaritas pada beberapa senyawa, kalian telah mengetahui bahwa senyawa polar dipengaruhi oleh medan listrik dan medan magnet, karena pada senyawa polar terjadi polarisasi/pengutuban akibat muatan yang berbeda. Salah satu contoh senyawa polar yaitu HCl. Perhatikan Gambar 3.10.

Dalam senyawa HCl, sebagian besar elektron yang ada pada ikatan HCl tertarik ke atom Cl. Akibatnya, atom Cl bermuatan negatif yang dilambangkan dengan  $-$ , sedangkan atom H bermuatan positif yang dilambangkan dengan  $+$ . Antara atom H dan Cl terdapat suatu jarak yang disebut **dipol**. Karena memiliki dipol, maka senyawa HCl termasuk senyawa polar.

Kepolaran suatu unsur dinyatakan dengan momen dipol ( $\mu$ ), yaitu hasil kali antara muatan ( $Q$ ) dengan jarak ( $r$ ).

$$\mu = Q \cdot r$$

**Keterangan:**

$\mu$  : momen dipol (debye)

$Q$  : selisih muatan antara kedua kutub (coulomb)

$r$  : jarak antara kedua kutub atau dipol (m)

Senyawa yang sangat polar adalah senyawa yang memiliki momen dipol yang besar, sedangkan senyawa non-polar tidak mempunyai momen dipol sama sekali. Satuan momen dipol adalah debye (D), di mana  $1 D = 3,33 \times 10^{-30}$  coulomb.m.

Beberapa nilai momen dipol hidrogen halida dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut.

**Tabel 3.4** Momen Dipol Senyawa Hidrogen Halida

Senyawa	HF	HCl	HBr	HI
Perbedaan keelektronegatifan	1,8	1,0	0,8	0,5
Momen dipol	1,91	1,03	0,74	0,38

Syarifuddin, 1994, hlm.120

Sifat suatu molekul tidak hanya ditentukan oleh perbedaan muatan dari atom yang berikatan, tetapi juga ditentukan oleh susunan ruang. Susunan ruang dapat menunjukkan resultan momen dipol sehingga sifat polarisasinya dapat ditentukan dengan tepat.

Syarifuddin, 1994, hlm.121

Secara keseluruhan, momen dipol merupakan jumlah tiap-tiap ikatan dipol yang ada dalam senyawa yang dijumlahkan secara vektor. Sedangkan anak panah digambarkan sebagai pengganti ikatan dipol. Perhatikan contoh berikut.

## Contoh

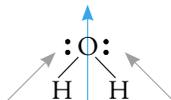
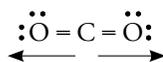
Tentukan arah momen dipol dari senyawa:

1.  $\text{CO}_2$
2.  $\text{H}_2\text{O}$

Jawab:

Arah vektor perpaduan dipol pada kedua senyawa, yaitu:

1.  $\text{CO}_2$
2.  $\text{H}_2\text{O}$



Momen dipol ikatan  $\text{CO}_2$  dengan arah berlawanan menghasilkan momen dipol = 0, sehingga bersifat non-polar. Sedangkan momen dipol  $\text{H}_2\text{O}$  merupakan resultan 2 ikatan dipol, sehingga membentuk siku-siku. Resultannya ditunjukkan dengan arah panah tegak lurus ke atas ( $\uparrow$ ). Momen dipolnya saling membantu, sehingga bersifat polar.

## Uji Kompetensi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Terangkan terbentuknya ikatan kovalen polar pada senyawa HBr.
2. Mengapa ikatan  $\text{H}_2$  disebut sebagai ikatan kovalen non-polar? Jelaskan jawaban kalian.
3. Mengapa senyawa polar dipengaruhi oleh medan listrik dan medan magnet?
4. Gambarkan dan tentukan momen dipol dari senyawa-senyawa berikut.
  - a.  $\text{NH}_3$
  - b.  $\text{BCl}_3$
  - c.  $\text{CH}_4$



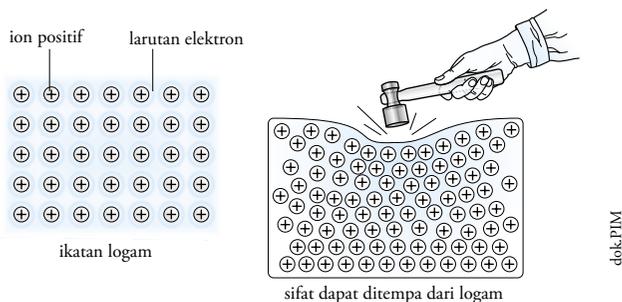
## H. Ikatan Logam

Sebagian besar unsur dalam sistem periodik adalah logam. Atom logam dapat berikatan ke segala arah sehingga menjadi molekul yang besar sekali. Satu atom akan berikatan dengan beberapa atom lain di sekitarnya. Akibatnya, atom tersebut terikat kuat dan menjadikan logam berwujud padat (kecuali Hg cair), serta pada umumnya keras.

Logam dalam keadaan padat mempunyai bilangan koordinasi yang cukup besar. Artinya, satu atom berikatan dengan banyak atom lainnya. Jika diberi tekanan, kedudukan atom dapat bergeser. Kemudian, berikatan lagi dengan atom yang berada di sampingnya. Oleh karena itu, logam dapat ditempa, dibengkokkan, atau dibentuk sesuai dengan keinginan.

Karena unsur logam mempunyai energi ionisasi yang rendah dan elektron valensi yang kecil, maka unsur logam mempunyai kecenderungan menjadi ion positif. Elektron valensi dari atom-atom logam yang

berdekatan akan terdelokalisasi membentuk lautan elektron di sekitar ion-ion positif. Selanjutnya, lautan elektron bergerak dari satu atom ke atom lainnya dan saling berikatan membentuk ikatan logam. Keadaan ini dapat digunakan untuk menjelaskan sifat logam sebagai penghantar panas dan listrik yang baik.



Gambar 3.11 Lautan Elektron di Sekitar Ion-ion Positif pada Ikatan Logam

## Diskusi

Datalah unsur-unsur logam pada golongan IA dan IIA. Kemudian, carilah informasi dari buku di perpustakaan atau internet tentang sifat-sifat logam tersebut. Jangan lupa, sertakan gambar dari tiap-tiap unsur itu. Agar informasi yang didapatkan semakin mantap, diskusikan dengan teman-teman kalian. Salinlah hasil diskusi dalam bentuk kliping, lalu presentasikan di depan kelas.



## Rangkuman

- Ikatan kimia adalah daya tarik-menarik antaratom yang menyebabkan suatu senyawa kimia dapat bersatu.
- Tiap unsur ingin mencapai kestabilan dengan melepaskan dan menerima elektron di kulit terluarnya. Caranya, tiap atom memenuhi aturan oktet (8 elektron valensi) dan aturan duplet (2 elektron valensi).
- Unsur yang memiliki kecenderungan melepaskan elektron di kulit terluar disebut bersifat elektropositif. Sebaliknya, unsur yang memiliki kecenderungan mengikat elektron di kulit terluar disebut bersifat elektronegatif.
- Struktur Lewis merupakan suatu gambaran terjadinya reaksi kimia yang dilambangkan dengan memberikan sejumlah  $x$  atau  $\bullet$  yang mengelilingi atom.
- Ikatan ion terjadi akibat adanya gaya tarik-menarik elektrostatik antara ion positif dan negatif, misalnya ikatan antara atom Na dengan Cl menjadi NaCl.
- Sifat-sifat senyawa ion adalah:
  - Senyawa ion memiliki titik didih dan titik lebur lebih tinggi dibandingkan senyawa kovalen.
  - Senyawa ion larut dalam pelarut polar (seperti air dan amonia).
  - Senyawa ion berwujud padat tidak dapat menghantarkan listrik, sedangkan senyawa ion berwujud cairan dapat menghantarkan listrik.
- Berdasarkan proses terbentuknya ikatan, ikatan kovalen dibedakan menjadi tiga, yaitu:
  - Ikatan kovalen tunggal adalah ikatan yang terjadi karena penggunaan bersama pasangan elektron oleh dua atom yang berikatan.
  - Ikatan kovalen rangkap dua adalah ikatan yang terjadi karena penggunaan

- bersama dua pasang elektron oleh dua atom yang berikatan.
- c. Ikatan kovalen rangkap tiga adalah ikatan yang terjadi karena penggunaan bersama tiga pasang elektron oleh dua atom yang berikatan.
  - d. Ikatan kovalen koordinasi adalah ikatan yang terjadi jika elektron-elektron yang digunakan untuk berikatan berasal dari salah satu unsur yang berikatan.
8. Berdasarkan keelektronegatifannya, ikatan kovalen dibedakan menjadi dua, yaitu:
- a. Ikatan kovalen polar adalah ikatan yang terbentuk jika kepadatan elektron berkumpul di sekitar atom yang

memiliki keelektronegatifan tinggi dan menjadikannya lebih negatif dari bagian lain (terjadi pengutuban atau polarisasi).

- b. Ikatan kovalen non polar adalah ikatan yang terbentuk jika kedua atom memiliki keelektronegatifan sama, sehingga elektron terdistribusi merata antardua atom (tidak terjadi pengutuban atau polarisasi).
9. Ikatan logam adalah ikatan antaratom logam dengan menggunakan interaksi antarelektron valensi.



## Glosarium

**Bilangan koordinasi** Bilangan yang menunjukkan banyaknya pasangan elektron yang dapat diterima oleh atom atau ion pusat untuk membentuk senyawa kompleks melalui ikatan koordinasi

**Dipol** Dua kutub muatan listrik yang besarnya sama tetapi berlawanan arah dan terpisah pada jarak tertentu

**Energi ionisasi** energi yang dibutuhkan pada proses pembentukan ion dari atom atau molekul netral

**Keelektronegatifan** Ukuran kemampuan suatu atom untuk menarik pasangan elektron dalam suatu ikatan.

**Kestabilan Unsur** Sifat unsur yang relatif tetap atau tidak berubah karena perubahan keadaan atau pengaruh dari luar.

**Orbital atom** Daerah di sekitar inti atom yang memiliki peluang terbesar dalam menemukan elektron

## Ulangan Harian



A Pilihlah jawaban yang tepat.

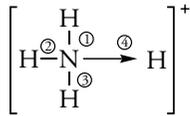
1. Diketahui nomor atom beberapa unsur sebagai berikut.  
Unsur A = 20  
Unsur B = 17  
Unsur C = 11  
Unsur D = 8  
Unsur E = 7

Pasangan unsur berikut yang tidak dapat mencapai kestabilan atom adalah ....

- A. AD
- B. AB
- C. BC
- D. C<sub>2</sub>D
- E. CE

2. Kestabilan atom dapat tercapai jika suatu atom memenuhi aturan oktet, yakni ketika setiap atom memiliki ... elektron di kulit terluarnya.
- 2
  - 4
  - 6
  - 8
  - 10
3. Jika unsur W mempunyai nomor atom 34, maka unsur W bermuatan ....
- +2
  - +1
  - 1
  - 2
  - 3
4. Berikut ini yang **tidak** termasuk unsur yang bersifat elektropositif adalah ....
- magnesium
  - oksigen
  - natrium
  - aluminium
  - berilium
5. Unsur yang memiliki kecenderungan melepaskan elektron di kulit terluarnya untuk mencapai kestabilan adalah ....
- natrium
  - oksigen
  - iodin
  - klorin
  - bromin
6. Senyawa yang mempunyai ikatan ion adalah ....
- $\text{CH}_3\text{COOH}$
  - $\text{NH}_4\text{OH}$
  - $\text{MgCl}_2$
  - $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
  - $\text{N}_2\text{O}_3$
7. Sifat berikut yang **tidak** termasuk sifat-sifat senyawa ion adalah ....
- memiliki titik didih dan titik leleh lebih tinggi dibandingkan senyawa kovalen
  - larut dalam pelarut polar
  - larut dalam pelarut polar dan non-polar
  - berbentuk kristal dan berupa padatan keras
  - berwujud cairan sehingga dapat menghantarkan listrik
8. Senyawa yang mempunyai ikatan kovalen tunggal adalah ....
- $\text{H}_2$
  - $\text{N}_2$
  - $\text{O}_2$
  - $\text{CO}$
  - $\text{SO}$
9. Senyawa kovalen yang tidak menyimpang dari aturan oktet adalah ....
- $\text{PCl}_5$
  - $\text{BH}_3$
  - $\text{NO}_2$
  - $\text{BCl}_3$
  - $\text{HCl}$
10. Pasangan senyawa berikut yang berikatan kovalen rangkap tiga adalah ....
- $\text{O}_2$  dan  $\text{CO}_2$
  - $\text{N}_2$  dan  $\text{CO}_2$
  - $\text{N}_2$  dan  $\text{C}_2\text{H}_2$
  - $\text{C}_2\text{H}_2$  dan  $\text{Cl}_2$
  - $\text{Cl}_2$  dan  $\text{HClO}$
11. Ikatan kovalen rangkap tiga pada  $\text{N}_2$  adalah ....
- $\begin{array}{c} \times \times \times \\ \times \times \times \\ \times \times \times \end{array} \text{N} : \text{N} :$
  - $\begin{array}{c} \times \times \times \\ \times \times \times \\ \times \times \times \end{array} \text{N} \times \times \times \text{N} :$
  - $\begin{array}{c} \times \times \times \\ \times \times \times \\ \times \times \times \end{array} \text{N} : : \text{N} :$
  - $\begin{array}{c} \times \times \times \\ \times \times \times \\ \times \times \times \end{array} \text{N} : \text{N} :$
  - $\begin{array}{c} \times \times \times \\ \times \times \times \\ \times \times \times \end{array} \text{N} : : \ddot{\text{N}} :$
12. Senyawa berikut yang mempunyai ikatan kovalen koordinat adalah ....
- $\text{PCl}_3$
  - $\text{NO}_2$
  - $\text{NH}_3$
  - $\text{CH}_4$
  - $\text{H}_2\text{O}$

13. Perhatikan gambar berikut.



Ikatan kovalen koordinat ditunjukkan oleh nomor ....

- A. 1  
 B. 1 dan 2  
 C. 3  
 D. 3 dan 4  
 E. 4
14. Jumlah dan jenis ikatan yang terdapat pada senyawa  $\text{H}_2\text{SO}_4$  adalah ....
- A. 2 ikatan kovalen koordinat dan 4 ikatan kovalen  
 B. 4 ikatan kovalen koordinat dan 2 ikatan kovalen  
 C. 3 ikatan kovalen koordinat dan 3 ikatan kovalen  
 D. 1 ikatan kovalen koordinat dan 5 ikatan kovalen  
 E. 6 ikatan kovalen
15. Atom M mempunyai konfigurasi elektron  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ . Senyawa yang mungkin dibentuk oleh atom M adalah ....
- A.  $\text{HM}_2$   
 B.  $\text{MCl}_2$   
 C.  $\text{CaM}$   
 D.  $\text{M}_2\text{SO}_4$   
 E.  $\text{M}_2(\text{PO}_4)_3$
16. Unsur A mempunyai nomor atom 17, sedangkan unsur B mempunyai nomor atom 19. Senyawa yang mungkin dibentuk oleh unsur A dan B adalah ....
- A.  $\text{BA}_2$   
 B.  $\text{B}_2\text{A}$   
 C.  $\text{B}_2\text{A}_3$   
 D.  $\text{BA}$   
 E.  $\text{B}_3\text{A}_2$
17. Ikatan yang dibentuk oleh atom C dan N dalam senyawa  $\text{CH}_3\text{NO}_2$  adalah ....
- A. kovalen tunggal

- B. kovalen rangkap dua  
 C. kovalen rangkap tiga  
 D. ion  
 E. kovalen koordinat

18. Diketahui keelektronegatifan beberapa atom sebagai berikut.

$$V = 1,0$$

$$W = 1,2$$

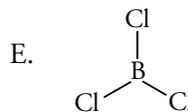
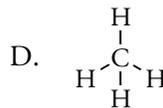
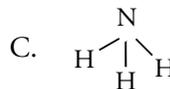
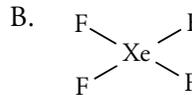
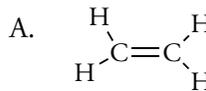
$$X = 2,5$$

$$Y = 2,1$$

$$Z = 3,5$$

Pasangan atom di bawah ini yang mempunyai sifat paling polar adalah ....

- A. Z dan V  
 B. W dan X  
 C. X dan Z  
 D. Y dan X  
 E. Z dan Z
19. Senyawa berikut yang mempunyai sifat polar adalah ....



20. Faktor yang memengaruhi besarnya ikatan logam pada logam besi adalah ....

- A. energi ionisasi  
 B. afinitas elektron  
 C. jumlah elektron valensi  
 D. keelektronegatifan  
 E. elektropositif

**B** Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Mengapa unsur gas mulia relatif stabil? Jelaskan secara singkat.
2. Bagaimana cara unsur-unsur selain unsur gas mulia dalam mencapai kestabilan? Jelaskan jawaban kalian.
3. Mengapa ikatan ion lebih kuat dibandingkan dengan ikatan kovalen? Jelaskan secara singkat.
4. Bagaimanakah hubungan antara keelektronegatifan dengan letak golongan tiap unsur? Jelaskan jawaban kalian.
5. Tentukan senyawa yang berikatan ion dan kovalen pada senyawa-senyawa berikut.
  - a.  $\text{BF}_3$
  - b.  $\text{F}_2$
  - c.  $\text{NaF}$
  - d.  $\text{CO}_2$
6. Gambarkan pembentukan ikatan koordinasi pada  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
7. Gambarkan struktur Lewis pada senyawa berikut.
  - a.  $\text{NH}_3$
  - b.  $\text{MgCl}_2$
  - c.  $\text{NaOH}$
  - d.  $\text{AgNO}_3$
8. Apakah yang dimaksud dengan senyawa polar dan non-polar? Berilah contohnya.
9. Tentukan senyawa yang bersifat polar dan non-polar pada beberapa senyawa berikut.
  - a.  $\text{SO}_3$
  - b.  $\text{H}_2\text{PO}_4$
  - c.  $\text{SCl}_6$
10. Jelaskan hubungan antara proses pembentukan ikatan logam dengan sifat logam.

# Ulangan Tengah Semester Pertama

## A Pilihlah jawaban yang tepat.

- Teori atom yang dikenal dengan teori roti kismis dikemukakan oleh ....  
A. Democritus      D. Rutherford  
B. John Dalton      E. Bohr  
C. Thomson
- Inti atom tersusun atas ....  
A. proton  
B. elektron  
C. neutron  
D. proton dan elektron  
E. proton dan neutron
- Muatan elektron sebesar ... C.  
A.  $-9,1 \times 10^{-31}$       D.  $-1,6 \times 10^{-19}$   
B.  $-9,1 \times 10^{-19}$       E.  $-1,6 \times 10^{-16}$   
C.  $-6,1 \times 10^{-19}$
- Unsur Y mempunyai nomor atom 21, konfigurasi elektronnya adalah ....  
A. 2 18 1  
B. 2 8 8 3  
C. 2 8 10 1  
D. 2 2 8 9  
E. 2 2 8 8 1
- Jumlah kulit yang dimiliki unsur dengan nomor atom 31 adalah ....  
A. 3      D. 6  
B. 4      E. 7  
C. 5
- Elektron valensi unsur  ${}_{15}\text{X}$  adalah ....  
A. 3      D. 6  
B. 4      E. 7  
C. 5
- Jumlah maksimum elektron yang menempati tiap-tiap kulit mengikuti rumus ....  
A.  $2n$       D.  $n^2$   
B.  $2n + 2$       E.  $2n^2$   
C.  $3n$
- Jumlah elektron maksimum yang menempati kulit M adalah ....  
A. 2      D. 18  
B. 8      E. 32  
C. 10
- Sifat berikut yang tidak termasuk sifat unsur non-logam adalah ....  
A. konduktor  
B. isolator  
C. bersifat elektronegatif  
D. tidak mengilap  
E. rapuh
- Pengelompokan unsur berdasarkan kemiripan sifat yang berulang setiap delapan unsur dikemukakan oleh ....  
A. Lavoisier      D. Dobereiner  
B. Mendeleyev      E. Rutherford  
C. Newlands
- Pengelompokan unsur berdasarkan perbedaan massa atomnya dikenal dengan Hukum Triade yang dikemukakan oleh ....  
A. Mendeleyev      D. Lavoisier  
B. Dobereiner      E. Rutherford  
C. Newlands
- Nama golongan IIA dalam sistem periodik modern adalah ....  
A. karbon      D. alkali  
B. halogen      E. alkali tanah  
C. nitrogen
- Suatu unsur dengan nomor atom 17 terletak pada ....  
A. golongan IVA periode 3  
B. golongan VA periode 3  
C. golongan VIA periode 2  
D. golongan VIIA periode 3  
E. golongan VIIA periode 4
- Sifat berikut yang tidak termasuk sifat-sifat periodik unsur adalah ....  
A. jari-jari atom  
B. energi ionisasi  
C. afinitas proton

- D. afinitas elektron  
E. keelektronegatifan
15. Salah satu unsur yang bersifat elektronegatif adalah ....  
A. Aluminium                      D. Klorin  
B. Magnesium                      E. Kalsium  
C. Kalium
16. Senyawa berikut yang tidak memenuhi aturan oktet adalah ....  
A.  $\text{NH}_3$                                   D.  $\text{CH}_4$   
B.  $\text{SO}_3$                                   E.  $\text{BF}_3$   
C.  $\text{SCl}_2$
17. Diketahui unsur A, B, C, D, dan E mempunyai nomor atom 19, 17, 12, 9, dan 7. Ikatan ion akan terjadi pada pasangan unsur ....  
A. A dan B                              D. C dan D  
B. B dan D                              E. D dan E  
C. B dan E
18. Diketahui susunan elektron dari beberapa unsur sebagai berikut.  
A = 2 8 1  
B = 2 8 4  
C = 2 8 7  
D = 2 8 8 2  
Pasangan unsur yang dapat membentuk ikatan kovalen adalah ....  
A. A dan B                              D. A dan C  
B. B dan C                              E. B dan D  
C. D dan C
19. Jumlah dan jenis ikatan yang terdapat pada ion  $\text{NH}_4^+$  adalah ....  
A. 1 ikatan kovalen dan 3 ikatan kovalen koordinasi  
B. 2 ikatan kovalen dan 2 ikatan kovalen koordinasi  
C. 2 ikatan kovalen dan 1 ikatan kovalen koordinasi  
D. 3 ikatan kovalen dan 1 ikatan kovalen koordinasi  
E. 3 ikatan kovalen dan 2 ikatan kovalen koordinasi

20. Senyawa berikut yang termasuk senyawa kovalen polar adalah ....  
A.  $\text{CCl}_4$   
B.  $\text{CO}_2$   
C.  $\text{BeCl}_2$   
D.  $\text{BF}_3$   
E.  $\text{H}_2\text{O}$

**B** Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

- Jelaskan teori atom Thomson.
- Tentukan nomor atom, nomor massa, proton, neutron, dan elektron pada unsur-unsur berikut.
  - ${}^{19}_9\text{F}$
  - ${}^{24}_{12}\text{Mg}$
  - ${}^{40}_{20}\text{Ca}$
- Mengapa tingkat energi terendah dimiliki oleh kulit K?
- Tentukan konfigurasi elektron dan elektron valensi dari unsur-unsur berikut.
  - ${}_{15}\text{P}$
  - ${}_{25}\text{Mn}$
  - ${}_{54}\text{Xe}$
- Jelaskan perbedaan sifat fisis unsur logam dan non-logam.
- Terangkan dasar pengelompokan unsur berdasarkan Hukum Oktaf Newlands.
- Tentukan periode dan golongan pada unsur-unsur berikut.
  - ${}_{20}\text{X}$
  - ${}_{37}\text{Y}$
  - ${}_{53}\text{Z}$
- Jelaskan terbentuknya ikatan ion antara unsur logam dan non-logam.
- Terangkan pembentukan ikatan kovalen rangkap dua pada senyawa  $\text{O}_2$ . Gambarkan pula struktur Lewisnya.
- Jelaskan dan gambarkan terbentuknya ikatan kovalen koordinasi pada senyawa  $\text{NH}_4^+$ .

# B a b IV

## Tata Nama Senyawa dan Persamaan Reaksi Sederhana



Sesekali, perhatikan bagian belakang kemasan sabun atau cairan pembersih. Meski tak selalu, adakalanya komposisi bahan penyusun produk ditampilkan. Di situ biasanya dituliskan beberapa senyawa kimia, misalnya asam klorida, ammonium klorida, dan asam hidroklorik. Senyawa-senyawa itu berperan aktif antara lain sebagai bahan desinfektan (pembunuh kuman) dan pengangkat kotoran.

Mungkin terpikir oleh kalian, mengapa HCl diberi nama asam klorida? Mengapa pula HCl dimasukkan dalam kelompok asam? Bagaimana aturan pemberian nama pada senyawa-senyawa kimia tersebut? Dengan memahami uraian berikut, kalian akan menemukan jawabannya.

## Kata Kunci

- Tata nama senyawa
- Senyawa biner
- Senyawa poliatomik
- Persamaan reaksi



Pemberian nama asam klorida pada senyawa HCl merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mempermudah pengenalan suatu senyawa kimia. Biasanya, pemberian nama pada senyawa kimia terdiri atas dua kata, sehingga disebut tata nama senyawa biner. Selain itu, ada juga tata nama senyawa poliatomik untuk senyawa anorganik dan organik yang terdiri atas ion bermuatan positif (kation) dan negatif (anion).

Setelah memahami tata nama senyawa anorganik dan organik, kalian akan diperkenalkan dengan persamaan reaksi sederhana. Dengan demikian, kalian bisa menyelesaikan persamaan reaksi sekaligus memberi nama pada senyawa yang terlibat dalam reaksi.

## A. Tata Cara Penulisan Nama Senyawa Kimia

Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering menggunakan produk yang tersusun atas senyawa-senyawa kimia seperti HCl (asam klorida),  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (amonium klorida), dan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (asam pospat). Asam klorida biasanya digunakan sebagai pembunuh kuman pada pembersih lantai, amonium klorida sebagai bahan aktif dalam pewangi pakaian, dan asam pospat sebagai bahan utama penyusun pupuk.

Setiap senyawa kimia memiliki nama yang berbeda dengan senyawa kimia lainnya, sehingga lebih mudah mengenalinya. Pemberian nama suatu senyawa diatur oleh badan internasional, yaitu IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) yang diikuti oleh semua negara. Aturan IUPAC meliputi tata cara penulisan nama dan rumus kimia suatu zat.

Selain aturan IUPAC, beberapa senyawa kimia menggunakan nama lain yang biasa disebut nama perdagangan (trivial). Misalnya, asam cuka ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), aseton ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ), dan soda kaustik ( $\text{NaOH}$ ).

## Diskusi

Untuk menambah wawasan kalian tentang tata cara penamaan senyawa, diskusikan kasus berikut. Mengapa ada beberapa nama senyawa kimia yang tidak mengikuti aturan IUPAC, tetapi lazim digunakan dalam kehidupan sehari-hari? Misalnya,  $\text{H}_2\text{O}$  = air (bukan dihidrogen monoksida) dan  $\text{NH}_3$  = amonia (bukan nitrogen trihidroksida).

Tuliskan hasil diskusi kalian pada selembar kertas HVS kuarto, lalu presentasikan di depan teman-teman.



Bagaimana aturan penamaan senyawa menurut IUPAC? Perhatikan aturan penamaan senyawa menurut IUPAC berikut.

### 1. Tata Nama Senyawa Biner dari Dua Unsur Non-Logam

Senyawa biner banyak kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari, antara lain HCl,  $\text{CO}_2$ , dan  $\text{H}_2\text{O}$ . **Senyawa biner** adalah senyawa yang hanya terbentuk dari dua macam unsur. Ketiganya termasuk senyawa biner dari

dua unsur non-logam. Bagaimanakah cara pemberian nama pada senyawa tersebut? Agar kalian mampu menjawabnya, kerjakan latihan soal berikut.

## Tugas

Untuk menguji kemampuan kalian, isilah titik-titik di bawah ini. Jangan lupa, salinlah di buku tugas, lalu kumpulkan kepada guru kalian.

HCl = hidrogen klor + ida → hidrogen klorida

HI = hidrogen iod + ida → ...

HBr = hidrogen ... + ... → hidrogen bromida

H<sub>2</sub>S = ... + ida → hidrogen sulfida

HF = ... + ... → ...



Pada dasarnya, pemberian nama pada senyawa biner dari dua unsur non-logam mengikuti aturan berikut.

1. Unsur yang berada di depan disebut terlebih dahulu, kemudian diikuti unsur kedua sesuai dengan nama unsur tersebut.
2. Pemberian nama unsur yang berada di belakang ditambahkan akhiran -ida.

Selain membentuk satu senyawa, ada juga dua unsur yang membentuk lebih dari satu senyawa, misalnya CO<sub>2</sub> dan CO. Tata cara pemberian namanya dengan menuliskan angka indeks dalam bahasa Yunani, yaitu:

1 = mono    3 = tri    5 = penta    7 = hepta    9 = nona

2 = di    4 = tetra    6 = heksa    8 = okta    10 = deka

Agar kalian lebih memahami uraian di atas, diskusikan jawaban soal berikut.

## WARNING!

Indeks satu untuk unsur pertama tidak perlu disebutkan.

## Diskusi

Diskusikan dengan teman-teman kalian tentang tata nama senyawa-senyawa berikut, lalu presentasikan di depan kelas.

CO = karbon monoksida.

N<sub>2</sub>O = dinitrogen monoksida.

CO<sub>2</sub> = karbon ... oksida.

N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = ...

NO = nitrogen ...

N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = ...

NO<sub>2</sub> = ...

CCl<sub>4</sub> = ...



## 2. Tata Nama Senyawa Biner dari Unsur Logam dan Non-Logam

Pada uraian sebelumnya, kalian telah mempelajari tata nama senyawa biner dari dua unsur non-logam. Selanjutnya, bagaimana tata nama senyawa biner yang tersusun dari logam dan non-logam? Sebelum kalian mempelajari tata nama senyawa biner dari unsur logam dan non-logam, terlebih dahulu pahami penjelasan berikut.

Senyawa biner dari logam dan non-logam tergolong dalam senyawa ion. Senyawa ion sebenarnya merupakan gabungan dari ion positif (kation) sebagai logam dan ion negatif (anion) sebagai non-logam. Untuk

## Khazanah

Logam mempunyai sifat fisik seperti berwujud padat, titik leleh tinggi, lentur (tidak mudah patah), mudah dibentuk (dapat ditempa dan ditarik), serta sebagai penghantar panas dan listrik yang baik. Sedangkan sifat kimia logam antara lain bersifat elektropositif (sebagai ion positif), umumnya dapat membentuk senyawa basa dan senyawa ionik.

Brady, 1999, hlm. 120

menambah referensi kalian tentang berbagai jenis kation dan anion yang sering digunakan di laboratorium, perhatikan Tabel 4.1 dan 4.2 berikut.

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

No.	Rumus	Nama Ion	No.	Rumus	Nama Ion	No.	Rumus	Nama Ion
1	H <sup>+</sup>	ion asam (hidrogen)	10	Mg <sup>2+</sup>	ion magnesium	19	Sn <sup>2+</sup>	ion timah(II)
2	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ion amonium	11	Ca <sup>2+</sup>	ion kalsium	20	Fe <sup>3+</sup>	ion besi(III)
3	Au <sup>+</sup>	ion emas	12	Sr <sup>+</sup>	ion stronsium	21	Cr <sup>3+</sup>	ion kromium(III)
4	K <sup>+</sup>	ion kalium	13	Ba	ion barium	22	Al <sup>+</sup>	ion aluminium
5	Li <sup>+</sup>	ion litium	14	Fe <sup>2+</sup>	ion besi(II)	23	Co <sup>3+</sup>	ion kobalt(III)
6	Cu <sup>+</sup>	ion tembaga (I)	15	Cu <sup>2+</sup>	ion tembaga(II)	24	Ni <sup>3+</sup>	ion nikel(III)
7	Na <sup>+</sup>	ion natrium	16	Zn <sup>2+</sup>	ion zink (seng)	25	Sn <sup>4+</sup>	ion timah(IV)
8	Ag <sup>+</sup>	ion perak	17	Pb <sup>2+</sup>	ion timbal(II)	26	Pb <sup>4+</sup>	ion timbel(IV)
9	Hg <sup>+</sup>	ion raksa (I)	18	Ni <sup>2+</sup>	ion nikel (II)			

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

No.	Rumus	Nama Ion	No.	Rumus	Nama Ion	No.	Rumus	Nama Ion
1	F <sup>-</sup>	ion fluorida	10	ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ion klorat	19	SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	ion silikat
2	Cl <sup>-</sup>	ion klorida	11	ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ion perklorat	20	CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ion kromat
3	Br <sup>-</sup>	ion bromida	12	MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	ion permanganat	21	Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	ion dikromat
4	I <sup>-</sup>	ion iodida	13	MnO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ion manganat	22	PO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>	ion fosfit
5	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ion nitrat	14	CN <sup>-</sup>	ion sianida	23	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ion fosfat
6	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ion nitrit	15	SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	ion silikat	24	AsO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	ion arsenit
7	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	ion asetat	16	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	ion sulfit	25	AsO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ion arsenat
8	ClO <sup>-</sup>	ion hipoklorit	17	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ion sulfat			
9	ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ion klorit	18	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	karbonat			

Veget., 1990, hlm viii-viii (dengan pengembangan)

Berdasarkan Tabel 4.1 dan 4.2, kalian tentu sudah bisa memberi nama pada berbagai senyawa ion, bukan? Bagaimanakah cara memberi nama pada senyawa ion? Ujilah kemampuan kalian dengan mendiskusikan jawaban soal berikut.

## Diskusi

Berilah nama pada beberapa senyawa ion di bawah ini. Agar kalian lebih mudah menjawab soal-soal berikut, diskusikan dengan teman-teman kalian.

NaCl = natrium ...	CaSO <sub>4</sub> = kalsium sulfat
CaCl <sub>2</sub> = ...	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = ...
MgCl <sub>2</sub> = ...	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> = ...
KI = ...	... = kalium nitrat
NaBr = natrium bromida	



Nah, sekarang kalian sudah mampu memberi nama pada berbagai senyawa ion, bukan? Penamaan senyawa biner dari logam dan non-logam (senyawa ion) mengikuti aturan tertentu. Urutan penamaannya yaitu nama logam (di depan) diikuti nama non-logam dengan akhiran -ida, tanpa penyebutan angka indeks.

Sementara itu, adakalanya unsur logam mempunyai lebih dari satu bilangan oksidasi. Dengan demikian, bilangan oksidasinya ditulis dengan angka Romawi. Agar kalian lebih paham, selesaikanlah soal-soal berikut.

## Tugas

Berilah nama pada senyawa-senyawa berikut.

$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  = timbal (II) nitrat

$\text{SnO}$  = ... oksida

$\text{FeSO}_4$  = besi (II) ...

$\text{SnO}_2$  = ...

$\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$  = ...



### 3. Tata Nama Senyawa Poliatomik

**Senyawa poliatomik** merupakan gabungan dari kation (ion bermuatan positif) dan anion (ion bermuatan negatif) poliatomik. Apa saja yang termasuk senyawa poliatomik? Perhatikan Tabel 4.3 berikut.

**Tabel 4.3** Berbagai Senyawa Poliatomik

No	Rumus Ion	Nama Ion	Rumus Senyawa	Nama Senyawa
1.	$\text{NH}_4^+$	ion amonium	$\text{NH}_4\text{Cl}$	Amonium klorida
2.	$\text{ClO}^-$	ion hipoklorit	$\text{NaClO}$	Natrium hipoklorit
3.	$\text{ClO}_2^-$	ion klorit	$\text{NaClO}_2$	Natrium klorit
4.	$\text{ClO}_3^-$	ion klorat	$\text{NaClO}_3$	Natrium klorat
5.	$\text{ClO}_4^-$	ion perklorat	$\text{NaClO}_4$	Natrium perklorat
6.	$\text{NO}_2^-$	ion nitrit	$\text{NaNO}_2$	Natrium nitrit
7.	$\text{NO}_3^{2-}$	ion nitrat	$\text{NaNO}_3$	Natrium nitrat
8.	$\text{SO}_3^{2-}$	ion sulfit	$\text{Na}_2\text{SO}_3$	Natrium sulfit
9.	$\text{SO}_4^{2-}$	ion sulfat	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	Natrium sulfat
10.	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$	ion asetat	$\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$	Natrium asetat
11.	$\text{CO}_3^{2-}$	ion karbonat	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	Natrium karbonat
12.	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	ion tiosulfat	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Natrium tiosulfat
13.	$\text{OH}^-$	ion hidroksida	$\text{NaOH}$	Natrium hidroksida

Brady, 1999, hlm. 139 (dengan pengembangan)

Berdasarkan Tabel 4.3, kalian telah mengetahui contoh beberapa senyawa poliatomik. Tata nama antarsenyawa poliatomik memiliki sedikit perbedaan. Biasanya, perbedaan tersebut terletak pada awalan (hipo-, per-, atau tio-) dan akhiran (-it atau -at). Selain menggunakan akhiran -it atau -at, senyawa poliatomik juga menggunakan akhiran -ida, misalnya  $\text{NaOH}$  (natrium hidroksida) dan  $\text{NaCN}$  (natrium sianida).

Nah teman-teman, sekarang kalian sudah bisa memberi nama pada senyawa poliatomik, bukan? Agar tidak melakukan kesalahan pada saat memberi nama, kalian juga harus teliti dalam mencermati angka indeks tiap senyawa poliatomik.

## Khazanah

Natrium hidroksida (NaOH) mempunyai nama lain soda api atau soda kaustik. NaOH berupa padatan berwarna putih, bersifat higroskopis, dan mudah larut dalam air. Biasanya digunakan dalam pembuatan kertas, detergen/sabun, untuk membersihkan pencemaran minyak, serta untuk menghilangkan cat.

Mulyono, 2006, hlm.287

## 4. Tata Nama Senyawa Asam dan Basa

Pernahkah kalian merasakan makanan asam? Makanan yang terasa asam antara lain dikarenakan mengandung cuka. Rasa asam dalam cuka berasal dari senyawa kimia yang dinamakan asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ). Asam asetat hanyalah salah satu contoh senyawa kimia yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Selain asam asetat, kita juga biasa menggunakan senyawa kimia lainnya, misalnya NaOH (natrium hidroksida) dan NaCl (natrium klorida).

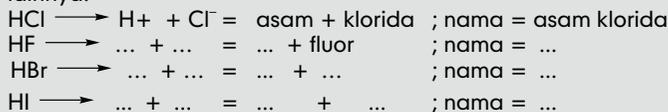
Mengapa senyawa-senyawa tersebut mempunyai nama yang berbeda? Mengapa pula ada senyawa kimia yang digolongkan dalam senyawa asam, basa, dan garam? Menurut kalian, berdasarkan klasifikasi apakah penggolongan ke dalam senyawa asam, basa, dan garam? Nah teman-teman, sekarang saatnya kalian perhatikan penjelasan berikut.

### a. Senyawa Asam

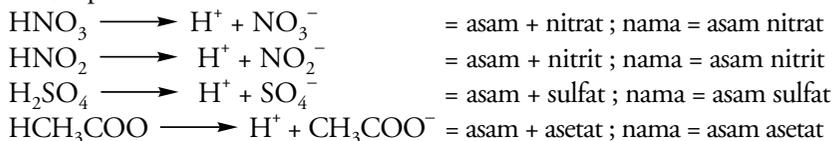
Senyawa kimia seperti HCl,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , dan HBr digolongkan senyawa asam karena saat hidrolisis menghasilkan ion  $\text{H}^+$ . Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa suatu senyawa yang mengandung ion  $\text{H}^+$  termasuk senyawa asam. Bagaimana aturan penamaan senyawa asam? Untuk mempermudah pemberian nama pada senyawa asam, kerjakan soal-soal berikut.

## Tugas

Pahamilah contoh berikut, lalu berilah nama pada senyawa-senyawa lainnya.



Dengan mengerjakan soal-soal di atas, kalian telah mengetahui bahwa aturan penamaan pada senyawa asam adalah memberikan awalan asam (hidro) diikuti nama pasangannya dan akhiran -ida. Tetapi, ada juga yang hanya diberi awalan asam dan diikuti nama pasangannya tanpa akhiran -ida, seperti:



### b. Senyawa Basa

Senyawa KOH dan NaOH dimasukkan dalam kelompok senyawa basa karena saat hidrolisis menghasilkan ion  $\text{OH}^-$ . Jadi, ion  $\text{OH}^-$  sebagai penanda bahwa suatu senyawa termasuk senyawa basa. Selain mengetahui penanda senyawa basa, kalian pasti juga ingin mengetahui aturan penamaan senyawa basa, bukan? Oleh karena itu, selesaikan soal-soal berikut.

## Khazanah

Kalium hidroksida (KOH) merupakan basa kuat. Senyawa KOH berupa zat padat berwarna putih, bersifat higroskopis, dan mudah larut dalam air. Senyawa KOH digunakan sebagai pereaksi kimia dan sebagai bahan dalam pembuatan sabun lunak (sabun mandi).

Mulyono, 2006, hlm.208

## Tugas

Berilah nama pada senyawa-senyawa berikut.

$\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^- = \text{natrium} + \text{hidroksida}$ ; nama = natrium hidroksida.

$\text{KOH} \longrightarrow \dots + \dots = \dots + \dots$ ; nama = ...

$\text{LiOH} \longrightarrow \dots + \dots = \dots + \dots$ ; nama = ...

$\text{Mg}(\text{OH})_2 \longrightarrow \dots + \dots = \dots + \dots$ ; nama = ...



Berdasarkan uraian di atas, tentunya kalian bisa mengambil kesimpulan tentang aturan pemberian nama pada senyawa basa, bukan? Jadi, dapat disimpulkan bahwa penamaan senyawa basa dilakukan dengan menuliskan akhiran -hidroksida, setelah nama kationnya.

### 5. Tata Nama Trivial (Perdagangan) pada Senyawa Kimia

Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering mendengar istilah seperti asam cuka, urea, dan alkohol. Penamaan senyawa-senyawa tersebut tidak mengikuti kaidah/aturan dari IUPAC karena mengikuti tata nama dalam dunia perdagangan (*trivial*). Agar wawasan kalian semakin bertambah, perhatikan tabel 4.4 berikut.

**Tabel 4.4** Tata Nama IUPAC dan Trivial pada Senyawa Kimia

No.	Senyawa	Nama IUPAC	Nama Trivial
1.	$\text{CH}_3\text{COOH}$	asam asetat	asam cuka
2.	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	etanol	alkohol
3.	$\text{CH}_3\text{COCH}_3$	propanon	aseton
4.	$\text{HCHO}$	formaldehida	formalin

Fessenden & Fessenden, 1995, hlm. 2-4

Setelah memahami uraian di atas, diharapkan pengetahuan kalian tentang tata nama berbagai senyawa kimia semakin bertambah. Nah, untuk menguji sejauh mana pemahaman kalian terhadap materi yang telah dipelajari, kerjakan soal-soal berikut.

## Uji Kompetensi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

- Mengapa penamaan senyawa kimia ada yang tidak mengikuti aturan IUPAC? Jelaskan dan berilah contohnya.
- Jelaskan tata nama untuk senyawa biner.
- Berilah nama pada senyawa poliatomik berikut.
  - $\text{NaOH}$
  - $\text{Na}_2\text{SO}_3$
  - $\text{NaClO}_2$
  - $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
- Sebutkan nama beberapa senyawa berikut.
  - $\text{NaBr}$
  - $\text{NH}_4\text{OH}$
  - $\text{Cl}_2\text{O}$
  - $\text{Mg}_3\text{N}_2$
  - $\text{P}_2\text{O}_5$
  - $\text{K}_2\text{PO}_4$
  - $\text{H}_2\text{SO}_4$
  - $\text{FeCl}_3$
  - $\text{CuSO}_4$
  - $\text{H}_2\text{CO}_3$
- Tuliskan rumus kimia untuk senyawa-senyawa berikut.
  - silikon tetrafluorida
  - kobalt (III) nitrat
  - karbon disulfida
  - besi (II) fosfat
  - asam sulfida
  - magnesium hidroksida
  - kalium nitrat



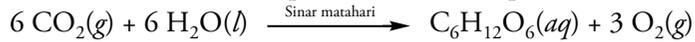
## Khazanah

Ilmuwan-ilmuwan Indonesia menemukan senyawa-senyawa baru yang diberi nama dengan istilah Indonesia. Senyawa-senyawa tersebut antara lain Diptoindonesianin A, Diptoindonesianin B, hingga Diptoindonesianin Z. Senyawa ini bersifat antibakteri dan terkandung dalam tanaman meranti (*Vatica*) di Kalimantan. Demikian pula senyawa Artoindonesianin A, Artoindonesianin B, hingga Artoindonesianin Z yang bersifat antikanker. Senyawa ini terkandung pada nangka-nangkaan (*Artocarpus champeden*) di Sumatera Barat.

Sumber: [www.kimianet.lipi.go.id](http://www.kimianet.lipi.go.id)

## B. Penulisan Persamaan Reaksi Kimia

Kalian pernah mempelajari proses fotosintesis pada tumbuhan, bukan? Masih ingatkah kalian dengan reaksi tersebut? Nah, untuk memperkuat memori kalian terhadap reaksi fotosintesis, perhatikan reaksi berikut.



Pada reaksi di atas, zat-zat yang berada di sebelah kiri tanda panah disebut zat pereaksi (reaktan), sedangkan zat-zat yang berada di sebelah kanan tanda panah disebut hasil reaksi (produk). Berdasarkan reaksi fotosintesis di atas, zat yang berperan sebagai reaktan adalah  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ , sedangkan zat yang berperan sebagai produk adalah  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  dan  $\text{O}_2$ . Dengan demikian, reaksi fotosintesis membentuk suatu persamaan reaksi.

Persamaan reaksi menggambarkan rumus kimia zat-zat pereaksi (reaktan) dan zat-zat hasil reaksi (produk), yang dibatasi dengan tanda panah.

Setelah kalian memahami pengertian persamaan reaksi, perhatikan huruf-huruf kecil yang tertulis di belakang zat pereaksi dan hasil reaksi. Huruf-huruf itu menunjukkan wujud zat yang terlibat dalam reaksi. Wujud zat dalam persamaan reaksi, yaitu:

(s) = *solid* (padat)      (aq) = *aquouse* (larut dalam air)

(l) = *liquid* (cair)      (g) = *gas* (gas)

Dengan memahami uraian di atas, berarti kalian telah memahami pengertian persamaan reaksi kimia. Tugas selanjutnya yaitu menyetarakan persamaan reaksi. Tetapi, sebelum kalian menyetarakan reaksi, ada syarat-syarat yang harus dipenuhi. Syarat-syarat penyetaraan reaksi kimia adalah:

1. Pereaksi dan hasil reaksi dinyatakan dengan rumus kimia yang benar.
2. Reaksi harus memenuhi hukum kekekalan massa, yang ditunjukkan oleh kesamaan jumlah atom-atom sebelum reaksi (di sebelah kiri tanda panah) dengan jumlah atom-atom sesudah reaksi (di sebelah kanan tanda panah).
3. Wujud zat-zat yang terlibat reaksi harus dinyatakan dalam tanda kurung setelah penulisan zat-zat tersebut.

Lantas bagaimana cara mengetahui bahwa suatu reaksi telah setara? Agar kalian mendapatkan jawabannya, perhatikan contoh persamaan reaksi berikut.

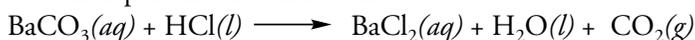
- 1)  $\text{Ca}(s) + \text{HCl}(aq) \longrightarrow \text{CaCl}_2(aq) + \text{H}_2(g)$  (reaksi salah, karena belum setara)
- 2)  $\text{Ca}(s) + \text{HCl}(aq) \longrightarrow \text{CaCl}_2(aq) + \text{H}_2(g)$  (reaksi salah, karena belum setara)
- 3)  $\text{Ca}(s) + \text{H}_2\text{Cl}_2(aq) \longrightarrow \text{CaCl}_2(aq) + \text{H}_2(g)$  (menyalahi tata nama senyawa kimia)
- 4)  $\text{Ca}_2(s) + 2 \text{HCl}(aq) \longrightarrow 2 \text{CaCl}(aq) + \text{H}_2(g)$  (menyalahi tata nama senyawa kimia)
- 5)  $\text{Ca}(s) + 2 \text{HCl}(aq) \longrightarrow \text{CaCl}_2(aq) + \text{H}_2(g)$  (benar)

Dari kelima persamaan reaksi tersebut, hanya ada satu reaksi yang sesuai dengan persamaan kimia. Bagaimana kita bisa menentukan bahwa suatu reaksi telah setara dan sesuai dengan persamaan reaksi kimia? Simaklah uraian berikut.

Dalam menyetarakan persamaan reaksi, kalian diperbolehkan mengubah jumlah zat-zat yang terlibat dalam reaksi (koefisien reaksi), tetapi tidak diperbolehkan mengganti zat-zat tersebut dengan zat lain agar setara. Bagaimana langkah-langkah penyetaraan reaksi kimia? Pahami contoh soal berikut, dan kalian akan menemukan jawabannya.

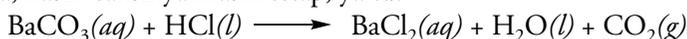
## Contoh

1) Setarakan persamaan reaksi berikut.



Jawab:

Langkah pertama, kita setarakan koefisien atom Ba. Karena sudah sama, hasil reaksinya masih tetap, yaitu:



Meskipun jumlah atom Ba sudah sama, tetapi atom Cl belum sama. Oleh karena itu, ditambahkan koefisien 2 di depan HCl. Selanjutnya, kita setarakan jumlah atom yang lain. Sehingga persamaan reaksi yang terbentuk ialah:

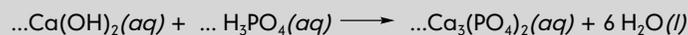


Setelah reaksinya setara, kita tuliskan wujud zat pereaksi dan hasil reaksi sebagai berikut.



## Diskusi

Kalian tentu ingin menguji sejauh mana kemampuan kalian dalam memahami contoh soal di atas, bukan? Nah, setarakan reaksi berikut. Agar lebih maksimal, diskusikan dengan teman-teman kalian.



2). Selesaikan persamaan reaksi berikut.



Jawab:

Langkah 1 = menuliskan koefisien 1 pada molekul  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ , kemudian menyetarakan atom Fe dengan menambahkan koefisien 2 pada atom Fe



Langkah 2 = menyetarakan atom S dengan menambah koefisien 3 pada atom  $\text{H}_2\text{SO}_4$



Langkah 3 = menyetarakan atom H dengan menambah koefisien 3 pada atom H<sub>2</sub>



Nah teman-teman, dengan memahami dua contoh soal di atas, tentunya kalian semakin terampil dalam menyetarakan reaksi kimia, bukan? Kerjakan soal-soal berikut, untuk menguji kemampuan kalian.

## Uji Kompetensi

Setarakan persamaan reaksi-reaksi berikut.

- $\text{C}_4\text{H}_{10}(g) + \text{O}_2(g) \longrightarrow \text{CO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(l)$
- $\text{NO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(l) \longrightarrow \text{NO}(g) + \text{HNO}_3(aq)$
- $\text{Fe}_2\text{O}_3(s) + \text{H}_2\text{SO}_4(aq) \longrightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$
- $\text{Ca}(\text{OH})_2(s) + \text{H}_3\text{PO}_4(aq) \longrightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$
- $\text{Fe}_2\text{O}_3(s) + \text{HCl}(aq) \longrightarrow \text{FeCl}_3(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$
- $\text{ZnCl}_2(s) + \text{NaOH}(aq) \longrightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2(aq) + \text{NaCl}(aq)$
- $\text{CuCO}_3(s) + \text{HCl}(aq) \longrightarrow \text{CuCl}_2(aq) + \text{CO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(l)$
- $\text{Cu}(s) + \text{HNO}_3(aq) \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(aq) + \text{NO}(g) + \text{H}_2\text{O}(l)$
- $\text{KMnO}_4(aq) + \text{HCl}(g) \longrightarrow \text{KCl}(aq) + \text{MnCl}_2(aq) + \text{Cl}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(l)$
- $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(s) + \text{SiO}_2(s) + \text{C}(s) \longrightarrow \text{CaSiO}_3(s) + \text{CO}(g) + \text{P}_4(s)$



## Rangkuman

- Tata nama senyawa biner dari dua unsur non-logam mengikuti aturan berikut.
  - Unsur yang berada di depan disebut terlebih dahulu, kemudian diikuti unsur kedua sesuai dengan nama unsur tersebut.
  - Pemberian nama unsur yang berada di belakang ditambahkan akhiran -ida.
- Urutan penamaan senyawa biner dari unsur logam dan non-logam adalah penulisan nama logam (di depan) diikuti nama non-logam dengan akhiran -ida tanpa penyebutan angka indeks.
- Unsur logam yang mempunyai lebih dari satu bilangan oksidasi, maka bilangan oksidasinya ditulis dengan angka Romawi.
- Penamaan pada senyawa asam adalah memberikan awalan asam hidro diikuti nama pasangannya dan akhiran -ida. Tetapi, ada juga yang hanya diberi awalan asam dan diikuti nama pasangannya tanpa akhiran -ida.
- Tata nama senyawa basa adalah memberikan akhiran hidroksida setelah nama kationnya.
- Tata nama senyawa poliatomik antara lain dengan memberikan awalan (hipo-, per-, atau tio-) dan akhiran (-it atau -at). Selain menggunakan akhiran -it atau -at, ada juga senyawa poliatomik yang menggunakan akhiran -ida.
- Syarat-syarat penyetaraan reaksi kimia, adalah:
  - Pereaksi dan hasil reaksi dinyatakan dengan rumus kimia yang benar.
  - Reaksi harus memenuhi hukum kekekalan massa yang ditunjukkan oleh kesamaan jumlah atom-atom sebelum reaksi (di sebelah kiri tanda panah) dengan jumlah atom-atom sesudah reaksi (di sebelah kanan tanda panah).
  - Wujud zat-zat yang terlibat reaksi harus dinyatakan dalam tanda kurung setelah penulisan zat-zat tersebut.





## Glosarium

**Persamaan reaksi** Pernyataan dari suatu perubahan kimia dengan ruas kiri sebagai pereaksi dan ruas kanan sebagai zat hasil reaksi, yang keduanya dihubungkan oleh anak panah.

**Senyawa biner** Senyawa yang terbentuk dari dua macam unsur.

**Senyawa poliatomik** Senyawa gabungan dari kation dan anion poliatomik.

**Senyawa ion** Gabungan ion positif sebagai logam dan ion negative sebagai non-logam.

## Ulangan Harian



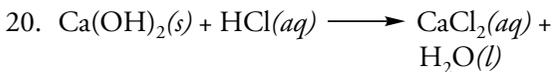
**A** Pilihlah jawaban yang tepat.

- Rumus kimia magnesium klorida adalah ....
  - MnCl
  - MnCl<sub>2</sub>
  - MgCl<sub>2</sub>
  - Mg<sub>2</sub>Cl
  - Mg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>
- Natrium karbonat mempunyai rumus senyawa ....
  - NaCO<sub>3</sub>
  - Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
  - NaCO<sub>3</sub>
  - NaCO<sub>2</sub>
  - Na<sub>2</sub>CO<sub>2</sub>
- Rumus kimia senyawa difosfor pentaoksida dan besi(III) fosfat adalah ....
  - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan Fe<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>
  - 2PO<sub>5</sub> dan Fe<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>
  - PO dan Fe<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)
  - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan Fe(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>
  - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan Fe<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>
- Nama senyawa NaNO<sub>3</sub> adalah ....
  - natrium trinitrat
  - natrium nitrat
  - natrium nitrit
  - natrium trinitrit
  - natrium(III) nitrat
- Senyawa biner yang merupakan gabungan dari dua unsur non-logam adalah ....
  - HBr
  - NaCl
  - KI
  - CaCl<sub>2</sub>
  - NaBr
- Senyawa berikut yang termasuk senyawa biner dari gabungan logam dan non-logam ialah ....
  - CO<sub>2</sub>
  - CCl<sub>4</sub>
  - CaCl<sub>2</sub>
  - H<sub>2</sub>S
  - HF
- ClO<sub>3</sub><sup>-</sup> mempunyai nama ion ....
  - hipoklorit
  - klorit

- C. klorat  
D. perklorat  
E. perklorit
8. Rumus kimia natrium nitrit adalah ....  
A.  $\text{NaNO}_2$   
B.  $\text{NaNO}_3$   
C.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$   
D.  $\text{NaOH}$   
E.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
9. Nama senyawa  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  adalah ....  
A. kalium pospat  
B. trikalium pospat  
C. kalsium dipospat  
D. kalsium pospat  
E. trikalsium dipospat
10. Menurut IUPAC, nama senyawa  $\text{AgCl}$  dan  $\text{PbSO}_4$  adalah ....  
A. arsen klorida dan tembaga sulfat  
B. arsen korida dan tembaga (II) sulfat  
C. perak klorida dan timbal sulfat  
D. perak klorida dan timbal (II) sulfat  
E. argentum klorida dan tembaga (II) sulfat
11. Nama senyawa  $\text{HNO}_3$  dan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  adalah ....  
A. asam klorida dan asam sulfat  
B. asam nitrat dan asam pospat  
C. asam pospat dab asam sulfat  
D. asam asetat dan asam cuka  
E. asam klorida dan asam nitrit
12. Nama lain untuk  $\text{NH}_3$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  adalah ....  
A. mononitrogen trihidrogen dan dihidrogen monooksigen  
B. mononitrogen trihidrogen dan hidrogen monooksigen  
C. amonia dan hidrogenoksida  
D. mononitrogen trihidrogen dan air  
E. amonia dan air
13. Yang merupakan contoh pasangan nama senyawa menurut IUPAC dan trivial ialah ....  
A. asam klorida dan asam cuka  
B. propanon dan alkohol  
C. propanon dan aseton  
D. etanol dan aseton  
E. asam nitrat dan asam semut
14. Nama trivial untuk asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) adalah ....  
A. asam semut  
B. asam sulfat  
C. asam asetat  
D. asam cuka  
E. asam klorida
15. Pada sebuah persamaan reaksi, zat-zat yang ditulis di sebelah kanan tanda panah dinamakan ....  
A. reaktan  
B. antara  
C. elementer  
D. produk  
E. pereaksi
16. Dalam persamaan reaksi, suatu senyawa yang berbentuk larutan dilambangkan dengan huruf ....  
A. *s*  
B. *l*  
C. *g*  
D. *p*  
E. *aq*
17. Huruf "l" pada persamaan reaksi kimia berarti ....  
A. padat  
B. cair  
C. gas  
D. larutan  
E. lelehan
18. Perhatikan reaksi berikut.  

$$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(aq) + \text{I}_2(aq) \longrightarrow \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6(aq) + \text{NaI}(aq)$$
 Agar reaksi di atas setara, maka koefisien untuk  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  dan  $\text{NaI}$  adalah ....  
A. 1 dan 2  
B. 1 dan 1  
C. 2 dan 1  
D. 2 dan 2  
E. 2 dan 3

19.  $a \text{Na}_2\text{CO}_3(aq) + b \text{HCl}(aq) \longrightarrow c \text{H}_2\text{CO}_3(aq) + d \text{NaCl}(aq)$ ,  
maka koefisien  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , dan  $d$  adalah ....
- 1, 2, 1, 2
  - 1, 2, 2, 1
  - 1, 1, 2, 2
  - 2, 1, 1, 2
  - 2, 1, 2, 1



Persamaan reaksi yang sudah setara ialah ....

- $\text{Ca}(\text{OH})_2(s) + \text{HCl}(aq) \longrightarrow \text{CaCl}_2(aq) + 2 \text{H}_2\text{O}(l)$
- $2 \text{Ca}(\text{OH})_2(s) + 2 \text{HCl}(aq) \longrightarrow \text{CaCl}_2(aq) + 2 \text{H}_2\text{O}(l)$
- $\text{Ca}(\text{OH})_2(s) + 2 \text{HCl}(aq) \longrightarrow \text{CaCl}_2(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$
- $\text{Ca}(\text{OH})_2(s) + 2 \text{HCl}(g) \longrightarrow \text{CaCl}_2(aq) + 2 \text{H}_2\text{O}(aq)$
- $\text{Ca}(\text{OH})_2(s) + 2 \text{HCl}(aq) \longrightarrow \text{CaCl}_2(aq) + 2 \text{H}_2\text{O}(l)$

**B** Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

- Jelaskan pengertian senyawa biner dan berilah contohnya.
- Jelaskan tata nama senyawa biner yang terdiri atas unsur logam dan non-logam.
- Mengapa penamaan senyawa kimia ada yang tidak mengikuti aturan IUPAC? Jelaskan jawaban kalian.
- Bagaimana tata nama senyawa poliatomik? Jelaskan dan berilah contohnya.
- Terangkan dan berilah contoh tata nama senyawa asam.

6. Sebelum menyetarakan reaksi, ada syarat-syarat yang harus dipenuhi. Jelaskan syarat-syarat tersebut.

7. Tulislah nama senyawa-senyawa berikut.

- MgO
- KCl
- $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
- $\text{SO}_3$
- $\text{CuSO}_4$
- $(\text{NH}_3)_3\text{PO}_4$
- $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
- $\text{NHCH}_3\text{COO}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
- $\text{CuI}_2$
- $\text{FeCl}_3$

8. Tuliskan rumus kimia senyawa-senyawa berikut.

- Karbon tetraklorida
- Barium klorida
- Dinitrogen monoksida
- Asam fosfat
- Besi(II) sulfida
- Magnesium hidroksida
- Timbal(II) bromida
- Natrium perklorat

9. Setarakan persamaan reaksi berikut.

- $\text{Ca}(\text{OH})_2(aq) + \text{H}_3\text{PO}_4(aq) \longrightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$
- $\text{MnO}_2(s) + \text{HCl}(aq) \longrightarrow \text{MnCl}_2(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) + \text{Cl}_2(g)$
- $\text{Fe}_2\text{O}_3(s) + \text{CO}(g) \longrightarrow \text{Fe}(s) + \text{CO}_2(g)$
- $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(s) + \text{NaOH}(s) \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(s) + \text{H}_2\text{O}(l) + \text{NH}_3(g)$
- $\text{Ba}(\text{OH})_2(aq) + \text{P}_2\text{O}_5(aq) \longrightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(s) + \text{H}_2\text{O}(l)$

10. Lengkapilah tabel berikut.

Anion \ Kation	K <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (kalium sulfat)	...	...	...
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	...	Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (besi(III) nitrat)	NaNO <sub>3</sub> (natrium nitrat)	...
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	...	...	...	Al <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (aluminium fosfat)

# B a b V

## Hukum Dasar dan Perhitungan Kimia



doka.PIM

**P**erhatikan komposisi susu yang terdapat pada bungkusnya. Dapat kalian baca di sana bahwa susu terdiri atas berbagai vitamin, lemak, protein, kalsium, natrium, kalium, dan senyawa lainnya. Dengan mengetahui komposisi suatu produk, secara tidak langsung kalian telah mempelajari hukum dasar kimia. Hukum dasar kimia dapat digunakan untuk menghitung jumlah zat yang menyusun suatu produk. Bagaimana penerapan hukum dasar kimia dalam perhitungan dan bagaimana pula menentukan rumus kimia suatu senyawa? Simaklah uraian berikut.

## Kata Kunci

- Massa unsur dan senyawa
- Mol
- Volume molar
- Rumus empiris
- Rumus molekul
- Kadar unsur dalam senyawa
- Pereaksi pembatas



Hukum dasar kimia sangat penting dipelajari sebagai dasar dalam mempelajari ilmu kimia secara keseluruhan. Dengan memahami hukum dasar kimia, kalian akan mampu membuktikan Hukum Kekekalan Massa, Hukum Perbandingan Tetap, Hukum Perbandingan Berganda, dan Hukum Perbandingan Volume.

Selain kemampuan di atas, kalian juga akan memiliki kemampuan dalam menentukan besarnya mol, jumlah partikel, massa, volume, rumus empiris, dan rumus kimia dari suatu zat.

## A. Hukum Dasar Kimia

Dalam kimia, hukum dasar kimia ada empat, yaitu Hukum Kekekalan Massa, Hukum Perbandingan Tetap, Hukum Perbandingan Berganda, dan Hukum Perbandingan Volume. Bagaimana penjelasan tiap hukum dasar kimia tersebut? Bagaimana pula penggunaan tiap-tiap hukum dasar kimia itu? Untuk mengetahui jawabannya, simaklah penjelasan berikut.

### 1. Hukum Kekekalan Massa

Coba perhatikan peristiwa pembakaran kertas. Kertas yang dibakar tentu akan mengalami perubahan wujud menjadi abu. Sebagaimana yang telah kalian ketahui bahwa tiap benda mempunyai massa, begitu pula dengan abu kertas. Lalu, apakah massa kertas yang terbentuk sesudah dibakar sama dengan massa kertas mula-mula?

Beberapa orang berpendapat bahwa pada peristiwa pembakaran kertas, massa abu kertas yang terbentuk lebih sedikit dibandingkan massa kertas sebelum dibakar. Padahal jika kita selidiki, perubahan yang terjadi hanyalah wujud dan warna kertas. Jadi, massa kertas sebelum dan sesudah dibakar tetap sama. Bagaimanakah dengan massa zat lainnya? Apakah massa zat-zat itu tetap ataukah berubah setelah mengalami reaksi? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, lakukan percobaan di rubrik *Aktivitas* berikut.

## Kilas BALIK

Di kelas VII SMP/MTs, kalian telah mempelajari konsep massa. Massa suatu benda merupakan jumlah zat yang mengisi benda tersebut.



## Aktivitas

### Membuktikan Hukum Kekekalan Massa

#### A. Dasar teori

Dalam reaksi kimia, reaksi dua atau lebih zat-zat pereaksi (reaktan) membentuk zat baru yang disebut hasil reaksi (produk). Jumlah massa reaktan terkadang sama, tetapi terkadang juga berbeda dengan massa produk setelah reaksi berakhir.

Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) melakukan percobaan dengan memanaskan merkuri oksida, sehingga menghasilkan logam merkuri dan gas oksigen. Selanjutnya, di-reaksikan kembali dan terbentuklah

merkuri oksida. Hal ini menunjukkan bahwa massa gas oksigen yang dihasilkan pada pembakaran merkuri oksida sama dengan massa oksigen yang diperlukan untuk mengubah logam merkuri menjadi merkuri oksida.

Hasil percobaan ini menjadi dasar bagi Lavoisier dalam mengambil kesimpulan. Ia menyimpulkan bahwa massa zat sebelum reaksi sama dengan massa zat sesudah reaksi. Pernyataan ini dikenal sebagai Hukum Kekekalan Massa.

(Sumber: Brady, James E, 1999, hlm. 49)

### B. Tujuan Percobaan

Mengetahui massa pita magnesium dengan larutan HCl sebelum dan sesudah reaksi

### C. Alat dan Bahan Percobaan



doi.k.PTM

1. Alat Percobaan
  - a. Neraca
  - b. Erlenmeyer 25 ml
  - c. Gelas ukur
  - d. Cawan
2. Bahan Percobaan
  - a. Larutan HCl 2 M
  - b. Pita magnesium

### D. Langkah Percobaan

1. Lakukanlah percobaan ini dengan berkelompok dua atau tiga orang.
2. Buatlah pembagian kerja sebagai berikut. Dua orang bertugas melaksanakan percobaan. Satu orang bertugas mengamati hasil percobaan dan mencatatnya dalam tabel hasil percobaan.

### E. Hasil Percobaan

Isilah tabel berikut berdasarkan hasil pengamatan.

#### Reaksi antara logam magnesium dengan HCl

Massa logam magnesium dengan HCl sebelum reaksi			Massa logam magnesium dengan HCl sesudah reaksi
Massa pita Mg	Massa HCl 2 M	Jumlah massa pita dengan HCl	

### F. Pembahasan

Untuk memperjelas tujuan percobaan, jawablah pertanyaan berikut.

1. Apakah yang terjadi ketika pita magnesium dengan HCl direaksikan?
2. Tuliskan reaksi yang terjadi antara magnesium dengan HCl.

3. Untuk percobaan reaksi antara pita magnesium dengan HCl, ikuti langkah kerja berikut.
  - a. Timbanglah 3 gram pita magnesium. Selanjutnya, timbanglah erlenmeyer 25 ml. Catat massa pita magnesium dan erlenmeyer tersebut.
  - b. Ukurlah 20 ml HCl 2 M, lalu masukkan ke dalam erlenmeyer. Timbanglah dan catat massanya.
  - c. Masukkan pita magnesium dalam erlenmeyer yang sudah diisi 20 ml HCl 2 M. Kocoklah sampai pita magnesium bereaksi secara tuntas, yaitu ketika pita magnesium sudah tidak tersisa dalam erlenmeyer. Setelah itu, timbang dan catat massa campuran pita magnesium dan HCl.
  - d. Bandingkan massa pita magnesium dengan HCl sebelum dan sesudah reaksi.

### G. Kesimpulan

Apa kesimpulan dari percobaan ini? Diskusikan dengan kelompok kalian dan tuliskan dalam laporan kegiatan, kemudian presentasikan di depan teman-teman.



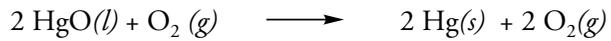


**Antonie Laurent Lavoisier** (1743-1794) ia adalah seorang ahli kimia asal Prancis yang berhasil menemukan Hukum Kekekalan Massa setelah melakukan percobaan pembakaran zat dengan oksigen.

www.bnrm.md

Jika percobaan di atas dilakukan dengan benar, kalian akan mendapatkan kesimpulan bahwa massa pita magnesium dengan HCl sebelum dan sesudah reaksi adalah tetap atau sama. Pernyataan ini sering disebut dengan **Hukum Kekekalan Massa** atau **Hukum Lavoisier**.

Lavoisier melakukan percobaan dengan memanaskan merkuri oksida. Merkuri oksida yang dipanaskan tersebut menghasilkan logam merkuri dan gas oksigen. Reaksi yang terjadi pada pemanasan merkuri oksida sebagai berikut.



Massa gas oksigen yang dihasilkan ternyata sama dengan yang dibutuhkan untuk mengubah logam merkuri menjadi merkuri oksida.

Setelah melakukan percobaan, Lavoisier mendapatkan sebuah kesimpulan tentang Hukum Kekekalan Massa atau Hukum Lavoisier.

### Bunyi Hukum Kekekalan Massa

Massa zat sebelum dan sesudah reaksi adalah tetap atau sama

Bagaimana membuktikan Hukum Kekekalan Massa dengan perhitungan? Perhatikan dengan saksama, lalu lengkapi contoh soal berikut.

### Contoh

Logam magnesium sebanyak 3 gram direaksikan dengan 5 gram oksigen sehingga menghasilkan magnesium oksida. Berapakah massa magnesium oksida yang terbentuk setelah reaksi berakhir?

**Penyelesaian:**

**Diketahui:**

Massa magnesium = ... gram.

Massa oksigen = ... gram.

**Ditanyakan:**

Massa magnesium oksida yang terbentuk.

**Jawab:**

Massa sebelum reaksi = Massa sesudah reaksi

Massa magnesium + massa oksigen = Massa magnesium oksida

3 gram + ... gram = Massa magnesium oksida

Jadi, massa magnesium oksida yang dihasilkan adalah 8 gram.

### Diskusi

Amatilah reaksi yang terjadi antara larutan natrium hidroksida (NaOH) 1 M sebanyak 5 ml dengan 3 ml larutan asam klorida (HCl) 1 M. Diskusikan dengan kelompok kalian, apakah terjadi perubahan massa pada reaksi tersebut? Tuliskan hasil diskusi pada selembar kertas folio, lalu presentasikan di depan teman-teman.



## 2. Hukum Perbandingan Tetap

Air merupakan suatu senyawa yang terdiri atas unsur hidrogen dan oksigen. Sebagaimana air, unsur hidrogen dan oksigen juga memiliki massa. Bagaimana cara menghitung massa unsur hidrogen dan oksigen dalam air? Pertanyaan tersebut dijawab oleh **Joseph Louis Proust**. Ia mencoba menggabungkan hidrogen dan oksigen untuk membentuk air. Hasil eksperimen Proust dijelaskan dalam Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Eksperimen Proust

Massa hidrogen yang direaksikan (gram)	Massa oksigen yang direaksikan (gram)	Massa air yang terbentuk (gram)	Sisa hidrogen atau oksigen (gram)
1	8	9	-
2	8	9	1 gram hidrogen
1	9	9	1 gram oksigen
2	16	18	-

Syukri, 1999, hlm.24

Dari Tabel 5.1 di atas terlihat bahwa setiap 1 gram gas hidrogen yang bereaksi dengan 8 gram oksigen menghasilkan 9 gram air.

Data ini membuktikan bahwa massa hidrogen dan oksigen dalam air memiliki perbandingan yang tetap yaitu 1 : 8, walaupun massa air yang terbentuk berbeda.

Berdasarkan percobaan yang dilakukannya, Proust mengemukakan teorinya yang terkenal dengan sebutan **Hukum Perbandingan Tetap** atau **Hukum Proust**.

### Bunyi Hukum Proust

Perbandingan massa unsur-unsur penyusun suatu senyawa selalu tetap.

Nah teman-teman, sudah pahamkah kalian terhadap materi di atas? Untuk memantapkan pemahaman kalian terhadap materi, perhatikan contoh soal berikut, serta lengkapi bagian yang masih kosong.

## Contoh

Dalam suatu percobaan, seorang siswa mereaksikan 4 gram hidrogen dengan 40 gram oksigen. Berapa gram air yang terbentuk dari hasil reaksi tersebut?

### Penyelesaian:

#### Diketahui:

Massa hidrogen = ... gram.

Massa oksigen = ... gram.

#### Ditanyakan:

Massa air yang terbentuk.

#### Jawab:

Perbandingan massa hidrogen dengan oksigen = 1 : ...

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

## Khazanah



### Joseph Louis Proust

(1754-1826) adalah ahli kimia berkebangsaan Prancis. Ia memberikan kontribusi yang sangat berarti bagi ilmu kimia berupa penemuan Hukum Perbandingan Tetap.

www.e-dukasi.net

www.fach\_chemis\_de\_Historie\_Proust

## Khazanah

Sebenarnya gas oksigen telah ditemukan oleh **Carl Wilhelm Scheele** pada tahun 1772, tetapi belum diakui sebagai suatu unsur. Kemudian **Antoine Lavoisier** melanjutkan eksperimen Scheele tentang gas tersebut dan memberinya nama oksigen.

Cleave, 2004, hlm.160

Karena perbandingan hidrogen dan oksigen = 1 : 8, maka 4 gram hidrogen yang diperlukan  $4 \times \dots$  gram oksigen yaitu 32 gram.

Pada percobaan ini, oksigen yang dicampurkan tidak bereaksi semuanya. Oksigen masih bersisa sebanyak  $(40 - 32)$  gram =  $\dots$  gram.

Dengan demikian, massa air yang terbentuk dari 4 gram hidrogen dan 32 gram oksigen adalah 36 gram.

Ditulis sebagai: 
$$\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$$

Perbandingan Massa	1 gram	8 gram	9 gram
Massa zat pada awal reaksi	4 gram	40 gram	$\dots$ gram
Zat yang bereaksi	4 gram	32 gram	36 gram

Jadi, oksigen yang masih tersisa = 8 gram.

### 3. Hukum Perbandingan Berganda

Dua unsur atau lebih dapat bergabung membentuk senyawa, misalnya unsur hidrogen bergabung dengan unsur oksigen membentuk senyawa  $\text{H}_2\text{O}$  (air). Namun, penggabungan unsur hidrogen dengan unsur oksigen juga dapat membentuk senyawa  $\text{H}_2\text{O}_2$  (hidrogen peroksida).

Contoh lain yaitu penggabungan unsur belerang dengan unsur oksigen yang membentuk senyawa  $\text{SO}_2$  (belerang dioksida) dan  $\text{SO}_3$  (belerang trioksida). Lalu, berapa senyawakah yang dapat terbentuk dari penggabungan unsur nitrogen dengan unsur oksigen? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, lakukanlah kegiatan berikut.

#### Tugas

Salinlah tabel berikut, kemudian lengkapi.

Diskusikan dengan teman-teman kalian, lalu tentukan perbandingan massa nitrogen dan oksigen.

Senyawa	Massa Nitrogen (gram)	Massa Oksigen (gram)	Perbandingan Massa
$\text{N}_2\text{O}$	20	12	5 : 3
NO	10	$\dots$	5 : 6
$\text{N}_2\text{O}_3$	$\dots$	36	5 : 9
$\text{N}_2\text{O}_4$	20	$\dots$	5 : 12



Dari tabel pada rubrik *Tugas* terlihat bahwa massa N dibuat tetap sebanyak 5 gram, sehingga perbandingan massa oksigen dalam  $\text{N}_2\text{O} : \text{NO} : \text{N}_2\text{O}_3 : \text{N}_2\text{O}_4 = 3 : 6 : 9 : 12 = 1 : 2 : 3 : 4$ .

Beberapa senyawa memiliki perbandingan unsur-unsur yang membentuk suatu pola keteraturan. Pola ini disebut **Hukum Perbandingan Berganda**.

### Bunyi Hukum Perbandingan Berganda

Jika dua buah unsur dapat membentuk lebih dari satu macam perenyawaan, maka perbandingan massa unsur yang satu dengan yang lainnya tertentu yaitu berbanding sebagai bilangan yang sederhana dan bulat.

Agar kalian lebih memahami konsep Hukum Perbandingan Berganda, perhatikan contoh berikut.

### Contoh

Tembaga (Cu) dapat membentuk dua oksida. Salah satu oksida mengandung 1,26 gram oksigen yang bergabung dengan 10,00 gram Cu. Oksida yang lain mengandung 2,52 gram oksigen yang bergabung dengan 10,00 gram Cu. Tunjukkan bahwa data tersebut menggambarkan Hukum Perbandingan Berganda. Sebutkan juga nama kedua senyawa tembaga oksida tersebut.

#### Penyelesaian:

##### Diketahui:

Oksida I terdiri atas:

Oksigen = 1,26 gram

Cu = 10 gram

Oksida II terdiri atas:

Oksigen = 2,52 gram

Cu = 10 gram

##### Ditanyakan:

Analisis Hukum Perbandingan Berganda dari data.

##### Jawab:

Dari data sampel didapat :

a. perbandingan massa O : Cu = 1,26 gram : 10,0 gram

b. perbandingan massa O : Cu = 2,52 gram : 10,0 gram

Dari data tersebut diketahui bahwa massa Cu pada a dan b adalah sama, sedangkan perbandingan massa oksigen adalah 1,26 gram : 2,52 gram = 1 : 2.

Karena massa Cu dan O dalam perbandingan adalah kecil dan bulat, maka data di atas memenuhi Hukum Perbandingan Berganda. Senyawa tembaga oksida itu adalah CuO dan Cu<sub>2</sub>O.

## 4. Hukum Perbandingan Volume

Pada tahun 1808, **Joseph Louis Gay Lussac** (1778-1850) dari Prancis melakukan eksperimen terhadap berbagai gas. Dari hasil eksperimennya, Gay Lussac menemukan sesuatu yang mendukung perkembangan ilmu kimia. Apakah hasil eksperimen Gay Lussac itu? Persamaan reaksi dari eksperimen Gay Lussac dapat dituliskan sebagai berikut.



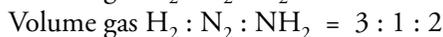
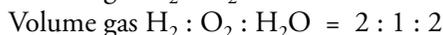


**Joseph Louis Gay Lussac** (1778-1850) adalah ahli kimia dari Prancis yang melakukan eksperimen terhadap berbagai gas. Dari hasil eksperimen, ia berhasil menemukan Hukum Perbandingan Volume.

www.e-dukasi.net



Coba kalian perhatikan perbandingan volume tiap-tiap gas pada persamaan reaksi di atas. Hasil percobaan menunjukkan perbandingan volume-volume gas sebagai berikut.

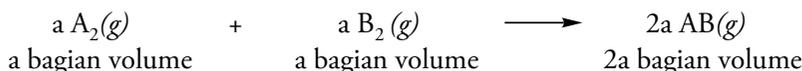


Berdasarkan data tersebut, Gay Lussac mengambil kesimpulan yang selanjutnya disebut **Hukum Perbandingan Volume**.

### Bunyi Hukum Perbandingan Volume

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

Untuk 2 macam gas, misalnya gas A dan gas B, persamaan reaksi yang terjadi yaitu:



Dari persamaan reaksi di atas berlaku hubungan perbandingan volume gas sesuai dengan koefisien tiap-tiap gas. Hubungan perbandingan volume yang dimaksud adalah:

$$\frac{\text{Volume A}}{\text{Volume B}} = \frac{\text{Koefisien A}}{\text{Koefisien B}}$$

Perhatikan contoh berikut, agar kalian mengetahui penggunaan persamaan di atas dalam perhitungan kimia.

### Contoh

Gas etena ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ) dibakar sempurna dengan oksigen sesuai reaksi berikut.



Berapakah volume gas karbon dioksida yang dihasilkan jika 4 liter gas etena dibakar dengan oksigen secara sempurna? (semua volume diukur pada suhu dan tekanan yang sama)

**Penyelesaian:**

**Diketahui:**

Volume  $\text{C}_2\text{H}_4 = 4$  liter

Persamaan Reaksi:



**Ditanyakan:**Volume gas CO<sub>2</sub>.**Jawab:**

Persamaan reaksi disetarakan terlebih dahulu:



Perbandingan koefisien :

Diketahui volume C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> = 4 liter, maka:

$$\begin{aligned} \text{Volume CO}_2 \text{ yang dihasilkan} &= \frac{\text{koefisien CO}_2}{\text{koefisien C}_2\text{H}_4} \times \text{volume C}_2\text{H}_4 \\ &= \frac{2}{1} \times 4 = 8 \end{aligned}$$

Jadi, volume CO<sub>2</sub> yang dihasilkan adalah 8 liter.

## Uji Kompetensi

**Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.**

1. Dalam kimia, hukum dasar kimia diklasifikasikan menjadi empat. Sebutkan dan jelaskan jawaban kalian.
2. Sebanyak 5 gram logam kalsium direaksikan dengan 10 gram oksigen sesuai reaksi berikut.  

$$2 \text{Ca}(s) + \text{O}_2(g) \longrightarrow 2 \text{CaO}(aq)$$
 Tentukan massa logam kalsium oksida yang dihasilkan.
3. Oksigen sebanyak 20 gram direaksikan dengan hidrogen sehingga menghasilkan 18 gram air. Tentukan massa hidrogen yang dibutuhkan dan reaktan yang tersisa setelah reaksi berakhir.
4. Tentukan apakah dua buah unsur X dan Y di bawah ini memenuhi hukum perbandingan berganda, jika hasil percobaan menunjukkan bahwa:
  - a. 20 gram unsur X bereaksi dengan 8 gram unsur Y
  - b. 10 gram unsur X bereaksi dengan 8 gram unsur Y
  - c. 4 gram unsur X bereaksi dengan 4,8 gram unsur Y
  - d. 12 gram unsur X bereaksi dengan 11,2 gram unsur Y
5. Jika ingin dihasilkan 15 liter gas oksigen, berapa literkah gas propana (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) yang diperlukan pada reaksi pembakaran sempurna dengan gas oksigen? (semua volume diukur pada suhu dan tekanan yang sama).
6. Berapakah volume gas oksigen yang dibutuhkan pada pembakaran 3 liter gas etana C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, jika semua di ukur pada suhu dan tekanan yang sama?
7. Campuran gas CH<sub>4</sub> dan C<sub>3</sub>H<sub>4</sub> yang volumenya 10 m<sup>3</sup> dibakar sempurna dengan oksigen. Jika pada P dan T yang sama, ternyata volume gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan adalah 24 m<sup>3</sup>, berapakah volume masing-masing gas tersebut?





Gambar 5.1  
Massa gula pasir dinyatakan dalam kg.

## B. Perhitungan Kimia

Pada saat menimbang gula, tentu saja kalian tidak akan menghitung banyaknya butiran gula pasir, bukan? Banyaknya gula pasir tidak dihitung berdasarkan banyak butiran gula, tetapi berdasarkan massanya, misalnya 1 kg.

Demikian halnya dengan atom, molekul, dan ion. Karena ukurannya sangat kecil, jumlah penentuan atom, molekul, dan ion dilakukan dengan cara menghitung jumlah partikel yang ada pada atom, molekul, dan ion tersebut. Perhitungan ini sering disebut perhitungan kimia. Selain untuk menghitung jumlah partikel, perhitungan kimia juga bisa digunakan untuk menghitung mol, volume, dan massa zat.

Kalian telah mempelajari hukum dasar kimia pada subbab sebelumnya, bukan? Bagaimana penerapan Hukum Gay Lussac dan Hukum Avogadro dalam perhitungan kimia? Simaklah penjelasan selanjutnya.

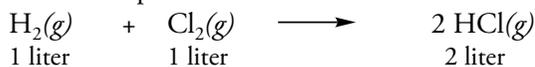
### 1. Hukum Gay Lussac

Seorang ahli kimia dari Inggris, Henry Cavendish (1731-1810) melakukan suatu percobaan dengan mereaksikan gas hidrogen dan gas oksigen. Dari hasil percobaan yang dilakukannya, Cavendish mendapatkan kesimpulan bahwa pada reaksi antara gas hidrogen dan gas oksigen selalu diperoleh perbandingan volume gas hidrogen dan gas oksigen = 2 : 1.

Percobaan yang dilakukan Henry Cavendish dilanjutkan oleh Gay-Lussac. Ia melakukan serangkaian percobaan terhadap sejumlah gas yang diukur pada suhu dan tekanan yang sama. Hasil percobaan yang dilakukannya tercatat sebagai berikut.

- a. 1 liter gas hidrogen bereaksi dengan 1 liter gas klorin menghasilkan 2 liter gas hidrogen klorida.

Perhatikan persamaan reaksi berikut.



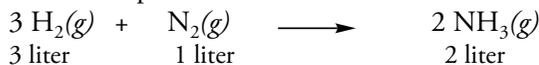
- b. 2 liter gas hidrogen bereaksi dengan 1 liter gas oksigen menghasilkan 2 liter uap air.

Persamaan reaksinya adalah:



- c. 3 liter gas hidrogen bereaksi dengan 1 liter gas nitrogen menghasilkan 2 liter gas amonia.

Perhatikan persamaan reaksi berikut.



Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukannya, Gay Lussac menyimpulkan bahwa **pada tekanan dan suhu yang sama, volume gas-gas yang bereaksi dan volume gas-gas hasil reaksi berbanding sebagai bilangan bulat dan sederhana**. Kesimpulan Gay Lussac ini lebih dikenal dengan Hukum Perbandingan Volume.

## Khazanah



### Henry Cavendish

(1731 – 1810) adalah ahli kimia pertama yang melakukan percobaan dengan mereaksikan sejumlah gas. Ia berhasil merumuskan bahwa air merupakan campuran antara hidrogen dan oksigen.

id.wikipedia.org

Agar kalian lebih memahami penerapan hukum tersebut dalam perhitungan kimia, perhatikan contoh soal berikut.

## Contoh

Perhatikan persamaan reaksi berikut.



12 liter gas hidrogen direaksikan dengan gas oksigen menghasilkan uap air. Berapa volume gas oksigen yang diperlukan dalam reaksi, bila diukur pada suhu dan tekanan yang sama?

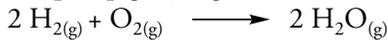
**Penyelesaian:**

**Diketahui** : Volume gas hidrogen = 12 liter.

**Ditanyakan** : Volume gas oksigen.

**Jawab:**

Untuk mencari volume gas oksigen, kita harus menyamakan koefisien reaksi tiap-tiap gas yang terlibat dalam reaksi tersebut.



Kemudian, koefisien reaksi tersebut digunakan untuk mencari perbandingan volume gas oksigen.

Perbandingan volume  $\text{H}_2 : \text{O}_2 : \text{H}_2\text{O} = 2 : 1 : 2$ .

Volume oksigen =  $\frac{1}{2} \times 12 \text{ liter} = 6 \text{ liter}$ .

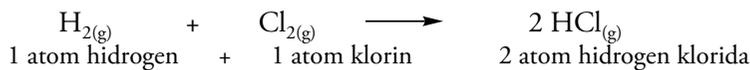
Jadi, volume oksigen adalah 6 liter.



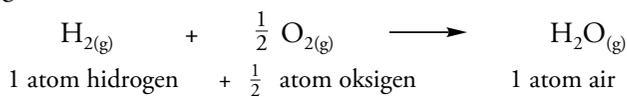
Gambar 5.2  
Molekul  $\text{H}_2\text{O}$

## 2. Hipotesis Avogadro

Gay Lussac menyimpulkan bahwa pada tekanan dan suhu yang sama, volume gas-gas yang bereaksi dan volume gas-gas hasil reaksi berbanding sebagai bilangan bulat dan sederhana. Ternyata, kesimpulan Gay Lussac tentang hukum perbandingan volume belum dapat diterima sepenuhnya di kalangan kimiawan. Sebab, jika gas-gas pada eksperimen itu dianggap dalam keadaan atom, maka hasil eksperimennya adalah:



Jika konsep atom ini diterapkan pada pembentukan uap air, maka hasilnya sebagai berikut.



Konsep setengah atom bertentangan dengan teori Dalton tentang atom, karena tidak ada atom yang separo. Oleh karena itu, pada tahun 1811, Amedeo Avogadro mengemukakan pemikirannya yang dikenal sebagai Hipotesis Avogadro.

Avogadro berpendapat bahwa satuan terkecil dari suatu zat tidak harus atom, tetapi dapat juga berbentuk gabungan atom-atom (molekul). Dengan demikian, reaksi antara gas hidrogen dengan gas oksigen dapat dijelaskan sebagai berikut.

## Khazanah

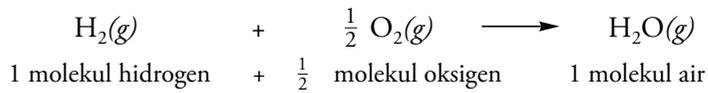


### Amedeo Avogadro

(1776-1856) adalah seorang ahli fisika berkebangsaan Italia. Karya Avogadro yang terkenal adalah Fisika Deicorpi Penderabili. Hipotesisnya dalam buku tersebut yaitu gas yang mempunyai volume, temperatur, dan tekanan sama, akan mempunyai jumlah molekul yang sama pula.

[id.wikipedia.org](http://id.wikipedia.org)

<http://web/edu/chemistry/wier/maier>



Konsep  $\frac{1}{2}$  molekul dapat dibenarkan, karena bisa jadi  $\frac{1}{2}$  molekul hanya berisi 1 atom oksigen. Berdasarkan konsep tersebut, maka Avogadro mengemukakan Hipotesis Avogadro.

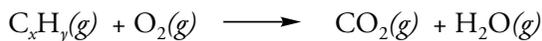
### Bunyi Hipotesis Avogadro

Pada tekanan dan suhu yang sama, semua gas yang bervolume sama mengandung jumlah molekul yang sama.

Berdasarkan Hipotesis Avogadro diketahui bahwa perbandingan volume gas dalam suatu reaksi sesuai dengan koefisien reaksi gas-gas tersebut. Dengan demikian, jika volume salah satu gas diketahui, volume gas yang lain dapat ditentukan dengan cara membandingkan koefisien reaksinya. Pahami contoh soal berikut.

### Contoh

Suatu senyawa hidrokarbon ( $\text{C}_x\text{H}_y$ ) yang berwujud gas terbakar sesuai persamaan reaksi berikut.



Untuk membakar 3 liter senyawa hidrokarbon diperlukan 9 liter oksigen agar menghasilkan 6 liter uap air. Tentukan rumus molekul hidrokarbon tersebut.

**Penyelesaian:**

**Diketahui:**

Volume:  $\text{C}_x\text{H}_y = 3$  liter

$\text{O}_2 = 9$  liter

$\text{H}_2\text{O} = 6$  liter

Persamaan reaksi:



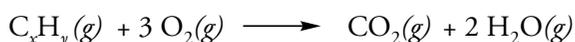
**Ditanyakan:**

Rumus molekul  $\text{C}_x\text{H}_y$ .

**Jawab:**

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan volume} &= \text{C}_x\text{H}_y : \text{O}_2 : \text{H}_2\text{O} \\ &= 3 : 9 : 6 \\ &= 1 : 3 : 2 \end{aligned}$$

Karena perbandingan volume merupakan koefisien reaksi, maka persamaan reaksinya menjadi:

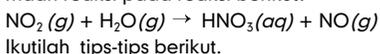


Untuk kesetaraan atom oksigen, maka koefisien  $\text{CO}_2$  haruslah 2. Dengan demikian, persamaan reaksinya menjadi:



### Tips

Bagaimanakah cara menyetarakan persamaan reaksi pada reaksi berikut?



- Perhatikan jumlah atom sebelum reaksi (reaktan) dan sesudah reaksi (produk). Bagaimana cara menyamakan jumlah reaktan dan produk?

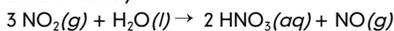
Contoh:

Jumlah atom H sebelum reaksi = 2

Jumlah atom H sesudah reaksi = 1

Untuk menyamakan jumlah atom H, maka atom H sesudah reaksi dikalikan 2.

- Tentukan koefisien reaksi (angka-angka yang menyatakan perbandingan paling sederhana dari unsur-unsur yang terlibat dalam reaksi).



Untuk kesetaraan atom C, maka  $x = 2$   
Untuk kesetaraan atom H, maka  $y = 4$   
Jadi, rumus molekul hidrokarbon adalah  $C_2H_4$ .

## Tugas

IChO (*International Chemistry Olympiade*) adalah olimpiade kimia tingkat internasional yang rutin diselenggarakan tiap tahun. Ajang bergengsi ini diikuti oleh siswa-siswa tingkat SMU dari pelbagai negara di dunia, termasuk Indonesia. Pada IChO ke-38 di Geongsan, Korea, 3-11 Juli 2006 yang lalu, Indonesia berhasil memperoleh satu medali perak dan tiga medali perunggu.

Nah, tugas kalian adalah mencari kumpulan soal olimpiade tersebut yang terkait dengan perhitungan kimia dan hukum dasar kimia. Carilah soal-soal tersebut di internet dan media cetak. Kemudian, kerjakan bersama teman-teman kalian. Anggap saja kalian seolah-olah mengikuti kompetisi tersebut.



### 3. Mol

Dalam jual beli, kita biasa menggunakan istilah lusin. Misalnya, jika kita membeli gelas 1 lusin, maka kita akan mendapatkan gelas sebanyak 12 buah. Namun, pernahkah kalian mendengar orang membeli beras atau gula pasir seribu butir? Tentu tidak, bukan? Karena akan sulit sekali untuk menghitungnya.

Demikian halnya dalam reaksi-reaksi kimia, hampir dipastikan melibatkan banyak atom, molekul, atau ion. Partikel-partikel tersebut memiliki ukuran jauh lebih kecil dari butiran beras maupun gula pasir tersebut. Oleh karena itu, untuk menyatakan jumlah atom, molekul, ataupun ion, kita tidak mungkin menggunakan satuan jumlah seperti butir, lusin, kodi, maupun yang lainnya.

Selanjutnya, bagaimana cara menghitung zat-zat yang bereaksi dalam suatu reaksi kimia? Para ahli kimia yang tergabung dalam IUPAC (*International Union Pure and Applied Chemistry*) sepakat menggunakan satuan yang disebut mol.

Satu mol adalah jumlah partikel yang terkandung dalam suatu zat yang jumlahnya sama dengan partikel yang terdapat dalam 12 gram atom C-12.

Banyak atom yang terdapat dalam 12 gram C-12 adalah  $6,02 \times 10^{23}$  partikel yang disebut dengan tetapan Avogadro dan dinyatakan dengan huruf L (huruf awal nama Loschmidt).

Dalam ketentuan tersebut, partikel dapat berupa atom, molekul, maupun ion. Jumlah partikel suatu zat ( $x$ ) bergantung pada jumlah mol ( $n$ ) zat tersebut.

$$1 \text{ mol zat} = L \text{ partikel} = 6,02 \times 10^{23} \text{ partikel}$$
$$x = n \times 6,02 \times 10^{23} \text{ partikel}$$



Gambar 5.3  
Gelas 1 lusin terdiri atas 12 buah.

## Khazanah

Penemu bilangan Avogadro pertama kali adalah John Loschmidt, seorang ahli kimia Jerman. Pada tahun 1865, ia menetapkan bilangan Avogadro sebesar  $6,02 \times 10^{23}$ .

Benito, Staff.ugm.ac.id

Agar kalian lebih memahami penjelasan di atas, perhatikan contoh berikut.

### Contoh

1 mol besi (Fe) mengandung  $6,02 \times 10^{23}$  atom. Berapakah jumlah atom besi yang terdapat dalam 2 mol besi?

**Penyelesaian:**

**Diketahui:**

Jumlah atom dalam 1 mol besi =  $6,02 \times 10^{23}$  atom.

**Ditanyakan:**

Jumlah atom dalam 2 mol besi.

**Jawab:**

1 mol besi =  $6,02 \times 10^{23}$  atom besi.

2 mol besi =  $2 \times 6,02 \times 10^{23}$  atom besi  
=  $12,04 \times 10^{23}$  atom besi

Jadi, 2 mol atom besi mengandung  $12,04 \times 10^{23}$  atom besi.

### Kilas BALIK

Pada pembahasan materi struktur atom, kalian telah mengetahui massa atom relatif dan massa molekul relatif.

Massa atom relatif (Ar) adalah perbandingan massa rata-rata satu atom suatu unsur terhadap 1/12 massa satu atom C-12. Sementara itu, massa molekul relatif (Mr) adalah jumlah massa atom relatif unsur-unsur pembentuknya.



### Tugas

Hitunglah banyaknya molekul senyawa yang terdapat dalam 2 mol  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .



## 4. Massa Molar

Kalian telah mempelajari pengertian mol pada pembahasan sub bab sebelumnya. Selanjutnya, kalian akan menentukan massa 1 mol suatu zat.

Massa 1 mol zat sering disebut dengan massa molar. Massa molar berkaitan dengan Ar atau Mr dari suatu zat. Bagaimanakah cara menghitung massa molar zat? Perhatikan contoh berikut.

### Contoh

Diketahui Ar C = 12, O = 16, dan Fe = 56. Berapakah massa molar atom Fe dan molekul  $\text{CO}_2$ ?

**Penyelesaian:**

**Diketahui:** Ar C=12, O=16, Fe=56

**Ditanyakan:** Massa molar atom Fe dan molekul  $\text{CO}_2$ .

**Jawab:**

Perbandingan massa 1 atom C-12 : massa 1 atom Fe : massa 1 molekul  $\text{CO}_2$  = 12 : 56 : 44.

Massa 1 mol C-12 = 12 gram, maka

massa 1 mol Fe =  $\frac{56}{12} \times 12$  gram = 56 gram

massa 1 mol  $\text{CO}_2$  =  $\frac{44}{12} \times 12$  gram = 44 gram

Jadi, massa 1 mol Fe = Ar Fe, dan massa 1 mol  $\text{CO}_2$  = Mr  $\text{CO}_2$ .

Dengan memahami contoh di atas, kalian telah mengetahui bahwa massa molar zat sama dengan Ar atau Mr zat yang dinyatakan dalam gram.

Massa molar untuk partikel yang berupa atom = Ar gram mol<sup>-1</sup>  
 Massa molar untuk partikel yang berupa molekul = Mr gram mol<sup>-1</sup>

Agar lebih memahami konsep dan perhitungan massa molar, ikutilah rubrik *Diskusi* berikut.

## Diskusi



Salin tabel di bawah ini pada buku tugas, kemudian lengkapi- lah. Diketahui Ar N = 14, H = 1, O = 16, Na = 23, dan Mg = 24. Tentukanlah massa molar tiap-tiap unsur dan senyawa berikut.

No.	Unsur/ Senyawa	Jumlah Mol	Ar/Mr	Massa Molar (gram/mol)	Massa Zat (gram)
1.	N	1	14	14	14
2.	NaOH	1	40	...	40
3.	NH <sub>4</sub>	...	18	...	36
4.	H <sub>2</sub> O	3	...	...	72
5.	Mg(OH) <sub>2</sub>	...	...	...	174

Diskusikan jawaban pertanyaan di atas dengan rekan-rekan kalian, lalu presentasikan di depan kelas.

Dari kegiatan di atas, kita dapat menemukan adanya hubungan antara jumlah mol, massa molar, dan massa zat. Hubungan tersebut dinyatakan dengan persamaan:

$$\text{Massa} = \text{jumlah mol} \times \text{massa molar}$$

Konsep di atas dapat lebih kalian pahami dengan memerhatikan contoh soal berikut.

## Contoh

Dalam suatu percobaan, diketahui jumlah mol CuSO<sub>4</sub> adalah 0,2 mol. Berapa gram berat 0,2 mol CuSO<sub>4</sub>? (Mr CuSO<sub>4</sub> = 159,5).

**Penyelesaian:**

**Diketahui** : Mol CuSO<sub>4</sub> = 0,2 mol  
 Mr CuSO<sub>4</sub> = 159,5

**Ditanyakan** : Berat 0,2 mol CuSO<sub>4</sub>.

**Jawab:**

$$\begin{aligned} \text{Berat } 0,2 \text{ mol CuSO}_4 &= 0,2 \text{ mol} \times \frac{159,5 \text{ gram}}{1 \text{ mol}} \\ &= 31,9 \text{ gram.} \end{aligned}$$

Jadi, berat 0,2 mol CuSO<sub>4</sub> adalah 31,9 gram.



Jawab:

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

$$\frac{\text{Volume H}_2}{\text{Volume N}_2} = \frac{\text{mol H}_2}{\text{mol N}_2}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume N}_2 &= \frac{\text{Volume H}_2 \times \text{mol N}_2}{\text{mol H}_2} \\ &= \frac{10 \times 2}{5} \\ &= 4 \text{ liter}\end{aligned}$$

Jadi, volume gas nitrogen = 4 liter.

Pada keadaan standar (STP), volume molar setiap gas didasarkan pada volume 1 mol gas oksigen. Massa 1 liter oksigen dalam keadaan standar adalah 1,429 gram. Karena massa 1 mol oksigen adalah 32 gram, maka volume 1 mol oksigen adalah  $\frac{32 \text{ g}}{1,429 \text{ g}} \text{ L}^{-1} = 22,4 \text{ liter}$ .

Dengan demikian, volume setiap 1 mol gas pada keadaan standar (STP) adalah 22,4 liter.

Pada suhu 0 °C dan tekanan 1 atm (STP), volume 1 mol setiap gas = 22,4 liter (volume molar gas).

Bagaimanakah cara menghitung volume suatu gas pada tekanan 1 atm (STP), jika volume molar ( $V_m$ ) dan jumlah mol ( $n$ ) diketahui? Untuk mengetahui jawabannya, kerjakanlah rubrik *Tugas*.

## Tugas

Salinlah tugas berikut, kemudian lengkapi titik-titik yang ada. Diketahui gas-gas diukur pada suhu 0° C dan tekanan 1 atm (STP).

Gas	Volume (liter)	Jumlah mol	Volume molar (liter)
HCl	67,2	3	...
CO <sub>2</sub>	44,8	...	22,4
SO <sub>2</sub>	...	4	...



Dari tugas di atas, dapat ditarik suatu kesimpulan. Untuk menghitung volume ( $V$ ) suatu gas pada suhu 0 °C dan tekanan 1 atm (STP), kita harus mengalikan jumlah mol ( $n$ ) dengan volume molar ( $V_m$ ). Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$V = n \times V_m$$

Lalu, bagaimanakah cara mencari volume gas dalam keadaan tidak standar? Volume gas dapat dihitung dengan persamaan gas ideal berikut.

$$PV = nRT$$

**Keterangan:** P = tekanan gas (atm)

n = jumlah mol gas

V = volume gas (liter)

T = suhu mutlak gas (kelvin)

R = tetapan gas =  $0,082 \text{ L atm mol}^{-1}\text{K}^{-1}$

Perhatikan contoh berikut agar kalian lebih memahami penerapan persamaan gas ideal dalam perhitungan.

### Contoh

Berapakah volume 14 gram gas nitrogen ( $\text{N}_2$ ) pada suhu  $27^\circ\text{C}$  dan tekanan 2 atm? (Ar N = 14)

**Penyelesaian:**

**Diketahui:** Massa gas nitrogen = ... gram

$$\text{Jumlah mol} = \frac{14\text{g}}{28\text{gram mol}^{-1}} = \dots \text{mol}$$

$$T = \dots + 273 = 300 \text{ K}$$

Tekanan = 2 atm

**Ditanyakan:** Volume gas nitrogen.

**Jawab:**

Memakai rumus gas ideal

$$PV = nRT$$

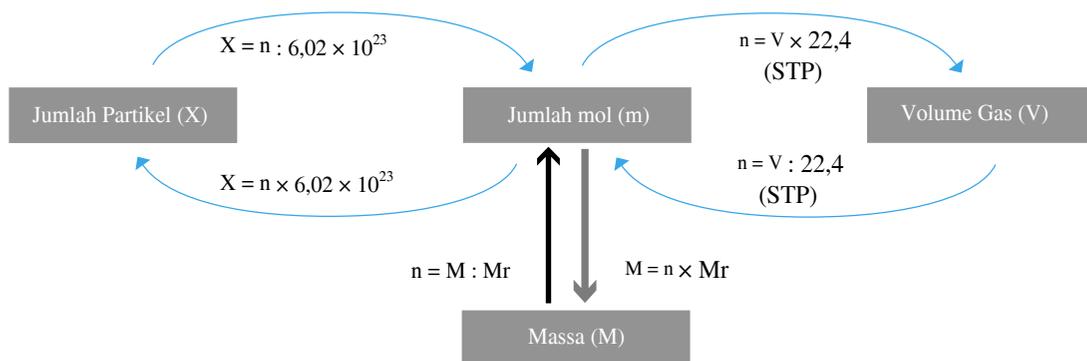
$$V = \frac{nRT}{P}$$

$$= \frac{0,5 \text{ mol} \times \dots \text{L atm mol}^{-1} \text{K}^{-1} \times 300 \text{ K}}{\dots \text{ atm}}$$

$$= \dots \text{ liter.}$$

Jadi, volume 14 gram gas nitrogen pada suhu  $27^\circ\text{C}$  dan tekanan 2 atm adalah 6,15 liter.

Kalian telah mengetahui hubungan volume molar gas, massa molar, dan jumlah mol dari suatu senyawa. Agar kalian lebih menguasai cara perhitungan volume zat, Pahamiilah bagan berikut.



Gambar 5.4 Hubungan Volume Molar Gas, Massa Molar, Jumlah Partikel, dan Jumlah Mol Gas

Lalu bagaimana cara menggunakan pola hubungan di atas? Pahami contoh soal berikut.

## Contoh

Diketahui 0,01 mol gas  $\text{Cl}_2$  (Ar Cl = 35,5). Berapakah massa, jumlah partikel, dan volume  $\text{Cl}_2$  jika dihitung pada suhu  $0^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm (STP)?

Penyelesaian:

Diketahui : mol  $\text{Cl}_2 = 0,01$  mol  
Mr  $\text{Cl}_2 = 71$

Ditanyakan : massa  $\text{Cl}_2$   
jumlah partikel  $\text{Cl}_2$   
volume  $\text{Cl}_2$

Jawab :

Massa  $\text{Cl}_2 = n \times \text{Mr } \text{Cl}_2 = 0,01 \times 71 = 0,71$  gram.

Jumlah partikel  $\text{Cl}_2 = n \times 6,02 \times 10^{23} = 0,01 \times 6,02 \times 10^{23}$   
 $= 6,02 \times 10^{25}$  molekul

Volume  $\text{Cl}_2 = n \times 22,4 = 0,01 \times 22,4 = 0,224$  liter.

Jadi, massa  $\text{Cl}_2 = 0,71$  gram, jumlah partikel  $\text{Cl}_2 = 6,02 \times 10^{25}$  molekul dan volume  $\text{Cl}_2 = 0,224$  liter.

## 6. Menentukan Rumus Empiris dan Rumus Molekul

Sebelum belajar menentukan rumus empiris dan rumus molekul dari suatu senyawa, kalian akan mempelajari pengertian rumus empiris dan rumus molekul terlebih dahulu. Rumus empiris menunjukkan perbandingan jumlah atom-atom penyusun suatu senyawa yang dinyatakan dalam bilangan bulat terkecil. Melalui suatu percobaan, kita bisa menentukan bilangan bulat tersebut dengan cara mengukur perbandingan molnya. Kemudian, kita akan memperoleh perbandingan atomnya. Jadi, perbandingan atom dan mol inilah yang menjadi dasar untuk menentukan rumus empiris.

Sementara itu, rumus molekul menunjukkan jumlah atom-atom dalam senyawa dan merupakan kelipatan dari rumus empiris. Untuk mengetahui cara menentukan rumus empiris dan rumus molekul dari suatu senyawa, pahami dulu contoh soal berikut.

## Contoh

1. Suatu gas yang berwarna coklat ternyata mengandung 2,34 gram nitrogen dan 5,34 gram oksigen. Tentukan rumus empiris senyawa tersebut, jika diketahui Ar N = 14 dan O = 16.

Penyelesaian:

Diketahui : Massa nitrogen = ... gram  
Massa oksigen = ... gram

Ditanyakan : Rumus empiris senyawa gas coklat.

Jawab:

Perbandingan mol atom-atom penyusun gas adalah:

$$\begin{aligned} \text{N} : \text{O} &= \frac{2,34}{\dots} : \frac{5,34}{16} \\ &= 0,167 : \dots \end{aligned}$$

## Khazanah

Rumus empiris suatu senyawa dapat ditentukan apabila diketahui salah satu dari beberapa hal berikut, yaitu:

- massa dan Ar tiap-tiap unsur penyusun senyawa tersebut.
- % massa dan Ar tiap-tiap unsur penyusun senyawa tersebut.
- perbandingan massa dan Ar tiap-tiap unsur penyusun senyawa.

Brady, 1999, hlm.70-71

Dengan membagi bilangan terkecil dalam perbandingan, maka didapatkan perbandingan N dan O, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{N} : \text{O} &= \frac{0,167}{0,167} : \frac{0,334}{0,167} \\ &= 1 : \dots \end{aligned}$$

Jadi, rumus empiris senyawa tersebut adalah  $\text{NO}_2$ .

2. Suatu senyawa karbon ( $M_r = 60$ ) mempunyai massa 3 gram. Senyawa tersebut tersusun atas 1,2 g karbon; 0,2 g hidrogen; dan sisanya oksigen. Tentukan rumus empiris dan rumus molekul senyawa tersebut. ( $A_r \text{H} = 1$ ;  $\text{C} = 12$ ; dan  $\text{O} = 16$ )

**Penyelesaian:**

**Diketahui:**

Massa senyawa karbon = ... gram      Massa karbon = 1,2 gram  
 $M_r$  senyawa = 60      Massa hidrogen = ... gram

**Ditanyakan:**

Rumus empiris senyawa  
 Rumus molekul senyawa.

**Jawab:**

$$\text{Jumlah mol C (n)} = \frac{1,2 \text{ g}}{12 \text{ g mol}^{-1}} = \dots \text{ mol.}$$

$$\text{Jumlah mol H (n)} = \frac{0,2 \text{ g}}{1 \text{ g mol}^{-1}} = 0,2 \text{ mol.}$$

$$\text{Massa O} = 3 - (1,2 + 0,2) \text{ gram} = \dots \text{ gram.}$$

$$\text{Jumlah mol O (n)} = \frac{1,6 \text{ g}}{16 \text{ g mol}^{-1}} = 0,1 \text{ mol.}$$

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan mol C : H : O} &= 0,1 : \dots : 0,1 \\ &= 1 : 2 : \dots \end{aligned}$$

Rumus empiris senyawa :  $\text{CH}_2\text{O}$

Misalkan rumus molekul senyawa itu  $(\text{CH}_2\text{O})_n$

$$M_r (\text{CH}_2\text{O})_n = 60 \Leftrightarrow (12 + 2 + 16)n = 60$$

$$30n = 60$$

$$n = 2$$

Jadi, rumus molekul senyawa itu adalah  $(\text{CH}_2\text{O})_2$  atau  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ .

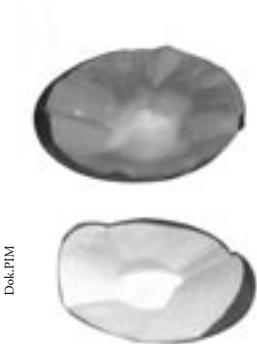
## Tugas

Suatu senyawa hidrokarbon sebanyak 1,6 gram dibakar dengan oksigen sehingga menghasilkan 2,2 gram  $\text{CO}_2$  dan 1,8 gram  $\text{H}_2\text{O}$ . Tentukan rumus empiris senyawa tersebut.



## 7. Menentukan Kadar Air Kristal dalam Senyawa

Pada saat kalian menguapkan larutan  $\text{NaCl}$ , maka akan terbentuk kristal  $\text{NaCl}$ . Pada proses itu, masih terdapat suatu kemungkinan adanya air yang berada dalam kristal yang disebut air kristal.



Dok.PTM

**Gambar 5.5**  
 Air kristal yang masih tersisa dalam kristal  $\text{NaCl}$

Salah satu contoh senyawa yang berbentuk kristal atau serbuk putih adalah asam sitrat. Asam sitrat merupakan senyawa intermedier dari asam organik. Asam sitrat mudah larut dalam air, spiritus, dan etanol. Senyawa ini juga tidak berbau dan rasanya sangat asam. Biasanya, asam sitrat terdapat dalam sari buah-buahan seperti nanas, jeruk, lemon, dan markisa. Asam ini dipakai untuk meningkatkan rasa asam (mengatur tingkat keasaman) pada berbagai produk minuman olahan, susu, selai, jeli, dan lain-lain. Selain itu, asam sitrat juga berfungsi sebagai pengawet pada keju dan sirup, serta mencegah proses kristalisasi pada madu.

www.halalmoi.or.id  
(dengan pengembangan)

Ternyata, dari hasil percobaan dan perhitungan, diketahui bahwa tidak semua kristal mengandung air kristal dan memiliki jumlah air kristal yang sama. Misalnya, garam natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) yang memiliki 5 molekul air kristal dalam setiap satuan rumusnya. Air kristal ini akan terlepas jika dilarutkan atau dipanaskan, sehingga tidak terlibat dalam reaksi kimia.

Selain melalui proses pemanasan hingga air kristalnya menguap/terlepas, penentuan berat air kristal dihitung dari selisih berat kristal sebelum dan sesudah pemanasan. Cara lainnya yaitu dengan menganalisis melalui reaksi kimia. Bagaimana cara menentukan berat air kristal dalam perhitungan kimia? Perhatikan contoh berikut dan lengkapi titik-titik yang ada.

## Contoh

Kristal  $\text{NaCl} \cdot x\text{H}_2\text{O}$  dipanaskan hingga semua air kristalnya menguap. Berat kristal sekarang menjadi 44,9% dari berat semula. Berapakah nilai  $x$  dan rumus kimia kristal? Diketahui ( $A_r \text{ Na} = 23, \text{ Cl} = 35,5, \text{ H} = 1, \text{ O} = 16$ ).

### Penyelesaian:

**Diketahui** : Rumus kimia kristal =  $\text{NaCl} \cdot x\text{H}_2\text{O}$   
Berat akhir kristal = ... % dari berat semula

**Ditanyakan** : Nilai  $x$ .  
Rumus kimia kristal.

### Jawab:

Diandaikan berat kristal = 100 gram.

$$\begin{aligned} \text{Massa kristal} &= 44,9 \% \times 100 \text{ gram} & \text{Massa air} &= (100\% - 44,9\%) \\ &= 44,9 \text{ gram.} & &= \dots \% \\ & & &= \dots \% \times 100 \text{ gram} \\ & & &= \dots \text{ gram.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan mol NaCl} : \text{H}_2\text{O} &= \frac{44,9}{58,5} : \frac{55,1}{18} \\ &= 0,77 : 3,06 \\ &= \dots : \dots \end{aligned}$$

Jadi, nilai  $x$  adalah 4 dan rumus kristalnya  $\text{NaCl} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .

## 8. Menentukan Kadar Zat dalam Senyawa

Perhatikan produk minuman pada Gambar 5.6. Pada kemasan botol ditunjukkan komposisi zat-zat penyusunnya antara lain 50% vitamin B3, 10% magnesium, dan 2% kalium.

Informasi komposisi zat-zat penyusun suatu bahan atau produk penting untuk diperhatikan. Dengan informasi itu, kita dapat menghitung kadar setiap zat penyusun dalam bahan tersebut.

Sebelum menghitung kadar zat dalam suatu senyawa, kita harus mengetahui rumus molekul senyawa tersebut. Melalui rumus molekul senyawa, kita dapat menentukan perbandingan massa dan kadar zat dalam suatu senyawa. Agar lebih jelas, perhatikan contoh berikut.



Gambar 5.6  
Komposisi Unsur-unsur  
Minuman Olahan

## Kilas BALIK



Rumus molekul senyawa menyatakan jenis dan jumlah atom dalam tiap molekul senyawa.

## Contoh

Berapakah kadar C dan N dalam urea [ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ]?

Diketahui Ar H = 1; C = 12; dan O = 16.

**Penyelesaian :**

**Diketahui :** Ar H = 1; C = 12; dan O = 16

**Ditanyakan :** Kadar C dan N dalam urea.

**Jawab:**

Tiap molekul urea mengandung 1 atom C, 1 atom O, 2 atom N, dan 4 atom H

Massa C : O : N : H dalam urea =  $(1 \times 12) : (1 \times 16) : (2 \times 14) : (4 \times 1)$

Jumlah perbandingan = 60 (Mr urea)

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

Kadar N =  $\frac{28}{60} \times 100\% = 46,67\%$  .

Jadi, dalam urea kadar C adalah 20%, dan kadar H adalah 46,67% .

## 9. Menentukan Pereaksi Pembatas dalam Reaksi Kimia

Saat kita mereaksikan dua zat atau lebih, terkadang ada kemungkinan salah satu zat akan habis terlebih dahulu. Zat tersebut akan membatasi hasil reaksi yang didapatkan. Pereaksi yang habis terlebih dahulu dalam reaksi dan membatasi hasil reaksi disebut pereaksi pembatas. Dengan kata lain, pereaksi pembatas adalah pereaksi yang perbandingannya paling kecil. Agar lebih jelas, mari kita perhatikan analogi berikut.

Di sebuah kelas terdapat 40 siswa (28 laki-laki dan 12 perempuan). Dalam kelas tersebut akan dibentuk sejumlah kelompok siswa yang terdiri dari 4 laki-laki dan 2 perempuan. Dari hasil pembagian kelompok tersebut terbentuk 6 kelompok. Setelah terbentuk 6 kelompok, ternyata masih terdapat 4 siswa laki-laki yang belum mempunyai kelompok. Dari analogi ini, kita dapat mengambil kesimpulan bahwa yang berperan sebagai pereaksi pembatas adalah jumlah perempuan dalam kelas tersebut. Agar kalian lebih memahami konsep pereaksi pembatas dalam kimia, perhatikanlah contoh soal berikut.

## Contoh

Senyawa  $\text{H}_2\text{SO}_4$  yang mempunyai massa 49 gram direaksikan dengan 20 gram NaOH. Berapakah  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  yang dihasilkan? Diketahui Ar H = 1, S = 32, O = 16.

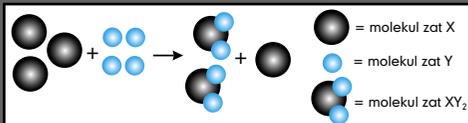
**Penyelesaian:**

**Diketahui :** Massa  $\text{Na}_2\text{SO}_4 = \dots$  gram

Massa NaOH =  $\dots$  gram

**Ditanyakan :** Massa  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  .

## Khazanah



Molekul yang berperan sebagai pereaksi pembatas

Berdasarkan koefisien reaksi, 1 mol zat X membutuhkan 2 mol zat Y. Gambar di atas menunjukkan bahwa 3 molekul zat X direaksikan dengan 4 molekul zat Y. Setelah reaksi berlangsung, banyaknya molekul zat X yang bereaksi hanya 2 molekul dan 1 molekul yang tersisa, sedangkan 4 molekul zat Y habis bereaksi. Dengan demikian, zat Y disebut pereaksi pembatas.

id.wikipedia.org

### Jawab:

#### Langkah 1:

Tuliskan reaksinya, kemudian setarakan reaksi tersebut.



#### Langkah 2:

Menentukan jumlah mol tiap-tiap reaktan

Berat  $\text{Na}_2\text{SO}_4 = 49$  gram,  $\text{Mr Na}_2\text{SO}_4 = 98$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah mol Na}_2\text{SO}_4 &= \frac{49 \text{ gram}}{98 \text{ gram/mol}} \\ &= 0,5 \text{ mol} \end{aligned}$$

Berat  $\text{NaOH} = 20$  gram,  $\text{Mr NaOH} = 40$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah mol NaOH} &= \frac{20 \text{ gram}}{40 \text{ gram/mol}} \\ &= 0,5 \text{ mol.} \end{aligned}$$

#### Langkah 3:

Menentukan reaktan yang habis terlebih dahulu (pereaksi pembatas).

$\text{NaOH}$  akan habis lebih dahulu karena perbandingan jumlah mol dengan koefisien  $\text{NaOH}$  ( $\frac{5}{2}$ ) lebih kecil daripada  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\frac{5}{1}$ ). Perbandingan jumlah mol  $\text{NaOH}$  dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  adalah  $\frac{5}{2} < \frac{5}{1}$ .

#### Langkah 4:

Menentukan jumlah mol dari zat yang akan dicari berdasarkan pereaksi pembatas dan koefisiennya. Jumlah  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  yang dihasilkan (berdasarkan jumlah mol pereaksi pembatas  $\text{NaOH}$ )  $= \frac{1}{2} \times 0,5 \text{ mol}$   
 $= 0,25 \text{ mol}$ .

#### Langkah 5:

Menghitung massa zat berdasarkan jumlah molnya.

$$\begin{aligned} \text{Massa Na}_2\text{SO}_4 \text{ (endapan)} &= \text{mol} \times \text{Mr Na}_2\text{SO}_4 \\ &= 0,25 \text{ mol} \times 142 \text{ gram/mol} \\ &= 35,5 \text{ gram.} \end{aligned}$$

## Uji Kompetensi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

- Perhatikan reaksi berikut.  
 $\text{S} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{SO}_3$   
Tentukan perbandingan volume  $\text{S}$ ,  $\text{O}_2$ , dan  $\text{SO}_3$  yang bereaksi sesuai persamaan reaksi di atas, jika 10 liter gas  $\text{S}$  habis bereaksi.
- Gas oksigen sebanyak 13 liter diperlukan untuk pembakaran sempurna gas  $\text{C}_x\text{H}_y$  sehingga menghasilkan 8 liter  $\text{CO}_2$ . Tentukan rumus molekul gas  $\text{C}_x\text{H}_y$  tersebut.
- Tentukan jumlah mol unsur berikut.
  - $1,204 \times 10^{24}$  atom sulfur
  - $7,525 \times 10^{23}$  atom natrium
  - $16,05 \times 10^{23}$  atom oksigen
- Tentukan massa molar senyawa di bawah ini.
  - $\text{PbCl}_2$
  - $\text{PbSO}_4$
  - $\text{Na}_2\text{SO}_4$Jika diketahui massa molar atom  $\text{Pb} = 207$ ,  $\text{Cl} = 35,5$ ,  $\text{S} = 32$ ,  $\text{O} = 16$ , dan  $\text{Na} = 23$ .
- Berapakah volume 2,5 mol  $\text{CH}_4$  pada suhu  $0^\circ \text{C}$  dan tekanan 1 atm, jika pada suhu dan tekanan yang sama, 3 mol gas  $\text{CO}_2$  mempunyai volume 12 liter?



- Berapa gram berat  $\text{BeCl}_2$ , jika diketahui jumlah mol  $\text{BeCl}_2$  adalah 0,75 mol?  
(Ar Be = 9 dan Cl = 35,5)
- Suatu senyawa tersusun atas 72 gram Mg, 48 gram O, dan 3 gram H. Tentukan rumus empiris dan molekul senyawa tersebut.
- Kristal  $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  mempunyai berat 25 gram. Setelah dipanaskan, kristal tersebut menjadi 35,5%. Tentukan nilai x dan rumus kimia kristal tersebut. (Ar Cu = 63,5; S = 32; O = 16 H; = 1)
- Tentukan kadar setiap unsur molekul berikut.  
a.  $\text{FeCl}_3$     b.  $\text{BaSO}_4$     c.  $\text{CH}_3\text{COOH}$   
(Ar Fe = 56; Cl = 35,5; Ba = 137; S = 32; O = 16; C = 12; H = 1)
- Senyawa  $\text{BaCl}_2$  sebanyak 52 gram direaksikan dengan 17 gram NaOH. Tentukan:
  - Berat NaCl yang dihasilkan
  - Berat  $\text{Ba(OH)}_2$  yang dihasilkan
  - Pereaktan sisa
  - Berat pereaktan sisa
  - Pereaksi pembatas

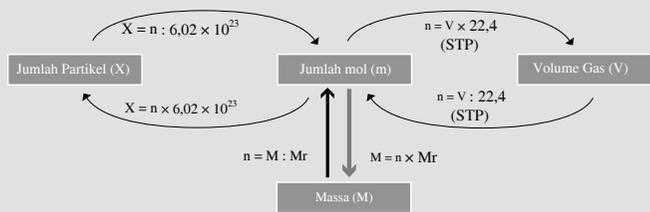
## Rangkuman

- Hukum dasar kimia diklasifikasikan menjadi 4, yaitu:
  - Hukum Kekekalan Massa (Hukum Lavoisier) menyatakan bahwa massa zat sebelum dan sesudah reaksi adalah tetap atau sama.
  - Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust) menyatakan bahwa perbandingan massa unsur-unsur penyusun suatu senyawa selalu tetap.
  - Hukum Perbandingan Berganda menyatakan jika dua buah unsur dapat membentuk lebih dari satu macam persenyawaan, maka perbandingan massa unsur yang satu dengan yang lainnya berbanding sebagai bilangan yang sederhana dan bulat.
  - Hukum Perbandingan Volume (Hukum Gay Lussac) menyatakan bahwa volume gas-gas yang bereaksi dan volume gas-gas hasil reaksi berbanding sebagai bilangan bulat dan sederhana, pada tekanan dan suhu yang sama.
- Hipotesis Avogadro menyatakan bahwa semua gas yang bervolume sama mengandung jumlah molekul yang sama, pada tekanan dan suhu yang sama.
- Satu mol menyatakan sejumlah partikel yang terkandung dalam suatu zat yang jumlahnya sama dengan jumlah partikel yang terdapat dalam 12 gram atom C-12.
- Massa molar untuk partikel yang berupa atom = Ar gram  $\text{mol}^{-1}$ .  
Sedangkan massa molar untuk partikel yang berupa molekul = Mr gram  $\text{mol}^{-1}$ .
- Pada suhu dan tekanan yang sama, 1 mol gas memiliki jumlah volume yang sama. Secara matematis, perbandingan antara volume gas dengan mol gas dapat ditulis sebagai berikut.
 
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}$$
 Keterangan:  
 $V_1$  = volume gas 1  
 $n_1$  = jumlah mol gas 1  
 $V_2$  = volume gas 2  
 $n_2$  = jumlah mol gas 2
- Pada suhu  $0^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm (STP), volume 1 mol setiap gas = 22,4 liter. Untuk menghitung volume (V) suatu gas pada suhu  $0^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm (STP), kita harus mengalikan jumlah mol (n) dengan volume molar ( $V_m$ ) gas.
 
$$V = n \times V_m$$
 Keterangan:  
 $V$  = volume gas  
 $n$  = jumlah mol gas  
 $V_m$  = volume molar
- Volume gas dapat dihitung menggunakan persamaan gas ideal:
 
$$PV = nRT$$
 Keterangan:  
 $P$  = Tekanan gas (atm)  
 $V$  = Volume gas (liter)  
 $n$  = Jumlah mol gas  
 $R$  = Tetapan gas =  $0,082 \text{ L atm mol}^{-1}\text{K}^{-1}$   
 $T$  = Suhu mutlak gas (kelvin)

$$\begin{aligned} 1 \text{ mol zat} &= L \text{ partikel} \\ &= 6,02 \times 10^{23} \text{ partikel.} \\ x &= n \times 6,02 \times 10^{23} \text{ partikel.} \end{aligned}$$



8. Hubungan volume molar gas, massa molar, jumlah partikel, dan jumlah mol gas ditunjukkan pada bagan berikut.



## Glosarium

**Atom** Bagian terkecil dari suatu unsur yang dapat berdiri sendiri dan dapat bersenyawa dengan unsur lain

**Massa atom relatif** Perbandingan massa rata-rata satu atom suatu unsur terhadap massa satu atom C-12

**Massa molar** Massa 1 mol zat yang berkaitan dengan Ar atau Mr dari suatu zat

**Massa molekul relatif suatu senyawa atau molekul** Jumlah massa atom relatif dari seluruh atom penyusun senyawa atau molekul

**Mol** Satuan yang menyatakan jumlah partikel yang terkandung dalam sejumlah zat

**Molekul** Bagian terkecil dari suatu senyawa

**Pereaksi pembatas** Peraksi yang habis terlebih dahulu dalam reaksi dan membatasi hasil reaksi

**Rumus Empiris** Perbandingan jumlah atom-atom penyusun suatu senyawa yang dinyatakan dalam bilangan bulat terkecil

**Rumus Molekul** Jumlah atom-atom dalam senyawa dan merupakan kelipatan dari rumus empiris

**Volume molar** Volume satu mol gas yang diukur pada suhu dan tekanan sama



## Ulangan Harian

A Pilihlah jawaban yang tepat.

- Jika 4 gram karbon (arang) dibakar dengan oksigen dalam wadah yang tertutup rapat, maka massa zat yang terbentuk adalah ... gram.
 

A. 2	D. 8
B. 4	E. 10
C. 6	
- Serbuk besi sebanyak 28 gram (Ar Fe = 56) direaksikan dengan 20 gram belerang (Ar S = 32) sesuai reaksi:  $\text{Fe}(s) + \text{S}(s) \rightarrow \text{FeS}(s)$ . Zat yang tersisa sesudah reaksi berakhir adalah ....
 

A. 2 g belerang	D. 8 g besi
B. 4 g belerang	E. 14 g besi
C. 7 g besi	
- Diketahui Ar Fe = 56 ; O = 16, maka perbandingan massa unsur besi dengan massa unsur oksigen dalam senyawa  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  adalah ....
 

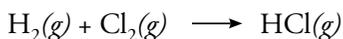
A. 2 : 3	D. 3 : 4
B. 3 : 2	E. 7 : 3
C. 4 : 3	
- Senyawa  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  mengandung unsur karbon, hidrogen, dan oksigen. Jika massa karbon 72 g, maka massa oksigen sebanyak ... gram. (Ar H=1 ; C=12 ; O=16)
 

A. 11	D. 72
B. 12	E. 88
C. 66	
- Diketahui massa atom relatif Fe = 56; S = 32 dan O = 16. Massa unsur besi (Fe) yang

terdapat dalam 8 gram  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  adalah ... gram.

- A. 4,00                      D. 0,56  
B. 2,24                      E. 0,28  
C. 1,12

6. Gas hidrogen direaksikan dengan gas oksigen menghasilkan uap air sesuai persamaan reaksi:



Jika volume  $\text{H}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ , dan  $\text{HCl}$  diukur pada suhu dan tekanan yang sama, maka perbandingan volume  $\text{H}_2 : \text{Cl}_2 : \text{HCl}$  adalah ....

- A. 1 : 1 : 1                      D. 1 : 1 : 3  
B. 1 : 1 : 2                      E. 2 : 1 : 3  
C. 2 : 1 : 2

7. Dua senyawa terbentuk dari unsur fosfor dan oksigen. Salah satu senyawa terdiri dari 0,845 gram fosfor dan 0,655 gram oksigen. Jika senyawa lain terdiri dari 1,69 gram fosfor, massa oksigen yang diperlukan untuk memenuhi Hukum Perbandingan Berganda adalah ... gram.

- A. 0,655                      D. 0,985  
B. 0,745                      E. 1,69  
C. 0,855

8. Dalam suatu sampel senyawa  $\text{MnO}$  terdapat 4,00 gram oksigen yang bergabung dengan 13,7 gram mangan. Massa oksigen yang akan bergabung dengan 7,85 gram mangan dalam senyawa  $\text{MnO}_2$  adalah ... gram.

- A. 2                              D. 8  
B. 4                              E. 10  
C. 6

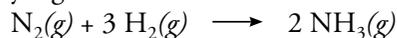
9. Kesimpulan yang didapatkan oleh Gay Lussac dari hasil percobaannya adalah ....

- A. volume yang sama dari semua gas mengandung jumlah mol sama  
B. suatu gas yang memiliki volume sama bila diukur pada temperatur dan tekanan yang sama mengandung jumlah mol yang sama pula  
C. jika diukur pada tekanan dan temperatur yang sama, volume dari

berbagai gas yang bereaksi dan volume gas hasil reaksi berbanding sebagai bilangan bulat dan sederhana

- d. pada setiap reaksi kimia, volume dari suatu gas yang bereaksi dengan sejumlah gas lain, diukur pada tekanan dan temperatur yang sama selalu tetap  
e. massa atom setiap unsur adalah tetap

10. Perbandingan volume  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ , dan  $\text{NH}_3$  yang terlibat dalam reaksi:



adalah ....

- A. 2 : 6 : 6                      D. 2 : 6 : 2  
B. 1 : 3 : 3                      E. 1 : 3 : 1  
C. 1 : 3 : 2

11. Dalam suatu eksperimen, 2 liter gas nitrogen ( $\text{N}_2$ ) tepat bereaksi dengan 3 liter gas oksigen ( $\text{O}_2$ ) membentuk 2 liter gas  $X$ , diukur pada suhu ( $T$ ) dan tekanan ( $P$ ) yang sama. Rumus molekul gas  $X$  adalah ....

- A.  $\text{NO}$                               D.  $\text{NO}_3$   
B.  $\text{NO}_2$                               E.  $\text{N}_2\text{O}$   
C.  $\text{N}_2\text{O}_3$

12. Volume gas klor yang tepat bereaksi dengan 5 liter gas hidrogen untuk menghasilkan 10 liter gas hidrogen klorida adalah ... liter.

- A. 1                              D. 15  
B. 5                              E. 20  
C. 10

13. Volume uap air yang dihasilkan dari 10 liter gas oksigen yang direaksikan dengan 20 liter gas hidrogen adalah ... liter.

- A. 10                              D. 40  
B. 20                              E. 50  
C. 30

14. Sebanyak 2 liter ( $T, P$ ) gas nitrogen ( $\text{N}_2$ ) tepat bereaksi dengan 4 liter ( $T, P$ ) gas oksigen ( $\text{O}_2$ ). Gas  $\text{N}_2\text{O}_4$  ( $T, P$ ) yang terbentuk pada reaksi adalah ... liter.

- A. 1                              D. 4  
B. 2                              E. 5  
C. 3

15. Perbandingan molekul nitrogen dan hidrogen dalam pembentukan  $\text{NH}_3$  adalah 1 : 3.



Rumus oksida nitrogen tersebut adalah ....

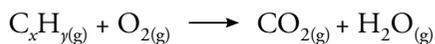
- A.  $N_2O_5$                       D.  $NO_2$   
B.  $N_2O_4$                       E.  $N_2O$   
C.  $N_2O_3$

29. Diketahui persamaan reaksi sebagai berikut.  
 $Mg(OH)_2(aq) + 2 HCl(l) \rightarrow MgCl_2(s) + 2 H_2O(l)$   
Jika Ar H = 1, O = 16, Mg = 24, dan Cl = 35,5, maka massa HCl yang bereaksi dengan 5,8 g  $Mg(OH)_2$  adalah ... gram.  
A. 3,65                      D. 9,15  
B. 7,50                      E. 7,30  
C. 4,21
30. Senyawa FeS (Mr = 88) sebanyak  $a$  gr direaksikan dengan asam klorida sesuai reaksi berikut.  
 $FeS(s) + 2 HCl(l) \rightarrow FeCl_2(s) + H_2S(g)$ .  
Pada akhir reaksi diperoleh 8 liter gas  $H_2S$ . Pada keadaan tersebut, satu mol gas  $H_2S$  bervolume 20 liter, maka nilai  $a$  adalah ... gram.  
A. 8,80                      D. 35,20  
B. 17,6                      E. 44,00  
C. 26,4

**B** Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Senyawa besi oksida terdiri atas 70,4% besi (Fe) dan 29,6% oksigen. Tentukan rumus empiris senyawa besi oksida tersebut. (Ar Fe = 56, O = 16)
2. Berapakah persentase tiap-tiap unsur penyusun dari senyawa garam Inggris ( $MgSO_4$ )? Ar Mg = 24, S = 32 dan Ar O = 16.
3. Unsur X dan Y direaksikan dengan berbagai perbandingan massa menjadi 3 macam zat padat. Zat padat pertama tersusun atas 4,3 gram X dan 7,69 gram Y. Zat padat kedua tersusun atas 35,9% X dan 64,1% Y. Sedangkan 2,00 gram zat padat ketiga tersusun atas 0,718 gram X yang bereaksi dengan sejumlah Y. Tunjukkan dengan data-data ini penerapan Hukum Perbandingan Tetap berdasarkan data-data tersebut.

4. Suatu senyawa hidrokarbon ( $C_xH_y$ ) yang berwujud gas terbakar menurut persamaan reaksi berikut.



- Dari suatu percobaan diketahui bahwa pembakaran 4 liter (T,P) hidrokarbon diperlukan 12 liter (T,P) oksigen dan menghasilkan 8 liter (T,P) karbon dioksida. Tentukan rumus molekul hidrokarbon tersebut.
5. Dalam suatu percobaan di laboratorium, 20 ml gas nitrogen dengan 30 ml gas oksigen tepat habis bereaksi sehingga menghasilkan 50 ml gas oksida nitrogen. Tentukan rumus kimia gas oksida nitrogen tersebut.
  6. Pembakaran gas butana ( $C_4H_{10}$ ) terjadi sesuai reaksi berikut.  
 $2 C_4H_{10}(g) + 13 O_2(g) \rightarrow 8 CO_2(g) + 10 H_2O(l)$   
Apabila volume gas butana yang tepat bereaksi adalah 15 liter, tentukan volume gas oksigen yang diperlukan dan gas karbon dioksida yang dihasilkan.
  7. Berapakah jumlah molekul yang terdapat dalam 7 gram gas  $N_2$ ? (Ar N=14)
  8. Pada suhu  $0^\circ C$  dan tekanan 1 atm, massa 2 liter gas NO adalah 2 gram. Berapa massa 4 liter gas  $O_2$  pada suhu dan tekanan yang sama dengan kondisi pengukuran gas NO tersebut?
  9. Pembakaran sempurna dari 0,2 gram senyawa hidrokarbon menghasilkan 0,66 gr  $CO_2$  (Mr = 44) dan 0,18 gr  $H_2O$  (Mr = 18). Tentukan rumus empiris senyawa hidrokarbon tersebut.
  10. Manakah di antara zat berikut yang habis bereaksi terlebih dahulu pada reaksi 50 ml  $Pb(NO_3)_2$  0,1 M dengan 50 ml KI 0,1 M? (Ar Pb = 207, I = 127)

# Ulangan Akhir Semester Pertama

A Pilihlah jawaban yang tepat.

- “Atom terdiri atas inti atom bermuatan positif dan elektron bermuatan negatif yang bergerak mengelilingi inti atom”. Teori atom ini dikemukakan oleh ....
  - Dalton
  - Thomson
  - Rutherford
  - Bohr
  - Democritus
- Bohr menyusun teori atom berdasarkan pengamatan terhadap spektrum atom menggunakan unsur ....
  - Helium
  - Hidrogen
  - Aluminium
  - Emas
  - Perak
- Unsur  ${}_{19}^{39}\text{K}$  memiliki proton sebanyak ....
  - 18
  - 19
  - 20
  - 39
  - 58
- Konfigurasi elektron dari unsur  ${}_{16}\text{S}$  adalah ....
  - ${}_{16}\text{S} = 2 \quad 6 \quad 8$
  - ${}_{16}\text{S} = 2 \quad 8 \quad 6$
  - ${}_{16}\text{S} = 2 \quad 2 \quad 8 \quad 4$
  - ${}_{16}\text{S} = 2 \quad 8 \quad 4 \quad 2$
  - ${}_{16}\text{S} = 2 \quad 10 \quad 4$
- Unsur  ${}_{12}\text{X}$  dapat mencapai kestabilan atom dengan cara ... di kulit terluarnya.
  - melepaskan 2 elektron
  - menangkap 2 elektron
  - melepaskan 6 elektron
  - menangkap 6 elektron
  - melepaskan 4 elektron
- “Setiap golongan terdiri atas tiga unsur, di mana unsur yang terletak di tengah mempunyai massa atom yang besarnya mendekati rerata massa atom dari unsur pertama dan ketiga. Pernyataan ini dikenal dengan Hukum ....
  - Oktaf Newlands
  - Mendeleyev
  - Triade
  - Moseley
  - Proust
- Unsur X dengan nomor atom 15 terletak pada ....
  - golongan IIIA periode 2
  - golongan IIIA periode 3
  - golongan VA periode 2
  - golongan VA periode 3
  - golongan VIA periode 3
- Ukuran kemampuan suatu atom untuk menarik pasangan elektron dalam suatu ikatan disebut ....
  - jari-jari atom
  - energi ionisasi
  - afinitas elektron
  - energi kinetik
  - keelektronegatifan
- Ikatan yang dibentuk oleh senyawa NaCl adalah ikatan ....
  - ion
  - kovalen
  - kovalen koordinasi
  - logam
  - hidrogen
- Ikatan yang terjadi karena penggunaan bersama dua pasang elektron oleh dua atom yang berikatan disebut ....
  - ikatan kovalen tunggal
  - ikatan kovalen rangkap
  - ikatan kovalen non-polar
  - ikatan ion
  - ikatan logam
- Pembentukan ikatan  $\text{O}_2$  digambarkan dengan struktur Lewis berikut, yaitu ....
  - $$\begin{array}{c} \times \times \\ \times \times \\ \times \times \\ \times \times \\ \times \times \end{array} \quad \begin{array}{c} \times \times \\ \times \times \\ \times \times \\ \times \times \\ \times \times \end{array}$$
  - $$\begin{array}{c} \times \times \\ \times \times \\ \times \times \\ \times \times \\ \times \times \end{array} \quad \begin{array}{c} \times \times \\ \times \times \\ \times \times \\ \times \times \\ \times \times \end{array}$$
  - $$\begin{array}{c} \times \times \\ \times \times \\ \times \times \\ \times \times \\ \times \times \end{array} \quad \begin{array}{c} \times \times \\ \times \times \\ \times \times \\ \times \times \\ \times \times \end{array}$$
  - $$\begin{array}{c} \times \times \\ \times \times \\ \times \times \\ \times \times \\ \times \times \end{array} \quad \begin{array}{c} \times \times \\ \times \times \\ \times \times \\ \times \times \\ \times \times \end{array}$$

12. Ikatan yang terbentuk pada  $N_2$  adalah ikatan ....
- kovalen
  - kovalen rangkap dua
  - kovalen rangkap tiga
  - kovalen koordinat
  - ion
13. Senyawa berikut yang termasuk senyawa kovalen rangkap tiga adalah ....
- $O_2$
  - $N_2$
  - SO
  - $CO_2$
  - HCl
14. Rumus kimia dari senyawa kalsium hidroksida adalah ....
- CaO
  - CaOH
  - $Ca(OH)_2$
  - KOH
  - $K(OH)_2$
15. Nama senyawa dengan rumus kimia  $Fe(OH)_3$  adalah ....
- Timah(II) hidroksida
  - Besi oksida
  - Besi(III) hidroksida
  - Timbal(III) hidroksida
  - Emas(II) klorida
16. Senyawa biner yang merupakan gabungan dari unsur logam dan non-logam adalah ....
- $CaSO_4$
  - $CO_2$
  - $N_2O_3$
  - $CCl_4$
  - $N_2O_5$
17. Senyawa berikut yang termasuk senyawa biner dari dua unsur non-logam adalah ....
- $CaCl_2$
  - NaBr
  - $NO_2$
  - $CaSO_4$
  - $MgCl_2$
18. Di antara senyawa berikut yang mempunyai nama asam karbonat adalah ....
- $H_2SO_4$
  - $H_3PO_4$
  - $H_2CO_3$
  - $H_2C_2O_4$
  - $H_2S_2O_3$
19. Rumus kimia dari senyawa asam nitrat adalah ....
- $H_2CO_3$
  - $CH_3COOH$
  - $H_2SO_4$
  - $HNO_2$
  - $HNO_3$
20. Nama senyawa berikut yang tidak sesuai aturan IUPAC adalah ....
- $Sn(OH)_2$  → Timah(II) hidroksida
  - $P_2O_5$  → Difosfor pentaoksida
  - $Cu(OH)_2$  → Tembaga(II) hidroksida
  - $As_2O_3$  → Arsen oksida
  - $MgCl_2$  → Magnesium klorida
21. Rumus kimia dari senyawa diarsen trioksida adalah ....
- $Sn_2O_3$
  - $As_2O_3$
  - $Si_2O_3$
  - $S_2O_3$
  - $Sn(OH)_2$
22.  $PO_4^{3-}$  mempunyai nama ion ....
- fosfit
  - fosfat
  - perklorat
  - permanganat
  - hipoklorit
23. Senyawa yang mempunyai nama trivial asam asetat adalah ....
- HCN
  - $H_2SO_3$
  - HCOOH
  - $CH_3COOH$
  - $HNO_3$
24. Senyawa formaldehida (HCHO) mempunyai nama trivial ....
- asam asetat
  - formalin
  - alkohol
  - aseton
  - spiritus
25. Diketahui persamaan reaksi sebagai berikut.  
 $AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \longrightarrow AgCl(s) + NaNO_3(aq)$   
 Senyawa yang berperan sebagai reaktan adalah ....
- NaCl dan AgCl
  - $AgNO_3$  dan  $NaNO_3$
  - NaCl dan  $NaNO_3$
  - $AgNO_3$  dan NaCl
  - $AgNO_3$  dan AgCl
26. Perhatikan reaksi berikut.  
 $a Fe_2O_3(s) + b H_2SO_4(aq) \longrightarrow c Fe_2(SO_4)_3(s) + d H_2O(l)$   
 Koefisien yang tepat untuk menggantikan a, b, c, dan d adalah ....
- 1, 2, 2, 2
  - 2, 3, 1, 3
  - 1, 3, 1, 3
  - 3, 1, 2, 2
  - 1, 3, 2, 1
27. Perhatikan persamaan reaksi berikut.  
 $CaO(s) + HCl(aq) \longrightarrow CaCl_2(s) + H_2O(l)$

Jika persamaan reaksi sudah setara, maka perbandingan antara HCl dengan  $\text{CaCl}_2$  adalah ....

- A. 1 : 2                      D. 2 : 2  
 B. 1 : 1                      E. 1 : 3  
 C. 2 : 1
28. "Massa zat sebelum reaksi sama dengan massa zat sesudah reaksi". Pernyataan ini dikemukakan oleh ....  
 A. Antonie Laurent Lavoiser  
 B. Joseph Louis Proust  
 C. Joseph Louis Gay Lussac  
 D. Henry Cavendish  
 E. Amedeo Avogadro
29. "Perbandingan massa unsur-unsur penyusun suatu senyawa selalu tetap". Pernyataan ini dikenal sebagai hukum ....  
 A. kekekalan massa  
 B. perbandingan tetap  
 C. perbandingan berganda  
 D. perbandingan volume  
 E. kekekalan atom
30. Perhatikan reaksi pembakaran berikut.  
 $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$   
 Pada suhu dan tekanan yang sama, volume gas karbon dioksida yang dihasilkan jika 8 liter gas etena dibakar dengan oksigen secara sempurna adalah ... liter.  
 A. 4                              D. 16  
 B. 8                              E. 32  
 C. 10
31. Dua senyawa dibentuk dari fosfor dan oksigen. Bila salah satu senyawa terbentuk dari 0,845 gram fosfor dan 0,655 gram oksigen, sedangkan senyawa lain terbentuk dari 1,69 gram fosfor, maka massa oksigen yang diperlukan untuk memenuhi Hukum Perbandingan Berganda adalah ... gram.  
 A. 1,690                      D. 0,745  
 B. 0,985                      E. 0,655  
 C. 0,855
32. Jumlah partikel ion yang terdapat dalam 50 gram  $\text{CaCO}_3$  adalah ... partikel ion. (Ar Ca = 40, C = 12, dan O = 16)  
 A.  $6,02 \times 10^{-23}$   
 B.  $3,01 \times 10^{-23}$

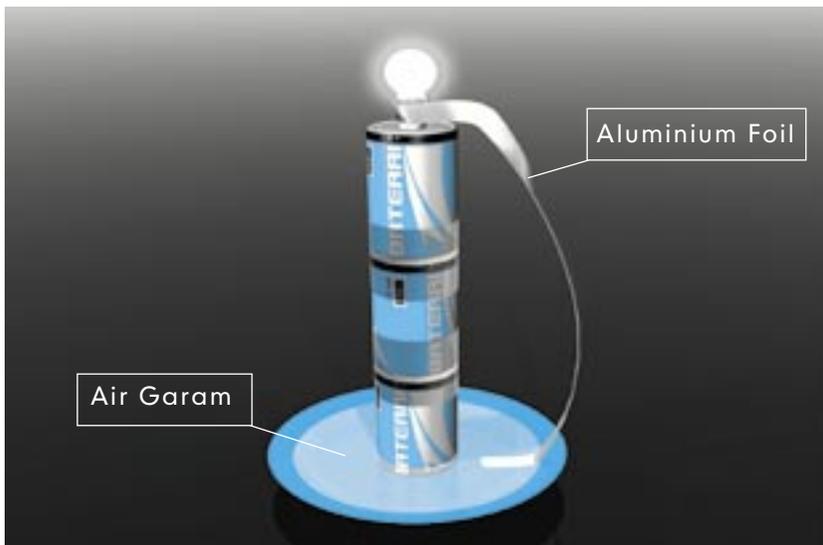
- C.  $1,505 \times 10^{23}$   
 D.  $6,02 \times 10^{23}$   
 E.  $9,03 \times 10^{23}$

33. Massa dari  $6,02 \times 10^{23}$  partikel atom oksigen adalah ... gram. (Ar O = 16)  
 A. 4                              D. 32  
 B. 8                              E. 64  
 C. 16
34. Suatu senyawa oksida dari nitrogen mengandung 63,16% nitrogen dan 36,84% oksigen. Senyawa tersebut adalah.... (Ar N = 14, O = 16)  
 A. NO                              D.  $\text{N}_2\text{O}_3$   
 B.  $\text{N}_2\text{O}$                               E.  $\text{N}_2\text{O}_5$   
 C.  $\text{NO}_2$
35. Suatu unsur X mempunyai dua isotop, yaitu 42 dan 44. Jika massa atom relatif X = 43,7, maka perbandingan persentase kedua isotop tersebut adalah ....  
 A. 10 : 90                      D. 50 : 50  
 B. 15 : 85                      E. 60 : 40  
 C. 25 : 75
36. Pada reaksi pembakaran  $15 \text{ cm}^3$  suatu hidrokarbon ( $t^\circ$ , p cm Hg) diperlukan  $75 \text{ cm}^3$  oksigen ( $t^\circ$ , p cm Hg) sehingga dihasilkan  $45 \text{ cm}^3$  karbondioksida ( $t^\circ$ , p cm Hg). Rumus kimia hidrokarbon tersebut adalah ....  
 A.  $\text{C}_2\text{H}_4$                               D.  $\text{C}_3\text{H}_8$   
 B.  $\text{C}_2\text{H}_6$                               E.  $\text{C}_4\text{H}_{10}$   
 C.  $\text{C}_3\text{H}_6$
37. Pembakaran senyawa hidrokarbon  $\text{C}_x\text{H}_y$  dalam oksigen berlebih menghasilkan 20 mg  $\text{CO}_2$  (Mr = 44) dan 45 mg  $\text{H}_2\text{O}$  (Mr = 18). Jika Ar C = 12 dan H = 1, maka rumus empiris senyawa tersebut adalah ....  
 A. CH                              D.  $\text{CH}_4$   
 B.  $\text{CH}_2$                               E.  $\text{C}_2\text{H}_5$   
 C.  $\text{CH}_3$
38. Jika 38 gram  $\text{MgSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  dipanaskan, akan dihasilkan 20 gram senyawa anhidrat. Harga x adalah ....  
 (Ar S = 32; Mg = 24; O = 16; H = 1)  
 A. 2                              D. 5  
 B. 3                              E. 6  
 C. 4



# B a b VI

## Larutan Elektrolit dan Non-elektrolit



Pernahkah kalian membuat rangkaian listrik yang dihubungkan dengan beberapa baterai, saat praktikum di sekolah? Mungkin kalian pernah mencobanya pada pelajaran fisika. Dalam praktikum tersebut, kalian membuktikan bahwa terjadi aliran arus listrik. Salah satu cirinya, yaitu lampu dapat menyala.

Lampu dapat menyala karena adanya aliran listrik dari baterai dengan bantuan larutan yang dapat menghantarkan listrik. Lalu, adakah larutan yang tidak dapat menghantarkan listrik? Bagaimana cara membedakan kedua larutan tersebut? Dengan memahami uraian berikut, kalian akan menemukan jawabannya.

## Kata Kunci

- Gejala hantaran arus listrik
- Larutan elektrolit
- Larutan non elektrolit
- Senyawa ion
- Senyawa kovalen polar



Lampu dapat menyala karena terjadi aliran arus listrik. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa menyalnya lampu merupakan salah satu gejala hantaran arus listrik. Nah, tahukah kalian bahwa listrik dapat dihantarkan oleh beberapa bahan? Berdasarkan sifat dalam menghantarkan listrik, suatu bahan dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu konduktor, isolator, dan semikonduktor. Konduktor adalah bahan-bahan yang dapat menghantarkan listrik, contohnya logam dan paku besi. Isolator adalah bahan-bahan yang tidak dapat menghantarkan listrik, seperti karet dan kayu. Sedangkan semikonduktor adalah pertengahan dari sifat keduanya, misalnya silikon, germanium, dan karbon.

Begitu pula dengan larutan. Larutan ada yang dapat menghantarkan listrik (larutan elektrolit) dan tidak dapat menghantarkan listrik (non-elektrolit). Pada percobaan rangkaian listrik dengan bantuan air garam, lampu dapat menyala karena terjadi aliran listrik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa air garam termasuk larutan elektrolit. Bagaimanakah dengan larutan lainnya? Kalian dapat mempelajari penyebab perbedaan kemampuan tiap larutan dalam menghantarkan arus listrik dengan menyelidiki ada atau tidaknya senyawa ion dan senyawa kovalen polar pada larutan tersebut.

### A. Pengertian Larutan Elektrolit dan Non-elektrolit

Kalian telah mengetahui bahwa ada larutan yang dapat menghantarkan listrik, tetapi ada juga yang tidak dapat menghantarkan listrik. Agar dapat menentukan kemampuan berbagai jenis larutan dalam menghantarkan arus listrik, lakukan aktivitas berikut.

## Aktivitas

### Hantaran Arus Listrik

#### A. Dasar Teori

Listrik sangat bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari. Arus listrik dihasilkan oleh aliran muatan listrik. Pada logam, arus listrik disebabkan oleh aliran elektron. Sedangkan pada larutan, arus listrik disebabkan oleh gerakan ion-ion (partikel-partikel positif dan negatif).

Gejala-gejala yang menunjukkan suatu larutan dapat menghantarkan listrik antara lain adanya nyala lampu terang dan muncul gelembung-gelembung gas. (Sumber: Cleave, 2003, hlm. 92)

#### B. Tujuan Percobaan

Mengetahui gejala-gejala hantaran arus listrik dalam berbagai larutan berdasarkan hasil pengamatan.

#### C. Alat dan Bahan Percobaan

1. Alat Percobaan
  - a. Gelas beker
  - b. Sumber listrik (baterai 6 volt)
  - c. Kabel listrik
  - d. Saklar
  - e. Lampu kecil
  - f. Batang karbon
  - g. Kayu penyangga
2. Bahan Percobaan
  - a. Larutan garam dapur
  - b. Alkohol
  - c. Air sumur
  - d. Air sungai
  - e. Larutan cuka
  - f. Larutan gula
  - g. Larutan kapur

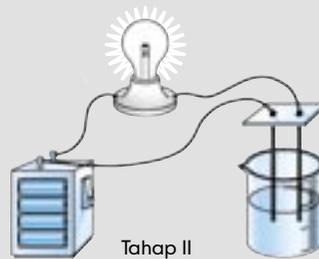
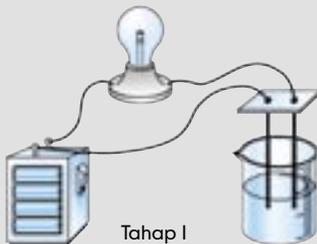
#### D. Langkah Percobaan

1. Lakukanlah percobaan ini dengan berkelompok dua atau tiga orang.
2. Buatlah pembagian kerja sebagai berikut. Dua orang bertugas melaksanakan percobaan. Satu orang bertugas mengamati hasil percobaan dan mencatatnya dalam tabel hasil percobaan.



abok.PIX

3. Untuk percobaan gejala-gejala hantaran arus listrik, ikuti langkah kerja berikut.
  - a. Siapkan sumber arus listrik yang akan digunakan dalam percobaan.
  - b. Buatlah rangkaian yang menghubungkan bola lampu dengan sumber arus listrik.
  - c. Isilah gelas beker dengan larutan yang akan diamati, kemudian masukkan batang karbon yang dipasang pada batang penyangga.
  - d. Susunlah rangkaian percobaan seperti gambar di bawah ini.



abok.PIX

- e. Masukkan larutan yang akan diamati dalam gelas beker yang dilengkapi kayu penyangga dan batang karbon.
- f. Hubungkan saklar dengan sumber arus, lalu amati apakah terjadi nyala pada bola lampu dan apakah timbul gelembung udara pada ujung batang karbon?
- g. Masukkan data pengamatan pada tabel hasil percobaan.
- h. Ulangi kegiatan tersebut dengan berbagai larutan yang berbeda.

#### WARNING

Cucilah batang karbon terlebih dahulu, sebelum digunakan pada larutan lain.

#### E. Hasil Percobaan

Isilah tabel di bawah ini berdasarkan hasil pengamatan.

Larutan	Gejala pada bola lampu		Gejala pada batang karbon	
	nyala	padam	ada gelembung	tidak ada gelembung
1. Air sumur				
2. Air sungai				
3. Garam dapur				
4. Cuka				
5. Gula				
6. Air kapur				
7. Alkohol				

## F. Pembahasan

Untuk memperjelas tujuan percobaan, jawablah pertanyaan berikut.

1. Sebutkan larutan-larutan yang menunjukkan gejala lampu menyala.
2. Sebutkan larutan-larutan yang menunjukkan gejala timbulnya gelembung pada ujung karbon.
3. Sebutkan larutan yang tidak memberikan gejala lampu menyala dan timbul gelembung pada ujung karbon.

## Khazanah

Natrium klorida (garam meja) adalah sebuah senyawa yang dapat menghantarkan listrik di dalam air atau dalam keadaan cair.

Cleave, 2003, hlm. 93

## G. Kesimpulan

Apa yang dapat disimpulkan dari percobaan ini? Diskusikan dengan kelompok kalian dan tuliskan dalam laporan kegiatan.

## Tip s

Dalam percobaan ini, kalian menggunakan larutan kapur, bukan? Bagaimanakah cara membuatnya? Ikutilah tips-tips berikut.

- Ambillah gamping di sekitar tempat tinggal kalian.
- Tambahkan air pada gamping.
- Aduklah larutan gamping tersebut.
- Larutan gamping tersebut bisa digunakan dalam percobaan ini karena merupakan larutan kapur.



Setelah melakukan percobaan, kalian dapat menemukan gejala lampu menyala dan muncul gelembung gas pada larutan yang telah dimasuki batang karbon. Gejala-gejala tersebut dapat dijadikan dasar penentuan hantaran arus listrik pada berbagai larutan.

Larutan yang dapat menghantarkan arus listrik ditandai dengan munculnya gelembung-gelembung gas pada batang karbon atau adanya nyala lampu.

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan, tentunya kalian dapat menentukan pelbagai larutan yang dapat menghantarkan listrik dan tidak dapat menghantarkan listrik, bukan? Agar kalian lebih mengetahui contoh-contoh larutan yang memiliki gejala-gejala tersebut, isilah tabel berikut.

## Tugas

Lakukan percobaan pada beberapa jenis larutan lain seperti yang kalian lakukan pada percobaan sebelumnya. Kemudian, amatilah gejala-gejala yang terjadi pada saat percobaan. Dari hasil percobaan, klasifikasikan jenis-jenis larutan yang memiliki gejala-gejala seperti yang tertera dalam tabel berikut.

Lampu menyala dan terdapat gelembung	Lampu tidak menyala, tetapi terdapat gelembung	Lampu tidak menyala dan tidak muncul gelembung



Kalian telah melakukan percobaan pada beberapa larutan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa larutan yang menunjukkan gejala lampu menyala dan timbul gelembung gas disebut **larutan elektrolit**, sedangkan larutan yang tidak menunjukkan gejala lampu menyala dan tidak muncul gelembung gas disebut **larutan non-elektrolit**.

Mengapa larutan bisa diklasifikasikan menjadi larutan elektrolit dan non-elektrolit? Apa saja contoh-contoh larutan elektrolit dan non-elektrolit? Simaklah penjelasan berikut, agar kalian lebih memahami konsep larutan elektrolit dan non-elektrolit.

### 1. Larutan Elektrolit

Elektrolit berasal dari kata dalam bahasa Yunani yang berarti 'pembawa listrik'. Larutan elektrolit dapat menghantarkan arus listrik karena mengandung ion-ion yang bergerak bebas. Ion-ion ini berperan menghantarkan arus listrik melalui larutan. Contoh larutan elektrolit adalah NaCl, HCl,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Pada larutan elektrolit yang dilengkapi elektroda dan rangkaian listrik, ion-ion negatifnya (anion) bergerak menuju elektroda yang bermuatan positif (anoda) dan melepaskan elektron. Sedangkan ion-ion positif (kation) bergerak menuju elektroda yang bermuatan negatif (katoda) dan mengambil elektron.

### 2. Larutan Non-elektrolit

Larutan non-elektrolit merupakan kebalikan dari larutan elektrolit. Larutan ini tidak mampu menghantarkan arus listrik karena pada saat berupa larutan, tidak ada ion-ion yang bergerak bebas di dalamnya.

Adapun jenis ikatan yang dimiliki oleh larutan non-elektrolit adalah ikatan kovalen. Ikatan kovalen terbentuk karena penggunaan bersama pasangan elektron. Ketika berada dalam larutan, senyawa kovalen tidak mengalami ionisasi, sehingga tidak ada ion-ion yang dapat menghantarkan arus listrik. Contoh larutan non-elektrolit adalah larutan gula, larutan urea, dan alkohol.

## Khazanah

Elektrolisis adalah proses yang menggunakan arus listrik untuk menghasilkan perubahan kimia. Air suling tidak menghantarkan listrik karena tidak mengandung ion. Keberadaan sejumlah kecil elektrolit seperti natrium klorida (NaCl) menjadikan larutan dapat menghantarkan listrik dan ikut serta dalam proses elektrolisis air.

Cleave, 2003, hlm. 93

## Khazanah

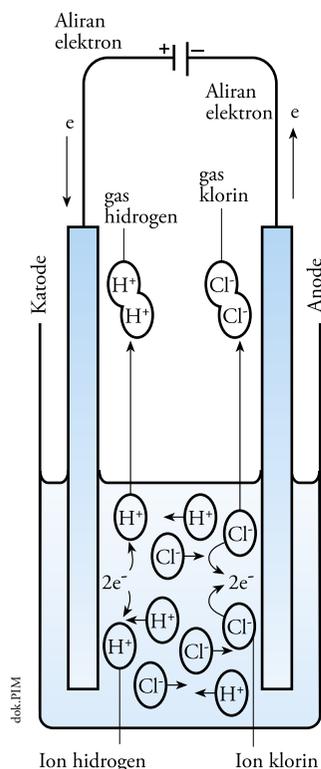
Larutan elektrolit pada aki menjaga agar tetap terjadi reaksi kimia antar elemen listrik sehingga terjadi fungsi penyimpanan listrik. Bila larutan elektrolit berkurang, elemen listrik pada aki bisa rusak dan tak berfungsi.

Sumber: www.kompas.com



Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

- Gejala-gejala apa saja yang dapat membuktikan bahwa suatu senyawa dapat menghantarkan listrik?
- Berilah contoh larutan-larutan yang dapat menghantarkan listrik.
- Apa yang dimaksud larutan elektrolit dan non-elektrolit?
- Mengapa larutan elektrolit dapat menghantarkan listrik?
- Jenis ikatan yang dimiliki oleh larutan non-elektrolit adalah ikatan kovalen. Mengapa senyawa kovalen tidak dapat menghantarkan listrik?



Gambar 6.1  
Proses elektrolisis

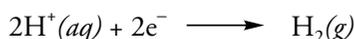
## B. Pengelompokan Larutan Elektrolit Berdasarkan Kemampuannya Menghantarkan Listrik

Kalian tentu masih ingat bahwa dalam larutan elektrolit terdapat ion-ion yang mampu menghantarkan arus listrik, bukan? Ion-ion itu terdapat dalam larutan karena senyawanya mengalami peruraian yang dikenal sebagai **proses ionisasi**. Nah, proses ionisasinya ada yang sempurna dan ada pula yang hanya sebagian. Contoh ionisasi sempurna dapat terjadi pada larutan HCl.

Ketika berada dalam larutan, HCl akan terurai menjadi ion  $H^+$  dan ion  $Cl^-$ . Reaksi ionisasi yang terjadi yaitu:



Ion-ion  $H^+$  akan bergerak menuju katoda, mengambil elektron, dan berubah menjadi gas hidrogen. Reaksi yang terjadi yaitu:



Sedangkan ion-ion  $Cl^-$  bergerak menuju anoda, melepaskan elektron, dan berubah menjadi gas klorin. Reaksi yang terjadi yaitu:



Jadi, arus listrik menguraikan HCl menjadi gas  $H_2$  dan gas  $Cl_2$ . Reaksi penguraian ini disebut **elektrolisis**. Untuk lebih jelasnya, perhatikan Gambar 6.1.

Selanjutnya, kalian akan mempelajari tentang besaran yang menandai kekuatan suatu elektrolit yang disebut **derajat ionisasi** ( $\alpha$ ). Besarnya derajat ionisasi dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$\alpha = \frac{\text{mol zat yang terionisasi}}{\text{mol zat yang dilarutkan}}$$

Berdasarkan tinggi rendahnya derajat ionisasi, kita dapat mengelompokkan larutan elektrolit menjadi larutan elektrolit kuat dan elektrolit lemah. Jika diberi arus listrik, larutan elektrolit yang memiliki daya han-

## Khazanah

Pada sel bahan bakar, elektrolit berfungsi memindahkan ion-ion yang terlibat dalam reaksi reduksi dan oksidasi. Elektrolit ini sangat berpengaruh pada kinerja kerja sel bahan bakar.

Sumber: www.kompas.com

tar listrik kuat akan menunjukkan gejala nyala lampu terang dan timbul gelembung gas. Larutan tersebut dinamakan **larutan elektrolit kuat**. Kuatnya daya hantar ini disebabkan ion-ion dalam larutan terionisasi sempurna dan memiliki derajat ionisasi sama dengan satu ( $\alpha = 1$ ). Contoh larutan elektrolit kuat, yaitu kelompok asam:  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$ , dan  $\text{HClO}_4$ ; basa:  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ , dan  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ; garam:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ , dan  $\text{MgCl}_2$ .

Jika diberi arus listrik, pada larutan elektrolit yang memiliki daya hantar listrik lemah hanya timbul gelembung-gelembung gas. Larutan tersebut dinamakan **elektrolit lemah**. Hal ini disebabkan ion-ion dalam larutan terionisasi sebagian. Jika diukur, derajat ionisasi elektrolit lemah berada di antara angka 0 dan 1 ( $0 < \alpha < 1$ ). Contoh larutan elektrolit lemah yaitu kelompok asam:  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , dan  $\text{HCN}$ , basa:  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , dan garam merkuri.

Agar kalian lebih mudah menentukan perbedaan larutan elektrolit kuat dan elektrolit lemah, perhatikan Tabel 6.1 berikut.

**Tabel 6.1 Perbedaan Larutan Elektrolit Kuat dan Lemah**

No	Elektrolit Kuat	Elektrolit Lemah
1	Dalam air, terionisasi sempurna ( $\alpha = 1$ )	Dalam air, terionisasi sebagian ( $0 < \alpha < 1$ )
2	Dalam larutan, tidak terdapat molekul zat terlarut	Dalam larutan, masih terdapat molekul zat terlarut
3	Ion dalam larutan berjumlah banyak	Ion dalam larutan berjumlah sedikit
4	Mempunyai daya hantar listrik kuat	Mempunyai daya hantar listrik lemah

Selanjutnya, untuk memperkuat pemahaman kalian terhadap materi yang telah dipelajari, kerjakan tugas berikut.

## Tugas

Ujilah beberapa larutan berikut, lalu lengkapilah dengan memberikan tanda  $\checkmark$  pada setiap kolom.

Larutan	Gejala		Jenis Larutan		
	Nyala Lampu	Gelembung	Elektrolit kuat	Elektrolit lemah	Non-elektrolit
Garam dapur					
Cuka					
$\text{Ba}(\text{OH})_2$					
$\text{NH}_4\text{OH}$					
Larutan gula					
Air ledeng					
Alkohol					



### Khazanah



**Svante August Arrhenius** (1859-1927) adalah penemu teori ion dalam larutan. Alumni Universitas Upsala ini meraih nobel pada tahun 1903. Hampir saja gelar doktornya tidak diberikan karena Arrhenius menerangkan tentang sifat larutan elektrolit dalam disertasinya tahun 1884.

Microsoft Encarta Premium 2006

15,000 Education Images

## Tips

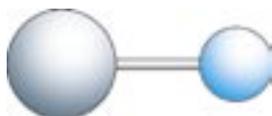
- Elektrolit kuat:  $\alpha = 1$   
(terionisasi sempurna)
- Elektrolit lemah:  
 $\alpha = 0 < \alpha < 1$   
(terionisasi sebagian)
- Non-elektrolit:  $\alpha = 0$

## C. Pengelompokan Larutan Elektrolit Berdasarkan Ikatannya

Larutan elektrolit dapat menghantarkan arus listrik karena terurai menjadi ion-ionnya. Larutan lain yang dapat menghantarkan listrik yaitu larutan yang terdiri atas senyawa kovalen polar atau senyawa ion. Mengapa kedua senyawa itu dapat menghantarkan arus listrik? Untuk mengetahui jawabannya, pahami penjelasan berikut.

### 1. Senyawa Kovalen Polar

**Senyawa kovalen polar** terjadi karena adanya penggunaan bersama pasangan elektron antara dua atom non-logam yang memiliki keelektronegatifan yang besar. Molekul-molekul senyawa kovalen polar dapat diuraikan oleh air membentuk ion positif dan ion negatif yang bergerak bebas sehingga dapat menghantarkan listrik. Larutan elektrolit jenis ini meliputi senyawa-senyawa asam, antara lain:



Gambar 6.2  
Molekul HCl

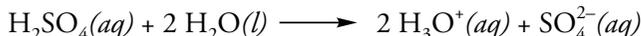
- a) Asam klorida (HCl)

Asam klorida terionisasi sesuai reaksi berikut.



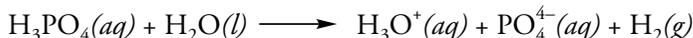
- b) Asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

Asam sulfat terionisasi sesuai reaksi berikut.



- c) Asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )

Asam fosfat terionisasi sesuai reaksi berikut.



Berdasarkan uraian di atas, kalian dapat mengambil kesimpulan bahwa senyawa kovalen polar dapat menghantarkan listrik. Lalu, bagaimana dengan lelehan senyawa kovalen polar? Ternyata, setelah diuji coba, diketahui bahwa lelehan senyawa kovalen polar tidak dapat menghantarkan listrik, karena molekul-molekulnya bersifat netral.

### 2. Senyawa Ion

**Senyawa ion** terdiri atas atom logam dan non-logam. Jika dilarutkan dalam air, ion-ion yang terikat kuat dalam zat padat akan lepas dan dapat bergerak bebas satu dengan yang lainnya. Dengan adanya ion-ion bebas inilah, maka larutan dapat menghantarkan listrik.

Kristal senyawa ion tidak dapat menghantarkan listrik, karena ion-ion tersebut tidak dapat bergerak bebas. Sementara itu, jika senyawa ion dipanaskan hingga meleleh, ion-ion tersebut dapat bergerak bebas sehingga lelehan senyawa ion juga dapat menghantarkan listrik. Larutan elektrolit jenis ini meliputi beberapa senyawa berikut, antara lain:

- a) Natrium klorida (NaCl)

Natrium klorida terionisasi sesuai reaksi berikut.



## Khazanah

Jumlah ion dalam suatu larutan berbanding langsung dengan kemampuan larutan menghantarkan listrik (konduktivitas). Jadi, semakin banyak jumlah ion, semakin kuat suatu larutan menghantarkan listrik.

Cleave, 2003, him. 93

- b) Magnesium hidroksida [Mg(OH)<sub>2</sub>]  
Magnesium hidroksida terionisasi sesuai reaksi berikut.  
$$\text{Mg(OH)}_2(aq) \longrightarrow \text{Mg}^{2+}(aq) + 2\text{OH}^-(aq)$$
- c) Aluminium hidroksida [Al(OH)<sub>3</sub>]  
Aluminium hidroksida terionisasi sesuai reaksi berikut.  
$$\text{Al(OH)}_3(aq) \longrightarrow \text{Al}^{3+}(aq) + 3\text{OH}^-(aq)$$

Penjelasan di atas sudah cukup menjawab keingintahuan kalian tentang senyawa elektrolit dan non-elektrolit, bukan? Sekarang, kerjakan soal-soal berikut.

## Uji Kompetensi



Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

- Berdasarkan tinggi rendahnya derajat ionisasi, larutan elektrolit dibedakan menjadi dua yaitu elektrolit kuat dan elektrolit lemah. Berilah penjelasan disertai contoh kedua larutan elektrolit tersebut.
- Jelaskan perbedaan elektrolit kuat dan elektrolit lemah.
- Mengapa senyawa ion jika dilarutkan dalam air dapat menghantarkan listrik, sedangkan kristal senyawa ion tidak dapat menghantarkan listrik?
- Mengapa lelehan senyawa kovalen polar tidak dapat menghantarkan listrik?
- Sebutkan senyawa apa saja yang termasuk senyawa kovalen polar dan senyawa ion.

## Diskusi



### TEKA-TEKI KIMIA

Carilah jawaban pertanyaan berikut dengan cara menyusun huruf-huruf yang tersedia dalam kotak. Agar kalian lebih mudah menemukan jawabannya, diskusikan dengan teman-teman kalian.

- Campuran homogen antara 2 zat atau lebih
- Larutan yang dapat menghantarkan listrik
- Penemu teori ion
- Contoh larutan elektrolit kuat
- Peristiwa terurainya suatu elektrolit menjadi ion
- Larutan elektrolit berupa senyawa kovalen polar dan senyawa ...
- Senyawa ... adalah senyawa yang tersusun dari atom atau gugus atom yang berikatan karena penggunaan bersama pasangan elektron
- Contoh larutan elektrolit lemah
- Asam sulfat termasuk elektrolit ...
- Contoh larutan non elektrolit

U	S	A	G	B	O	N	L	A	R	U	T	A	N	U	H
T	E	T	I	K	I	U	A	I	I	U	O	W	G	I	I
U	W	E	K	H	N	K	K	O	K	I	F	U	U	H	O
O	R	L	O	Z	K	L	U	N	K	O	J	A	L	M	P
G	D	E	R	A	J	A	T	I	O	N	I	S	A	S	I
L	J	K	K	U	O	N	E	S	V	L	K	A	N	K	K
I	K	T	R	T	I	P	N	A	A	U	S	M	G	B	O
A	R	R	H	E	N	I	U	S	L	P	K	A	K	L	E
T	I	O	L	R	J	O	M	I	E	O	L	S	K	J	S
I	K	L	J	L	W	N	L	E	N	T	W	E	I	U	P
T	L	I	K	A	T	I	O	N	D	R	F	T	T	L	A
E	O	T	M	R	G	A	R	A	M	D	A	A	U	R	S
E	P	F	K	U	A	T	P	U	K	D	K	T	P	I	T
N	W	V	F	T	P	R	K	K	F	G	O	W	I	H	I

## Rangkuman

1. Larutan merupakan campuran homogen dua zat atau lebih.
2. Larutan dibagi menjadi dua, yaitu:
  - a. Larutan yang mampu menghantarkan arus listrik disebut larutan elektrolit, contoh:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
  - b. Larutan yang tidak mampu menghantarkan arus listrik disebut larutan non-elektrolit, contoh: larutan gula, larutan glukosa, dan larutan urea.
3. Gejala-gejala yang terjadi pada larutan elektrolit yaitu nyala lampu terang dan muncul gelembung-gelembung gas.
4. Gejala-gejala yang terjadi pada larutan non-elektrolit yaitu lampu tidak menyala dan tidak muncul gelembung-gelembung gas.
5. Larutan elektrolit mampu menghantarkan arus listrik karena mengandung ion-ion yang bergerak bebas. Ion-ion ini berperan menghantarkan arus listrik melalui larutan.
6. Larutan elektrolit berupa:
  - a. Senyawa ion (senyawa yang terurai menjadi ion-ion penyusunnya, ketika berada dalam air)
  - b. Senyawa kovalen polar (senyawa yang terbentuk dari dua atom yang saling berikatan karena adanya perpindahan elektron dari satu atom ke atom yang lain), contoh:  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , dan  $\text{HNO}_3$  sedangkan pada senyawa ion, contoh:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KBr}$ , dan  $\text{KCl}$ .
7. Berdasarkan kekuatan daya hantar listriknya, senyawa ion dibedakan menjadi:
  - a. Elektrolit kuat, misalnya  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ , dan  $\text{MgCl}_2$
  - b. Elektrolit lemah, misalnya  $\text{HgCl}_2$
8. Berdasarkan kekuatan daya hantar listriknya, senyawa kovalen polar dibedakan menjadi:
  - a. Elektrolit kuat, misalnya  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ , dan  $\text{HCl}$
  - b. Elektrolit lemah, misalnya  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan  $\text{H}_3\text{PO}_4$



## Glosarium

**Derajat ionisasi** Besaran yang menyatakan kekuatan suatu elektrolit

**Keelektronegatifan** Kemampuan suatu atom untuk menarik pasangan elektron dalam suatu ikatan

**Larutan elektrolit** Larutan yang dapat menghantarkan arus listrik

**Larutan non elektrolit** Larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik

**Proses ionisasi** Peristiwa terurainya suatu elektrolit menjadi ion

**Senyawa kovalen polar** Senyawa yang terbentuk dari penggunaan bersama pasangan elektron oleh dua atom berikatan yang memiliki perbedaan keelektronegatifan

**Senyawa ion** Senyawa yang terbentuk dari dua atom yang saling berikatan karena adanya perpindahan elektron dari satu atom ke atom lain



**A** Pilihlah jawaban yang tepat.

- Jika dilarutkan dalam air, larutan elektrolit akan terurai menjadi ....
  - ion-ion
  - kation dan anion
  - atom-atom
  - molekul-molekul
  - gas-gas tertentu

- Diketahui data hasil uji daya hantar listrik beberapa larutan berikut.

Larutan	Lampu	Gelembung gas
1	Menyala	Ada
2	Redup	Ada
3	Tidak menyala	Tidak ada
4	Tidak menyala	Ada

Yang termasuk larutan elektrolit adalah larutan nomor ....

- 1 dan 2
  - 1, 2, dan 3
  - 1, 2, dan 4
  - 2 dan 4
  - 2, 3, dan 4
- Perhatikan macam-macam larutan berikut.
    - larutan garam
    - larutan gula
    - larutan cuka
    - larutan air sungai
    - larutan alkohol

Dari data di atas, yang termasuk larutan elektrolit dan non-elektrolit adalah larutan nomor ....

- 1 dan 3
- 1 dan 5
- 2 dan 4

- 2 dan 5
- 3 dan 4

- Larutan yang termasuk larutan elektrolit adalah ....

- larutan urea
- larutan asam asetat
- larutan glukosa
- larutan gula
- alkohol

- Rangkaian alat uji larutan elektrolit membuktikan bahwa larutan urea merupakan larutan non-elektrolit karena ....

- tidak ada nyala lampu, tetapi terdapat gelembung gas pada batang besi
- ada nyala lampu dan terdapat gelembung gas pada batang besi
- tidak ada nyala lampu dan tidak terdapat gelembung gas pada batang besi
- ada nyala lampu, tetapi tidak terdapat gelembung gas pada batang besi
- tidak ada nyala lampu dan tidak terdapat gelembung gas pada batang besi

- Perhatikan data percobaan daya hantar listrik dari beberapa sumber berikut.

Jenis Air	Lampu	Gelembung Gas
Sumur	Redup	Ada
Laut	Redup	Ada
Danau	Tidak Menyala	Ada
Ledeng	Tidak Menyala	Ada

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa ....

- air sumur bersifat elektrolit
- air laut merupakan elektrolit kuat

- C. air danau bersifat non-elektrolit  
 D. ada air yang bersifat elektrolit dan non-elektrolit  
 E. semua air dari berbagai sumber bersifat elektrolit
7. Pengujian terhadap larutan HCl menunjukkan gejala nyala terang lampu dan timbulnya gelembung pada ujung kabel listrik. Gejala tersebut menunjukkan bahwa larutan HCl merupakan ....  
 A. penghantar listrik yang baik  
 B. penghantar listrik yang kurang baik  
 C. bukan penghantar listrik  
 D. senyawa ion  
 E. senyawa kovalen
8. Bila diuji dengan alat penguji elektrolit, larutan cuka dan garam dapur menunjukkan gejala ....  
 A. nyala lampu terang dan gelembung pada batang besi  
 B. nyala lampu tidak terang dan tidak ada gelembung pada batang besi  
 C. nyala lampu tidak terang dan gelembung pada batang besi  
 D. nyala lampu terang  
 E. gelembung pada batang besi
9. Larutan berikut yang merupakan larutan elektrolit lemah adalah ....  
 A. larutan garam  
 B. larutan asam sulfat  
 C. larutan asam cuka  
 D. larutan kalium klorida  
 E. larutan natrium hidroksida
10. Larutan yang dapat menghantarkan listrik paling baik adalah larutan ....  
 A. gula 1 M  
 B. asam cuka 0,1 M  
 C. asam cuka 1 M  
 D. natrium hidroksida 0,1 M  
 E. natrium hidroksida 1 M

11. Perhatikan data hasil uji daya hantar listrik beberapa larutan berikut.

Larutan	Lampu	Gelembung Gas
P	Tidak menyala	Ada
Q	Menyala	Ada
R	Tidak menyala	Ada
S	Menyala	Ada

Dari data tersebut, yang termasuk larutan elektrolit kuat adalah larutan ....

- A. P dan S  
 B. P dan Q  
 C. Q dan S  
 D. R dan P  
 E. R dan S
12. Larutan yang mempunyai daya hantar listrik paling lemah adalah ....  
 A. 0,1 M asam asetat  
 B. 0,1 M asam sulfat  
 C. 0,1 M natrium asetat  
 D. 0,1 M natrium hidroksida  
 E. 0,1 M kalium klorida
13. Diketahui data hasil eksperimen daya hantar listrik beberapa larutan berikut.

Larutan	Lampu	Gelembung Gas
1	–	+
2	+	+
3	–	+
4	–	–
5	–	+
6	–	–

Dari data di atas, yang termasuk larutan elektrolit lemah adalah larutan nomor ....

- A. 1, 2, dan 3  
 B. 1, 3, dan 5  
 C. 2, 3, dan 4  
 D. 2, 4, dan 6  
 E. 4, 5, dan 6

14. Larutan elektrolit berupa senyawa ....
- ion
  - kovalen polar
  - kovalen koordinasi
  - ion dan kovalen
  - ion dan kovalen polar
15. Larutan elektrolit yang termasuk senyawa ion adalah ....
- HCl
  - NaCl
  - HNO<sub>3</sub>
  - H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
  - CH<sub>3</sub>COOH
16. Perhatikan macam-macam larutan elektrolit berikut.
- NaCl
  - HNO<sub>3</sub>
  - H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
  - KCl
  - Air sumur
  - Asam cuka
- Yang termasuk senyawa kovalen polar adalah larutan nomor ....
- 1, 2, dan 3
  - 1, 3, dan 5
  - 1, 4, dan 6
  - 2, 3, dan 4
  - 2, 3, dan 6
17. Lelehan senyawa kovalen polar tidak dapat menghantarkan listrik karena ....
- molekul-molekulnya bersifat asam
  - molekul-molekulnya bersifat basa
  - molekul-molekulnya netral
  - ion-ionnya tidak dapat bergerak bebas
  - lelehannya terlalu padat
18. Pasangan larutan non-elektrolit pada pelbagai larutan berikut yaitu ....
- larutan garam dapur dan larutan gula
  - larutan garam dapur dan larutan cuka makan
  - larutan cuka makan dan larutan teh

- larutan gula dan larutan teh
  - larutan gula dan larutan cuka makan
19. Senyawa-senyawa berikut yang dapat terionisasi sempurna adalah ....
- HBr
  - CH<sub>3</sub>COOH
  - H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
  - H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>
  - NH<sub>4</sub>OH
20. Suatu elektrolit lemah (NH<sub>4</sub>OH) sebanyak 0,1 mol mengalami reaksi ionisasi sebagian dengan harga  $\alpha = 4\%$ , maka NH<sub>4</sub>OH yang terionisasi adalah sebesar ... mol.
- 0,004
  - 0,04
  - 0,4
  - 4
  - 40

**B** Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

- Sebutkan gejala-gejala yang timbul pada rangkaian alat uji larutan elektrolit untuk menguji senyawa berikut.
  - C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> tidak mempunyai daya hantar arus listrik.
  - NH<sub>4</sub>OH mempunyai daya hantar arus listrik yang lemah.
  - NaOH mempunyai daya hantar arus listrik yang kuat.
- Sebutkan 3 perbedaan larutan elektrolit dan larutan non-elektrolit.
- Apakah yang dimaksud dengan elektrolisis? Jelaskan jawaban kalian.
- Mengapa NaCl dalam bentuk padat tidak menghantarkan listrik?
- Larutan gula tidak dapat menghantarkan arus listrik. Jelaskan alasannya.
- Proses ionisasi pada larutan HCl merupakan ionisasi sempurna. Jelaskan proses ionisasi pada larutan HCl.

7. Dua elektroda A dimasukkan ke dalam larutan cuka, dan dua elektroda B dimasukkan ke dalam larutan garam. Jika dialiri listrik, mengapa pada elektroda A timbul sedikit gelembung gas dan lampu tidak menyala, sedangkan pada elektroda B timbul banyak gelembung gas dan lampu menyala terang?
8. Berdasarkan kekuatan daya hantar listrik yang dimilikinya, senyawa kovalen polar dibedakan menjadi dua. Jelaskan secara singkat.
9. Senyawa HBr merupakan suatu senyawa kovalen. Mengapa senyawa HBr juga termasuk elektrolit kuat?
10. Seorang anak melakukan percobaan dengan melarutkan 0,2 mol asam asetat dalam air. Dari hasil percobaan dihasilkan 0,4 mol asam asetat yang terionisasi. Tentukan harga  $\alpha$ .

# B a b VII

## Reaksi Oksidasi dan Reduksi



dekk.P1M

Barangkali kalian semua pernah menjumpai fenomena korosi (perkaratan) pada bangunan maupun peralatan yang memakai komponen logam seperti seng, tembaga, dan besi-baja. Atap rumah dari seng dapat mengalami kebocoran karena terkena korosi. Jembatan dari baja juga menjadi rapuh karena korosi. Selain pada perkakas logam ukuran besar, korosi juga dapat terjadi pada komponen-komponen peralatan elektronik yang terbuat dari logam.

Korosi merupakan fenomena kimia pada bahan-bahan logam. Pada dasarnya, korosi adalah reaksi perubahan logam menjadi ion. Korosi terjadi pada permukaan logam yang mengadakan kontak langsung dengan oksigen dan lingkungan berair. Sehingga dapat dikatakan bahwa peristiwa korosi merupakan reaksi oksidasi. Bagaimana konsep reaksi oksidasi? Kalian akan menemukan jawabannya dengan memahami bab ini.

## Kata Kunci

- Reaksi Oksidasi
- Reaksi Reduksi
- Bilangan Oksidasi
- Reaksi Autoreduksi
- Tata Nama Senyawa
- Senyawa Biner
- Lumpur Aktif



Peristiwa korosi merupakan salah satu contoh reaksi oksidasi karena melibatkan penggunaan oksigen. Sementara itu, jika pada suatu reaksi terjadi pelepasan oksigen, reaksi tersebut dinamakan reaksi reduksi. Seiring dengan perkembangan teknologi, konsep reaksi oksidasi dan reduksi mengalami perluasan makna. Jadi, konsep reaksi oksidasi reduksi selain dapat ditinjau dari pelepasan dan pengikatan oksigen, juga dapat ditinjau dari pelepasan dan pengikatan elektron, serta peningkatan dan penurunan bilangan oksidasi.

Dengan memahami konsep reaksi oksidasi reduksi, diharapkan kalian akan memiliki kemampuan dalam menentukan zat yang berperan sebagai oksidator dan reduktor, menentukan bilangan oksidasi atom dalam senyawa atau ion, menerapkan konsep reaksi oksidasi reduksi dalam memecahkan masalah lingkungan, dan memberi nama senyawa sesuai aturan IUPAC.

### A. Pengertian dan Perkembangan Reaksi Reduksi dan Oksidasi (Redoks)

Reaksi redoks banyak kita temukan dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya ketika bahan makanan masuk ke dalam tubuh kita, lalu bereaksi dengan oksigen yang kita hirup sehingga menghasilkan energi. Energi tersebut kita gunakan untuk berpikir, membaca, belajar, dan melakukan banyak hal. Beberapa peran penting oksigen dalam kehidupan kita yaitu:

- Kendaraan bermotor dapat berjalan karena bahan bakarnya bereaksi dengan oksigen.
- Aktivitas memasak di dapur lancar dengan adanya bahan bakar elpiji atau minyak tanah yang bereaksi dengan oksigen.
- Lilin dapat kita nyalakan untuk penerangan.
- Sampah dapat kita bakar sehingga kita terbebas dari bakteri.

Selain menguntungkan makhluk hidup, oksigen juga dapat merugikan manusia, misalnya oksigen menyebabkan:

- Korosi pada kendaraan bermotor
- Alat-alat rumah tangga berkarat
- Pagar besi menjadi keropos
- Minyak goreng menjadi tengik atau rancid, semua terjadi karena adanya reaksi oksidasi oleh oksigen.

Selanjutnya, bagaimanakah perkembangan reaksi redoks? Apakah terjadi perubahan konsep reaksi redoks seiring dengan perubahan waktu? Simaklah penjelasan berikut.

#### 1. Perkembangan Konsep Reaksi Redoks

Konsep reaksi oksidasi dan reduksi mengalami beberapa perubahan makna. Pada awalnya, reduksi diartikan sebagai reaksi pelepasan oksigen dan oksidasi diartikan sebagai reaksi pengikatan oksigen. Dalam perkembangannya, **reaksi redoks** mengalami perubahan makna, yaitu reaksi



Gambar 7.1  
Contoh peranan oksigen dalam kehidupan.

perpindahan elektron atau transfer elektron. Konsep ini disebut juga teori pelepasan dan pengikatan elektron. Pada akhirnya, redoks diartikan sebagai reaksi perubahan bilangan oksidasi. Bagaimanakah perkembangan reaksi redoks lebih jauh? Simaklah penjelasan berikut.

### a. Reaksi Pelepasan dan Pengikatan Oksigen

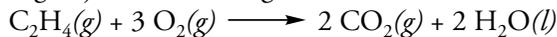
Reaksi redoks diartikan sebagai reaksi pelepasan dan pengikatan oksigen. Bagaimana kalian bisa menentukan bahwa suatu reaksi melepas dan mengikat oksigen? Amati beberapa contoh reaksi yang mengikat oksigen berikut.

#### 1) Pembakaran Sampah

Sampah rumah tangga yang bertumpuk, apabila tidak dibakar atau didaur ulang, tentu akan membusuk dan menimbulkan bencana besar. Sebab bakteri tumbuh subur dan menyebarkan berbagai macam penyakit.

Pada umumnya, sampah rumah tangga berupa plastik, kertas, daun, dan sisa-sisa makanan. Jika sampah dibakar, maka terbentuk asap dan gas lain yang berbahaya. Kita bisa mengambil contoh pembakaran sampah plastik. Pembakaran plastik menghasilkan gas  $\text{CO}_2$  yang sangat berbahaya karena dapat menaikkan suhu bumi.

Bahan dasar plastik berupa etena, vinil klorida, etena dan lain-lain. Jika dibakar, etena ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ) berubah menjadi gas  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut.



Reaksi di atas merupakan reaksi oksidasi karena melibatkan pengikatan oksigen. Pada saat dibakar, etena bereaksi dengan oksigen. Hal ini menunjukkan bahwa dalam peristiwa pembakaran sampah plastik terjadi reaksi redoks.

#### 2). Pembakaran Lilin

Lilin terdiri dari parafin padat yang berwarna putih dan sumbu berupa sehelai benang yang terbuat dari selulosa. Saat dibakar, sumbu lilin berubah menjadi hitam dan warna putih dari parafin seolah-olah hilang begitu saja. Selain itu, terdapat cairan di bagian atas lilin.

Peristiwa pembakaran lilin merupakan hal yang sudah biasa kalian perhatikan, bukan? Tahukah kalian bahwa peristiwa tersebut juga merupakan reaksi redoks? Pada reaksi ini, apakah terjadi pengikatan ataukah pelepasan oksigen? Simaklah penjelasan berikut.

Bagian sumbu lilin terdiri dari selulosa. Selain terdapat pada lilin, selulosa juga terdapat pada kayu, kertas, dan kapas. Rumus umum selulosa yaitu  $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m$ . Apabila selulosa bereaksi dengan oksigen, reaksi yang terjadi adalah:



Reaksi tersebut merupakan reaksi redoks yang melibatkan oksigen. Pada saat lilin dibakar, selulosa bereaksi dengan oksigen sehingga terjadi pengikatan oksigen.



**Gambar 7.2**  
Pada proses pembakaran sampah terjadi pelepasan gas  $\text{CO}_2$  yang mengakibatkan naiknya suhu bumi.

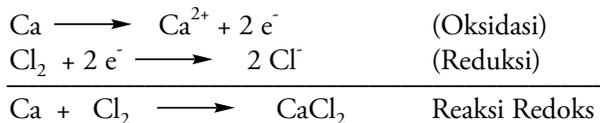
## Khazanah

Pembakaran dinyatakan sebagai reaksi suatu zat dengan oksigen yang disertai dengan pelepasan energi (seperti panas) dalam jumlah tertentu. Agar terjadi pembakaran, umumnya harus ada tiga hal, yaitu: bahan bakar (zat yang akan menghasilkan energi), pengoksidasi (sumber oksigen), dan perangsang pembakaran (sumber energi yang akan menaikkan suhu bahan bakar sehingga dapat menyalakan api).

Cleave, 2003, hlm. 160



Demikian halnya dengan reaksi redoks. Elektron yang dilepas suatu spesi, dalam waktu yang bersamaan diterima oleh spesi yang lain. Meskipun kita tidak melihat elektronnya berpindah, namun kita dapat mengamati perubahan pada kedua spesi tersebut. Perhatikan contoh reaksi pelepasan dan penerimaan elektron berikut.



Dari reaksi di atas, kita mengetahui bahwa atom Ca melepaskan 2 elektron. Kemudian, 2 elektron tersebut ditangkap oleh atom Cl. Jadi, atom Ca mengalami reaksi oksidasi karena melepaskan elektronnya. Oleh karena itu, atom Ca disebut sebagai **reduktor**. Sementara itu, atom Cl mengalami reaksi reduksi karena mengikat elektron dari atom Ca. Maka, atom Cl disebut sebagai **oksidator**.

Perbedaan konsep reaksi oksidasi dan reduksi berdasarkan pelepasan dan pengikatan elektron dapat kalian perhatikan pada persamaan reaksi di atas. Reaksi oksidasi bisa ditandai dengan adanya elektron di ruas kanan, sedangkan pada reaksi reduksi, elektron terletak di ruas kiri.

Penjelasan tentang reaksi oksidasi dan reduksi di atas sudah dapat dipahami, bukan? Kerjakan tugas berikut, agar kalian lebih menguasai konsep redoks.



**Gambar 7.4**  
Ibarat dua orang ini, antaratom pun berinteraksi dengan saling memberi dan menerima elektron.

## Tugas

Perhatikan reaksi di bawah ini.



Dari reaksi di atas, tentukan atom yang berperan sebagai oksidator dan reduktor. Berilah penjelasan singkat. Setelah menjawab soal-soal di atas, konsultasikan dengan guru kalian agar kalian mendapatkan jawaban yang lebih tepat.



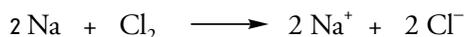
### c. Konsep Bilangan Oksidasi

Penentuan oksidator dan reduktor dari penjelasan di atas dilakukan berdasarkan konsep pelepasan atau pengikatan oksigen dan elektron. Selanjutnya, kalian akan mempelajari tentang penentuan oksidator dan reduktor berdasarkan kenaikan dan penurunan bilangan oksidasi.

**Bilangan oksidasi** atau tingkat oksidasi adalah bilangan yang menyatakan jumlah elektron suatu unsur yang terlibat dalam pembentukan ikatan. Penentuan biloks tiap-tiap unsur merupakan kesepakatan para

ahli untuk mempermudah mempelajari konsep-konsep redoks. Lantas, bagaimana cara menentukan bilangan oksidasi tiap-tiap unsur jika berada dalam keadaan bebas maupun terikat dalam senyawa?

Perhatikan sistem periodik unsur. Unsur-unsur logam dalam sistem periodik unsur mempunyai bilangan oksidasi positif, sedangkan unsur-unsur non logam mempunyai bilangan oksidasi negatif. Penentuan besarnya bilangan oksidasi dapat ditentukan berdasarkan rumus Lewis. Perhatikan reaksi berikut.



Unsur Na memiliki nomor atom 11, sehingga konfigurasi elektronnya adalah 2, 8, dan 1. Dari konfigurasi elektron tersebut, kita dapat mengetahui bahwa unsur Na memiliki 1 elektron pada kulit terluar. Untuk mencapai kestabilan atom, maka unsur Na harus melepaskan 1 elektron terluarnya. Oleh karena itu, unsur Na menjadi bermuatan +1 atau  $\text{Na}^+$ .

Sementara itu, unsur Cl mempunyai nomor atom 17, sehingga konfigurasi elektronnya adalah 2, 8, dan 7. Dari konfigurasi elektron tersebut, kita mengetahui bahwa unsur Cl memiliki 7 elektron pada kulit terluar. Untuk mencapai kestabilan atom, maka unsur Cl harus menangkap 1 elektron. Oleh karena itu, unsur Cl menjadi bermuatan -1 atau  $\text{Cl}^-$ .

Perhatikan unsur-unsur sebelum reaksi dan sesudah reaksi pada contoh reaksi di atas. Unsur Na sebelum reaksi memiliki bilangan oksidasi 0, sedangkan unsur Na sesudah reaksi memiliki bilangan oksidasi +1. Jadi, unsur Na mengalami kenaikan bilangan oksidasi dari 0 menjadi +1, sehingga pada unsur Na terjadi reaksi oksidasi dan unsur Na berperan sebagai reduktor.

Unsur Cl sebelum reaksi memiliki bilangan oksidasi 0, sedangkan unsur Cl sesudah reaksi memiliki bilangan oksidasi -1. Jadi, unsur Cl mengalami penurunan bilangan oksidasi dari 0 menjadi -1, sehingga pada unsur Cl terjadi reaksi reduksi dan unsur Cl berperan sebagai oksidator.

Apakah kalian sudah memahami konsep reaksi redoks berdasarkan kenaikan dan penurunan bilangan oksidasi? Untuk meningkatkan pemahaman terhadap konsep redoks di atas, kerjakan rubrik *Tugas* berikut.

## Tugas

Perhatikan reaksi-reaksi berikut, lalu tentukan reaksi yang termasuk reaksi oksidasi dan reduksi, dan tentukan juga oksidator dan reduktor dari tiap-tiap reaksi.

- $\text{Ca} \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{e}$
- $\text{F} + \text{e} \longrightarrow \text{F}^-$
- $2 \text{Ag} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2 \text{AgCl}$
- $\text{Cu} + \text{NO}_3^- \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{NO}$



Kalian telah mempelajari konsep redoks melalui contoh-contoh reaksi di atas. Bagaimana konsep redoks dalam percobaan yang kalian amati secara langsung? Temukan jawabannya dengan melakukan aktivitas berikut.

### A. Dasar Teori

Kita sering menjumpai berbagai peristiwa yang merupakan reaksi redoks. Pernahkah kalian memperhatikan paku berkarat? Karat pada paku terjadi karena peristiwa oksidasi. Peristiwa tersebut disebabkan adanya reaksi logam dengan oksigen.

Beberapa jenis logam tidak mengalami korosi (perkaratan) seperti yang terjadi pada paku. Misalnya, sendok yang terbuat dari stainless steel. Logam biasa berbeda dengan stainless steel. Permukaan pada logam biasa tidak dilindungi apapun, sehingga mudah bereaksi dengan oksigen dan membentuk lapisan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang terus menerus bertambah seiring waktu. Lapisan inilah yang sering disebut "karat".

### B. Tujuan Percobaan

Membuktikan terjadinya reaksi redoks dalam suatu percobaan

### C. Alat dan Bahan Percobaan

1. Alat percobaan
  - a. Gelas kimia 200 mL sejumlah 2 buah
  - b. Gelas ukur 25 mL sejumlah 2 buah
  - c. Penjepit kayu sejumlah 2 buah

### E. Hasil Percobaan

Silahkan tabel di bawah ini berdasarkan hasil pengamatan.

Percobaan	Jenis Larutan	Warna Logam sebelum Dichelupkan ke Dalam Larutan	Warna Logam setelah Dichelupkan ke Dalam Larutan
1	$\text{CuSO}_4$	...	...
2	$\text{MgSO}_4$	...	...

### 2. Bahan Percobaan

- a. 25 mL larutan  $\text{CuSO}_4$  0,1 M
- b. 25 mL larutan  $\text{MgSO}_4$  0,1 M
- c. Logam Mg  $\pm$  10 cm
- d. Logam Cu  $\pm$  10 cm

### D. Langkah Percobaan

1. Lakukanlah percobaan ini dengan berkelompok dua atau tiga orang.
2. Buatlah pembagian kerja sebagai berikut. Dua orang bertugas melaksanakan percobaan. Satu orang bertugas mengamati hasil percobaan dan mencatatnya dalam tabel hasil percobaan.
3. Untuk percobaan reaksi redoks, ikuti langkah kerja berikut.
  - a. Siapkan 2 buah gelas kimia 200 mL.
  - b. Masukkan larutan  $\text{CuSO}_4$  dalam gelas kimia I dan masukkan juga larutan  $\text{MgSO}_4$  dalam gelas kimia II.
  - c. Amplaslah logam Mg dan logam Cu, lalu jepit logam Mg pada ujung penjepit I. Sementara itu, jepit logam Cu pada ujung penjepit II. Masukkan logam Mg ke dalam larutan  $\text{CuSO}_4$  dan masukkan juga logam Cu ke dalam larutan  $\text{MgSO}_4$ .
  - d. Amati perubahan yang terjadi selama reaksi berlangsung.

## Khazanah

Stainless steel terdiri dari besi, krom, mangan, silikon, karbon, dan nikel dalam jumlah yang cukup banyak. Elemen-elemen ini bereaksi dengan oksigen yang ada di air dan udara sehingga membentuk sebuah lapisan sangat tipis dan stabil. Lapisan tersebut mengandung produk dari proses korosi yaitu metal oksida dan hidroksida.

id.wikipedia.org

## F. Pembahasan

Untuk memperjelas tujuan percobaan, jawablah pertanyaan berikut.

1. Apakah terdapat perbedaan pada ujung kedua logam pada percobaan I dan II? Jelaskan alasannya.
2. Tuliskan persamaan reaksi yang terjadi pada percobaan I dan II.

## G. Kesimpulan

Apa kesimpulan dari percobaan ini? Diskusikan dengan teman-teman kalian, lalu tuliskan dalam laporan kegiatan dan presentasikan di depan teman-teman.



## 2. Penentuan Bilangan Oksidasi

Kalian sudah mempelajari konsep redoks berdasarkan kenaikan dan penurunan bilangan oksidasi pada penjelasan di atas. Bagaimana cara menentukan besarnya bilangan oksidasi tiap-tiap unsur dalam keadaan bebas maupun terikat pada senyawa? Adakah aturan-aturan tertentu dalam penentuan bilangan oksidasi?

Penentuan bilangan oksidasi dari tiap-tiap unsur mengikuti aturan berikut.

- a. Unsur-unsur bebas (Na, Cu, dan Ag), molekul dwi atom ( $H_2$ ,  $N_2$ , dan  $O_2$ ), molekul poli atom ( $S_8$  dan  $P_4$ ), dan molekul netral ( $H_2O$ ,  $HNO_3$ , dan  $KOH$ ) memiliki bilangan oksidasi = 0.
- b. Bilangan oksidasi logam golongan I A (logam alkali: Li, Na, K, Rb, dan Cs) dalam senyawa selalu +1.  
Misalnya: atom Na dalam  $NaCl$ , bilangan oksidasi Na = +1.
- c. Bilangan oksidasi logam golongan II A (alkali tanah: Be, Mg, Ca, Sr, dan Ba) dalam senyawa selalu +2. Misalnya: atom Ca dalam  $Ca(OH)_2$ , bilangan oksidasi Ca = +2.
- d. Bilangan oksidasi ion dari suatu atom sama dengan muatan ionnya.  
Misalnya:  
Bilangan oksidasi  $Na^+$  = +1  
Bilangan oksidasi  $Ca^{2+}$  = +2  
Bilangan oksidasi  $Fe^{3+}$  = +3  
Bilangan oksidasi  $Cl^-$  = -1  
Bilangan oksidasi  $SO_3^{2-}$  = -2  
Bilangan oksidasi  $PO_4^{3-}$  = -3
- e. Bilangan oksidasi atom H dalam senyawa adalah +1, kecuali pada senyawa hidrida ( $NaH$  dan  $CaH_2$ ), bilangan oksidasi H = -1.
- f. Bilangan oksidasi atom O dalam senyawa adalah -2, kecuali pada senyawa peroksida ( $H_2O_2$ ), bilangan oksidasi O = -1, sedangkan pada senyawa superoksida ( $KO_2$ ), bilangan oksidasi O =  $-\frac{1}{2}$ . Sementara itu, bilangan oksidasi atom O dalam senyawa  $OF_2$  adalah +2.
- g. Jumlah total bilangan oksidasi (biloks) atom dalam senyawa adalah 0, sedangkan jumlah total bilangan oksidasi atom dalam ion adalah sama dengan muatan ion tersebut.

## Contoh

Tentukan bilangan oksidasi dari:

- logam magnesium
- ion magnesium
- atom S dalam  $\text{H}_2\text{S}$
- atom Mn dalam  $\text{KMnO}_4$

**Jawab:**

- biloks logam magnesium = 0.
- biloks ion magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) = +2.
- biloks  $\text{H}_2\text{S}$  = 0  
 $(\text{biloks H} \times 2) + (\text{biloks S} \times 1) = 0$   
 $(1 \times 2) + \text{biloks S} = 0$   
 $2 + \text{biloks S} = 0$   
 $\text{Biloks S} = 0 - 2$

Jadi, biloks S = -2.

- biloks  $\text{KMnO}_4$  = 0  
 $(\text{biloks K} \times 1) + (\text{biloks Mn} \times 1) + (\text{biloks O} \times 4) = 0$   
 $(1 \times 1) + (\text{biloks Mn}) + (-2 \times 4) = 0$   
 $1 + \text{biloks Mn} - 8 = 0$   
 $\text{biloks Mn} = +8 - 1$

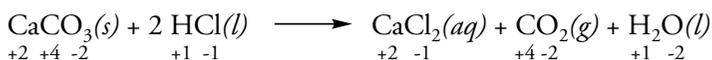
Jadi, biloks Mn = +7.

### 3. Reaksi Redoks dan Non-redoks

Konsep reaksi redoks yang telah kalian pelajari berdasarkan kenaikan dan penurunan bilangan oksidasi. Jadi, dalam reaksi tersebut terjadi perubahan bilangan oksidasi. Lalu, mungkinkah dalam suatu reaksi tidak terjadi perubahan bilangan oksidasi? Berdasarkan ada atau tidaknya perubahan bilangan oksidasi, reaksi redoks dibagi menjadi 2, yaitu:

#### a. Reaksi Metatesis (Non-redoks)

Yaitu suatu reaksi di mana tidak terjadi perubahan bilangan oksidasi pada unsur-unsurnya. Contoh reaksi non-redoks adalah:



Pada reaksi di atas tidak terjadi perubahan bilangan oksidasi pada semua unsur. Bilangan oksidasi unsur Ca sebelum dan sesudah reaksi adalah +2. Begitu pula bilangan oksidasi unsur Cl sebelum dan sesudah reaksi adalah -1.

#### b. Reaksi Redoks

Yaitu suatu reaksi di mana terjadi perubahan bilangan oksidasi pada unsur-unsurnya. Contoh reaksi redoks adalah sebagai berikut.



Unsur Mg sebelum reaksi memiliki bilangan oksidasi 0, sedangkan unsur Mg sesudah reaksi memiliki bilangan oksidasi +2. Jadi, unsur Mg mengalami kenaikan bilangan oksidasi dari 0 menjadi +2, sehingga pada unsur Mg terjadi reaksi oksidasi dan unsur Mg berperan sebagai reduktor.

Unsur H sebelum reaksi memiliki bilangan oksidasi +1, sedangkan unsur H sesudah reaksi memiliki bilangan oksidasi 0. Jadi, unsur H mengalami penurunan bilangan oksidasi dari +1 menjadi 0, sehingga pada senyawa HCl terjadi reaksi reduksi dan senyawa HCl berperan sebagai oksidator.

## Tugas

Tentukan biloks senyawa-senyawa berikut. Tentukan pula apakah reaksi tersebut termasuk reaksi redoks atau non-redoks? Berilah penjelasan secukupnya.



## 4. Menentukan Oksidator dan Reduktor dalam Reaksi Redoks

Dalam suatu reaksi redoks terjadi perubahan bilangan oksidasi. Apabila terjadi kenaikan bilangan oksidasi maka disebut reaksi oksidasi. Sedangkan unsur yang mengalami kenaikan bilangan oksidasi disebut reduktor.

Sementara itu, apabila dalam reaksi tersebut terjadi penurunan bilangan oksidasi, maka disebut reaksi reduksi. Sedangkan unsur yang mengalami penurunan bilangan oksidasi disebut oksidator.

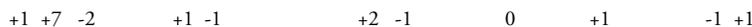
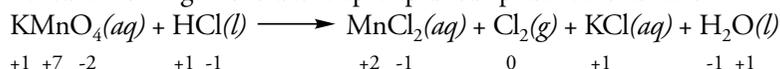
Bagaimana cara menentukan oksidator dan reduktor pada reaksi redoks? Perhatikan contoh berikut.



Untuk menentukan oksidator dan reduktor pada reaksi di atas, ikuti langkah-langkah berikut.

### • Langkah 1

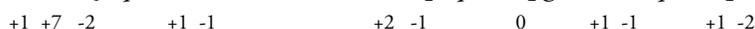
Tentukan bilangan oksidasi tiap-tiap unsur pada reaksi di atas.



-2

### • Langkah 2

Perhatikan dengan saksama, unsur-unsur yang mengalami kenaikan dan penurunan bilangan oksidasi.



Penurunan biloks (reduksi)

Kenaikan biloks (oksidasi)

• **Langkah 3**

Unsur yang mengalami kenaikan bilangan oksidasi berarti mengalami reaksi oksidasi. Unsur yang mengalami reaksi oksidasi disebut **reduktor**. Sementara itu, unsur yang mengalami penurunan bilangan oksidasi berarti mengalami reaksi reduksi. Unsur yang mengalami reaksi reduksi disebut **oksidator**.

Pada langkah 2, diketahui bahwa unsur atau senyawa yang berperan sebagai oksidator, reduktor, hasil oksidasi, dan hasil reduksi adalah sebagai berikut.

Oksidator :  $\text{KMnO}_4$   
 Reduktor:  $\text{HCl}$

Hasil reduksi:  $\text{MnCl}_2$   
 Hasil oksidasi:  $\text{Cl}_2$

## Diskusi

Salinlah soal berikut pada buku tugas kalian, lalu tentukan reduktor, oksidator, hasil reduksi, dan hasil oksidasi pada reaksi berikut.



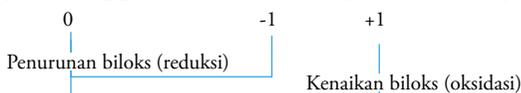
Diskusikan jawaban soal di atas dengan teman-teman, lalu presentasikan hasil diskusi di kelas.



## 5. Reaksi Autoreduksi

**Reaksi autoreduksi** terjadi jika suatu unsur mengalami reaksi oksidasi dan reduksi sekaligus. Reaksi autoreduksi disebut juga reaksi disproporsionasi. Dengan demikian, unsur tersebut dapat berperan sebagai pengoksidasi sekaligus pereduksi.

Perhatikan contoh reaksi autoreduksi di bawah ini.



Hitung biloks atom Cl pada  $\text{Cl}_2$  di ruas kiri, dan atom Cl pada  $\text{NaCl}$  di ruas kanan, serta atom Cl pada  $\text{NaClO}$  di ruas kanan. Setelah menghitung, kalian mengetahui biloks atom Cl di ruas kiri = 0 dan biloks atom Cl pada  $\text{NaCl}$  = -1, sedangkan biloks atom Cl pada  $\text{NaClO}$  = +1.

Pada reaksi di atas,  $\text{Cl}_2$  mengalami penurunan dan kenaikan bilangan oksidasi. Jadi,  $\text{Cl}_2$  mengalami reaksi oksidasi dan reduksi sekaligus. Oleh karena itu, reaksi di atas termasuk reaksi autoreduksi.

## Tugas

Tentukan bilangan oksidasi dari reaksi berikut. Tentukan juga, apakah reaksi berikut termasuk reaksi autoreduksi? Berikan alasan kalian.



Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

- Jelaskan perkembangan konsep reaksi oksidasi dan reduksi.
- Jelaskan pengertian bilangan oksidasi.
- Tentukan bilangan oksidasi tiap-tiap unsur dalam senyawa berikut.
  - P dalam  $\text{H}_3\text{PO}_4$
  - Cl dalam  $\text{KClO}_4$
  - Cr dalam  $\text{K}_2\text{CrO}_4$
  - S dalam  $\text{Na}_2\text{SO}_3$
- Berdasarkan ada atau tidaknya perubahan bilangan oksidasi, reaksi kimia dibagi menjadi dua. Sebutkan dan jelaskan reaksi kimia tersebut.
- Tentukan bilangan oksidasi tiap-tiap unsur. Tentukan pula unsur-unsur yang mengalami reaksi oksidasi dan reduksi pada reaksi-reaksi berikut.
  - $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2 \longrightarrow 2 \text{Na} + \text{H}_2\text{O}$
  - $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2 \text{C} \longrightarrow 2 \text{Fe} + 3 \text{CO}$
- Tentukan reduktor, oksidator, hasil reduksi, dan hasil oksidasi pada reaksi di bawah ini.
  - $3\text{ZnS} + 8\text{HNO}_3 \longrightarrow 3\text{ZnSO}_4 + 8\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$
  - $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \longrightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
- Tentukan biloks senyawa-senyawa berikut. Tentukan pula, apakah reaksi tersebut termasuk reaksi redoks atau non-redoks? Berilah penjelasan.
  - $\text{CuSO}_4 + 4\text{KI} \longrightarrow 2 \text{CuI} + 2 \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2$
  - $2 \text{Al} + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3 \text{H}_2$
  - $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2 \text{HBr} \longrightarrow \text{MgBr}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$



## B. Tata Nama Senyawa Redoks Menurut Aturan IUPAC

Pada akhir abad IX, para ahli kimia merumuskan tata nama senyawa untuk mempermudah identifikasi suatu senyawa. Sistem tata nama yang dikembangkan disebut **tata nama Jenewa** atau sistem IUPAC. IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) adalah organisasi dunia yang mengatur tata nama, lambang, dan istilah-istilah kimia.

Pada subbab tata nama senyawa akan dijelaskan mengenai tata nama senyawa redoks menurut IUPAC. Tata nama senyawa redoks menurut aturan IUPAC ditentukan berdasarkan bilangan oksidasi dan menggunakan tata nama senyawa biner.

**Senyawa biner** adalah senyawa yang terdiri dari dua unsur. Senyawa biner terbentuk dari unsur logam dan unsur non-logam, atau terbentuk dari dua unsur non logam. Lalu, bagaimana penulisan tata nama senyawa biner yang terbentuk dari unsur logam dan unsur non-logam? Pahami uraian berikut.

### a. Senyawa biner yang berasal dari unsur logam dan non-logam

Pemberian nama pada senyawa biner yang berasal dari unsur logam dan non-logam mengikuti seperangkat aturan, yaitu:

- Memberi nama unsur logam terlebih dahulu, kemudian nama unsur non-logam ditambah dengan akhiran *-ida*.

**Contoh:** NaCl      natrium klorida  
                   K<sub>2</sub>O      kalium oksida

Senyawa biner yang tersusun dari unsur logam dan non logam umumnya berbentuk senyawa ion, misalnya senyawa NaCl. Senyawa NaCl terdiri dari satu  $\text{Na}^+$  dan satu  $\text{Cl}^-$ , sehingga muatan senyawa NaCl sama dengan nol.

Selain senyawa NaCl, kita juga bisa memperhatikan senyawa  $\text{K}_2\text{O}$ . Senyawa  $\text{K}_2\text{O}$  terdiri atas dua  $\text{K}^+$  dan satu  $\text{O}^{2-}$ , sehingga muatan senyawa  $\text{K}_2\text{O}$  sama dengan nol.

Bisakah kalian menunjukkan contoh senyawa biner yang terdiri atas unsur logam dan non-logam selain senyawa NaCl dan  $\text{K}_2\text{O}$ ? Agar kalian lebih memahami konsep di atas, perhatikan contoh senyawa biner pada Tabel 7.1 berikut.

**Tabel 7.1** Tata Nama Unsur Logam dan Non-logam

Senyawa	Nama Senyawa	Senyawa	Nama Senyawa
AgCl	Perak klorida	NaBr	Natrium bromida
$\text{H}_2\text{S}$	Hidrogen sulfida	LiH	Litium hidrida
$\text{BaCl}_2$	Barium klorida	$\text{Mg}_3\text{N}_2$	Magnesium nitrida
$\text{AlBr}_3$	Aluminium bromida		

- 2). Untuk unsur logam yang memiliki bilangan oksidasi lebih dari satu jenis, maka aturan penulisan nama senyawa sebagai berikut: nama logam + biloks logam dengan angka romawi dalam kurung + nama unsur kedua berakhiran -ida.

**Contoh:** FeS besi(II) sulfida  
 $\text{Fe}_2\text{S}_3$  besi(III) sulfida

Selanjutnya, agar kalian bisa menunjukkan contoh selain senyawa FeS dan  $\text{Fe}_2\text{S}_3$ , perhatikan contoh tata nama senyawa pada Tabel 7.2 berikut.

**Tabel 7.1** Tata Nama Unsur Logam yang Memiliki Biloks > 1

Unsur	Biloks	Contoh Senyawa	Nama Senyawa
Hg	1	HgCl	raksa(I) klorida
Hg	2	$\text{HgCl}_2$	raksa(II) klorida
Mn	2	MnO	mangan(II) oksida
Mn	3	$\text{Mn}_2\text{O}_3$	mangan(III) oksida
Mn	4	$\text{Mn}_2\text{O}_4 = \text{MnO}_2$	mangan(IV) oksida
Mn	6	$\text{Mn}_2\text{O}_6 = \text{MnO}_3$	mangan(VI) oksida
Mn	7	$\text{Mn}_2\text{O}_7$	mangan(VII) oksida

Selain itu, penamaan unsur logam yang memiliki bilangan oksidasi lebih dari satu, dapat juga dituliskan sebagai berikut. Logam yang memiliki bilangan oksidasi kecil diberi nama sesuai logamnya ditambah akhiran -o, sedangkan logam yang memiliki bilangan oksidasi besar diberi nama sesuai logamnya ditambah akhiran -i.

**Contoh:**  $\text{FeCl}_2$  Fero klorida       $\text{Cu}_2\text{O}$  Kupro oksida  
 $\text{FeCl}_3$  Feri klorida      CuO Kupri oksida

## b. Senyawa biner yang berasal dari dua unsur non-logam

Pada dasarnya tata nama senyawa biner yang berasal dari dua unsur non-logam hampir sama dengan senyawa biner yang berasal dari unsur logam dan non-logam. Cara penamaannya yaitu menuliskan unsur yang mempunyai bilangan oksidasi positif terlebih dahulu, kemudian unsur yang memiliki bilangan oksidasi negatif. Misalnya, senyawa HBr (hidrogen bromida). Unsur H ditulis terlebih dahulu karena memiliki bilangan oksidasi positif, sedangkan unsur Br ditulis setelah unsur H karena memiliki bilangan oksidasi negatif.

Unsur-unsur non-logam juga dapat membentuk lebih dari satu senyawa biner. Oleh karena itu, aturan dalam penamaan senyawa non-logam menggunakan awalan sebagaimana tertera pada Tabel 7.3.

**Tabel 7.3** Awalan Senyawa Biner dari Dua Unsur Non-logam

Angka	Nama	Angka	Nama
1	mono	6	heksa
2	di	7	hepta
3	tri	8	okta
4	tetra	9	nona
5	penta	10	deka

Keenan, dkk., 1998, hlm. 192

Contoh pemberian nama senyawa biner yang tersusun dari dua unsur non-logam antara lain:

NO	Nitrogen monoksida
NO <sub>2</sub>	Nitrogen dioksida
N <sub>2</sub> O	dinitrogen monoksida
BF <sub>3</sub>	Boron trifluorida
PCl <sub>5</sub>	Fosfor pentaklorida

## Tugas

- Berilah nama untuk senyawa-senyawa berikut.
  - SnO
  - SnO<sub>2</sub>
  - CrO<sub>3</sub>
  - FeSO<sub>4</sub>
- Tuliskan rumus kimia senyawa-senyawa berikut.
  - Asam nitrat
  - Asam sulfat
  - Kobalt(II) Oksida
  - Mangan(III) Oksida



## C. Penerapan Konsep Redoks dalam Mengatasi Masalah Pencemaran Lingkungan (Lumpur Aktif)

Air sangat bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari karena digunakan untuk minum, mandi, mencuci pakaian, dan lain-lain. Air yang kita konsumsi sehari-hari merupakan air bersih. Apa yang terjadi jika air yang kita konsumsi sudah tercemar oleh limbah pabrik dan limbah rumah tangga?

Air yang sudah tercemar mengakibatkan timbulnya banyak penyakit antara lain penyakit kulit, diare, dan muntaber. Oleh karena itu, kebersihan air harus selalu dijaga.

Pada dasarnya, sebagian besar dari kita cukup paham mengenai pentingnya kebersihan air. Hanya saja, tanpa disadari, terkadang kita melakukan hal-hal yang justru menyebabkan terjadinya pencemaran air. Misalnya, membuang sampah atau limbah rumah tangga ke sungai.

Bagaimana kita bisa mengetahui bahwa air yang kita konsumsi bersih dan tidak tercemar? Tahukah kalian, bagaimana kualitas air bersih itu? Bagaimana cara mengolah air yang tercemar oleh limbah pabrik dan limbah rumah tangga menjadi air bersih yang bisa kita konsumsi? Simaklah penjelasan berikut.



Dok. PIM

**Gambar 7.5**  
Pencemaran air laut dapat disebabkan oleh limbah industri atau rumah tangga.

## 1. Kualitas Air

Kualitas air bisa diteliti dan diketahui berdasarkan sebuah test yang disebut *test kit*. Dengan menggunakan alat ini, kita bisa mengetahui indikasi air bersih dan tercemar. Faktor-faktor apa saja yang dijadikan indikator air bersih atau tercemar? Perhatikan uraian berikut.

### a. pH

pH digunakan sebagai standar tingkat keasaman/kebasaan air. Air dikatakan bersifat asam jika memiliki  $\text{pH} < 7$  dan basa jika memiliki  $\text{pH} > 8$ . Sementara itu, air dikatakan bersifat netral jika memiliki pH sekitar 7.

Tumbuhan dan binatang air hanya bisa hidup pada pH netral. Limbah atau sampah yang dibuang ke sungai bisa menyebabkan pH air menjadi rendah atau tinggi. Akibatnya, tumbuhan dan binatang air tidak bisa beradaptasi dengan baik jika air memiliki pH rendah atau tinggi.

### b. Tingkat kekeruhan air

Tahukah kalian, bahwa air yang keruh akan menghalangi sinar matahari masuk ke dalam air? Padahal, sinar matahari diperlukan tumbuhan dan binatang air agar bisa hidup dan berkembang dengan baik. Hal ini berarti bahwa air yang keruh akan mengganggu kehidupan tumbuhan dan binatang air.

### c. Adanya bio-indikator atau makroinvertebrata

Kualitas air juga bisa kita ketahui berdasarkan adanya bio-indikator atau makroinvertebrata (biota). Biota yang dimaksud di sini adalah binatang kecil yang hidup di dalam air. Ada biota yang dapat hidup dalam air tercemar limbah/ sampah, namun ada juga biota yang hanya dapat hidup dalam air bersih. Jadi, biota dapat digunakan sebagai “tanda hidup” dari keadaan suatu air.

### d. Kadar oksigen terlarut ( $\text{DO} = \text{Dissolved Oxygen}$ )

Oksigen yang terlarut dalam air memungkinkan adanya kehidupan tumbuhan dan binatang air. Air yang tercemar berarti kekurangan oksigen. Dengan berkurangnya oksigen, maka semakin sedikit tumbuhan dan

binatang air yang bisa hidup dalam air tersebut. Oleh karena itu, adanya oksigen terlarut dijadikan indikator kualitas air. Semakin kecil kadar oksigen terlarut (DO) dalam air, semakin rendah pula kualitas air.

e. **BOD (*Biological Oxygen Demand*)**

BOD adalah banyaknya oksigen yang digunakan oleh bakteri aerob untuk menguraikan sampah organik. Semakin besar kadar BOD dalam air, berarti semakin banyak sampah organik dalam air. Dengan banyaknya sampah organik akan menurunkan kualitas air.

f. **Suhu**

Suhu air yang terlalu panas atau terlalu dingin tidak baik bagi tumbuhan dan binatang air. Suhu air juga memengaruhi kadar oksigen terlarut dalam air. Makin tinggi suhu air, maka makin sedikit kadar oksigen terlarut dalam air dan sebaliknya.

g. **Kadar zat padat terlarut**

Zat padat terlarut dalam air antara lain berupa senyawa anorganik, misalnya garam sulfat dari natrium, kalium, dan magnesium. Semakin banyak kadar senyawa-senyawa tersebut dalam air, maka air semakin sadah.

Faktor-faktor yang telah dijelaskan di atas merupakan indikator dalam mengidentifikasi air tercemar atau air bersih. Lalu, bagaimana cara kita mengolah air yang tercemar oleh limbah pabrik atau limbah rumah tangga menjadi air bersih yang bisa kita konsumsi? Ikuti pelajaran selanjutnya.

## 2. Peranan Lumpur Aktif dalam Pengolahan Air Kotor

Sumber pencemaran air antara lain berasal dari limbah rumah tangga dan limbah industri pabrik. Jenis pencemaran yang terdapat pada limbah rumah tangga berupa lemak, amilum, dan protein yang berasal dari sisa makanan keluarga sehari-hari. Sementara itu, limbah pabrik antara lain berasal dari industri batik, kertas, dan tekstil.

Adanya limbah dalam air mengakibatkan pencemaran air dan mengganggu ekosistem tumbuhan dan binatang air. Oleh karena itu, limbah harus diolah. Pengolahan limbah bertujuan untuk:

- Mengurangi bahan kimia yang beracun
- Mengurangi organisme patogen (organisme yang menimbulkan penyakit)
- Menurunkan BOD (*Biological Oxygen Demand*), yaitu banyaknya oksigen yang digunakan oleh bakteri untuk menghancurkan zat organik secara oksidasi
- Menghilangkan bau tidak sedap karena terjadi pembusukan
- Menghilangkan senyawa yang dapat diuraikan oleh bakteri secara biologis

Untuk mengolah limbah antara lain dengan proses lumpur aktif. **Lumpur aktif (*activated sludge*)** adalah lumpur yang mengandung banyak bakteri aerob yang dapat menguraikan limbah organik sehingga mengalami biodegradasi. Lumpur aktif disebut juga masa biologik kompleks

## Khazanah

Selain menggunakan lumpur aktif, pengolahan limbah juga dilakukan dengan cara lain, yaitu menggunakan mikroba terfiksasi. Salah satu metodenya adalah metode saringan biologi (*trickling filter*) yang disebut juga bio filter, bakteri bed, atau *percolating bed*. Metode saringan biologi menggunakan suatu reaktor yang berisi media permeabel dan lapisan mikroba yang tumbuh pada permukaan media tersebut. Air limbah mengalir melalui media, kemudian mikroba pada media akan mendegradasi bahan organik dan anorganik yang terkandung dalam air limbah

[www.beritaipstek.com](http://www.beritaipstek.com)

yang dihasilkan bila limbah organik dialiri oksigen. Lumpur ini berfungsi sebagai media hidup bagi bakteri yang sengaja dibiakkan di dalamnya. Lumpur tersebut dinamakan lumpur aktif karena pada saat pengolahan limbah, lumpur ini selalu bergerak naik turun agar terjadi kontak antara limbah, oksigen, dan bakteri.

Proses lumpur aktif merupakan proses aerobik. Pada proses ini, mikroba tumbuh dalam lumpur (*flok*) yang terdispersi. Pada *flok* inilah akan terjadi biodegradasi. Proses lumpur aktif berlangsung dalam reaktor yang bersekat (*an-aerobik baffled reaktor*). Proses ini lebih praktis karena cocok untuk daerah tropis (mikroorganisme mesofilik), sedangkan bentuk reaktor bersekat memberikan kemudahan karena dapat memberikan kontak yang lebih baik antara lumpur aktif dengan limbah (*upflow and downflow*).

Pernahkah kalian melihat sistem pengolahan limbah dengan proses lumpur aktif? Gambar di bawah ini menjelaskan tentang sistem pengolahan limbah dengan proses lumpur aktif.



Gambar 7.6  
Pengolahan Limbah dengan Proses Lumpur Aktif

Proses lumpur aktif menggunakan oksigen murni sebagai pengganti udara. Dengan demikian, lebih banyak bakteri yang tumbuh dan lebih banyak pula limbah organik yang diuraikan. Oksigen tersebut diperoleh dari aerator atau dari pengadukan secara mekanik yang berfungsi untuk menjaga agar semua lumpur berada dalam keadaan tersuspensi. Selama proses pengolahan berlangsung, harus ditambahkan oksigen yang optimal untuk menjaga agar oksigen yang terlarut dalam campuran  $> 2 \text{ mg/l}$ , tetapi dengan penggunaan energi yang minimal.

Untuk meningkatkan efisiensi pengolahan limbah dengan proses lumpur aktif, maka ditambahkan serbuk karbon aktif secara langsung ke dalam sistem pengolahan. Proses ini disebut **proses batch**. Pengolahan limbah dengan proses batch bertujuan untuk mengondisikan proses lumpur aktif dan menentukan dosis pemakaian karbon aktif.

Penambahan serbuk karbon aktif dapat menjaga kestabilan proses pengolahan limbah melalui peningkatan penyisihan limbah organik, kemampuan pengendapan lumpur, dan mempersingkat waktu aerasi dibandingkan sistem pengolahan limbah konvensional.

## Khazanah

*Aerobic Sludge Digestion* (ASD) dapat digunakan untuk mengurangi limbah lumpur aktif tahap pertama maupun tahap kedua. Oxy Dep SD adalah sebuah proses ASD yang dipercepat dengan penggunaan oksigen murni tingkat tinggi. Proses ini digunakan pada pengolahan lumpur aktif industri

www.airproducts.co.id

## Khazanah

Proses pengolahan limbah cair dilakukan dengan:

1. Tahap pendahuluan (memisahkan bahan pencemar yang tidak larut dalam air).
2. Proses kimia (memisahkan bahan pencemar yang larut dalam air dan tidak dapat didegradasi atau diuraikan secara biologis. Selain itu, dengan menetralkan limbah sehingga pH-nya mendekati pH pertumbuhan bakteri anaerob).
3. Proses fisika (pengendapan dan pengapungan).
4. Proses biologis (menguraikan zat organik yang terdapat dalam limbah cair). Proses penguraian tersebut dilakukan dengan dua cara, yaitu proses aerob (menggunakan oksigen) dan anaerob (tidak menggunakan oksigen).

www.bbpbk.go.id

Selain menggunakan proses lumpur aktif, adanya limbah bisa dikurangi dengan penggunaan bahan-bahan kimia. Akhir-akhir ini banyak industri kimia yang memproduksi bahan-bahan kimia yang berguna untuk menghancurkan limbah pada saluran air mandi, dapur, dan kloset.

Bahan-bahan kimia tersebut berasal dari senyawa-senyawa yang bersifat oksidator, misalnya  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{CaOCl}_2$ , dan lain-lain. Cara kerja senyawa-senyawa ini yaitu mula-mula melarut dalam air, kemudian membentuk ion positif dan ion negatif. Ion negatif inilah yang melepaskan klor dan berfungsi sebagai desinfektan (pembunuh kuman). Sifat oksidator dari senyawa tersebut dimanfaatkan agar dapat bereaksi dengan zat organik atau limbah yang bersifat reduktor.



Gambar 7.6  
Bahan-bahan Kimia yang Biasa Digunakan untuk Mengurangi Limbah

## Tugas

Carilah produk-produk kimia yang berfungsi sebagai desinfektan (pembunuh kuman) yang bermanfaat untuk menjaga kebersihan lingkungan kita. Catatlah produk-produk tersebut pada buku tugas kalian, lalu identifikasikan zat yang berperan sebagai desinfektan pada komposisi yang tertera di kemasan produk.



## Uji Kompetensi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

- Berilah nama untuk senyawa-senyawa berikut.
  - $\text{Cu}_2\text{O}$
  - $\text{Cr}_2\text{O}_3$
  - $\text{BF}_3$
  - $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
- Tuliskan rumus kimia senyawa-senyawa berikut.
  - Asam sulfat
  - Timbal(II) oksida
  - Kobalt(III) oksida
  - Mangan(II) oksida
- Sebutkan faktor-faktor yang dijadikan indikator air bersih dan air tercemar.
- Apakah yang dimaksud lumpur aktif?
- Jelaskan proses pengolahan limbah dengan lumpur aktif.
- Jelaskan fungsi penambahan serbuk karbon aktif pada proses pengolahan limbah dengan lumpur aktif.



# Rangkuman

1. Konsep reaksi redoks berkembang berdasarkan:
  - a. Pelepasan dan pengikatan oksigen
  - b. Pelepasan dan pengikatan elektron
  - c. Peningkatan dan penurunan bilangan oksidasi
2. Oksidator (zat pengoksidasi) adalah zat yang mengalami reaksi reduksi.
3. Reduktor (zat pereduksi) adalah zat yang mengalami reaksi oksidasi.
4. Berdasarkan ada atau tidaknya perubahan bilangan oksidasi, reaksi redoks dibagi dua yaitu:
  - a. Reaksi metatesis (non-redoks) adalah suatu reaksi yang tidak terjadi perubahan bilangan oksidasi.
  - b. Reaksi redoks adalah suatu reaksi yang terjadi perubahan bilangan oksidasi.
5. Reaksi autoreduksi (reaksi disproporsionasi) terjadi jika suatu unsur mengalami reaksi oksidasi dan reduksi sekaligus.
6. Senyawa biner adalah senyawa yang terdiri atas dua unsur.  
Senyawa biner dibagi menjadi:
  - a. Unsur logam dan unsur non-logam
  - b. Unsur non logam dan unsur non-logam
7. Faktor-faktor yang dijadikan indikator air bersih dan tercemar yaitu:
  - a. pH  
pH digunakan sebagai standar tingkat keasaman/ kebasahan air. Air dikatakan bersifat asam jika memiliki  $\text{pH} < 7$  dan basa jika memiliki  $\text{pH} > 8$ . Sementara itu, air dikatakan bersifat netral jika memiliki pH sekitar 7.
  - b. Tingkat kekeruhan air  
Air yang keruh akan menghambat pertumbuhan binatang dan tumbuhan air.
  - c. Adanya bio-indikator atau makroinvertebrata  
Adanya bio-indikator atau makroinvertebrata dalam air dapat digunakan sebagai "tanda hidup" dari keadaan suatu air.
  - d. Kadar oksigen terlarut ( $\text{DO} = \text{Dissolved Oxygen}$ )  
Semakin rendah kadar oksigen terlarut ( $\text{DO}$ ) dalam air, semakin rendah pula kualitas air.
  - e. BOD (*Biological Oxygen Demand*)  
BOD adalah banyaknya oksigen yang digunakan oleh bakteri aerob untuk menguraikan sampah organik.
  - f. Suhu  
Semakin tinggi suhu air, semakin sedikit kadar oksigen terlarut dalam air.
  - g. Kadar zat padat terlarut  
Semakin banyak kadar zat padat terlarut dalam air, maka air semakin sadah.
8. Salah satu cara mengolah limbah dalam air antara lain dengan proses lumpur aktif. Lumpur aktif yaitu lumpur yang mengandung banyak bakteri aerob yang dapat menguraikan limbah organik sehingga mengalami biodegradasi.



## Glosarium



**Aerasi** Penambahan oksigen ke dalam air dengan cara memancarkan air atau melewati gelembung udara ke dalam air

**Bakteri aerob** Bakteri yang dapat menguraikan limbah organik

**Bilangan Oksidasi** Bilangan yang menyatakan jumlah elektron suatu unsur yang terlibat dalam pembentukan ikatan

**Biodegradasi** Penguraian sampah oleh bakteri

**Desinfektan** Bahan kimia yang digunakan untuk membasmi kuman penyakit

**Disproporsionasi** Unsur yang mengalami reaksi oksidasi dan reduksi sekaligus

**Lumpur aktif** Lumpur yang mengandung banyak bakteri aerob yang dapat menguraikan limbah organik sehingga mengalami biodegradasi

**Reaksi Autoreduksi** reaksi pada suatu unsur yang mengalami oksidasi dan reduksi sekaligus



**A** Pilihlah jawaban yang tepat.

- Konsep reaksi redoks **tidak** terdapat pada peristiwa ....
  - terabsorbsinya sari makanan dalam dinding usus
  - proses asimilasi pada tumbuh-tumbuhan
  - perkaratan logam
  - reaksi pada aki kendaraan
  - reaksi bahan bakar dengan oksigen

- $\text{Cl}_2(g) + 2\text{KBr}(aq) \longrightarrow 2\text{KCl}(aq) + \text{Br}_2(aq)$   
Reaksi di atas termasuk reaksi ....
  - bukan reaksi redoks, sebab tidak melibatkan oksigen
  - bukan reaksi redoks, sebab tidak melepas dan menangkap elektron
  - reaksi redoks, sebab biloks  $\text{Cl}_2$  bertambah dari 0 menjadi +1
  - reaksi redoks, sebab biloks  $\text{Cl}_2$  turun dari 0 ke -1
  - reaksi redoks, sebab biloks Br turun dari 0 ke -1

- Pelapisan besi dengan krom pada kendaraan bermotor bertujuan untuk ....
  - memperindah penampilan
  - mengawetkan besi, karena besi tercampur rata dengan krom
  - membuat paduan logam yang baik
  - memperkuat kondisi roda dari pengaruh tekanan luar
  - mencegah terjadinya korosi

- Perhatikan reaksi berikut.  

$$\text{CO}(g) + \text{NO}(g) \longrightarrow \text{CO}(g) + \text{N}_2(g)$$

Berdasarkan konsep reaksi redoks menurut pelepasan dan penangkapan oksigen, pernyataan yang benar tentang reaksi di atas adalah ....

- gas CO merupakan oksidator
  - gas CO merupakan reduktor
  - gas nitrogen melepaskan oksigen
  - gas NO menangkap oksigen
  - bukan reaksi redoks, karena koefisien reaksi seimbang
- Bilangan oksidasi atom tembaga pada senyawa  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  adalah ....
    - 4
    - 2
    - 0
    - +2
    - +4
- Konsep reaksi redoks terdapat pada reaksi berikut, yaitu ....
    - $\text{NaOH}(aq) + \text{HCl}(l) \longrightarrow \text{NaCl}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$
    - $\text{Fe}(s) + 2\text{HCl}(l) \longrightarrow \text{FeCl}_2(s) + \text{H}_2(g)$
    - $2\text{Mg}(s) + \text{O}_2(g) \longrightarrow 2\text{MgO}(aq)$
    - $\text{Fe}^{3+}(aq) + 2\text{I}^-(aq) \longrightarrow \text{Fe}^{2+}(aq) + \text{I}_2(g)$
    - $\text{Fe}_2\text{O}_3(aq) + 2\text{H}_3\text{PO}_4(aq) \longrightarrow 2\text{FePO}_4(aq) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$
- Atom brom dapat mengalami reaksi disproportionasi atau autoreduksi pada reaksi ....
    - $\text{Br}_2(g) + 2\text{OH}^-(aq) \longrightarrow \text{Br}^-(aq) + \text{BrO}^-(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$
    - $\text{Br}_2(g) + 2\text{KI}(aq) \longrightarrow 2\text{KBr}(aq) + \text{I}_2(g)$
    - $\text{NaBr}(aq) + \text{H}_2\text{SO}_4(aq) + \text{MnO}_2(aq) \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(aq) + \text{MnSO}_4(aq) + \text{Br}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(l)$
    - $\text{KBr}(aq) + \text{AgNO}_3(aq) \longrightarrow \text{KNO}_3(aq) + \text{AgBr}(aq)$
    - $\text{Br}_2(g) + 2\text{KCl}(aq) \longrightarrow \text{KMO}_3(aq)$
- Zat pengoksidasi (oksidator) yang dapat menangkap tiga elektron adalah ....
    - $\text{ClO}_3^- \longrightarrow \text{Cl}^-$
    - $\text{Ni}^{3+} \longrightarrow \text{Ni}^{2+}$
    - $\text{MnO}_4^- \longrightarrow \text{MnO}_2$
    - $\text{NO}_3^- \longrightarrow \text{N}_2\text{O}$
    - $\text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{Cl}^-$

9. Biloks atom karbon pada ion  $\text{CO}_3^{2-}$  adalah ....  
 A. -2 D. 3  
 B. -1 E. 4  
 C. 2
10. Biloks atom halogen paling tinggi terdapat pada senyawa ....  
 A. I D.  $\text{Cl}_2\text{O}_5$   
 B.  $\text{CuI}_2$  E.  $\text{BrO}_3^-$   
 C.  $\text{KClO}_4$
11. Senyawa besi yang memiliki biloks sama terdapat pada senyawa berikut, yaitu ....  
 A.  $\text{FeSO}_4$  dan  $\text{FeO}$   
 B.  $\text{FeCl}_3$  dan  $\text{Fe}_2^+$   
 C.  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]_4^+$  dan  $\text{FeCl}_3$   
 D.  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$   
 E.  $\text{FeS}$  dan  $[\text{Fe}(\text{Cn})_6]_3^-$
12.  $\text{K}_2\text{CrO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 Biloks krom berubah dari ....  
 A. 3 ke 6 D. 6 ke 12  
 B. 6 ke 3 E. tidak berubah  
 C. 6 ke 8
13.  $2 \text{HCl}(\text{l}) + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq}) \longrightarrow 2 \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{SO}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{s})$   
 Unsur yang mengalami reaksi autoreduksi adalah unsur ....  
 A. Cl D. O  
 B. S E. H  
 C. Na
14. Agar dapat bereaksi dengan  $\text{Cl}_2$ , 1 mol ion Ioda harus melepaskan ...elektron.  
 A. 1 D. 4  
 B. 2 E. 5  
 C. 3
15. Bilangan oksidasi yang bernilai +1 dan -1 terdapat pada senyawa ....  
 A.  $\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{O}_2$   
 B.  $\text{OF}_2$  dan  $\text{HNO}_3$   
 C.  $\text{H}_2\text{O}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$   
 D.  $\text{O}_2$  dan  $\text{HNO}_3$   
 E.  $\text{OF}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}_2$
16. Berdasarkan konsep reaksi pelepasan elektron, reduksi adalah reaksi ....  
 A. penangkapan elektron  
 B. pengikatan unsur dengan oksigen  
 C. kenaikan biloks  
 D. penurunan biloks  
 E. pelepasan elektron
17. Berikut adalah salah satu reaksi yang terjadi pada pembuatan besi:  
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \longrightarrow \text{Fe} + 3\text{CO}_2$   
 Manakah pernyataan yang sesuai dengan reaksi di atas?  
 A.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sebagai oksidator.  
 B.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  menangkap elektron.  
 C.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  menangkap oksigen.  
 D. gas CO mengikat oksigen dari  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .  
 E. gas CO bersifat reduktor.
18. Perhatikan reaksi pengolahan bijih bauksit menjadi aluminium berikut.  
 $\text{Al}^{3+} + \text{O}^{2-} \longrightarrow \text{Al} + \text{O}_2$   
 Perbandingan mol aluminium dengan  $\text{O}_2$  adalah ....  
 A. 2 : 1 D. 2 : 3  
 B. 1 : 2 E. 1 : 1  
 C. 3 : 2
19. Reaksi redoks tidak terjadi pada reaksi berikut, yaitu ....  
 A.  $\text{Fe}_{(\text{s})} + 2\text{H}^+_{(\text{aq})} \longrightarrow \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{H}_{2(\text{g})}$   
 B.  $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{e}$   
 C.  $\text{I}^- + \text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ \longrightarrow \text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$   
 D.  $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 E.  $3\text{NaI} + \text{Bi}(\text{OH})_3 \longrightarrow \text{BiI}_3 + 3\text{NaOH}$
20. Pemberian nama yang tepat untuk  $\text{HNO}_3$  dan  $\text{CuO}$  adalah ....  
 A. asam nitrat(III) dan tembaga(I) oksida  
 B. asam nitrat dan tembaga(II)  
 C. asam nitrat(V) dan tembaga(I) oksida  
 D. asam nitrat(V) dan tembaga oksida  
 E. asam nitrat(V) dan tembaga(II) oksida
21. Penulisan nama yang tepat untuk  $\text{AgCl}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , dan  $\text{PbS}$  adalah ....  
 A. perak klorat, besi(II) oksida, dan timbal sulfida  
 B. argentum klorida, besi(II) oksida, dan timbal sulfat

- C. perak klorida, besi oksida, dan timbal(II) oksida  
 D. perak klorida, besi hidroksida, dan timba (II) sulfida  
 E. perak klorida, bes (III) oksida, dan timba (II) sulfida
22. Reaksi redoks yang belum setara adalah ....
- A.  $\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}^{2+}(\text{aq}) + \text{Ni}(\text{s})$   
 B.  $2 \text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{aq}) \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3 \text{S}(\text{s})$   
 C.  $\text{NO}_3^-(\text{s}) + 4 \text{H}^+(\text{aq}) + 3 \text{Ag}(\text{aq}) \longrightarrow \text{NO}(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3\text{Ag}^+(\text{aq})$   
 D.  $3 \text{Cu}(\text{s}) + 2 \text{HNO}_3(\text{aq}) + 6 \text{H}^+(\text{aq}) \longrightarrow 3 \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2 \text{NO}(\text{aq})$   
 E.  $\text{KMnO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \longrightarrow \text{MnSO}_4(\text{aq}) + \text{K}_2\text{SO}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
23. Material berikut yang tergolong limbah organik adalah ....
- A. sisa makanan dan minuman  
 B. sisa-sisa logam industri logam  
 C. plastik dan deterjen  
 D. gas-gas beracun  
 E. limbah dari rumah sakit
24. Fungsi penambahan  $\text{O}_2$  pada proses pengolahan limbah adalah untuk ....
- A. mengoksidasi limbah organik  
 B. menaikkan kadar BOD  
 C. sebagai konsumsi bakteri pengurai  
 D. menurunkan kadar BOD  
 E. sumber kehidupan bakteri pengurai dan mengoksidasi limbah organik
25. Tujuan pengolahan limbah antara lain ....
- A. menaikkan BOD  
 B. menaikkan oksigen terlarut  
 C. menurunkan oksigen terlarut  
 D. mengurangi bakteri patogen  
 E. mengurangi bahan kimia beracun

**B** Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

- Jelaskan pengertian redoks berdasarkan pelepasan dan pengikatan oksigen, pelepasan dan pengikatan elektron, serta peningkatan dan penurunan bilangan oksidasi.
- Apa yang dimaksud dengan bilangan oksidasi? Jelaskan jawaban kalian.
- Hitunglah bilangan oksidasi dari unsur-unsur berikut.
  - H dalam  $\text{H}_2$
  - Cl dalam  $\text{ClO}_4$
  - P dalam  $\text{PO}_4^{3-}$
  - S dalam  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$
- Apakah yang dimaksud dengan reaksi autoredoks? Agar lebih jelas, berikan pula contohnya.
- Tunjukkan zat yang berperan sebagai oksidator dan reduktor pada dua reaksi di bawah ini.
  - $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} \longrightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{CO}_2$
  - $\text{SO}_4^{2-} + \text{I}^- \longrightarrow \text{S}^{2-} + \text{I}_2$
- Berilah nama pada senyawa-senyawa berikut.
  - $\text{KMnO}_4$
  - $\text{CuSO}_4$
  - $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
  - $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$
- Tuliskan rumus senyawa untuk beberapa senyawa berikut.
  - krom(VI) oksida
  - karbon(IV) klorida
  - asam sulfat(IV)
- Jelaskan faktor-faktor yang dijadikan indikator air bersih dan tercemar.
- Bagaimana cara mengolah limbah dengan lumpur aktif? Jelaskan jawaban kalian.
- Bagaimana cara meningkatkan efisiensi pengolahan limbah dengan metode lumpur aktif?

# Ulangan Tengah Semester

## Kedua

A Pilihlah jawaban yang tepat.

- Larutan berikut yang termasuk larutan non-elektrolit adalah ....  
A. NaCl                      D.  $H_2SO_4$   
B.  $CH_3COOH$               E. HCl  
C. Alkohol
- Larutan elektrolit tersusun atas senyawa ....  
A. ion dan kovalen polar  
B. ion dan kovalen non-polar  
C. kovalen koordinasi  
D. ion  
E. kovalen polar
- Jenis ikatan yang dimiliki oleh larutan non-elektrolit adalah ikatan ....  
A. ion                              D. logam  
B. kovalen                        E. hidrogen  
C. kovalen koordinat
- Perhatikan data hasil uji daya hantar listrik beberapa larutan berikut.

Larutan	Lampu	Gelembung gas
A	Menyala	Ada
B	Menyala	Tidak ada
C	Tidak menyala	Ada
D	Tidak menyala	Tidak ada

Berdasarkan data di atas, larutan yang termasuk larutan elektrolit kuat adalah larutan ....

- A. A                              D. C dan D  
B. A dan B                      E. D  
C. B
- Larutan yang mempunyai daya hantar listrik yang baik disebabkan ....  
A. besarnya kelarutan zat terlarut  
B. terdapat ion-ion yang bebas bergerak  
C. terdapat proton yang bebas bergerak  
D. konsentrasi zat terlarut tinggi  
E. elektroda yang digunakan berkualitas tinggi
- Yang termasuk elektrolit kuat adalah larutan ....  
A. Etanol  
B. Urea  
C. Asam sitrat

- D. Kalium klorida  
E. Gula pasir
- Yang paling banyak mengandung ion dan bebas bergerak dalam air adalah larutan ....  
A.  $HNO_3$  encer  
B. Formalin  
C. Natrium glutamat (bumbu masak)  
D. Natrium sakarat (sakararin)  
E. Air kelapa muda
- Larutan yang memiliki derajat ionisasi sama dengan satu adalah ....  
A. Alkohol dan NaCl  
B.  $CH_3COONa$  dan  $CH_3OOH$   
C. KOH dan HCl  
D.  $NH_4Cl$  dan  $NH_4OH$   
E.  $H_3PO_4$  dan KI
- Kelompok senyawa elektrolit berikut yang berikatan ion adalah ....  
A.  $Cl_2$ , HBr, dan  $AlCl_3$   
B.  $CH_4$ ,  $NH_3$ , dan  $CuSO_4$   
C. KI,  $AgNO_3$ , dan  $H_2O$   
D.  $H_2O$ , gula pasir, dan glukosa  
E. KCl, NaBr, dan  $Mg(NO_3)_2$
- Perhatikan larutan-larutan berikut.  
A. HCl 0,1 M  
B.  $H_2SO_4$  0,1 M  
C. NaCl 0,2 M  
Urutan kekuatan elektrolit dari kecil ke besar adalah ....  
A. A, B, dan C                      D. A, C, dan B  
B. B, A, dan C                      E. C, B, dan A  
C. B, C, dan A
- 100 ml larutan  $FeCl_3$  0,2 M, jika dilarutkan dalam air akan membentuk ... mol ion.  
A. 0,02                              D. 60  
B. 0,2                                E. 80  
C. 20
- Reaksi perkaratan atau korosi adalah reaksi antara logam dengan ....  
A.  $H_2$                                 D.  $I_2$   
B.  $O_2$                                 E. Uap air  
C.  $N_2$

13. Perhatikan reaksi berikut.  

$$\text{CuO}(s) + \text{H}_2(g) \longrightarrow \text{Cu}(s) + \text{H}_2\text{O}(l)$$
 Reaksi di atas termasuk reaksi redoks karena ....  
 A.  $\text{H}_2$  mengalami penurunan biloks  
 B.  $\text{Cu}$  mengalami kenaikan biloks  
 C.  $\text{Cu}$  menangkap elektron dari gas  $\text{H}_2$   
 D.  $\text{H}_2$  melepaskan oksigen  
 E.  $\text{Cu}$  melepaskan elektron dan ditangkap gas  $\text{H}_2$
14. Biloks dari atom Nitrogen dalam  $\text{NO}_3^-$  adalah ....  
 A. -1  
 B. 0  
 C. 1  
 D. 3  
 E. 5
15. Atom Mangan yang memiliki biloks tertinggi terdapat pada senyawa ....  
 A.  $\text{MnO}$   
 B.  $\text{Mn}_2\text{O}_3$   
 C.  $\text{MnO}_2$   
 D.  $\text{KMnO}_4$   
 E.  $\text{K}_2\text{MnO}_4$
16. Perhatikan reaksi berikut.  

$$2 \text{Al}(s) + 6 \text{HCl}(l) \longrightarrow 2 \text{AlCl}_3(aq) + 3 \text{H}_2(g)$$
 Pernyataan yang benar dari reaksi di atas adalah ....  
 a. biloks atom  $\text{Al}$  turun dari 2 ke 0  
 b. biloks atom  $\text{Al}$  naik dari 0 ke 2  
 c. biloks atom  $\text{Al}$  naik dari 0 ke 3  
 d. biloks atom  $\text{H}$  naik dari 0 ke 1  
 e. biloks atom  $\text{H}$  turun dari +1 ke -2
17. Perhatikan reaksi berikut.  

$$\text{Cl}_2(g) + \text{AsO}_3^{3-}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) \longrightarrow \text{AsO}_4^{3-}(aq) + 2 \text{Cl}^-(aq) + 2 \text{H}^+(aq)$$
 Senyawa yang mengalami reaksi oksidasi adalah ....  
 A.  $\text{Cl}_2$   
 B.  $\text{H}_2\text{O}$   
 C.  $\text{AsO}_4^{3-}$   
 D.  $\text{AsO}_3^{3-}$   
 E.  $\text{Cl}^-$
18. Pemberian nama yang tepat untuk  $\text{FeCO}_3$  adalah ....  
 A. Besi(II) karbonat  
 B. Besi(III) karbonat  
 C. Besi(II) oksida  
 D. Besi(III) oksida  
 E. Besi(II) karbon oksida

19. Penulisan rumus kimia dari kromium(III) sulfat adalah ....  
 A.  $\text{CrSO}_4$   
 B.  $\text{Cr}(\text{SO}_4)_2$   
 C.  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$   
 D.  $\text{CrSO}_3$   
 E.  $\text{Cr}_2(\text{SO}_3)_3$
20. Parameter berikut yang tidak termasuk parameter air bersih adalah ....  
 A. DO tinggi  
 B. BOD tinggi  
 C. pH sekitar 6,5 – 8,4  
 D. tidak berbau  
 E. tidak berwarna

**B** Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

- Jelaskan gejala-gejala hantaran arus listrik pada larutan elektrolit dan non-elektrolit.
- Mengapa senyawa kovalen tidak dapat menghantarkan arus listrik? Jelaskan.
- Jelaskan perbedaan larutan elektrolit kuat dan lemah.
- Jelaskan hubungan antara larutan elektrolit dengan harga derajat ionisasi.
- Seorang siswa melarutkan 0,3 mol  $\text{NH}_4\text{OH}$  dalam air. Setelah terionisasi, masih tersisa 0,15 mol  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Hitunglah harga  $\alpha$ .
- Berdasarkan ada atau tidaknya perubahan bilangan oksidasi, reaksi redoks dibagi menjadi dua. Jelaskan dan berilah contohnya.
- Tentukan biloks dari unsur-unsur berikut.
  - Oksigen dalam  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , dan  $\text{OF}_2$
  - $\text{Mn}$  dalam  $\text{MnO}$  dan  $\text{KMnO}_4$
- Tunjukkan zat-zat yang berperan sebagai oksidator dan reduktor pada reaksi-reaksi berikut.
  - $$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(aq) + 14 \text{H}^+(aq) + 6 \text{Cl}^-(aq) \longrightarrow 2 \text{Cr}^{3+}(aq) + 7 \text{H}_2\text{O}(l) + 3 \text{Cl}_2(g)$$
  - $$\text{SnCl}_2(s) + \text{I}_2(g) + 2 \text{HCl}(l) \longrightarrow \text{SnCl}_4(s) + 2 \text{HI}(aq)$$
- Tuliskan nama dari senyawa-senyawa berikut.
  - $\text{BaCl}_2$
  - $\text{CuSO}_4$
  - $\text{MgCl}$
  - $\text{PbO}_2$
- Jelaskan sistem pengolahan limbah dengan proses lumpur aktif.

# B a b VIII

## Senyawa Hidrokarbon



dok.PIM

**K**ertas, solar, dan gula pasir memiliki ciri yang berbeda satu sama lain. Baik dari sisi fisik, bahan asal, maupun kegunaannya. Secara fisik, jelas, ketiganya berbeda. Dari bahan asalnya, kertas berasal dari kayu, solar dari minyak bumi, sedangkan gula pasir dari tebu. Sementara, berdasar manfaatnya, kertas untuk keperluan tulis-menulis, solar sebagai bahan bakar, dan gula pasir untuk pemanis makanan dan minuman.

Nah, sepertinya hampir tak ada kesamaan di antara ketiganya, bukan? Namun, kalau kita teliti secara kimiawi, ternyata ketiga benda tersebut sama-sama tersusun dari beberapa atom, salah satunya yaitu atom karbon. Kalian mungkin bertanya-tanya, mengapa atom karbon dapat membentuk pelbagai macam senyawa? Bagaimana caranya? Puaskan rasa ingin tahu kalian dengan memahami penjelasan berikut.

## Kata Kunci

- Konfigurasi Atom
- Ikatan Kovalen
- Alkil
- Deret Homolog
- Isomer
- Hidrokarbon
- Karboksida



Gambar 8.1  
Atom C dapat mengikat 4 atom lain.

Senyawa karbon merupakan penyusun sebagian besar senyawa-senyawa dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, kalian sangat perlu mengetahui kekhasan atom karbon dalam membentuk senyawa, terutama senyawa hidrokarbon dan karboksida.

Dengan memahami kekhasan atom karbon dalam senyawa hidrokarbon, maka kalian dapat menggolongkan senyawa hidrokarbon berdasarkan strukturnya dan hubungannya dengan sifat-sifat senyawa.

### A. Kekhasan Atom Karbon

Atom karbon mempunyai kekhasan tertentu, karena atom karbon dapat membentuk pelbagai senyawa yang sangat bermanfaat dalam kehidupan kita, misalnya gula pasir, gandum, kertas, kain, solar, gas LPG, obat-obatan, dan plastik. Nah, tentu kita juga akan bertanya, apa kekhasan yang dimiliki atom karbon?

Sebelum menjawab pertanyaan di atas, mari tentukan konfigurasi atom karbon terlebih dahulu.

Berdasarkan konfigurasi atom karbon, kita dapat menentukan elektron valensi atom karbon. Atom karbon memiliki 4 elektron valensi (4 elektron di kulit terluar). Dengan 4 elektron valensi tersebut, atom karbon mampu berikatan kovalen dengan atom lain. Perhatikan Gambar 8.1.

Untuk mengetahui jumlah ikatan kovalen yang dibentuk oleh atom karbon dan keistimewaan yang dimiliki atom karbon, lakukanlah kegiatan di rubrik *Tugas* berikut.

### Tugas

Perhatikan tabel sistem periodik unsur, lalu cermatilah nomor atom tiap-tiap unsur. Tentukan nomor atom karbon. Setelah itu, tentukan pula konfigurasi atom dari karbon. Berapakah elektron valensi yang dimiliki atom karbon? Tuliskan jawaban kalian dalam buku catatan, lalu pelajari sebagai materi tambahan.



## Aktivitas

### Kekhasan Atom Karbon

#### A. Dasar Teori

Atom karbon dapat membentuk pelbagai macam senyawa karena mempunyai kekhasan. Kekhasan atom karbon tersebut antara lain kemampuannya membentuk empat ikatan kovalen. Kekhasan atom karbon yang lain yaitu kemampuan berikatan antar-atom karbon untuk membentuk suatu rantai karbon. Rantai karbon tersebut dapat

berupa rantai lurus, bercabang, dan tertutup. Selain dapat berikatan tunggal, atom karbon juga dapat membentuk ikatan rangkap dua dan rangkap tiga.

(Sumber: Fessenden & Fessenden, 1997, hlm. 48)

#### B. Tujuan Percobaan

Mempelajari kekhasan atau keistimewaan atom

### C. Alat dan Bahan Percobaan

1. Model atom dari bola-bola yang berlubang (*molymood*) dengan ketentuan:
  - a. Model atom C (atom yang berlubang 4 dan berwarna hitam)
  - b. Model atom H (atom yang berlubang 1 dan berwarna putih)
  - c. Model atom Cl (atom yang berlubang 1 dan berwarna kuning)
2. Sejumlah batang untuk menghubungkan atom
3. Busur derajat
4. Penggaris
5. Pensil

### D. Langkah Percobaan

1. Lakukanlah percobaan ini secara mandiri.
2. Ambil 1 model atom C dan 4 model atom H.
3. Gabungkan keempat model atom itu dengan model atom C menggunakan batang sehingga membentuk suatu molekul. Coba kalian tuliskan, bagaimana rumus molekulnya?
4. Selanjutnya, gambarlah molekul yang terbentuk.
5. Ukurlah besar sudut antara H-C-H.
6.
  - a. Dari molekul yang terbentuk di atas, gantilah satu

### E. Hasil Percobaan

Isilah tabel di bawah ini berdasarkan hasil pengamatan kalian.

Jumlah Atom C	Jumlah Atom H	Jumlah Atom Cl	Gambar ikatan yang dibentuk atom C dengan atom H dan Cl

## Khazanah

- Atom C primer mengikat 1 atom C lain.
- Atom C sekunder mengikat 2 atom C lain.
- Atom C tersier mengikat 3 atom C lain.
- Atom C kuartener mengikat 4 atom C lain.
- Ikatan antaratom dengan 1 tangan ikatan dinamakan ikatan jenuh (tunggal),
- Ikatan antaratom dengan 2 dan atau 3 tangan ikatan dinamakan ikatan tak jenuh (rangkap atau rangkap 3).

Fessenden & Fessenden, 1995, hlm. 376

atom H dengan atom Cl.

Bagaimana rumus molekulnya?

- b. Dari molekul yang terbentuk pada a, gantilah satu atom H dengan atom Cl. Bagaimana rumus molekulnya?
  - c. Dari molekul yang terbentuk pada b, gantilah satu atom H dengan atom Cl. Bagaimana rumus molekulnya?
  - d. Dari molekul yang terbentuk pada c, gantilah satu atom H dengan atom Cl. Bagaimana rumus molekulnya?
7. Ambillah beberapa model atom C dan sambungkan semua sesuka kalian sampai terbentuk rantai karbon yang panjang dengan cabang-cabangnya. Kemudian, hitunglah jumlah atom C primer, atom C sekunder, atom C tersier, dan atom kuartenernya.
  8. Ambil 2 model atom C dan gabungkanlah kedua atom C dengan 1 ikatan. Sekarang, coba gambarlah ikatan tersebut. Setelah itu, gabungkanlah kedua atom C dengan 2 ikatan dan gambarlah ikatan tersebut. Selanjutnya, gabungkanlah kedua atom C dengan 3 ikatan dan gambarlah.

## F. Pembahasan

Untuk memperjelas kegiatan ini, jawablah pertanyaan berikut.

1. Berapa jumlah ikatan kovalen yang dapat dibentuk oleh atom C? Gambarlah ikatan kovalen tersebut.
2. Berapa jumlah ikatan kovalen yang dapat dibentuk antar-atom C? Gambarlah ikatan kovalen tersebut.

3. Ada berapa macam kedudukan atom C dalam rantai karbon? Sebutkan dan gambarlah tiap-tiap kedudukan atom C tersebut.

## G. Kesimpulan

Apa kesimpulan dari kegiatan ini? Diskusikan dengan kelompok kalian dan tuliskan dalam laporan kegiatan.

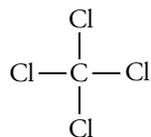


Berdasarkan hasil percobaan, kalian mengetahui bahwa atom karbon memiliki beberapa kekhasan. Kekhasan atom karbon adalah sebagai berikut.

### 1. Atom karbon dapat membentuk 4 ikatan kovalen

Atom karbon dalam sistem periodik unsur terletak pada golongan IV A dan mempunyai nomor atom 6, sehingga konfigurasi elektronnya adalah  ${}_6\text{C} = 2, 4$ . Karena atom karbon memiliki 4 elektron valensi, maka atom karbon harus berikatan dengan 4 atom karbon lain atau 4 atom lain agar susunan elektronnya stabil.

Perhatikan Gambar 8.1. Informasi yang dapat diambil dari gambar tersebut yaitu atom karbon mempunyai kemampuan membentuk empat ikatan kovalen. Empat ikatan kovalen tersebut dapat berikatan dengan 4 atom lain. Kita bisa mengambil contoh senyawa  $\text{CCl}_4$  untuk menjelaskan bagaimana atom karbon membentuk empat ikatan kovalen dengan atom Cl. Perhatikan gambar berikut.



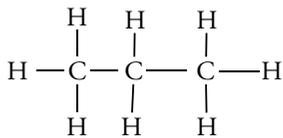
Atom karbon berikatan kovalen dengan 4 atom Cl

Atom karbon mempunyai empat ikatan kovalen yang digunakan untuk berikatan dengan 4 atom Cl sehingga susunan elektronnya stabil.

### 2. Atom karbon dapat membentuk ikatan tunggal, rangkap dua, dan rangkap tiga

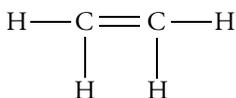
Atom karbon mempunyai 4 elektron valensi yang digunakan untuk membentuk rantai karbon. Rantai karbon yang terbentuk ada yang berupa ikatan tunggal, rangkap dua, maupun rangkap tiga. Perbedaan ketiga

ikatan tersebut berdasarkan jumlah tangan ikatan yang digunakan atom karbon untuk berikatan dengan atom lain. Untuk mengetahui bentuk tiap-tiap ikatan, perhatikan gambar berikut.



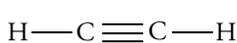
Ikatan tunggal berupa rantai karbon dengan 1 tangan ikatan

Gambar di atas merupakan contoh ikatan tunggal dan bisa juga dituliskan dalam bentuk  $\text{H}_3\text{C} - \underset{\text{H}_2}{\text{C}} - \text{CH}_3$



Ikatan rangkap berupa rantai karbon dengan 2 tangan ikatan

Gambar di atas merupakan contoh ikatan rangkap dan bisa juga dituliskan dalam bentuk  $\text{H} - \text{C} = \text{C} - \text{H}$



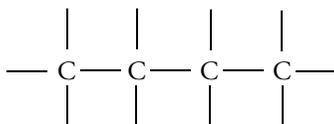
Ikatan rangkap tiga berupa rantai karbon dengan 3 tangan ikatan

Gambar di atas merupakan contoh ikatan rangkap tiga dan bisa juga dituliskan dalam bentuk  $\text{C} \equiv \text{C}$

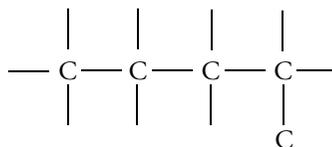
### 3. Atom karbon dapat membentuk rantai karbon

Antar-atom karbon dapat membentuk rantai karbon. Berdasarkan bentuk rantai karbonnya, senyawa karbon dibagi menjadi 2, yaitu senyawa alifatik dan siklik.

- a. **Senyawa alifatik** yaitu senyawa karbon yang rantai C-nya terbuka, berupa rantai lurus dan rantai bercabang.



Rantai lurus (tidak bercabang)



Rantai bercabang mempunyai lebih dari satu cabang

- b. **Senyawa siklik** yaitu senyawa karbon yang rantai C-nya tertutup atau melingkar. Senyawa siklik dibagi menjadi dua, yaitu senyawa karbosiklik dan heterosiklik.

#### 1). Senyawa karbosiklik

Yaitu senyawa siklik yang rantai lingkaranya hanya terdiri atas atom karbon. Senyawa karbosiklik masih dibagi lagi menjadi dua yaitu senyawa aromatik dan alsiklik.

## Khazanah

Contoh senyawa alifatik (rantai lurus) antara lain metana, etana, dan propana. Sedangkan contoh senyawa alifatik (rantai bercabang) antara lain 2-metilpropana; 3-etil-5-metilheksana; dan 3,4-dimetilbutana.

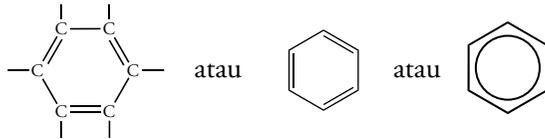
Fessenden & Fessenden, 1995, hlm. 101

Pada tahun 1885, Adolf van Baeyer, seorang ahli kimia asal Jerman menyatakan hipotesisnya bahwa senyawa siklik membentuk cincin-cincin datar, kecuali siklopentana.

Fessenden & Fessenden, 1995, hlm. 124

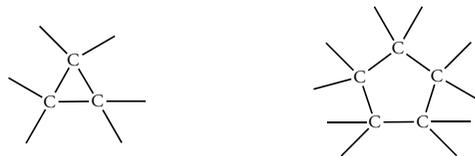
## a). Senyawa aromatik

**Senyawa aromatik** merupakan senyawa siklik yang rantainya terdiri dari enam atom karbon dengan ikatan tunggal berselang-seling ikatan rangkap. Salah satu contoh senyawa aromatik adalah benzena. Perhatikan rumus struktur senyawa benzena berikut.



## b). Senyawa alisiklik

**Senyawa alisiklik** adalah senyawa alifatik yang rantainya tertutup atau melingkar. Perhatikan rumus struktur siklopropana dan siklopentana berikut.



Siklopropana dengan 3 atom C

Siklopentana dengan 5 atom C

## 2) Senyawa heterosiklik

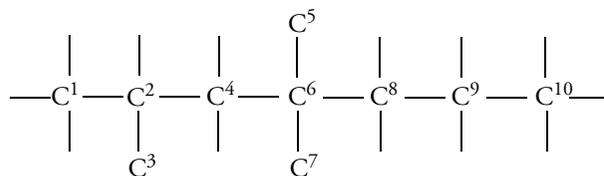
**Senyawa heterosiklik** adalah senyawa siklik yang rantainya terdiri atas atom karbon dan atom lain. Perhatikan rumus struktur berikut.



Berdasarkan kedudukan atom karbon dalam rantai karbon, atom karbon dibedakan menjadi 4, yaitu:

- Atom karbon primer (atom karbon yang hanya terikat pada satu atom karbon lain)
- Atom karbon sekunder (atom karbon terikat pada dua atom karbon lain)
- Atom karbon tersier (atom karbon terikat pada tiga atom karbon lain)
- Atom karbon kuartener (atom karbon terikat pada empat atom karbon lain)

Perhatikan gambar berikut.



Senyawa yang mengandung atom karbon primer, sekunder, tersier, dan kuartener.

- Atom karbon primer ditunjukkan oleh atom karbon nomor 1, 3, 5, 7, dan 10.
- Atom karbon sekunder ditunjukkan oleh atom karbon nomor 5, 4, dan 9.
- Atom karbon tersier ditunjukkan oleh atom karbon nomor 2.
- Atom karbon kuartener ditunjukkan oleh atom karbon nomor 6.

Setelah mempelajari tentang kekhasan atom karbon, dapatkah kalian menentukan banyaknya atom karbon dalam suatu senyawa? Untuk mengetahui jawabannya, simaklah uraian berikut yang menjelaskan tentang cara mengidentifikasi keberadaan karbon dalam suatu senyawa.

Berbagai senyawa yang ada di sekitar kita dapat diidentifikasi sebagai senyawa karbon dengan cara yang paling mudah, yaitu dengan membakar senyawa tersebut. Selanjutnya, kita akan belajar mengenal senyawa karbon dengan menguji keberadaan unsur C, H, dan O dalam senyawa melalui percobaan berikut.

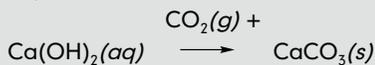
## Aktivitas

### Mengidentifikasi Senyawa Karbon

#### A. Dasar Teori

Keberadaan unsur C, H, dan O dalam senyawa karbon dapat diidentifikasi melalui reaksi pembakaran yang menghasilkan unsur karbon dan hidrogen. Pembakaran senyawa organik secara sempurna menghasilkan gas  $\text{CO}_2$ , sedangkan pembakaran tidak sempurna terhadap senyawa karbon menghasilkan arang atau karbon.

Untuk mengidentifikasi unsur C, H, dan O, kalian harus mengalirkan gas hasil pembakaran dalam air kapur [larutan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ] sehingga terjadi reaksi:



Jika gas hasil pembakaran dapat mengeruhkan air kapur, berarti senyawa yang dibakar merupakan senyawa karbon.

(Sumber: Fessenden & Fessenden, 1997, hlm. 70)

#### B. Tujuan Percobaan

Menguji keberadaan unsur C, H, dan O dalam senyawa gula pasir (sukrosa)

#### C. Alat dan Bahan Percobaan

1. Alat Percobaan
  - a. Tabung reaksi
  - b. Sumbat
  - c. Kapas
  - d. Klem
  - e. Alat pembakar kapas
2. Bahan Percobaan
  - a. Gula
  - b. Kertas kobalt(II) klorida ( $\text{CoCl}_2$ )
  - c. Statif

#### D. Langkah Percobaan

1. Lakukanlah percobaan berikut dengan berkelompok dua atau tiga orang.



dk: PNM

2. Buatlah pembagian kerja yakni: dua orang bertugas untuk melaksanakan percobaan, satu orang mengamati hasil percobaan dan mencatatnya dalam tabel hasil percobaan.
3. Untuk percobaan identifikasi senyawa karbon, ikuti langkah kerja berikut.
  - a. Masukkan satu sendok teh gula pasir dalam tabung reaksi.
  - b. Tutuplah mulut tabung dengan kapas.
  - c. Panaskan tabung sampai terlihat zat cair mengembun pada dinding tabung.
  - d. Keluarkan kapas dan zat cair dengan kertas  $\text{CoCl}_2$  kering.
  - e. Panaskan tabung yang berisi gula sampai terjadi warna hitam.

#### E. Hasil Percobaan

Isilah tabel berikut berdasarkan hasil pengamatan.

Zat yang Dipanaskan	Perubahan pada Tabung yang Berisi Zat	Perubahan Kertas Kobalt(II) Klorida
Gula	...	...



#### F. Pembahasan

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, jawablah pertanyaan-pertanyaan ini:

1. Setelah pemanasan gula dalam tabung,
  - a. zat padat apakah yang terbentuk?
  - b. zat cair apakah yang menempel pada dinding tabung?
2. Apa fungsi kobalt(II) klorida?
3. Dari percobaan di atas, peristiwa apakah yang dapat menunjukkan bahwa gula mengandung:
  - a. karbon
  - b. hidrogen

#### G. Kesimpulan

Apa kesimpulan yang dapat diambil dari kegiatan ini? Diskusikan dengan kelompok kalian dan tuliskan dalam laporan kegiatan.

Berdasarkan hasil percobaan, kalian mendapatkan kesimpulan bahwa suatu senyawa bisa diidentifikasi mengandung unsur karbon, jika setelah dibakar terbentuk arang berwarna hitam.

Selanjutnya, untuk meningkatkan kompetensi kalian, kerjakan soal-soal berikut.

## Uji Kompetensi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Sebutkan kekhasan yang dimiliki atom karbon.
2. Jelaskan pengertian atom C primer, sekunder, tersier, dan kuartener.
3. Bagaimana cara mengidentifikasi bahwa suatu senyawa mengandung karbon?
4. Senyawa karbon dibagi menjadi 3 macam berdasarkan jumlah tangan ikatan yang di-

gunakan untuk berikatan dengan atom lain. Sebutkan 3 macam jumlah tangan ikatan tersebut.

5. Berdasarkan bentuk rantai karbonnya, senyawa karbon dibagi menjadi 2, yaitu senyawa karbon alifatik dan siklik. Apa yang dimaksud dengan senyawa karbon alifatik dan siklik?



## B. Pengelompokan Senyawa Hidrokarbon

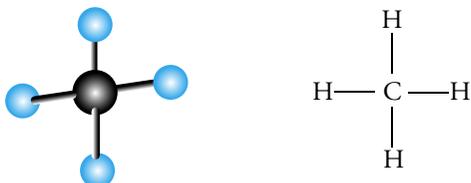
Perhatikan benda-benda yang ada di sekitar kalian. Baju, nasi, gula, minyak tanah, ataupun ember plastik, semuanya merupakan senyawa karbon. Senyawa karbon yang ada di alam ini sangat banyak. Agar kita dapat mempelajarinya dengan mudah, senyawa karbon dibagi menjadi beberapa bagian. Bagian yang paling sederhana dinamakan **hidrokarbon**. Sesuai namanya, senyawa hidrokarbon tersusun dari hidrogen dan karbon.

Berdasarkan jumlah ikatan yang terdapat pada rantai karbon, senyawa karbon dibagi menjadi dua, yaitu hidrokarbon jenuh dan tidak jenuh. **Hidrokarbon jenuh** adalah hidrokarbon yang memiliki ikatan tunggal pada rantai karbonnya, misalnya senyawa-senyawa alkana. Sedangkan **hidrokarbon tidak jenuh** adalah hidrokarbon yang memiliki ikatan rangkap dua atau tiga pada rantai karbonnya, yaitu senyawa-senyawa alkena dan alkuna.

Dalam subbab ini, kalian akan mempelajari anggota-anggota senyawa hidrokarbon. Anggota-anggota senyawa hidrokarbon yaitu alkana, alkena, dan alkuna. Bagaimana penjelasan selengkapnya? Perhatikan bahasan berikut.

### 1. Alkana

Dalam kehidupan sehari-hari, gas metana biasa dimanfaatkan sebagai bahan bakar karena gas metana adalah penyusun utama gas alam. Metana merupakan anggota hidrokarbon paling sederhana dengan satu atom C yang mengikat 4 atom H. Dengan menggunakan *molywood*, metana dapat digambarkan seperti berikut.



Metana merupakan salah satu anggota alkana. **Alkana** disebut juga senyawa hidrokarbon alifatik jenuh, karena pada rantai karbon alkana tidak terdapat ikatan rangkap atau rangkap tiga.

Metana terdiri atas 1 atom karbon dan 4 atom hidrogen. Lalu, bagaimana jika 2 atom karbon, 3 atom karbon, dan 4 atom karbon digabungkan dengan atom hidrogen? Bagaimana rumus struktur dan rumus molekul yang terbentuk? Untuk menjawab pertanyaan ini, perhatikan Tabel 8.1 berikut.

Tabel 8.1 Deret Anggota Alkana dengan Atom C<sub>1</sub> sampai C<sub>10</sub>

Jumlah atom C	Jumlah atom H	Rumus struktur	Rumus molekul	Nama
1	4	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	CH <sub>4</sub>	Metana

2	6	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{C}_2\text{H}_6$	Etana
3	8	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{C}_3\text{H}_8$	Propana
4	10	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	Butana
5	12	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	Pentana
6	14	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{C}_6\text{H}_{14}$	Heksana
7	16	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{C}_7\text{H}_{16}$	Heptana
8	18	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{C}_8\text{H}_{18}$	Oktana
9	20	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{C}_9\text{H}_{20}$	Nonana
10	22	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	Dekana

Keenan, dkk., 1999, hlm. 356

Senyawa-senyawa di atas merupakan 10 anggota alkana yang pertama. Dari Tabel 8.1, diketahui bahwa nama senyawa alkana selalu diakhiri dengan -ana. Lalu, perhatikanlah rumus-rumus senyawa dalam tabel tersebut. Jika jumlah atom C adalah  $n$ , maka bagaimanakah rumus umum senyawa alkana?

Untuk menjawab pertanyaan tersebut, perhatikanlah perbedaan rumus struktur mulai dari  $\text{C}_1$  ke  $\text{C}_2$ , dari  $\text{C}_2$  ke  $\text{C}_3$  dan seterusnya. Jika teliti, kalian akan mengetahui bahwa dari tiap-tiap rumus struktur alkana terdapat perbedaan  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ . Deretan rumus-rumus tersebut dinamakan **deret homolog**.

## Diskusi

Diskusikan dengan teman-teman mengenai rumus struktur, rumus molekul, dan nama-nama senyawa dari  $\text{C}_{11}$  sampai  $\text{C}_{20}$ . Lalu, presentasikan hasil diskusi di depan teman-teman.



Alkana mempunyai rumus umum  $C_nH_{2n+2}$ . Apabila anggota alkana tersebut kehilangan 1 atom H, maka dinamakan **gugus alkil** dan akhiran -ana diganti -il. Rumus umumnya juga berubah menjadi  $C_nH_{2n+1}$ . Agar kalian lebih memahami penamaan gugus alkil, perhatikan Tabel 8.2 berikut.

**Tabel 8.2** Deret Anggota Alkil untuk  $C_1$  sampai  $C_{10}$

Rumus Molekul	Nama	Rumus Molekul	Nama
$CH_3-$	Metil	$C_6H_{13}-$	Heksil
$C_2H_5-$	Etil	$C_7H_{15}-$	Heptil
$C_3H_7-$	Propil	$C_8H_{17}-$	Oktil
$C_4H_9-$	Butil	$C_9H_{19}-$	Nonil
$C_5H_{11}-$	Pentil atau amil	$C_{10}H_{21}-$	Dekil

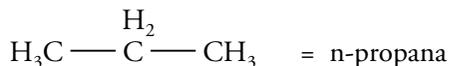
Keenan, dkk., 1999, hlm. 358

### a. Cara Memberi Nama pada Senyawa Alkana

Pemberian nama pada senyawa karbon selalu mencerminkan nama golongannya dan menggunakan aturan tertentu. Pemberian nama senyawa karbon didasarkan pada aturan IUPAC. Tata nama senyawa karbon adalah sebagai berikut.

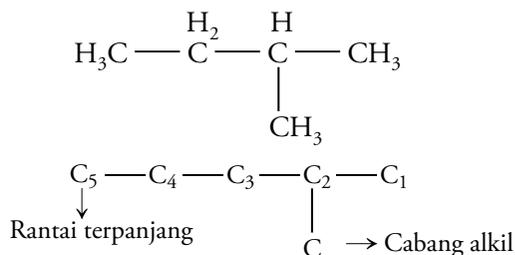
- Alkana yang strukturnya lurus (tak bercabang) diberi nama normal alkana atau disingkat n-alkana.

Contoh:

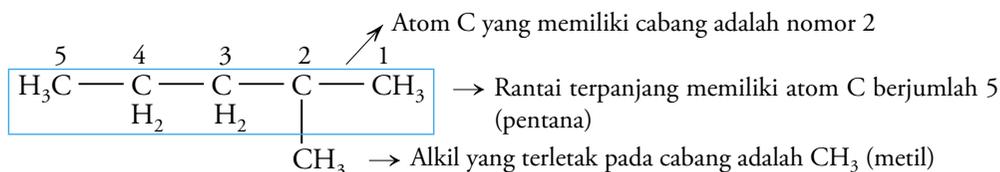


- Pemberian nama untuk alkana yang memiliki struktur bercabang mengikuti aturan berikut.

- Rantai C terpanjang sebagai nama alkananya.
- Atom C yang tidak termasuk rantai terpanjang merupakan cabang alkil.
- Penomoran rantai C terpanjang dimulai dari ujung yang terdekat dengan cabang alkil. Perhatikan gambar berikut.



- Untuk pemberian nama alkil yang terletak pada cabang dan nama rantai terpanjang, perhatikan gambar berikut.







### c. Sifat-Sifat Fisika dan Kimia Senyawa Alkana

Kalian telah belajar tentang rumus struktur alkana dan cara pemberian nama senyawa pada sub subbab sebelumnya. Lalu, bagaimanakah sifat-sifat fisika dan kimia alkana?

Perhatikanlah Tabel 8.3 berikut.

**Tabel 8.3** Titik Didih, Titik Leleh, dan Wujud Alkana pada Suhu Kamar

Massa Molekul Relatif	Jumlah Atom C	Rumus Molekul	Nama Senyawa	Titik Leleh (°C)	Titik Didih (°C)	Wujud pada Suhu Kamar
16	1	CH <sub>4</sub>	Metana	-181,9	-163,9	Gas
30	2	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Etana	-183,2	-88,5	Gas
44	3	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	Propana	-189,6	-42,0	Gas
58	4	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	Butana	-138,6	-0,4	Gas
72	5	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	Pentana	-129,9	36,2	Cair
86	6	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	Heksana	-94,9	69,1	Cair
100	7	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	Heptana	-90,5	98,5	Cair
114	8	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	Oktana	-56,7	125,8	Cair
128	9	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	Nonana	-50,9	150,9	Cair
142	10	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	Dekana	-29,6	174,2	Cair
156	11	C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>	Andekana	-25,5	196,1	Cair
170	12	C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>	Dodekana	-14,5	216,4	Cair
198	14	C <sub>14</sub> H <sub>30</sub>	Tetradekana	5,9	253,5	Padat
254	18	C <sub>18</sub> H <sub>38</sub>	Oktadekana	28	313,9	Padat
282	20	C <sub>20</sub> H <sub>42</sub>	Eikosana	36,9	343,9	Padat

Fessenden & Fessenden, 1995, hlm. 102 (dengan pengubahanan)

Dari Tabel 8.3, kalian bisa menentukan sifat-sifat fisis alkana, bukan? Tiap-tiap senyawa alkana mempunyai wujud yang berbeda pada suhu kamar. Wujud alkana ada yang berupa padat, cair, dan gas. Wujud alkana berbeda berdasarkan titik didih dan titik leleh tiap-tiap senyawa. Agar kalian tambah pintar dalam menentukan sifat-sifat fisis alkana, jawablah pertanyaan berikut.

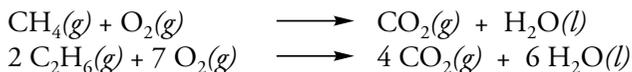
### Tugas

1. Tentukan wujud dari senyawa alkana berikut.
  - a) metana (CH<sub>4</sub>) sampai butana (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)
  - b) pentana (C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>) sampai dodekana (C<sub>12</sub>H<sub>26</sub>)
  - c) lebih besar dari dodekana
2. Bagaimana hubungan titik didih dan titik leleh alkana dengan semakin bertambahnya massa atom relatif atau semakin bertambahnya jumlah atom C?



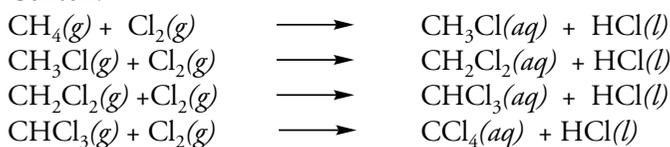
Selain sifat-sifat fisika, alkana juga memiliki sifat-sifat kimia sebagai berikut.

- 1) Alkana bersifat stabil, sehingga sulit bereaksi dengan zat lain. Alkana juga sering dinamakan **parafin (daya gabung rendah)**.
- 2) Jika alkana dibakar sempurna maka menghasilkan gas  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Reaksi ini disebut **reaksi oksidasi**.



- 3) Alkana lebih mudah mengalami **reaksi substitusi** (reaksi pertukaran). Pada reaksi ini, atom H pada alkana diganti atom lain, misalnya atom dari unsur-unsur halogen (F, Cl, Br, dan I).

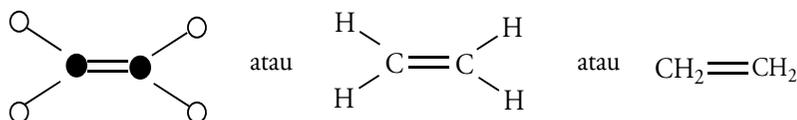
Contoh:



## 2. Alkena

Apabila kalian hendak menjadikan buah menjadi lebih cepat masak, kalian dapat menggunakan senyawa etilena. Biasanya, etilena diperlukan untuk memasak buah-buahan secara buatan dan untuk pembuatan plastik polietilena.

Etilena merupakan senyawa alkena karena mengandung ikatan rangkap pada rantai karbonnya. **Alkena** merupakan hidrokarbon tak jenuh dengan ikatan rangkap. Dengan menggunakan *molybdom*, paling sedikit dibutuhkan 2 atom C untuk membentuk senyawa alkena.



Alkena merupakan ikatan antaratom C dengan ikatan rangkap dua.

## Tugas

Lakukanlah kegiatan berikut dengan teman-teman kalian.

- a) Gabungkanlah 2 atom C dengan 2 tangan ikatan dan tiap-tiap atom C digabungkan dengan 2 atom H.
- b) Gabungkanlah 3 atom C dengan 2 tangan ikatan dan tiap-tiap atom C digabungkan dengan 2 atom H.

Bagaimana hasil kegiatan kalian dan teman-teman? Tuliskanlah hasil kegiatan tersebut dalam buku tugas, lalu kumpulkan pada guru kalian.



Penjelasan di atas merupakan uraian singkat tentang senyawa alkena. Lalu, senyawa apa sajakah yang menjadi anggota alkana? Simaklah penjelasan selanjutnya.

## Khazanah

Kadang-kadang alkena disebut olefin dari kata olefiant gas (gas yang membentuk minyak). Olefin merupakan nama lama etilena ( $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ).

Fessenden & Fessenden, 1995, hlm. 376

### a. Anggota Alkena

Pada senyawa alkena, suku terendah dengan 2 atom C diberi nama etena atau etilena. Etilena merupakan senyawa alkena yang sering kita gunakan sehari-hari. Lalu, bagaimana rumus struktur alkena dengan jumlah atom C lebih dari dua? Perhatikan Tabel 8.4 berikut.

**Tabel 8.4** Deret Anggota Alkena dengan Atom C<sub>2</sub> sampai C<sub>6</sub>

Struktur Alkena	Jumlah Atom C	Jumlah Atom H	Rumus Molekul	Nama
$\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} \quad \text{atau} \quad \text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$	2	4	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	Etena
$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array} \quad \text{atau} \quad \text{H}_2\text{C}=\underset{\text{H}}{\text{C}}-\text{CH}_3$	3	6	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	Propena
$\text{H}_2\text{C}=\overset{\text{H}}{\text{C}}-\overset{\text{H}_2}{\text{C}}-\text{CH}_3$	4	8	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	Butena
$\text{H}_2\text{C}=\overset{\text{H}}{\text{C}}-\overset{\text{H}_2}{\text{C}}-\overset{\text{H}_2}{\text{C}}-\text{CH}_3$	5	10	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub>	Pentena
$\text{H}_2\text{C}=\overset{\text{H}}{\text{C}}-\overset{\text{H}_2}{\text{C}}-\overset{\text{H}_2}{\text{C}}-\overset{\text{H}_2}{\text{C}}-\text{CH}_3$	6	11	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	Heksena
Rumus umum	n	2n	C...H...	

Essenden & Essenden, 1995, hlm. 379 (dengan pengembangan)

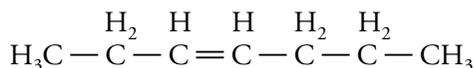
Dari Tabel 8.4, dapatkah kalian menyimpulkan bagaimana rumus umum senyawa alkena? Bagaimana nama akhiran senyawa alkena? Simaklah penjelasan berikut.

### b. Cara Memberi Nama pada Senyawa Alkena

Cara memberi nama senyawa alkena hampir sama dengan alkana. Perbedaan yang paling mencolok antara senyawa alkana dengan alkena terdapat pada ikatan yang terjadi antar-atom C. Senyawa alkana mempunyai ikatan tunggal, sedangkan alkena mempunyai ikatan rangkap. Pemberian nama untuk senyawa alkena mengikuti aturan berikut.

- 1) Untuk alkena yang tidak bercabang, penomoran rantai atom C dimulai dari ujung yang terdekat dengan ikatan rangkap.

Contoh:



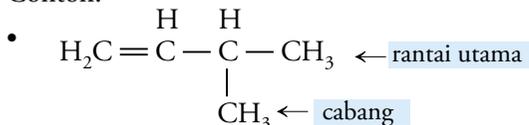
nomor ikatan → 1    2    3    4    5    6    7

Senyawa tersebut terdiri atas 7 atom C dengan ikatan rangkap pada atom C nomor 3. Oleh karena itu, penomoran atom C dimulai dari atom C yang terdekat dengan ikatan rangkap. Jadi, nama senyawa tersebut adalah 3-heptena.

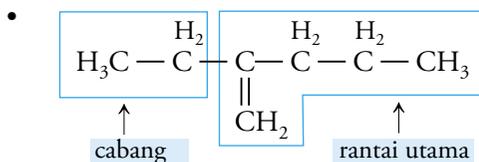
- 2) Penamaan alkena yang bercabang mengikuti langkah-langkah berikut.
  - a) Tentukan rantai C terpanjang yang mengandung ikatan rangkap.
  - b) Berilah nomor pada rantai C dari ujung yang dekat dengan ikatan rangkap.
  - c) Cara penulisan dan penamaan sama dengan alkana, hanya saja nomor ikatan rangkap disebutkan sebelum nama alkenanya.

- d) Urutan penamaan: **nomor cabang – nama cabang – nomor ikatan rangkap – nama alkena sesuai jumlah atom C**

Contoh:



Senyawa tersebut terdiri atas 4 atom karbon pada rantai utamanya dengan ikatan rangkap pada atom C nomor 1 dan letak cabang pada atom C nomor 3. Jadi, nama senyawa tersebut adalah 3-metil-1-butena



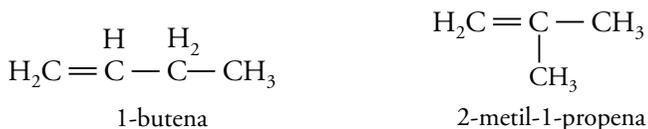
Senyawa tersebut terdiri atas 5 atom karbon pada rantai utamanya dengan ikatan rangkap pada atom C nomor 1 dan letak cabang pada atom C nomor 2. Jadi, nama senyawa tersebut adalah 2-etil-1-pentena.

### c. Isomer pada Alkena

Senyawa alkena mempunyai beberapa isomer seperti pada senyawa alkana. Perbedaan isomer senyawa alkena terletak pada struktur rantai, posisi ikatan rangkap, dan letak gugus atom dalam ruangan. Simak satu persatu penjelasan tentang ketiga isomer.

#### 1) Isomer rantai

**Isomer rantai** terjadi pada senyawa alkena jika terdapat perbedaan pada struktur rantainya. Kalian bisa mengetahui perbedaan tersebut dengan cara memerhatikan struktur rantai bercabang atau tidak bercabang pada senyawa alkena. Perhatikan rumus struktur senyawa  $\text{C}_4\text{H}_8$  berikut.



Senyawa 1-butena dan 2-metil-1-propena memiliki rumus molekul yang sama yaitu  $\text{C}_4\text{H}_8$ , tetapi rumus strukturnya berbeda. Kedua senyawa tersebut mempunyai kesamaan letak ikatan rangkap, yaitu ikatan rangkap antara atom C nomor 1 dengan atom C nomor 2. Sementara itu, perbedaan antara keduanya yaitu adanya cabang pada senyawa 2-metil-1-propena, padahal pada 1-butena berupa rantai lurus.

## 2) Isomer posisi

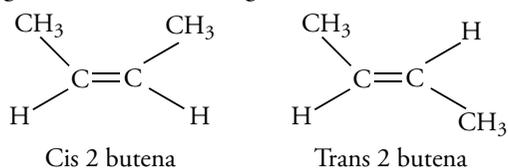
**Isomer posisi** terjadi pada senyawa alkena, jika terdapat perbedaan pada posisi ikatan rangkapnya. Perhatikan posisi ikatan rangkap pada dua senyawa berikut.



Senyawa 1-butena dan 2-butena memiliki rumus molekul yang sama yaitu  $\text{C}_4\text{H}_8$ , tetapi posisi ikatan rangkapnya berbeda. Ikatan rangkap pada senyawa 1-butena terletak antara atom nomor 1 dan atom nomor 2, sedangkan ikatan rangkap pada senyawa 2-butena terletak antara atom nomor 2 dan 3.

## 3) Isomer geometri

**Isomer geometri** terjadi karena terdapat perbedaan kedudukan atom (gugus atom) dalam ruang. Pahami contoh senyawa berikut.



Perhatikan senyawa cis-2-butena dan trans-2-butena. Kedua senyawa tersebut memiliki letak ikatan rangkap yang sama. Perbedaannya terletak pada letak gugus  $\text{CH}_3$ .

Jika ikatan rangkap pada senyawa alkena dianggap sebagai suatu bidang batas dan letak gugus  $\text{CH}_3$  berada dalam satu sisi, maka disebut posisi *cis*. Sementara itu, jika letak gugus  $\text{CH}_3$  terletak pada sisi yang berseberangan, maka disebut posisi *trans*.

Senyawa cis-2-butena dan trans-2-butena merupakan contoh isomer geometri. Kalian tentu bisa mencari senyawa lain yang memiliki isomer geometri, bukan? Untuk mengetahui sejauh mana kemampuan kalian dalam memahami materi, kerjakan tugas berikut.

## Khazanah

Komposisi senyawa hidrokarbon pada minyak bumi tidak sama, bergantung pada sumber penghasil minyak bumi tersebut. Misalnya, komponen utama minyak bumi di Amerika yaitu hidrokarbon jenuh dan minyak bumi di Rusia banyak mengandung hidrokarbon siklik. Sedangkan minyak bumi yang terdapat di Indonesia banyak mengandung senyawa aromatik dan kadar belerangnya sangat rendah.

Sumber: www.chem-is-try.org

## Diskusi

Diskusikanlah dengan teman-teman kalian mengenai contoh senyawa yang memiliki isomer geometri, misalnya senyawa cis-2-pentena dan trans-2-pentena. Gambarkanlah rumus struktur kedua senyawa tersebut dan buktikanlah bahwa kedua senyawa tersebut memiliki isomer geometri. Tuliskan hasil diskusi kalian pada buku tugas, lalu presentasikan di depan kelas.



## d. Sifat-Sifat Fisis dan Kimia

Alkena mempunyai sifat fisis yang sama dengan alkana. Perhatikan kembali sifat fisis alkana, lalu tentukan sifat-sifat fisis alkena melalui tugas berikut.

## Tugas

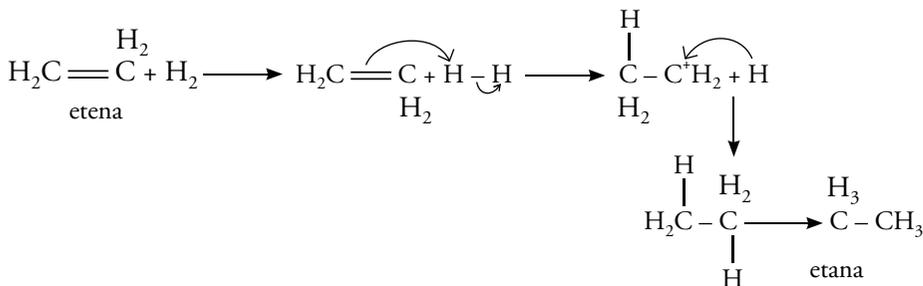
- Tentukan wujud dari kelompok senyawa berikut.
  - Etena sampai butena
  - Pentena sampai heksena
- Bagaimana hubungan titik didih alkena dengan semakin bertambahnya massa atom relatif?



Selain sifat fisis, alkena juga memiliki sifat kimia yaitu dapat mengalami reaksi adisi. Reaksi adisi merupakan reaksi pemutusan ikatan rangkap pada alkena menjadi ikatan tunggal. Reaksi adisi biasanya terjadi antara senyawa alkena dengan atom diatomik, atom halogen, dan asam halida. Simaklah penjelasan berikut.

### 1) Reaksi adisi dengan H<sub>2</sub>

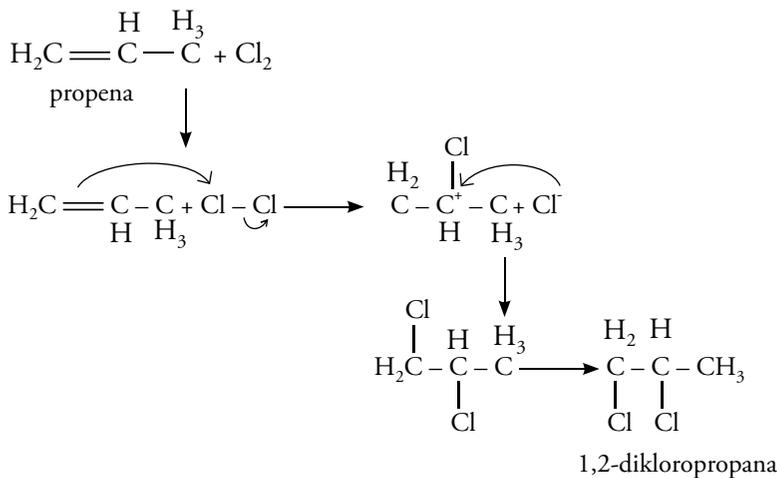
Perhatikan reaksi berikut.



Pada reaksi antara etena dengan gas H<sub>2</sub> terjadi **reaksi adisi** (pengubahan ikatan rangkap menjadi ikatan tunggal) sehingga terbentuk senyawa etana.

### 2) Reaksi adisi dengan halogen (F<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>, I<sub>2</sub>)

Perhatikan reaksi berikut.



Pada reaksi antara propena dengan Cl<sub>2</sub> terjadi reaksi adisi (pengubahan ikatan rangkap menjadi ikatan tunggal) sehingga terbentuk 1,2 dikloro propena.

## Khazanah

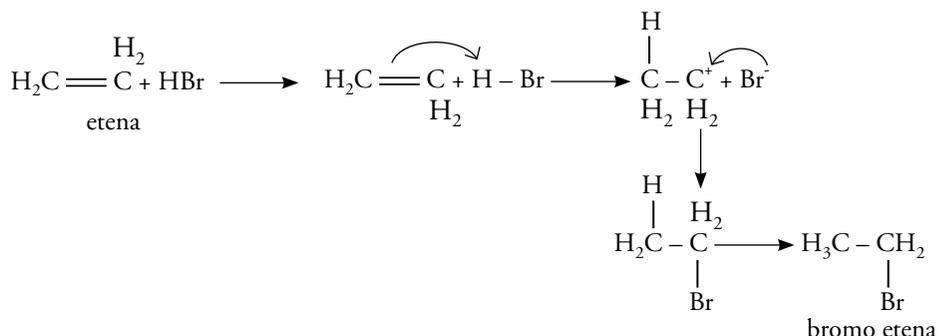
Reaksi adisi terjadi karena adanya pemutusan ikatan rangkap menjadi ikatan tunggal. Perhatikan gambar berikut.



Fessenden & Fessenden, 1995, hlm. 389

### 3) Reaksi adisi dengan asam halida (HF, HCl, HBr, HI)

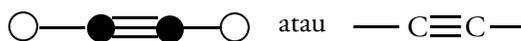
Perhatikan reaksi berikut.



Pada reaksi antara etena dengan HBr terjadi reaksi adisi (pengubahan ikatan rangkap menjadi ikatan tunggal), sehingga terbentuk bromo etana.

### 3. Alkuna

Salah satu senyawa alkuna yang paling sederhana yaitu asetilena yang biasa digunakan tukang las untuk mengelas logam. **Alkuna** merupakan hidrokarbon tak jenuh dengan ikatan rangkap 3. Jika asetilena digambarkan dengan *molywood*, maka bentuk gambarnya adalah sebagai berikut.



Alkuna dengan ikatan rangkap tiga

Lalu, bagaimanakah rumus struktur dan rumus molekul senyawa-senyawa anggota alkuna? Perhatikan Tabel 8.5 berikut.

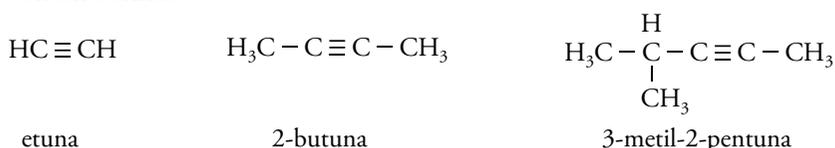
**Tabel 8.5** Deret Anggota Alkuna dengan Atom C<sub>2</sub> sampai C<sub>6</sub>

Rumus Struktur Alkuna	Jumlah Atom C	Jumlah Atom H	Rumus Molekul	Nama
H - C ≡ C - H	2	2	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	Etuna
H - C ≡ C - CH <sub>3</sub>	3	4	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub>	Propuna
H - C ≡ C - $\begin{array}{c} \text{H}_2 \\   \\ \text{C} - \text{CH}_3 \end{array}$	4	6	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>	Butuna
H - C ≡ C - $\begin{array}{c} \text{H}_2 \quad \text{H}_2 \\   \quad   \\ \text{C} - \text{C} - \text{CH}_3 \end{array}$	5	8	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub>	Pentuna
Rumus umum	n	2 <sub>n-2</sub>	C <sub>n</sub> H <sub>2n-2</sub>	

Berdasarkan Tabel 8.5, bagaimanakah rumus molekul alkuna secara umum? Apa nama akhiran anggota alkuna? Mari lanjutkan pembahasan berikut.

#### a. Cara Memberi Nama pada Senyawa Alkuna

Cara memberi nama senyawa alkuna pada prinsipnya sama dengan pemberian nama alkena, hanya akhirnya saja yang berbeda. Perhatikan contoh berikut.



## Khazanah

Isomer rantai terjadi pada senyawa alkena dan alkuna jika terdapat perbedaan pada struktur rantainya. Isomer posisi terjadi pada senyawa alkena dan alkuna jika terdapat perbedaan pada posisi ikatan rangkapnya.

Fessenden & Fessenden, 1995, hlm. 119

## b. Isomer pada Alkuna

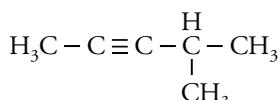
Alkuna dapat memiliki isomer rantai dan isomer posisi. Coba lihat kembali penjelasan tentang isomer rantai dan isomer posisi pada senyawa alkena. Agar kalian lebih memahami isomer pada alkuna, perhatikan contoh berikut.

### 1) Isomer rantai

**Isomer rantai** terjadi pada senyawa alkuna jika terdapat perbedaan pada struktur rantainya. Perhatikan rumus struktur senyawa berikut.



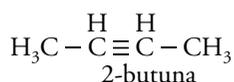
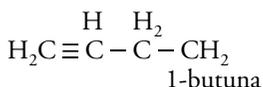
1-butuna



4-metil-2-pentena

### 2) Isomer posisi

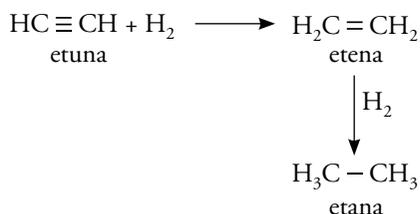
**Isomer posisi** terjadi pada senyawa alkuna jika terdapat perbedaan pada posisi ikatan rangkapnya. Perhatikan posisi ikatan rangkap pada dua senyawa berikut.



## c. Sifat Alkuna

Sifat fisis alkuna sama dengan sifat fisis alkana dan alkena. Adapun sifat kimia alkuna yang paling penting yaitu dapat mengalami reaksi adisi seperti alkena.

Contoh:

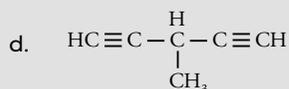
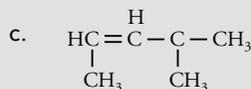
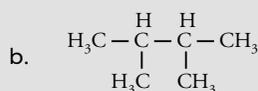
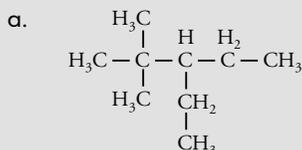


Pada reaksi etuna dengan  $\text{H}_2$  terjadi reaksi adisi (pemutusan ikatan rangkap tiga) menjadi etena (ikatan rangkap) lalu menjadi etana (ikatan tunggal).

## Uji Kompetensi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Berilah nama untuk setiap senyawa berikut.



## Khazanah

Alkuna dapat mengalami reaksi adisi. Pada alkuna terjadi pemutusan ikatan rangkap tiga menjadi ikatan tunggal. Perhatikan reaksi adisi berikut.



Fessenden & Fessenden, 1995, hlm. 389

2. Buatlah struktur dari setiap senyawa berikut.
  - a. 3,3,5-trimetilheksana
  - b. 2-etil-3-isopropilheptana
  - c. 2,4-dimetil-2-pentena
  - d. 3-etil-1-butuna
3. Heksana ( $C_6H_{14}$ ) adalah senyawa alkena yang memiliki 5 isomer.
  - a. Gambarkan rumus struktur dari setiap isomer heksana.
  - b. Tentukan nama setiap isomer heksana.
4. Alkena dapat mengalami reaksi adisi. Tuliskan reaksi yang terjadi antara etena dengan gas  $H_2$ .
5. Sebutkan kegunaan etilena dalam bidang industri.
6. Tuliskan rumus struktur semua isomer pentuna dan berilah nama tiap-tiap senyawa yang terbentuk.

## Rangkuman

1. Kekhasan atom karbon adalah:
  - a. Atom karbon dapat membentuk empat ikatan kovalen dengan atom karbon lain atau atom unsur lain.
  - b. Atom karbon dapat membentuk ikatan tunggal, rangkap dua, dan rangkap tiga.
  - c. Atom karbon dapat membentuk rantai karbon (lurus, bercabang, dan melingkar).
2. Berdasarkan kedudukan atom karbon dalam rantai karbon, atom karbon dibedakan menjadi empat macam, yaitu:
  - a. atom karbon primer (atom karbon hanya terikat pada satu atom karbon lain)
  - b. atom karbon sekunder (atom karbon terikat pada dua atom karbon lain)
  - c. atom karbon tersier (atom karbon terikat pada tiga atom karbon lain)
  - d. atom karbon kuartener (atom karbon terikat pada empat atom karbon lain)
3. Keberadaan unsur C, H, dan O dalam senyawa karbon dapat diidentifikasi melalui reaksi pembakaran. Jika pembakarannya sempurna menghasilkan gas  $CO_2$ , sedangkan jika tidak sempurna menghasilkan arang/karbon.
4. Hidrokarbon merupakan senyawa yang terdiri atas hidrogen dan karbon. Senyawa hidrokarbon terbagi menjadi hidrokarbon jenuh dan hidrokarbon tidak jenuh.
  5. Senyawa-senyawa yang memiliki rumus molekul sama tetapi rumus strukturnya berbeda disebut isomer. Beberapa macam isomer yaitu:
    - a. isomer rantai (jika terdapat perbedaan pada struktur rantainya)
    - b. isomer posisi (jika terdapat perbedaan pada posisi ikatan rangkapnya)
    - c. isomer geometri (jika terdapat perbedaan kedudukan atom/ gugus atom dalam ruang)
  6. Reaksi yang terjadi pada senyawa hidrokarbon adalah:
    - a. Reaksi substitusi, yaitu reaksi pertukaran atom H diganti dengan atom lain, misalnya atom dari unsur-unsur halogen.
    - b. Reaksi adisi, yaitu reaksi pengubahan ikatan rangkap menjadi ikatan tunggal.
    - c. Reaksi eliminasi, yaitu reaksi pengubahan ikatan tunggal menjadi ikatan rangkap.
    - d. Reaksi oksidasi, yaitu reaksi pembakaran menggunakan  $O_2$ .





## Glosarium

**Alkil** Alkana yang kehilangan satu atom H nya, biasanya berperan sebagai cabang dalam senyawa karbon

**Atom C primer** Atom karbon yang mengikat satu atom karbon lain

**Atom C sekunder** Atom C yang mengikat dua atom C lain

**Atom C tersier** Atom C yang mengikat tiga atom C lain

**Atom C kuartener** Atom C yang mengikat empat atom C lain

**Deret homolog** Deretan senyawa karbon yang mempunyai perbedaan rumus struktur  $\text{CH}_2$  antara satu senyawa ke senyawa berikutnya

**Hidrokarbon jenuh** Senyawa hidrokarbon yang semua ikatan antara atom C-nya berupa ikatan tunggal

**Hidrokarbon tak jenuh** Senyawa hidrokarbon yang salah satu atau lebih ikatan antara atom C-nya berupa ikatan rangkap atau rangkap tiga

**Isomer** Senyawa-senyawa yang memiliki rumus molekul sama tetapi rumus strukturnya berbeda

**Senyawa hidrokarbon** Senyawa karbon yang hanya tersusun dari atom hidrogen dan karbon

**Senyawa karbon** Senyawa-senyawa yang salah satu unsur penyusunnya adalah karbon

## Ulangan Harian

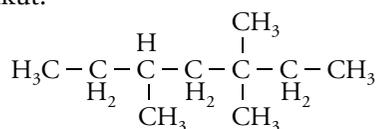


A Pilihlah jawaban yang tepat.

- Unsur karbon dapat membentuk berbagai macam senyawa karbon. Sifat ini merupakan kekhasan atom karbon, yaitu ...
  - berupa zat padat yang sangat stabil pada suhu kamar
  - mempunyai konfigurasi elektron yang belum stabil
  - bentuk ruang ikatan pada atom karbon adalah tetrahedron
  - dapat membentuk rantai karbon dengan berbagai bentuk
  - mempunyai 4 elektron valensi yang dapat berikatan kovalen
- Senyawa hidrokarbon paling sederhana yang terdiri atas 1 atom karbon dan 4 atom hidrogen disebut ....
  - metana
  - etana
  - karbon dioksida
  - karbon monoksida
  - karbon tetra klorida
- Suatu senyawa dapat diidentifikasi mengandung unsur karbon dengan cara membakar senyawa tersebut. Jika senyawa tersebut mengandung unsur karbon, maka hasil pembakarannya berupa ....

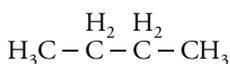
- A. uap air
- B. gas karbon dioksida
- C. zat padat hitam/arang
- D. gas karbon monoksida
- E. air kapur

4. Perhatikan gambar rantai karbon senyawa berikut.



Jumlah atom C sekunder yang terdapat pada senyawa adalah ... buah.

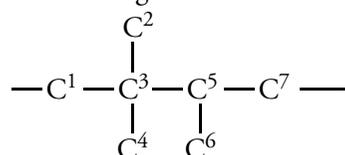
- A. 1
  - B. 2
  - C. 3
  - D. 4
  - E. 5
5. Senyawa yang merupakan hidrokarbon jenuh adalah ....
- A.  $\text{C}_2\text{H}_4$
  - B.  $\text{C}_3\text{H}_8$
  - C.  $\text{C}_4\text{H}_8$
  - D.  $\text{C}_5\text{H}_8$
  - E.  $\text{C}_6\text{H}_{14}$
6. Perhatikan rumus struktur senyawa berikut.



Deret homolog setelah senyawa di atas adalah ....

- A.  $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_3$
- B.  $\begin{array}{ccc} & \text{H}_2 & \\ & | & \\ \text{H}_3\text{C} & - & \text{C} & - & \text{CH}_3 \end{array}$
- C.  $\begin{array}{cccc} & \text{H}_2 & \text{H}_2 & \text{H}_2 \\ & | & | & | \\ \text{H}_3\text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{CH}_3 \end{array}$
- D.  $\begin{array}{cccc} & \text{H}_2 & \text{H}_2 & \text{H}_2 & \text{H}_2 \\ & | & | & | & | \\ \text{H}_3\text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{CH}_3 \end{array}$
- E.  $\begin{array}{cccc} & \text{H}_2 & \text{H}_2 & \text{H}_2 & \text{H}_2 & \text{H}_2 \\ & | & | & | & | & | \\ \text{H}_3\text{C} & - & \text{C} & - & \text{CH}_3 \end{array}$

7. Perhatikan gambar berikut.



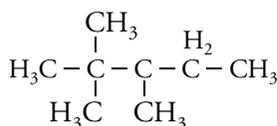
Atom karbon tersier ditunjukkan oleh atom karbon nomor ....

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

8. Senyawa yang merupakan isomer rantai dari pentana adalah ....

- A. 2-metilpentana
- B. 2,3-dimetilbutana
- C. 2-metilpropana
- D. 2-metilbutana
- E. 2,2-dimetilbutana

9. Perhatikan rumus struktur senyawa berikut.



Nama yang benar untuk senyawa di atas adalah ....

- A. 2,2,3-trimetilpentana
- B. 3,4,4-trimetilpentana
- C. 2,3-dimetilheksana
- D. 3,4-dimetilpentana
- E. 2,2-dimetilheksana

10. Senyawa di bawah ini yang berwujud gas pada suhu kamar adalah ....

- A. propana
- B. pentana
- C. heptana
- D. oktana
- E. dekana

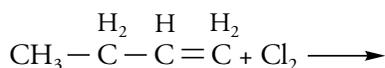
11. Senyawa alkana yang mempunyai titik didih paling rendah adalah ....

- A. metana
- B. etana
- C. propana
- D. nonana
- E. dekana

12. Reaksi pertukaran atom H dengan atom lain disebut reaksi ....
- eliminasi
  - substitusi
  - adisi
  - oksidasi
  - reduksi
13. Di antara struktur molekul berikut yang merupakan isomer rantai dari 3-metil-2-pentena adalah ....
- $$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$
  - $$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{H}_2 \end{array}$$
  - $$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{H}_2 \end{array}$$
  - $$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$
  - $$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$$
14. Senyawa yang mempunyai isomer geometri (cis-trans) adalah ....
- $$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}=\text{CH}_2 \end{array}$$
  - $$\begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{HC}=\text{C}-\text{Cl} \end{array}$$
  - $$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{Br} \end{array}$$
  - $$\begin{array}{c} \text{H}_2 \quad \quad \text{H}_2 \\ | \quad \quad | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$$
  - $$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{ClC}=\text{C}-\text{Br} \end{array}$$
15. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut.
- Merupakan hidrokarbon tak jenuh
  - Mempunyai rumus molekul  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$
  - Dapat bereaksi dengan HBr membentuk alkil halida
  - Anggota senyawanya yang paling rendah mempunyai dua atom karbon

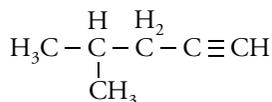
Pernyataan yang benar mengenai senyawa alkena ditunjukkan oleh pernyataan nomor ....

- 1 dan 2
  - 1, 2, dan 3
  - 2 dan 3
  - 2, 3, dan 4
  - 1, 3, dan 4
16. Perhatikan reaksi adisi berikut.



Hasil reaksi adisi pada alkena di atas adalah ....

- 3, 4-diklorobutana
  - 1, 2-diklorobutana
  - 3, 4-dikloropropana
  - 1, 2-dikloropentana
  - klorobutana
17. Anggota alkuna paling sederhana adalah ....
- propuna
  - butuna
  - pentuna
  - asetilena
  - propilena
18. Yang merupakan deret homolog alkuna adalah ....
- $\text{C}_2\text{H}_6$
  - $\text{C}_3\text{H}_4$
  - $\text{C}_4\text{H}_8$
  - $\text{C}_5\text{H}_{10}$
  - $\text{C}_6\text{H}_{14}$
19. Perhatikan rumus struktur senyawa alkuna berikut.



Nama senyawa alkuna di atas adalah ....

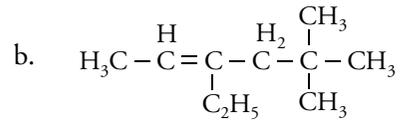
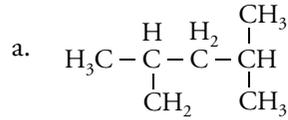
- 4-metil-1-pentuna
- 4-metil-2-pentuna
- 2-metil-4-pentuna
- 2-metil-2-pentuna
- 3-metil-1-pentuna

20. Butuna memiliki isomer sebanyak ... buah.
- 2
  - 3
  - 4
  - 5
  - 6

**B** Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Apa sajakah kekhasan yang dimiliki atom karbon?
2. Apakah yang dimaksud dengan hidrokarbon jenuh?
3. Sebutkan sifat-sifat kimia yang dimiliki alkana.
4. Alkana lebih mudah mengalami reaksi substitusi. Tuliskan reaksi yang terjadi, jika metana direaksikan dengan  $\text{Cl}_2$ .
5. Tuliskan struktur senyawa karbon yang mengandung 6 atom karbon primer, 2 atom karbon sekunder, 2 atom karbon tersier, dan 1 atom karbon kuarterner.

6. Berilah nama pada setiap senyawa berikut.



7. Tuliskan rumus struktur dari setiap senyawa berikut.
  - 2,3-dimetilpentana
  - 4-etil-2,4-dimetil-2-heksena
  - 3,3-dimetil-1-pentana
8. Salah satu sifat kimia alkena yaitu dapat mengalami reaksi adisi. Tuliskan reaksi yang terjadi, jika etena direaksikan dengan asam klorida.
9. Alkana tidak mempunyai isomer geometri. Pada alkana hanya terjadi isomer rantai dan isomer posisi. Jelaskan pengertian isomer posisi dan isomer rantai, serta berilah contoh tiap-tiap isomer tersebut.
10. Tuliskan semua isomer heksana dan berilah nama tiap-tiap senyawa yang terbentuk.

# B a b IX

## Minyak Bumi



LPG atau minyak tanah biasa digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak. LPG untuk kompor gas, sedangkan minyak tanah untuk kompor minyak. Memasak menggunakan kompor gas lebih praktis dibandingkan dengan kompor minyak, sebab api yang dihasilkan oleh kompor gas berwarna biru dan tidak menyebabkan munculnya jelaga pada alat yang digunakan untuk memasak. Masakan pun akan lebih cepat matang karena kalor yang dihasilkan lebih banyak. Sedangkan api yang dihasilkan oleh kompor minyak bercampur antara warna biru dan kuning. Selain itu, timbul jelaga berwarna hitam. Jelaga ini biasanya mengotori alat yang digunakan untuk memasak. Waktu yang digunakan untuk memasak juga lebih lama, karena kalor yang dihasilkan lebih sedikit. Lalu, apakah hubungan antara LPG dan minyak tanah dengan minyak bumi? Pahamiilah penjelasan berikut.

## Kata Kunci

- Senyawa hidrokarbon
- Pembentukan minyak bumi
- Fraksi-fraksi minyak bumi
- Industri petrokimia



## Khazanah

Daerah-daerah penghasil minyak bumi di Indonesia antara lain:

- Pulau Jawa: Cepu, Cirebon, dan Wonokromo
- Pulau Sumatera: Palembang dan Jambi
- Pulau Kalimantan: Pulau Tarakan, Pulau Bunyu, dan Kutai
- Pulau Irian: Sorong

www.chem-is-try.org

## Khazanah

Nama lain minyak bumi adalah petroleum. Selain itu, minyak bumi juga dijuluki sebagai emas hitam. Wujudnya berupa cairan kental, coklat gelap atau kehijauan yang mudah terbakar, yang berada di lapisan atas dari beberapa area di kerak bumi.

ms.wikipedia.org

LPG dan minyak tanah merupakan hasil pengolahan dari minyak bumi. Minyak bumi merupakan salah satu sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui.

Agar kalian lebih menguasai tentang proses pembentukan minyak bumi dan gas alam, komponen-komponen utama penyusun minyak bumi, penggunaan residu minyak bumi dalam industri petrokimia, dan teknik pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi, pahamiilah uraian berikut.

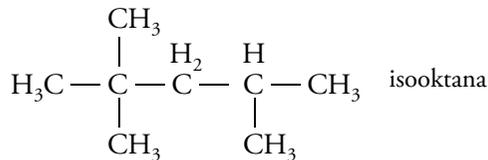
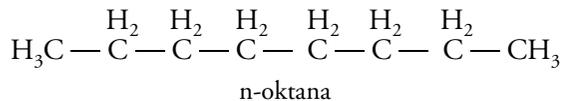
### A. Komposisi dan Pengolahan Minyak Bumi

**Minyak bumi** merupakan komoditas hasil tambang yang nantinya dapat diolah menjadi berbagai bahan bakar, di antaranya bensin, solar, dan minyak tanah. Lalu, bagaimana proses pengolahan minyak bumi? Senyawa apa sajakah yang terdapat dalam minyak bumi? Simak baik-baik uraian berikut.

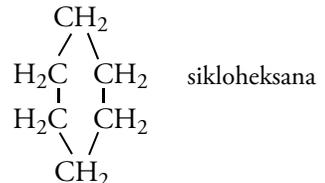
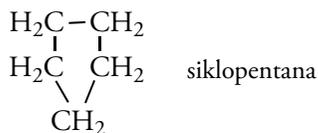
#### 1. Komposisi Minyak Bumi

Sebelum diolah, minyak bumi masih berupa minyak mentah (*crude oil*) yaitu suatu cairan kental berwarna hitam pekat yang sebagian besar merupakan campuran kompleks hidrokarbon. Senyawa hidrokarbon yang biasanya ditemukan dalam minyak bumi dijelaskan sebagai berikut.

- a. Hidrokarbon alifatik jenuh berupa alkana (rantai karbon lurus), contohnya n-oktana dan isoalkana (rantai karbon bercabang) berupa isooktana. Perhatikan rumus struktur n-oktana dan isooktana berikut.

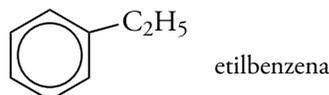


- b. Hidrokarbon sikloalkana dalam bentuk cincin 5 atom karbon dan (siklopentana) dan bentuk cincin 6 atom karbon (sikloheksana). Perhatikan rumus struktur berikut.



- c. Hidrokarbon aromatik.

Senyawa hidrokarbon aromatik paling sederhana adalah benzena, misalnya etilbenzena. Perhatikan rumus struktur berikut.



- d. Senyawa lain dalam jumlah kecil, yaitu:
- 1). Senyawa belerang, antara lain alkanatiol  $R - S - H$ .
  - 2). Senyawa nitrogen, antara lain pirol ( $C_4H_5N$ ).
  - 3). Senyawa oksigen, berupa asam karboksilat.
  - 4). Senyawa organo logam, berupa senyawa vanadium dan nikel dengan jumlah sedikit.

Uraian di atas merupakan penjelasan tentang komposisi minyak bumi. Agar kalian lebih memahami persentase komposisi minyak bumi, perhatikan Tabel 9.1 berikut.

**Tabel 9.1** Komposisi Minyak Bumi

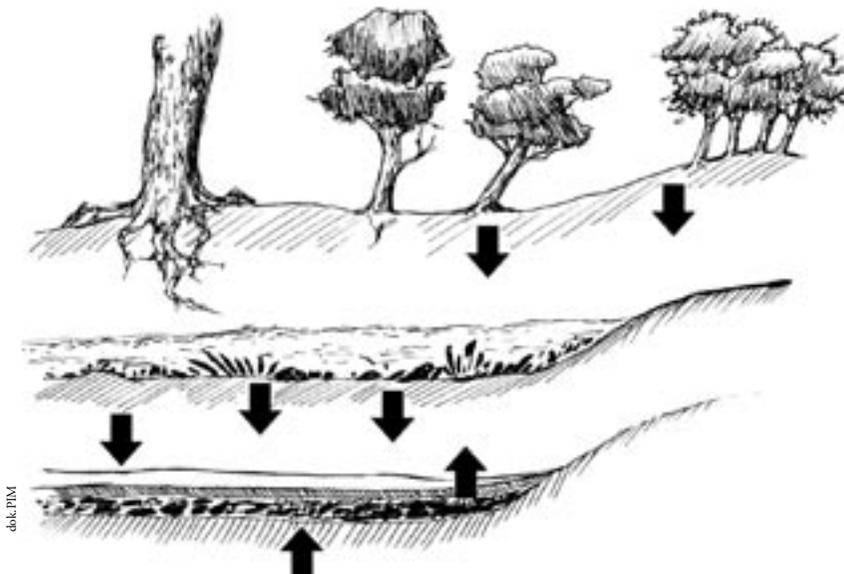
Jenis senyawa	Prosentase	Kandungan senyawa
Hidrokarbon	90 – 99%	alkana, sikloalkana dan alkana aromatis
Senyawa belerang	0,7 – 7%	tio alkana, alkanatiol
Senyawa nitrogen	0,01– 0,9%	pirol ( $C_4H_5N$ )
Senyawa oksigen	0,01– 0,4%	asam karboksilat
Organo logam	sangat kecil	senyawa logam nikel

Fessenden & Fessenden, 1995, hlm.104 (dengan pengembangan)

Komposisi minyak bumi pada berbagai daerah berbeda. Misalnya, minyak bumi di Indonesia banyak mengandung senyawa alifatis jenuh, di Rusia mengandung hidrokarbon rantai lingkaran dan di Amerika banyak mengandung hidrokarbon jenuh.

## 2. Proses Terbentuknya Minyak Bumi

Perhatikan Gambar 9.1 yang menunjukkan proses terbentuknya minyak bumi di bawah ini.



**Gambar 9.1** Proses terbentuknya minyak bumi yang berlangsung berjuta-juta tahun

## Khazanah

Saat ini, negara yang mempunyai cadangan minyak terbesar di dunia adalah Arab Saudi dengan cadangan minyak mencapai 265 milyar barel. Sementara itu, Indonesia diperkirakan mempunyai cadangan minyak sebesar 907,3 juta barel dengan produksi 1,5 juta barel perhari.

[www.chem-is-try.org](http://www.chem-is-try.org)

## Khazanah

Kegiatan eksplorasi dan produksi minyak bumi dilakukan besar-besaran sejak 30 tahun lalu. Hasilnya, jumlah cadangan minyak bumi meningkat dari sekitar dua miliar barel (1970) menjadi lima miliar barel (1980). Bahkan sampai dekade 1990-2000 pun masih terus terjadi penemuan cadangan minyak bumi.

id.wikipedia.org



s\_natuna52\_www.compointeraktif.com.jpg

**Gambar 9.2**  
Proses pengeboran minyak bumi di anjungan minyak

Minyak bumi terbentuk dari proses pelapukan jasad renik (mikroorganisme) yang terkubur di bawah tanah berjuta-juta tahun lalu. Jasad renik yang mati lalu membusuk, makin lama makin menumpuk, kemudian tertutup oleh sedimen (endapan dari sungai atau batuan yang berasal dari pergeseran atau pergerakan bumi). Di sinilah terjadi pembusukan oleh bakteri anaerob. Akibat dari adanya tekanan tinggi selama berjuta-juta tahun maka terbentuklah minyak bumi.

Minyak bumi terdapat pada pori-pori batuan sedimen laut. Karena adanya gaya kapilaritas, minyak bumi tersebut naik ke atas lewat batuan sedimen sampai pada bagian dasar batuan sedimen hingga membentuk akumulasi minyak dalam suatu perangkap yang disebut perangkap minyak (*oil trap*). Oleh karena itu, minyak bumi disebut petroleum (*petrus* = karang dan *oleum* = minyak).

Daerah perangkap minyak bumi disebut *antiklinal* (cekungan). Pada cekungan bagian atas terdapat gas alam, bagian di tengah berupa minyak bumi, dan lapisan paling bawah cekungan berisi air.

### 3. Pengolahan Minyak Bumi

Cadangan minyak bumi Indonesia terbesar ada di Sumatera bagian tengah, yaitu lapangan minyak di Riau (Duri, Minas, Zamrud). Daerah lain yang cukup banyak memiliki cadangan minyak bumi adalah Sumatera bagian selatan (khususnya Sumatera Selatan), Jawa Barat bagian utara, dan Kalimantan Timur.

Minyak bumi yang diambil dari daerah pengeboran minyak masih berupa minyak mentah (*crude oil*) yang berwujud cairan hitam dan kental. Agar bisa dimanfaatkan, *crude oil* harus diolah lebih dahulu dengan cara memisahkan komponen-komponen penyusunnya. Perhatikan gambar daerah pengeboran minyak pada Gambar 9.2.

## Diskusi

Bentuklah kelompok yang terdiri atas tiga orang. Kemudian, diskusikan tentang kegiatan eksplorasi minyak bumi di Indonesia. Agar lebih lengkap, sertakan pula peta lokasi kegiatan eksplorasi tersebut. Selanjutnya, presentasikan hasil diskusi di depan teman-teman sekelas.



## Kilas BALIK

Pemisahan campuran berdasarkan perbedaan titik didih dinamakan destilasi.



Pengolahan minyak bumi dilakukan dengan cara destilasi bertingkat yaitu minyak bumi yang baru keluar dari sumur minyak dipisahkan dari gas yang terlarut di dalamnya melalui pemanasan. Setelah itu, minyak dipompakan ke tangki pengumpul, lalu dibawa ke pabrik kilang minyak. Di pabrik tersebut, terjadi proses penyulingan minyak bumi menjadi beberapa komponen minyak.

Proses penyulingan minyak bumi menjadi komponen-komponen minyak yang siap pakai untuk bahan bakar dan lain sebagainya, melalui tahapan proses berikut.

**a. Penguapan**

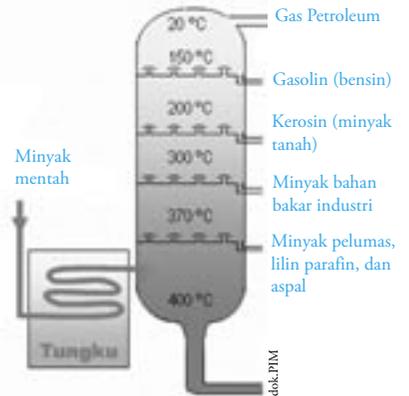
Minyak bumi dialirkan melalui pipa menuju dapur pemanas hingga berubah menjadi uap.

**b. Pemisahan komponen minyak**

Uap minyak bumi dialirkan menuju menara fraksinasi tersusun dari puluhan tingkat bak pengembun uap. Uap naik ke atas menuju tiap-tiap tingkat menara melalui tutup gelembung. Uap dari komponen minyak bumi yang titik didihnya lebih tinggi akan mengembun pada bak pengembun yang lebih rendah. Sementara itu, uap dari komponen minyak bumi yang titik didihnya lebih rendah akan mengembun pada bak pengembun yang lebih tinggi dari menara.

Komponen-komponen minyak bumi berupa gas akan mengembun sesuai urutan titik didihnya masing-masing. Nah, apakah kalian sudah dapat membayangkan, bagaimana proses pengolahan minyak bumi? Untuk lebih jelasnya, perhatikan Gambar 9.3 tentang proses pemisahan minyak bumi dengan destilasi bertingkat.

Hasil destilasi bertingkat dapat dikelompokkan menjadi beberapa fraksi berdasarkan titik didih dan kegunaannya. Perhatikan Tabel 9.2 pengelompokan fraksi-fraksi minyak bumi berdasarkan perbedaan titik didih berikut.



**Gambar 9.3**  
Proses pemisahan minyak bumi dengan destilasi bertingkat

**Tabel 9.2** Fraksi-Fraksi Minyak Bumi

No	Fraksi	Jumlah Atom C	Titik didih	Kegunaan
1	Gas	C <sub>1</sub> - C <sub>4</sub>	<30 °C	- bahan bakar gas LPG - bahan baku berbagai produk petrokimia
2	Petroleum eter	C <sub>5</sub> - C <sub>6</sub>	30 - 60 °C	- pelarut non-polar - cairan pembersih
3	Ligronin/ Nafta	C <sub>6</sub> - C <sub>7</sub>	60 - 100 °C	- pelarut non-polar - zat aditif pada bensin
4	Bensin (gasolin)	C <sub>5</sub> - C <sub>10</sub>	40 - 200 °C	- bahan bakar motor/mobil
5	Kerosin (minyak tanah)	C <sub>12</sub> - C <sub>18</sub>	175 - 325 °C	- bahan bakar kompor - bahan bakar jet yang disebut avtur ( <i>aviation turbine</i> )
6	Solar	> C <sub>12</sub>	250 - 400 °C	- bahan bakar mesin-mesin diesel
7	Oli	> C <sub>20</sub>	350 - 500 °C	- pelumas
8	Residu	> C <sub>25</sub>	> 500 °C	- lilin, parafin, aspal

Fessenden & Fessenden, 1995, hlm.104 (dengan pengembangan)

## Uji Kompetensi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

- Jelaskan proses terbentuknya minyak bumi.
- Sebutkan senyawa-senyawa yang terkandung dalam minyak bumi.
- Jelaskan proses pengolahan minyak bumi.
- Sebutkan fraksi-fraksi minyak bumi.
- Sebutkan kegunaan kerosin dalam kehidupan sehari-hari.



## B. Mutu Bensin

Bensin merupakan salah satu fraksi minyak bumi yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Bensin tersusun dari komponen alkana berupa n-heptana (rantai lurus) dan isooktana (rantai bercabang). Berbagai jenis bensin yang beredar di pasaran antara lain premium, premix, dan pertamax. Harga tiap-tiap jenis bensin di pasaran berbeda karena terdapat perbedaan mutu.



Gambar 9.4

Mutu bensin merupakan salah satu standar dalam penentuan harga bensin.

Mutu bensin ditentukan berdasarkan efektivitas pembakarannya. Komponen alkana rantai lurus (n-heptana) dalam mesin tidak terbakar sempurna, sehingga menyebabkan terjadinya gangguan gerakan piston pada mesin dan menimbulkan suara ketukan (knocking). Sementara itu, alkana dengan rantai bercabang (isooktana) lebih efektif pembakarannya, sehingga tidak menimbulkan suara ketukan pada mesin. Oleh karena itu, kandungan isooktana dalam bensin dijadikan sebagai standar mutu bensin.

Mutu bensin dinyatakan dengan **angka oktan**. Jika bensin mempunyai angka oktan 98, berarti mengandung 98% isooktana dan 2% n-heptana. Untuk menaikkan angka oktan (mutu bensin), biasanya bensin diberi zat aditif (zat tambahan) misalnya TEL (*Tetra Etil Lead*) atau  $Pb(C_2H_5)_4$ . Bensin yang telah diberi TEL dan mempunyai nilai oktan 80 disebut **premium**.

Selain TEL, bensin juga ditambah dengan 1,2-dibromoetana yang berfungsi mengikat timbal hasil pembakaran bensin menjadi  $PbBr_2$ . Namun,  $PbBr_2$  dari bensin ini dapat menimbulkan pencemaran udara yang berbahaya bagi kesehatan, sehingga bensin yang mengandung timbal mulai dikurangi penggunaannya dan diganti dengan bahan lain misalnya MTEB (*Metil Tersier Butil Eter*).

Penjelasan tentang jenis-jenis bensin ternyata menarik, bukan? Dengan mempelajari materi ini, kalian mampu membedakan kualitas bensin berdasarkan angka oktannya, sehingga kalian bisa merawat mesin kendaraan bermotor kalian dengan optimal.

## Khazanah

Bahan bakar bensin banyak mengeluarkan polutan berupa karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC), sedangkan solar lebih banyak mengeluarkan oksida sulfur (SO) dan hanya sedikit CO dan HC. Gas beracun HC bisa memicu kanker, asma, dan sakit kepala. Sementara itu, gas CO menyebabkan penyempitan saluran pernapasan.

[www.kpbb.org](http://www.kpbb.org)

## Diskusi

Pergilah ke SPBU (pom bensin) dengan teman-teman kalian, lalu tanyakan jenis-jenis bensin dan angka oktannya. Selanjutnya, buatlah tabel dari hasil penelitian kalian. Untuk memperluas wawasan tambahkan informasi dari internet tentang jenis-jenis bensin dan angka oktannya, lalu presentasikan di depan kelas.



## C. Penggunaan Residu Minyak Bumi dalam Industri Petrokimia

Sejak dahulu, minyak bumi merupakan komoditas utama bagi negara-negara tertentu. Perhatikan negara-negara penghasil minyak bumi. Negara-negara tersebut sangat kaya, contohnya Arab Saudi. Komoditas minyak bumi menjadi sangat penting dalam bidang ekonomi, industri, dan bidang-bidang lainnya.

Dalam bidang industri, bahan atau zat yang berasal dari minyak bumi dinamakan **petrokimia**. Sementara itu, industri yang berhubungan dengan minyak bumi dinamakan **industri petrokimia**. Contoh hasil industri petrokimia yaitu pengolahan residu minyak bumi. Residu minyak bumi antara lain aspal dan minyak pelumas.

Residu minyak bumi berupa aspal dapat diolah kembali sehingga menghasilkan 2 fraksi, yaitu fraksi ringan dan fraksi berat. Dari pengolahan fraksi ringan diperoleh minyak gas berat yang selanjutnya diolah menjadi minyak bahan bakar berat. Minyak bahan bakar berat digunakan sebagai bahan bakar dalam industri. Sementara itu, dari pengolahan fraksi berat diperoleh aspal yang digunakan untuk pengerasan jalan.

Residu minyak bumi berupa minyak pelumas dapat diolah sehingga menghasilkan 3 fraksi minyak pelumas, yaitu:

- **Minyak pelumas ringan**  
Minyak pelumas ringan dapat diolah menjadi bahan bakar berat.
- **Minyak pelumas tengah**  
Minyak pelumas tengah sering digunakan pada pelumasan mesin-mesin pesawat, mobil, industri, dan lain-lain. Minyak pelumas tengah berfungsi menyerap panas pada sistem mesin. Cara bekerjanya melibatkan gesekan 2 buah logam atau lebih dan menjaga agar logam yang saling bergesekan tersebut tidak cepat aus.
- **Minyak berat**  
Minyak berat berupa lilin (parafin) yang dapat diolah menjadi lilin murni. Selanjutnya, lilin murni digunakan oleh pabrik kertas dan keperluan lain.

## D. Dampak Pembakaran Bahan Bakar terhadap Lingkungan

Kalian telah mempelajari berbagai fraksi-fraksi minyak bumi yang merupakan bahan bakar yang sangat kita butuhkan dalam kehidupan sehari-hari. Senyawa yang sebagian besar terdapat di dalam bahan bakar adalah senyawa karbon. Bagaimana pembakaran senyawa karbon? Zat-zat apa saja yang dihasilkan dari proses pembakaran senyawa karbon? Mari pelajari bersama.

Pembakaran yang terjadi pada senyawa karbon berupa pembakaran sempurna dan tidak sempurna. Pembakaran sempurna senyawa karbon menghasilkan gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air, sedangkan pembakaran tidak sempurna menghasilkan padatan karbon, gas  $\text{CO}$ , gas  $\text{CO}_2$ , dan air.

## Khazanah

Seorang ilmuwan senior dan konsultan peneliti di Chevron bersama rekan-rekannya di Pusat Penelitian Chevron Energy Technology Company, Richmond, California, AS dan University of Kentucky berhasil mengubah limbah plastik menjadi minyak pelumas. Miller memanaskan polietilena (plastik) tersebut sehingga menghasilkan suatu senyawa hidrokarbon cair. Senyawa ini mempunyai bentuk mirip lilin (wax). Struktur kimia senyawa hidrokarbon cair mirip lilin sehingga memungkinkan diolah menjadi minyak pelumas berkualitas tinggi. Sifat kimia senyawa hidrokarbon cair dari hasil pemanasan limbah plastik juga mirip dengan senyawa hidrokarbon yang terkandung dalam minyak mentah sehingga dapat diolah menjadi minyak pelumas.

[www.chem\\_is\\_try.org](http://www.chem_is_try.org)

## Khazanah

Gas-gas seperti sulfur oksida, nitrogen oksida, hidrokarbon, debu solar, dan debu timbal, juga menimbulkan gejala-gejala membahayakan seperti gas CO. Gas-gas tersebut menimbulkan dampak lebih lanjut seperti penyempitan saluran pernapasan, tekanan darah tinggi, penurunan IQ anak-anak, gangguan fungsi ginjal, gangguan kesuburan pada laki-laki, dan kanker.

[www.segarjakartaku.org](http://www.segarjakartaku.org)

Padatan karbon hasil pembakaran tidak sempurna menyebabkan terjadinya asap hitam. Cobalah perhatikan proses pembakaran menggunakan gas LPG dan minyak tanah. Ternyata, terdapat perbedaan pada proses pembakaran tersebut.

Ketika kalian memasak menggunakan gas LPG, api yang dihasilkan berwarna biru dan tidak ada jelaga pada alat yang digunakan untuk memasak. Masakan pun lebih cepat matang karena kalor yang dihasilkan lebih banyak. Itulah pembakaran yang sempurna. Berbeda jika memasak menggunakan minyak tanah. Api yang dihasilkan bercampur antara warna biru dan kuning, serta timbul jelaga berwarna hitam. Jelaga ini biasanya mengotori alat yang digunakan untuk memasak. Waktu yang digunakan untuk memasak juga lebih lama karena kalor yang dihasilkan lebih sedikit. Pembakaran seperti itu tidak sempurna.

Sementara itu, pembakaran tidak sempurna pada mesin kendaraan bermotor menghasilkan gas CO<sub>2</sub>, uap air, dan gas CO. Udara yang kita hirup ketika berada di jalan raya mengandung gas CO (karbon monoksida) dalam jumlah yang besar. Gas CO merupakan gas beracun yang sangat berbahaya karena menghambat pengikatan oksigen oleh darah, sehingga darah kekurangan oksigen. Akibatnya, kepala menjadi pusing. Terlalu lama berada di jalan dengan kadar CO yang sangat tinggi bisa mengakibatkan pingsan dan kematian. Oleh karena itu, sebaiknya kita berhati-hati. Penggunaan masker penutup hidung dapat mengurangi gas beracun yang terhirup oleh kita.



Dok. PM

Gambar 9.5

Asap knalpot kendaraan bermotor yang berbahaya

## Diskusi

Salah satu dampak negatif dari pembakaran tidak sempurna pada mesin kendaraan bermotor adalah menyebabkan gangguan fungsi ginjal. Carilah informasi dari internet yang mendukung pernyataan di atas, lalu presentasikan bersama teman-teman sekelompok.



## Uji Kompetensi

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Senyawa apa saja yang terdapat pada bensin?
2. Senyawa apa yang ditambahkan pada bensin untuk menaikkan angka oktan bensin?
3. Apakah yang dimaksud dengan industri petrokimia? Berilah contoh industri petrokimia.
4. Jelaskan perbedaan memasak menggunakan gas LPG dan menggunakan minyak tanah.
5. Pembakaran tidak sempurna pada bensin menghasilkan gas CO. Jelaskan efek negatif yang ditimbulkan gas CO terhadap lingkungan.



### E. Kegunaan Senyawa Hidrokarbon dalam Sandang, Pangan, Papan, Seni, Estetika, dan Perdagangan

Kehidupan manusia tidak pernah lepas dari penggunaan senyawa-senyawa kimia yang mengandung hidrokarbon. Senyawa-senyawa hidrokarbon yang kita gunakan dalam berbagai hal, sebagian besar merupakan senyawa-senyawa derivat kompleks hidrokarbon.

Dalam bidang pangan, senyawa hidrokarbon kita kenal dalam bentuk senyawa-senyawa berikut, yaitu:

- Karbohidrat yang berfungsi sebagai sumber tenaga. Misalnya beras, gandum, dan kentang.
- Protein yang merupakan zat pembangun tubuh. Misalnya telur, ikan, dan daging.
- Lemak yang terdapat dalam bahan-bahan seperti susu, kacang, kedelai, telur, otak, dan hati.



Dok. FIM

Gambar 9.6

Senyawa hidrokarbon yang terdapat dalam pelbagai makanan dan minuman.

Untuk kebutuhan sandang, senyawa-senyawa hidrokarbon terdapat dalam bentuk senyawa makromolekul seperti serat-serat sintesis, misalnya: nilon, dakron, dan rayon. Serat-serat tersebut dapat dibuat menjadi benang, lalu diubah menjadi kain.

Sementara itu, untuk kenyamanan papan (tempat tinggal), memenuhi nilai seni dan estetika, senyawa hidrokarbon banyak digunakan dalam pelbagai wujud, yaitu:

- Genteng terbuat dari fiber
- Pembuatan pipa-pipa pralon dari polivinilklorida (PVC)
- Kursi terbuat dari polimer vnyil
- Dinding dicat dengan bahan dari lateks
- Stop kontak untuk penerangan listrik berasal dari polimer vnyil
- Peralatan dapur berasal dari bahan melamin dan teflon
- Untuk keperluan sanitasi, digunakan sabun mandi yang dibuat dari reaksi saponifikasi asam lemak dengan basa
- Sikat gigi dibuat dari bahan nilon
- Ban mobil terbuat dari senyawa poliisoprena
- Desain interior mobil dari bahan vnyil



Gambar 9.7

Senyawa hidrokarbon yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan papan, seni, dan estetika.

Dari pelbagai kegunaan senyawa hidrokarbon dalam bidang pangan, sandang, papan, seni, dan estetika di atas, aktivitas dunia perdagangan akan meningkat. Apalagi dengan adanya produk yang beraneka ragam dengan kualitas yang tinggi.

Sebagai contoh, yaitu ditemukannya senyawa polimer yang disebut plastik. Plastik biasa digunakan untuk mengemas makanan, minuman, dan obat-obatan sehingga menjadikannya lebih bersih, awet, dan ekonomis. Selain itu, plastik juga digunakan sebagai asesoris. Dengan demikian, plastik termasuk senyawa hidrokarbon yang digunakan dalam bidang seni dan estetika.

## Diskusi

Senyawa hidrokarbon memiliki kegunaan dalam pelbagai aspek kehidupan, misalnya sandang, pangan, papan, seni, estetika, dan perdagangan. Datalah contoh-contoh senyawa hidrokarbon, lalu identifikasi kegunaan dari contoh senyawa hidrokarbon yang kalian temukan. Carilah informasi tersebut dari internet dan buku-buku di perpustakaan. Selanjutnya, untuk menambah wawasan tentang kegunaan senyawa hidrokarbon, diskusikan dengan teman-teman. Tuliskan hasil diskusi pada dua lembar kertas kuarto, lalu presentasikan di depan kelas.



# Rangkuman

1. Senyawa hidrokarbon yang biasanya ditemukan dalam minyak bumi berupa hidrokarbon alifatik jenuh (alkana dan isoalkana), hidrokarbon siklo alkana (siklopentana dan sikloheksana), hidrokarbon aromatik (etilbenzena), senyawa belerang, nitrogen, oksigen, dan organo logam.
2. Pengolahan minyak bumi dilakukan dengan cara destilasi bertingkat (proses pemisahan komponen-komponen minyak bumi berdasarkan perbedaan titik didih). Bagan hasil destilasi bertingkat sebagai berikut.

Minyak mentah	<30 °C	gas bumi (C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub> )
	30-60 °C	petroleum eter (C <sub>5</sub> -C <sub>6</sub> )
	60-100 °C	bensin (C <sub>6</sub> -C <sub>7</sub> )
	40-200 °C	nafta (C <sub>5</sub> -C <sub>10</sub> )
	175-325 °C	kerosin (C <sub>12</sub> -C <sub>18</sub> )
	250-400 °C	solar (>C <sub>12</sub> )
	350-500 °C	minyak pelumas (>C <sub>20</sub> )
>500 °C	residu (aspal, paraffin, lilin) (>C <sub>25</sub> )	

3. Standar mutu bensin dinyatakan dengan angka oktan.

4. Untuk menaikkan angka oktan, biasanya bensin diberi zat aditif (zat tambahan), misalnya TEL (Tetra Etil Lead) atau Pb(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>, 1,2-dibromoetana, dan MTEB (Metil Tersier Butil Eter).
5. Dalam bidang industri, bahan atau zat yang berasal dari minyak bumi dinamakan petrokimia. Contoh hasil industri petrokimia yaitu pengolahan residu minyak bumi.
6. Residu minyak bumi antara lain berupa aspal, minyak pelumas, lilin, dan parafin.
7. Pembakaran yang terjadi pada senyawa karbon berupa pembakaran sempurna dan tidak sempurna. Pembakaran sempurna senyawa karbon menghasilkan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan air, sedangkan pembakaran tidak sempurna menghasilkan padatan karbon, gas CO, gas CO<sub>2</sub>, dan air.
8. Dampak pembakaran bahan bakar terhadap lingkungan antara lain yaitu adanya gas CO yang sangat berbahaya karena dapat mengikat hemoglobin dan menyebabkan penyempitan saluran pernapasan.



## Glosarium

**Angka oktan** Angka yang menyatakan mutu (kualitas) bensin. Semakin tinggi angka oktan berarti kualitas bensin semakin baik

**Antiklinal** Daerah perangkap minyak bumi

**Crude Oil** Minyak bumi yang masih berupa minyak mentah yang berwujud cairan hitam dan kental

**Destilasi bertingkat** Proses pemisahan komponen-komponen minyak bumi berdasarkan perbedaan titik didih

**Minyak bumi** Hasil tambang yang berasal dari pelapukan mikroorganisme karena tekanan dan suhu tinggi yang berlangsung jutaan tahun

**Oil trap** Perangkap minyak bumi

**Petroleum** Nama lain minyak bumi, berasal dari bahasa latin *petrus* = karang dan *oleum* = minyak

**TEL (Tetra Etil Lead)** Zat aditif (zat tambahan) pada bensin digunakan untuk menaikkan angka oktan



**A** Pilihlah jawaban yang tepat.

- Proses pembentukan minyak bumi diperkirakan memerlukan waktu paling sedikit ... tahun.
  - 250
  - 500
  - 1 juta
  - 1,5 juta
  - 2 juta
- Daerah perangkap minyak bumi disebut ....
  - antiklinal
  - oil trap
  - petroleum
  - crude oil
  - oleum
- Pengolahan minyak mentah menjadi berbagai bahan bakar dilakukan dengan cara ....
  - kromatografi
  - sublimasi
  - penguapan
  - destilasi bertingkat
  - kristalisasi
- Proses penyulingan minyak bumi didasarkan pada ....
  - perbedaan titik didih
  - perbedaan rantai karbon hidrokarbon
  - kemudahan terbakarnya hidrokarbon
  - perbedaan massa molekul hidrokarbon
  - kegunaan hidrokarbon
- Senyawa penyusun minyak bumi yang memiliki persentase 90-99% adalah ....
  - alkana, sikloalkana, dan aromatik
  - alkana, alkena, dan sikloalkana
  - alkana, alkena, dan alkuna
  - alkohol, alkena, dan aromatik
  - aromatik, alkana, dan alkuna
- Pada proses pemisahan minyak bumi, fraksi yang dihasilkan pada suhu 180-250 °C adalah ....
  - nafta
  - kerosin
  - bensin
  - aspal
  - solar
- Hasil destilasi minyak bumi yang memiliki titik didih paling rendah adalah ....
  - bensin
  - pelumas
  - kerosin
  - solar
  - nafta
- Hasil pengolahan minyak bumi yang digunakan sebagai zat aditif pada bensin adalah ....
  - lilin
  - aspal
  - kerosin
  - solar
  - nafta
- Hasil penyulingan minyak bumi yang digunakan sebagai bahan bakar pesawat terbang adalah ....
  - solar
  - nafta
  - kerosin
  - bensin
  - aspal
- Dalam istilah sehari-hari, kerosin dikenal sebagai ....
  - gas LPG
  - bensin
  - minyak tanah
  - minyak solar
  - minyak pelumas

11. Penyusun utama bensin adalah senyawa ....
  - A. propana dan butana
  - B. butana dan pentana
  - C. heksana dan heptana
  - D. heptana dan oktana
  - E. butana dan oktana
12. Ukuran kualitas bensin didasarkan pada kandungan senyawa ....
  - A. pentana
  - B. heksana
  - C. butana
  - D. nonana
  - E. isooktana
13. *Knocking* adalah suara ketukan dalam bilik pembakaran pada mesin motor. Hal ini terjadi karena bensin yang digunakan ....
  - A. tidak menggunakan zat aditif
  - B. banyak mengandung senyawa karbon rantai tertutup
  - C. banyak mengandung senyawa karbon rantai terbuka
  - D. mempunyai angka oktan rendah
  - E. mempunyai angka oktan tinggi
14. Untuk meningkatkan efisiensi pembakaran bensin, maka bensin ditambah zat aditif berupa senyawa ....
  - A. tetra etil lead
  - B. timbal bromida
  - C. 1,2-dibromoetana
  - D. etil klorida
  - E. isooktana
15. Pembakaran tidak sempurna menghasilkan gas yang terakumulasi dalam darah dengan cepat. Gas berbahaya yang dimaksud adalah ....
  - A.  $\text{SO}_2$
  - B.  $\text{SO}_3$
  - C. CO
  - D.  $\text{CO}_2$
  - E.  $\text{NO}_2$
16. Hasil pembakaran bensin yang menggunakan zat aditif TEL akan membebaskan logam berat yang sangat berbahaya yaitu logam ....
  - A. Cu
  - B. Fe
  - C. Pb
  - D. Mn
  - E. Co
17. Zat aditif (TEL) pada bensin mulai digantikan dengan metil tersier butil eter. Hal ini bertujuan ....
  - A. mengurangi efisiensi pembakaran bahan bakar
  - B. menaikkan bilangan oktan
  - C. mengurangi pencemaran udara
  - D. merawat mesin kendaraan agar tidak cepat aus
  - E. mengurangi terjadinya *knocking* (ketukan) pada mesin kendaraan
18. Bensin yang mempunyai angka oktan 82 berarti mengandung ....
  - A. 18% heptana dan 82% isooktana
  - B. 82% isooktana dan 18% heptana
  - C. 82% isooktana dan 18% zat aditif
  - D. 18% isooktana dan 82% zat aditif
  - E. 82% heptana dan 18% zat aditif
19. Bahan atau zat yang berasal dari minyak bumi dinamakan ....
  - A. bensin
  - B. gas
  - C. zat industri
  - D. petrokimia
  - E. minyak
20. Residu minyak bumi yang digunakan pada logam-logam mesin kendaraan agar tidak cepat aus adalah ....
  - A. aspal
  - B. bensin
  - C. minyak tanah
  - D. minyak pelumas
  - E. bahan bakar

**B.** Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Jelaskan proses terbentuknya minyak bumi.
2. Mengapa minyak bumi merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbarui?
3. Mengapa kita harus menghemat minyak bumi? Bahan bakar apa yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti minyak bumi?
4. Senyawa apa yang terkandung dalam LPG?
5. Apa yang dimaksud dengan bilangan oktan?
6. Bensin premium mempunyai angka oktan 98. Jelaskan maksud pernyataan tersebut.
7. Sebutkan komponen utama penyusun minyak bumi.
8. Berikan contoh kegunaan residu minyak bumi dalam industri kimia.
9. Terangkan kepanjangan istilah-istilah berikut dan berilah penjelasan.
  - a. TEL
  - b. MTBE
10. Jelaskan kegunaan senyawa hidrokarbon dalam bidang sandang, pangan, papan, seni, dan estetika secara singkat.

# Latihan Ujian Kenaikan Kelas

A Pilihlah jawaban yang tepat.

- Muatan positif suatu atom tidak tersebar merata diseluruh atom melainkan berkumpul di pusat atom. Teori ini dikemukakan oleh ....
  - John Dalton
  - J. J. Thomson
  - Ernest Rutherford
  - Niels Bohr
  - R. A. Milikan
- Elektron valensi unsur  $_{10}\text{Ne}$  menempati kulit ... dalam sistem periodik unsur.
  - K
  - L
  - M
  - N
  - O
- Moseley menyusun sistem periodik unsur berdasarkan ....
  - keelektronegatifan
  - kenaikan massa atom
  - kenaikan nomor atom
  - energi ionisasi
  - jari-jari atom
- Unsur  $_{20}\text{X}$  berada pada ... dalam sistem periodik unsur.
  - golongan IIA periode 3
  - golongan IIA periode 4
  - golongan IVA periode 4
  - golongan VIIIA periode 3
  - golongan VIIIA periode 4
- Unsur berikut yang tidak termasuk unsur golongan gas mulia adalah ....
  - helium
  - neon
  - argon
  - arsen
  - kripton
- Pasangan senyawa berikut yang berikatan kovalen rangkap dua adalah ....
  - $\text{O}_2$  dan  $\text{SO}$
  - $\text{O}_2$  dan  $\text{N}^2$
  - $\text{N}_2$  dan  $\text{CO}$
  - $\text{HCl}$  dan  $\text{CO}$
  - $\text{N}_2$  dan  $\text{H}_2$
- Rumus kimia tembaga(II) sulfat adalah ....
  - $\text{CuSO}_3$
  - $\text{Cu}_2\text{SO}_3$
  - $\text{CuSO}_4$
  - $\text{Cu}_2\text{SO}_4$
  - $\text{Cu}_3\text{SO}_4$
- Nama senyawa  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  adalah ....
  - kalium nitrat
  - kalium nitrit
  - kalsium nitrit
  - kalsium nitrat
  - kalsium dinitrit
- Perhatikan reaksi berikut.
$$\text{Al}(s) + \text{H}_2\text{SO}_4(aq) \longrightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(aq) + \text{SO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(l)$$
Agar reaksi di atas setara, koefisien untuk  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{SO}_2$  adalah ....
  - 2 dan 3
  - 3 dan 4
  - 4 dan 3
  - 4 dan 2
  - 6 dan 3
- Serbuk besi sejumlah 28 gram (Ar Fe = 56) direaksikan dengan 20 gram belerang (Ar S = 32) sesuai dengan persamaan:
$$\text{Fe} + \text{S}_2 \longrightarrow \text{FeS}$$
Zat yang tersisa setelah reaksi berakhir adalah ....
  - 2 gram belerang
  - 4 gram belerang

- C. 7 gram belerang  
D. 8 gram besi  
E. 14 gram besi
11. Gas etana sebanyak 60 gram ( $C_2H_6$ ) dibakar dengan 16,0 gram oksigen. Jumlah molekul  $H_2O$  yang terbentuk adalah ... partikel. (Ar H = 1, C = 12, O = 16)
- A.  $1, 20 \times 10^{22}$   
B.  $2,40 \times 10^{22}$   
C.  $2,57 \times 10^{23}$   
D.  $3,00 \times 10^{23}$   
E.  $1,20 \times 10^{24}$
12. Suatu larutan dikatakan memiliki daya hantar listrik yang baik, jika saat diuji dengan alat uji elektrolit menunjukkan gejala ....
- A. lampu menyala terang dan timbul banyak gelembung gas  
B. lampu menyala redup dan timbul sedikit gelembung gas  
C. lampu menyala redup dan tidak terjadi gelembung gas  
D. lampu tidak menyala dan sedikit gelembung gas  
E. lampu tidak menyala
13. Hasil pengamatan yang diperoleh siswa pada pengujian larutan elektrolit dan non-elektrolit ditunjukkan oleh data berikut.

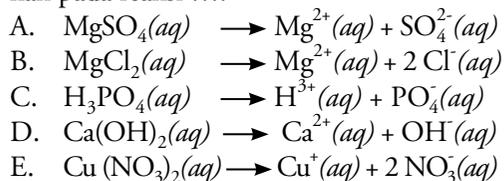
Larutan	Nyala lampu	Gelembung gas
A	menyala	Banyak
B	tidak menyala	tidak ada
C	redup	tidak ada
D	tidak menyala	tidak ada
E	menyala	banyak

Berdasarkan data tersebut, larutan yang bersifat non-elektrolit adalah larutan ....

- A. A dan E  
B. C  
C. B dan D  
D. A dan B  
E. C dan E
14. Jika dilarutkan dalam air, larutan elektrolit akan terurai menjadi ....

- A. kation dan anion  
B. atom-atom  
C. molekul-molekul  
D. ion-ion  
E. pelarut dan zat terlarut

15. Reaksi ionisasi yang paling tepat ditunjukkan pada reaksi ....



16. Dari beberapa jenis air berikut, yang akan menunjukkan gejala lampu menyala terang dan banyak gelembung gas adalah air ....

- A. sumur  
B. suling  
C. ledeng  
D. hujan  
E. laut

17. Pernyataan yang benar tentang sifat elektrolit pada senyawa kovalen, kecuali ....

- A. terdapat perbedaan harga skala keelektronegatifan  
B. pasangan elektron yang berikatan tertarik sama besar ke kedua atom  
C. pasangan elektron yang berikatan hanya tertarik ke salah satu atom yang lebih elektronegatif  
D. membentuk molekul dwi kutub  
E. ikatan yang terbentuk disebut ikatan kovalen polar

18. Larutan yang memiliki derajat ionisasi  $0 < \alpha < 1$  adalah larutan ....

- A. KBr  
B. NaBr  
C.  $NH_4Br$   
D. NaOH  
E.  $HClO_3$

19. Jika dibiarkan tanpa dilindungi, besi dapat mengalami korosi. Hal disebabkan logam besi ....

- A. bereaksi dengan oksigen  
B. bereaksi dengan  $H_2O$

- C. mengalami pelapukan  
 D. secara alamiah dapat berubah menjadi logam lain  
 E. bereaksi dengan semua gas di udara
20. Konsep redoks berdasarkan pelepasan dan penerimaan elektron terdapat pada reaksi berikut, kecuali ....
- A.  $2 \text{Na}(s) + \text{Cl}_2(g) \longrightarrow 2 \text{NaCl}(aq)$   
 B.  $\text{Cl}_2\text{O}_3(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) \longrightarrow 2 \text{HClO}_2(aq)$   
 C.  $\text{Ca}(s) + \text{H}_2\text{SO}_4(aq) \longrightarrow \text{CaSO}_4(aq) + \text{H}_2(g)$   
 D.  $\text{Pb}(s) + \text{HCl}(l) \longrightarrow \text{PbCl}_2(aq) + \text{H}_2(g)$   
 E.  $\text{Cu}(s) + \text{I}_2(g) \longrightarrow \text{CuI}_2(aq)$
21. Biloks atom Krom pada senyawa  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CrO}_3$ , dan  $\text{CrO}_4^{2-}$  berturut-turut adalah ....
- A. 3, 6, dan 6  
 B. 2, 3, dan 4  
 C. 3, 3, dan 7  
 D. 6, 6, dan 7  
 E. 6, 3, dan 7
22. Reaksi autoreduksi terdapat pada persamaan reaksi berikut, yaitu ....
- A.  $\text{Cl}_2(g) + 2 \text{KBr}(aq) \longrightarrow 2 \text{KCl}(aq) + \text{Br}_2(g)$   
 B.  $\text{H}_2\text{O}_2(aq) + 2 \text{KI}(aq) + \text{H}_2\text{SO}_4(aq) \longrightarrow \text{I}_2(g) + \text{K}_2\text{SO}_4(aq) + 2 \text{H}_2\text{O}(l)$   
 C.  $\text{Cl}_2(g) + 2 \text{NaOH}(aq) \longrightarrow \text{NaCl}(aq) + \text{NaClO}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$   
 D.  $\text{SCN}^-(aq) + 4 \text{H}_2\text{O}(l) \longrightarrow \text{SO}_2^{2-}(aq) + \text{CN}^-(aq) + 8 \text{H}^+(aq) + 6 e^-$   
 E.  $\text{CuSO}_4(aq) + 2 \text{KI}(aq) \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4(aq) + \text{CuI}_2(aq)$
23.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(aq) + \text{Fe}^{2+}(aq) + \text{H}^+(aq) \longrightarrow \text{Cr}^{3+}(aq) + \text{Fe}^{3+}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$

Pada reaksi di atas, senyawa yang bertindak sebagai oksidator adalah ....

- A.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$   
 B.  $\text{Fe}^{2+}$   
 C.  $\text{H}^+$   
 D.  $\text{Cr}^{3+}$   
 E.  $\text{Cr}^{3+}$  dan  $\text{Fe}^{3+}$
24. Salah satu cara mengolah limbah organik adalah menggunakan proses lumpur aktif.

Proses ini disebut lumpur aktif karena lumpur tersebut ....

- A. berasal dari gunung merapi  
 B. diberi tambahan karbon aktif  
 C. mengandung limbah organik  
 D. ditambah  $\text{O}_2$  untuk mereduksi limbah  
 E. ditambah  $\text{O}_2$  agar terjadi oksidasi terhadap zat-zat pencemar
25. Senyawa berikut yang tidak termasuk senyawa hidrokarbon adalah ....
- A. pentana  
 B. 1-butena  
 C. 2-heksanol  
 D. 2-heptuna  
 E. asetilena
26. Alkana berikut yang mempunyai titik didih paling tinggi adalah ....
- A. heksana  
 B. pentana  
 C. butana  
 D. propana  
 E. etana
27. Reaksi pemutusan ikatan rangkap pada alkena menjadi ikatan tunggal disebut reaksi ....
- A. adisi  
 B. substitusi  
 C. eliminasi  
 D. oksidasi  
 E. reduksi
28. Senyawa hidrokarbon yang mempunyai rumus molekul  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$  adalah ....
- A. alkana  
 B. sikloalkana  
 C. hidrokarbon jenuh  
 D. alkuna  
 E. alkena
29. Kelompok senyawa berikut yang merupakan senyawa hidrokarbon tidak jenuh adalah ....
- A.  $\text{C}_2\text{H}_6$  dan  $\text{C}_4\text{H}_8$   
 B.  $\text{C}_3\text{H}_8$  dan  $\text{C}_6\text{H}_6$   
 C.  $\text{C}_3\text{H}_4$  dan  $\text{C}_5\text{H}_{10}$   
 D.  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  dan  $\text{C}_6\text{H}_{14}$   
 E.  $\text{C}_4\text{H}_8$  dan  $\text{C}_5\text{H}_{12}$

30. Nama senyawa hidrokarbon berikut yang tidak sesuai dengan aturan tata nama menurut IUPAC adalah ....
- 2-metilbutana
  - 3-metilpentana
  - 2,3-dimetilpentana
  - 2,2-dimetilbutana
  - 2,3,3-trimetilheksana
31. Senyawa alkena yang digunakan untuk memasak buah-buahan secara buatan adalah ....
- etilena
  - propuna
  - butuna
  - pentuna
  - heksuna
32. Senyawa hidrokarbon  $C_xH_y$  sebanyak 2 liter dibakar sempurna dengan 10 liter oksigen menghasilkan 6 liter gas karbondioksida dan air. Rumus molekul senyawa hidrokarbon tersebut adalah ....
- $CH_4$
  - $C_2H_6$
  - $C_3H_8$
  - $C_4H_{10}$
  - $C_5H_{12}$
33. Perhatikan komposisi minyak bumi berikut.
- senyawa alkana
  - asam karboksilat
  - senyawa belerang
  - senyawa siklo alkana
  - senyawa aromatis
- Senyawa terbanyak yang terdapat dalam minyak bumi adalah ....
- |            |            |
|------------|------------|
| A. 1, 2, 3 | D. 1, 4, 5 |
| B. 2, 3, 4 | E. 3, 4, 5 |
| C. 2, 4, 5 |            |
34. Residu hasil destilasi minyak bumi dapat digunakan untuk ....
- minyak pelumas
  - minyak diesel
  - bahan bakar jet
  - pengerasan jalan
  - bahan bakar kompor
35. Jika bensin mempunyai angka oktan 98, berarti mengandung ....
- 98% isoheptana dan 2% n-oktana
  - 2% isoheptana dan 98% n-oktana
  - 98% isooktana dan 2% n-heptana
  - 2% isooktana dan 98% n-heptana
  - 98% isooktana dan 2% zat aditif
36. Untuk menaikkan angka oktan bensin digunakan senyawa ....
- $(C_2H_5)_4Pb$
  - $(C_2H_5)_3Pb$
  - $(CH_3)_3Pb$
  - $(CH_3)_4Pb$
  - $C_3H_7Pb$
37. Fraksi minyak bumi yang mempunyai titik didih paling tinggi adalah ....
- aspal
  - solar
  - bensin
  - kerosin
  - minyak pelumas
38. Hasil fraksinasi minyak bumi yang digunakan sebagai pelarut non polar dan cairan pembersih adalah ....
- LPG
  - bensin
  - petroleum eter
  - kerosin
  - solar
39. Perhatikan beberapa gas buangan kendaraan berikut.
- CO
  - CO<sub>2</sub>
  - SO<sub>2</sub>
  - NO<sub>2</sub>
  - logam berat
- Gas buangan yang beracun dan terakumulasi dalam darah adalah ....
- 1
  - 2

- C. 3
- D. 4
- E. 5

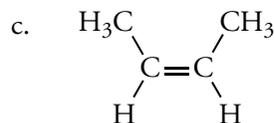
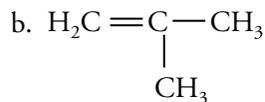
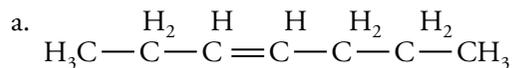
40. Bensin yang mengandung timbal mulai ditinggalkan karena menimbulkan pencemaran, bahan penggantinya yang dapat digunakan adalah ...
- A. 1,2-dibromoetana
  - B. tetra etil lead
  - C. metil tersier butil eter
  - D. Liquid Petroleum Gas
  - E. isooktana

**B** Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Jelaskan teori atom Bohr.
2. Terangkan proses penemuan elektron oleh Thomson.
3. Jelaskan dasar pengelompokan unsur yang dilakukan oleh Dobereiner.
4. Tuliskan kedudukan (golongan dan periode) unsur-unsur berikut dalam sistem periodik unsur.
  - a.  ${}_6A$
  - b.  ${}_{19}B$
  - c.  ${}_{34}C$
  - d.  ${}_{55}D$
5. Terangkan perbedaan ikatan kovalen polar dan non-polar.
6. Jelaskan terbentuknya ikatan kovalen koordinasi pada  $BF_3NH_3$ .
7. Berilah nama pada senyawa-senyawa berikut.
  - a.  $MgI_2$
  - b.  $CuCl_2$
  - c.  $FeS$
  - d.  $NaNO_3$
8. Setarakan reaksi-reaksi berikut.
  - a.  $Mg(s) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow MgSO_4(aq) + SO_2(g) + H_2O(l)$

- b.  $NO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow H_2O(l) + HNO_3(aq)$
- c.  $MnO_2(aq) + HBr(aq) \longrightarrow MnBr_2(aq) + Br_2(g) + H_2O(l)$
- d.  $NH_3(g) + CuO(s) \longrightarrow N_2(g) + Cu(s) + H_2O(l)$

9. Diketahui senyawa  $CaCO_3$  sebanyak 0,03 mol ( $Mr\ CaCO_3 = 100$ ). Berapakah massa  $CaCO_3$ , jumlah partikel  $CaCO_3$ , dan volume  $CaCO_3$  jika dihitung pada suhu  $0^\circ C$  dan tekanan 1 atm (STP)?
10. Pada suhu dan tekanan yang sama, 20 mL  $P_2$  tepat bereaksi dengan 50 mL  $O_2$  menghasilkan 20 mL  $P_xO_y$ . Tentukan rumus senyawa tersebut.
11. Jelaskan perbedaan larutan elektrolit dan non-elektrolit beserta contohnya.
12. Mengapa lelehan senyawa kovalen polar tidak dapat menghantarkan listrik?
13. Jelaskan perkembangan konsep reaksi redoks.
14. Terangkan proses pengolahan limbah dengan proses lumpur aktif.
15. Suatu senyawa memiliki rumus molekul  $C_4H_{10}$ . Tuliskan rumus struktur dari senyawa  $C_4H_{10}$  untuk mengetahui banyaknya isomer yang dimiliki oleh senyawa tersebut.
16. Berilah nama pada senyawa-senyawa alkena berikut.



17. Sebutkan dan jelaskan isomer yang terdapat pada senyawa alkuna. Untuk mempermudah, berilah contoh pada tiap-tiap isomer tersebut.
18. Jelaskan senyawa-senyawa yang terdapat dalam minyak bumi.
19. Sebutkan kegunaan kerosin dalam kehidupan sehari-hari.
20. Jelaskan penggunaan residu minyak bumi dalam industri petrokimia.

## ● Ulangan Harian Bab I

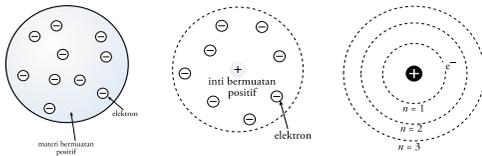
### A Pilihlah jawaban yang tepat.

- |      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| 1. B | 6. C  | 11. C | 16. D |
| 2. B | 7. D  | 12. D | 17. E |
| 3. C | 8. E  | 13. A | 18. E |
| 4. A | 9. C  | 14. A | 19. B |
| 5. B | 10. B | 15. A | 20. A |

### B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

- Thomson mampu menjelaskan bahwa atom merupakan bola bermuatan positif yang dinetralkan oleh elektron yang tersebar merata pada atom.
- Bohr mengamati spektrum atom menggunakan unsur hidrogen. Hasilnya menunjukkan bahwa spektrum hidrogen merupakan garis-garis yang terpisah. Garis itu merupakan lintasan elektron dengan tingkat energi tertentu.

3.



a. Model atom Thomson    b. Model atom Rutherford    c. Model atom Bohr

- Thomson mengamati pelat katoda dan anoda dalam tabung hampa udara yang dialiri listrik tegangan tinggi. Ia menemukan bahwa pelat katoda memancarkan sinar yang bergerak menurut garis lurus menuju pelat anoda. Selain bergerak lurus, sinar ini juga dibelokkan oleh medan magnet/medan listrik menuju anoda. Sinar dari pelat katoda merupakan partikel penyusun atom bermuatan negatif yang disebut elektron.

5.

Unsur	$^{16}_8\text{O}$	$^{23}_{11}\text{Na}$	$^{32}_{16}\text{S}$	$^{40}_{18}\text{Ar}$	$^{75}_{33}\text{As}$
Nomor atom	8	11	16	18	33
Nomor massa	16	23	32	40	75
Proton	8	11	16	18	33
Neutron	8	12	16	22	43
Elektron	8	11	16	18	33

- Peengisian elektron dimulai dari kulit yang memiliki tingkat energi rendah menuju tingkat energi yang lebih tinggi.
- $^{37}\text{Rb}$   
Konfigurasi elektron = 2, 8, 18, 8, 1.  
Elektron valensi = 1 (cenderung membentuk ion positif).
  - $^{35}\text{Br}$   
Konfigurasi elektron = 2, 8, 18, 7.  
Elektron valensi = 7 (cenderung membentuk ion negatif).
  - $^{20}\text{Ca}$   
Konfigurasi elektron = 2, 8, 8, 2.  
Elektron valensi = 2 (cenderung membentuk ion negatif).
- Unsur yang dimaksud yaitu  $^{46}_{12}\text{X}$  dengan konfigurasi elektron 2 8 4 dan elektron valensi 4.
- Nomor atom = 30, elektron valensi = 2, dan jumlah neutron = 17.
- Unsur-unsur yang terletak pada periode 3, yaitu  $^{11}\text{Na}$  dan  $^{15}\text{P}$ . Sedangkan unsur yang menempati periode 4 yaitu  $^{19}\text{K}$ ,  $^{32}\text{Ge}$ , dan  $^{33}\text{As}$ .

## ● Ulangan Harian Bab II

### A Pilihlah jawaban yang tepat.

- |      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| 1. C | 6. C  | 11. E | 16. D |
| 2. E | 7. B  | 12. A | 17. C |
| 3. D | 8. B  | 13. D | 18. E |
| 4. D | 9. C  | 14. B | 19. E |
| 5. B | 10. C | 15. E | 20. A |

### B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

- Perkembangan sistem periodik unsur meliputi pengelompokan berdasarkan sifat logam dan non-logam, perbedaan massa atom pada tiga unsur, kemiripan sifat yang berulang setiap delapan unsur, kemiripan sifat dan kenaikan massa atom, dan berdasarkan kenaikan massa atom.
- Unsur logam (contoh: tembaga dan besi) bersifat elektropositif, mengilap, konduktor yang baik, oksidanya bersifat basa, dan kerapatannya tinggi. Sedangkan unsur non-lo-

gam (contoh: oksigen dan nitrogen) bersifat elektronegatif, tidak mengilap, merupakan isolator, oksidanya bersifat asam, dan kerapatannya rendah.

3. Dobereiner mengelompokkan unsur berdasarkan perbedaan massa atom pada tiga unsur dengan massa atom unsur kedua = rerata massa atom unsur pertama dan ketiga. Karena hal ini tidak berlaku untuk semua unsur, Newlands mengelompokkan unsur berdasarkan kemiripan sifat yang berulang setiap delapan unsur.
4. Moseley menyusun sistem periodik unsur berdasarkan kenaikan nomor atom.
5.
  - a. Golongan IA periode 3
  - b. Golongan VIIIA periode 3
  - c. Golongan IIA periode 5
6. Sifat-sifat unsur dalam sistem periodik yakni:
  - a. Jari-jari atom adalah jarak antara inti atom dengan kulit terluar atom.
  - b. Energi ionisasi adalah energi minimum yang diperlukan oleh atom netral dalam keadaan gas untuk melepaskan satu elektron pada kulit terluarnya.
  - c. Afinitas elektron adalah energi yang dibebaskan oleh atom netral dalam keadaan gas untuk menerima satu elektron.
  - d. Keelektronegatifan adalah ukuran kemampuan atom untuk menarik pasangan elektron dalam suatu ikatan.
7. Semakin besar jumlah kulit atom, semakin besar pula jari-jari atom.
8. Dalam satu periode, energi ionisasi semakin besar, sedangkan dalam satu golongan, energi ionisasi semakin kecil.
9. Karena harga afinitas elektronnya semakin positif, sehingga semakin sulit untuk menerima elektron.
10. Dalam sistem periodik unsur, dari kiri ke kanan, harga keelektronegatifannya semakin besar. Jadi, golongan VIIA memiliki keelektronegatifan terbesar. Walaupun golongan VIIIA terletak di sebelah kanan golongan VIIA, tapi tetap saja tidak memiliki harga keelektronegatifan terbesar. Sebab, golongan VIIIA sudah mencapai kestabilan.

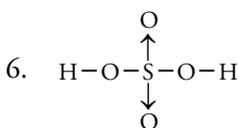
## Ulangan Harian Bab III

### A Pilihlah jawaban yang tepat.

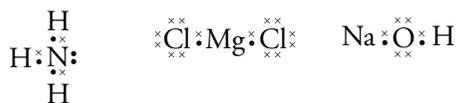
- |      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| 1. E | 6. C  | 11. D | 16. D |
| 2. D | 7. D  | 12.   | 17. A |
| 3. D | 8. A  | 13. E | 18. C |
| 4. B | 9. E  | 14. A | 19. C |
| 5. A | 10. C | 15. B | 20. C |

### B Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Karena unsur gas mulia memiliki 8 elektron valensi, kecuali atom He yang memiliki 2 elektron valensi.
2. Untuk mencapai kestabilan, tiap unsur bergabung dengan unsur lain guna memenuhi aturan oktet.
3. Karena pada ikatan ion terdapat perbedaan keelektronegatifan sehingga ikatan yang terbentuk kuat.
4. Jika keelektronegatifan atom besar, kemampuan menangkap elektron juga besar. Kemampuan atom dalam menangkap dan melepas elektron berdasarkan golongan atom.
5.
  - a.  $\text{BF}_3$  = ikatan kovalen
  - b.  $\text{F}_2$  = ikatan kovalen
  - c.  $\text{NaF}$  = ikatan ion
  - d.  $\text{CO}_2$  = ikatan kovalen



7. a.  $\text{NH}_3$     b.  $\text{MgCl}_2$     c.  $\text{NaOH}$



8. Senyawa polar adalah senyawa yang memiliki momen dipol yang besar, contoh: HCl. Sedangkan senyawa non-polar tidak mempunyai momen dipol sama sekali, contoh:  $\text{H}_2$ .
9.
  - a.  $\text{H}_2\text{O}$  = senyawa polar
  - b.  $\text{BeCl}_2$  = senyawa non-polar
  - c.  $\text{BF}_3$  = senyawa non-polar
10. Unsur logam memiliki energi ionisasi yang rendah dan elektron valensi yang kecil, sehingga unsur logam mempunyai kecender-

ungan menjadi ion positif. Elektron valensi yang berdekatan akan terdelokalisasi membentuk lautan elektron di sekitar ion-ion positif. Selanjutnya, lautan elektron saling berikatan membentuk ikatan logam. Keadaan ini dapat digunakan untuk menjelaskan sifat logam sebagai penghantar panas dan listrik yang baik.

## Ulangan Tengah Semester I

### A Pilihlah jawaban yang tepat.

- |      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| 1. C | 6. C  | 11. B | 16. E |
| 2. B | 7. E  | 12. E | 17. A |
| 3. D | 8. A  | 13. D | 18. D |
| 4. B | 9. A  | 14. D | 19. D |
| 5. B | 10. B | 15. D | 20. D |

### B Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

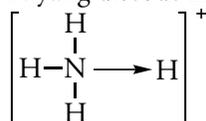
- Atom merupakan bola bermuatan positif yang dinetralkan oleh muatan negatif (elektron) yang tersebar merata pada permukaan bola.
- nomor atom: 9, nomor massa: 19, proton: 9, neutron: 10, elektron: 9
  - nomor atom: 12, nomor massa: 24, proton: 12, neutron: 12, elektron: 12
  - nomor atom: 20, nomor massa: 40, proton: 20, neutron: 20, elektron: 20
- Karena semakin jauh letak kulit dari inti, energi yang dimiliki semakin tinggi. Dalam hal ini, tingkat energi terendah dimiliki oleh kulit K.
- ${}_{15}\text{P} = 2\ 8\ 5$ , elektron valensi = 5
  - ${}_{25}\text{Mn} = 2\ 8\ 8\ 7$ , elektron valensi = 7
  - ${}_{54}\text{Xe} = 2\ 8\ 18\ 18\ 8$ , elektron valensi = 8

Unsur logam	Unsur non-logam
Konduktor	Isolator
Mengilap	Tidak mengilap
Bersifat elektropositif	Bersifat elektronegatif
Oksidanya bersifat basa	Oksidanya bersifat asam
Kerapatan tinggi	Kerapatan rendah
Padat	Rapuh

- Hukum Oktaf Newlands mengelompokkan unsur berdasarkan kenaikan massa atomnya

dan menunjukkan kemiripan sifat yang berulang setiap delapan unsur.

- golongan IIA periode 4
  - golongan IA periode 5
  - golongan VIIA periode 5
- Ikatan ion terjadi saat unsur non-logam menarik elektron dari unsur logam. Antarion yang berlawanan menimbulkan gaya tarik-menarik (gaya elektrostatik).
- ${}_8\text{O} = 2\ 6$  berarti 6 elektron valensi  
Struktur lewis:  $\overset{\times\times}{\text{O}}:\overset{\times\times}{\text{O}}$  atau  $\text{O}=\text{O}$
- Unsur N membentuk ikatan kovalen dengan 3 unsur H. Lalu unsur H keempat melepas elektron dan berikatan dengan unsur N menggunakan pasangan elektron bebas unsur N yang disebut ikatan kovalen koordinasi.



## Ulangan Harian Bab IV

### A Pilihlah jawaban yang tepat.

- |      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| 1. C | 6. C  | 11. B | 16. E |
| 2. B | 7. C  | 12. E | 17. B |
| 3. D | 8. A  | 13. C | 18. D |
| 4. B | 9. D  | 14. D | 19. A |
| 5. A | 10. B | 15. D | 20. D |

### B Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

- Senyawa biner adalah senyawa yang hanya terbentuk dari dua macam unsur. Dua unsur tersebut bisa berupa unsur logam dan non-logam (contoh: NaCl dan  $\text{CaI}_2$ ), maupun dua unsur non-logam (contoh:  $\text{CO}_2$  dan NO).
- Nama logam diikuti nama non-logam dengan akhiran -ida.
- Karena dalam keseharian, senyawa tersebut lebih dikenal dengan nama trivial (perdagangan). Misalnya,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dinamai asam asetat (IUPAC) dan asam cuka (trivial).
- Tata nama senyawa poliatomik memiliki perbedaan pada awalan (hipo-, per-, atau tio-) dan akhiran (-it atau -at). Misalnya, NaClO (natrium hipoklorit). Selain menggunakan akhiran -it atau -at, senyawa poliatomik

juga menggunakan akhiran -ida, misalnya NaOH (natrium hidroksida).

5. Penulisan senyawa asam dengan menyebutkan nama asam + nama pasangan (anion) + akhiran -ida. Misalnya,  $\text{HCl} \longrightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$  = asam + klorida; nama = asam klorida.
6. a. Pereaksi dan hasil reaksi dinyatakan dengan rumus kimia yang benar.  
b. Jumlah atom-atom sebelum reaksi sama dengan jumlah atom-atom sesudah reaksi.  
c. Wujud zat-zat yang terlibat reaksi harus dinyatakan dalam tanda kurung setelah penulisan zat-zat tersebut.
7. a. Magnesium oksida f. Amonium fosfat  
b. Kalium klorida g. Timbal(II) asetat  
c. Kalsium nitrat h. Natrium asetat  
d. Sulfur trioksida i. Tembaga(II) iodida  
e. Tembaga(II) sulfat j. Besi(III) klorida
8. a.  $\text{CCl}_4$  e. FeS  
b.  $\text{BaCl}_2$  f.  $\text{Mg(OH)}_2$   
c.  $\text{N}_2\text{O}$  g.  $\text{PbBr}_2$   
d.  $\text{H}_3\text{PO}_4$  h.  $\text{NaClO}_4$
9. a.  $3 \text{Ca(OH)}_2(aq) + 2 \text{H}_3\text{PO}_4(aq) \longrightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(aq) + 6 \text{H}_2\text{O}(l)$   
b.  $\text{MnO}_2(s) + 4 \text{HCl}(aq) \longrightarrow \text{MnCl}_2(aq) + 2 \text{H}_2\text{O}(l) + \text{Cl}_2(g)$   
c.  $\text{Fe}_2\text{O}_3(s) + 3 \text{CO}(g) \longrightarrow 2 \text{Fe}(s) + 3 \text{CO}_2(g)$   
d.  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(s) + 2 \text{NaOH}(s) \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(s) + 2 \text{H}_2\text{O}(l) + 2 \text{NH}_3(g)$   
e.  $3 \text{Ba(OH)}_2(aq) + \text{P}_2\text{O}_5(aq) \longrightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(s) + 3 \text{H}_2\text{O}(l)$

10. Penamaan senyawa pada tabel berikut yaitu:

Kation \ Anion	$\text{K}^+$	$\text{Fe}^{3+}$	$\text{Na}^+$	$\text{Al}^{3+}$
$\text{NO}_3^-$	$\text{KNO}_3$ (kalium nitrat)	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ (besi(III) nitrat)	$\text{NaNO}_3$ (natrium nitrat)	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ (aluminium nitrat)
$\text{PO}_4^{3-}$	$\text{K}_3\text{PO}_4$ (kalium fosfat)	$\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_3$ (besi(III) fosfat)	$\text{Na}_3\text{PO}_4$ (natrium fosfat)	$\text{Al}_3(\text{PO}_4)_3$ (aluminium fosfat)

## Ulangan Harian Bab V

A Pilihlah jawaban yang tepat.

1. B      7. A      13. B      19. A      25. B
2. B      8. D      14. B      20. C      26. C

3. E      9. C      15. E      21. E      27. D
4. E      10. C      16. E      22. D      28. B
5. B      11. C      17. C      23. E      29. E
6. B      12. B      18. C      24. C      30. D

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

1.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$
2. % Mg = 20%  
% S = 26,67%  
% O = 53,33%
3. Perbandingan massa tiap senyawa:  
 $X_1 : Y_1 = 4,3 : 7,69 = 1 : 1,788$   
 $X_2 : Y_2 = 35,9 : 64,1 = 1 : 1,785$   
 $X_3 : Y_3 = 0,718 : 1,282 = 1 : 1,786$   
Karena ketiga senyawa tersebut memiliki perbandingan yang sama, maka sesuai dengan Hukum Perbandingan Tetap.
4.  $\text{C}_2\text{H}_4$
5.  $\text{N}_2\text{O}_3$
6. Volume oksigen yang diperlukan = 97,5 L  
Volume karbon dioksida yang dihasilkan = 60 L
7. Jumlah molekul  $\text{N}_2 = 1,505 \times 10^{23}$  molekul
8. 4 gram
9.  $\text{C}_3\text{H}_4$
10. 0,166 gram

## Ulangan Akhir Semester I

A Pilihlah jawaban yang tepat.

1. D      11. C      21. B      31. E
2. B      12. C      22. B      32. B
3. C      13. D      23. B      33. D
4. B      14. C      24. B      34. B
5. A      15. D      25. C      35. B
6. C      16. A      26. C      36. D
7. D      17. C      27. C      37. A
8. E      18. C      28. A      38. B
9. A      19. B      29. E      39. C
10. B      20. D      30. D      40. D

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

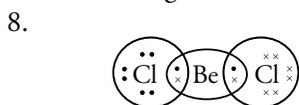
1. Menurut Rutherford, sinar alfa ada yang dibelokkan dan ada juga yang dipantulkan membentuk sudut  $90^\circ - 180^\circ$ . Rutherford menyatakan bahwa muatan positif suatu

atom tidak tersebar merata di seluruh atom, melainkan berkumpul pada pusat atom. Pusat tempat berkumpulnya muatan positif dikenal sebagai inti atom dengan elektron (bermuatan negatif) bergerak mengelilingi inti atom.

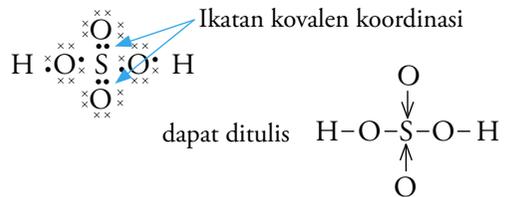
- Struktur atom tersusun atas proton, neutron, dan elektron.
- Jumlah maksimum elektron yang menempati tiap-tiap kulit mengikuti rumus  $2n^2$ .
- Kelemahannya yaitu unsur yang memiliki massa atom yang lebih besar terletak sebelum unsur yang memiliki massa atom lebih kecil.

Golongan Utama	
Golongan	Nama Golongan
IA	Alkali
IIA	Alkali tanah
IIIA	Aluminium
IVA	Karbon
VA	Nitrogen
VIA	Khalkogen
VIIA	Halogen
VIIIA	Gas mulia

- Jari-jari atom adalah jarak antara inti dengan kulit terluar suatu atom.
  - Energi ionisasi adalah energi minimum yang diperlukan oleh atom netral dalam keadaan gas untuk melepaskan satu elektron pada kulit terluarnya.
  - Afinitas elektron adalah energi yang dibebaskan oleh atom netral dalam keadaan gas untuk menerima satu elektron.
  - Keelektronegatifan adalah ukuran kemampuan suatu atom untuk menarik pasangan elektron dalam suatu ikatan.
- Unsur yang cenderung melepaskan elektron bersifat elektropositif, sedangkan unsur yang cenderung menyerap elektron bersifat elektronegatif.



- Ikatan kovalen koordinasi adalah ikatan yang terjadi jika elektron-elektron yang digunakan untuk berikatan berasal dari salah satu unsur yang berikatan.



- Nama asam cuka berasal dari nama trivial  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Dalam keseharian, nama ini dikenal daripada asam asetat (IUPAC).
- Senyawa biner yang tersusun atas dua unsur non-logam, misalnya  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , dan  $\text{CO}_2$ . Sedangkan senyawa biner yang tersusun atas unsur non-logam dan logam, misalnya  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ , dan  $\text{CaSO}_4$ .
- Asam karbonat
  - Asam nitrat
  - Arsen trioksida
  - Kalium dihidroksida
  - Besi(III) sulfida

No	Senyawa	Nama IUPAC	Nama Trivial
1.	$\text{CH}_3\text{COOH}$	asam asetat	asam cuka
2.	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	etanol	alkohol
3.	$\text{CH}_3\text{COCH}_3$	propanon	aseton
4.	$\text{HCHO}$	formaldehida	formalin

- $\text{Na}_3\text{PO}_4$
  - $\text{Ba}(\text{OH})_2$
  - $\text{FeCl}_3$
  - $\text{As}_2\text{O}$
  - $\text{Cu}(\text{OH})_2$
- $\text{Fe}_2\text{O}_3(s) + 6 \text{HCl}(aq) \longrightarrow 2 \text{FeCl}_3(aq) + 3 \text{H}_2\text{O}(l)$
  - $\text{KMnO}_4(aq) + 8 \text{HCl}(g) \longrightarrow \text{KCl}(aq) + \text{MnCl}_2(aq) + 3 \text{Cl}_2(g) + 4 \text{H}_2\text{O}(l)$
- $s$  = solid (padat)
  - $aq$  = aqueous (larut dalam air)
  - $l$  = liquid (cair)
  - $g$  = gas (gas)
- Jika dua unsur dapat membentuk lebih dari satu macam persenyawaan, perbandingan massa unsur yang satu dengan lainnya berbanding sebagai bilangan yang sederhana dan bulat.
- 22,96 gram
- $\text{CH}_4$
- 88%.

## Ulangan Harian Bab VI

### A Pilihlah jawaban yang tepat.

- |      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| 1. B | 6. E  | 11. C | 16. D |
| 2. A | 7. A  | 12. C | 17. C |
| 3. B | 8. C  | 13. B | 18. D |
| 4. B | 9. C  | 14. E | 19. A |
| 5. C | 10. E | 15. B | 20. A |

### B Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

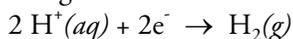
- lampu tidak menyala dan tidak ada gelembung gas
  - lampu menyala redup dan ada gelembung gas
  - lampu menyala terang dan ada gelembung gas

Larutan elektrolit	Larutan non-elektrolit
Dapat menghantarkan listrik	Tidak dapat menghantarkan listrik
Mengandung ion-ion yang bergerak bebas	Tidak ada ion-ion yang bergerak bebas di dalamnya
Memiliki derajat ionisasi $\alpha = 1$ untuk elektrolit kuat, dan $0 < \alpha < 1$ untuk elektrolit lemah	Memiliki derajat ionisasi $\alpha = 0$

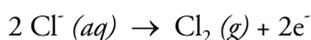
- Proses kimia yang menggunakan arus listrik untuk menghasilkan perubahan kimia.
- Karena NaCl dalam bentuk padat tidak memiliki ion yang mampu menghantarkan listrik. NaCl harus diuraikan dulu dalam bentuk larutan, sehingga terjadi proses ionisasi yang dapat menghantarkan listrik.
- Karena larutan gula merupakan larutan non-elektrolit, maka tidak ada ion-ion yang bergerak bebas di dalamnya.
- Saat dalam larutan, HCl terurai menjadi ion  $H^+$  dan ion  $Cl^-$ .



Ion-ion  $H^+$  akan bergerak menuju katoda, mengambil elektron dan berubah menjadi gas hidrogen.



Sedangkan ion-ion  $Cl^-$  bergerak menuju anoda, melepaskan elektron dan berubah menjadi gas klorin. Reaksi yang terjadi:



- Karena larutan cuka merupakan elektrolit lemah, sedangkan larutan garam merupakan elektrolit kuat.
- Senyawa kovalen polar, yaitu senyawa yang molekul-molekulnya dapat diuraikan oleh air membentuk ion positif dan ion negatif yang bergerak bebas sehingga dapat menghantarkan listrik.
  - Lelehan senyawa kovalen polar, yaitu senyawa yang molekul-molekulnya bersifat netral sehingga tidak dapat menghantarkan listrik.
- Karena molekul-molekul senyawa kovalen (seperti HBr) dapat diuraikan oleh air membentuk anion dan kation yang bergerak bebas, sehingga dapat menghantarkan listrik.
- 2.

## Ulangan Harian Bab VII

### A Pilihlah jawaban yang tepat.

- |      |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. A | 6. B  | 11. A | 16. A | 21. E |
| 2. D | 7. A  | 12. E | 17. A | 22. E |
| 3. E | 8. C  | 13. B | 18. B | 23. A |
| 4. C | 9. E  | 14. B | 19. E | 24. E |
| 5. D | 10. C | 15. E | 20. E | 25. B |

### B Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

- Reaksi oksidasi:
  - pengikatan oksigen
  - pelepasan elektron
  - peningkatan bilangan oksidasi
 Reaksi reduksi:
  - pelepasan oksigen
  - penangkapan elektron
  - penurunan bilangan oksidasi
- Bilangan yang menyatakan banyaknya elektron suatu unsur yang terlibat dalam pembentukan ikatan.
- a. 0    b. +7    c. +5    d. +2
- Reaksi autoreduksi terjadi jika suatu unsur mengalami reaksi oksidasi dan reduksi sekaligus. Contoh:
 
$$6NaOH(aq) + 3Cl_2(g) \longrightarrow 5NaCl(aq) + NaClO(aq) + 3H_2O(l)$$
- oksidator =  $Cr_2O_7^{2-}$  reduktor =  $C_2O_4^{2-}$

- b. oksidator =  $\text{SO}_4^{2-}$  reduktor = I
6. a. Kalium permanganat  
b. Tembaga(II) sulfida  
c. Timbal(II) nitrat  
d. Barium(II) fosfat
7. a.  $\text{CrO}_3$     b.  $\text{CCl}_4$     c.  $\text{H}_2\text{SO}_4$
8. a. pH  
Tumbuhan dan binatang air hanya bisa hidup pada pH netral (pH 7).  
b. Tingkat kekeruhan air  
Air yang keruh menghalangi sinar matahari masuk ke air, sehingga menghambat pertumbuhan tumbuhan dan binatang air.  
c. Adanya bio-indikator atau makroinvertebrata  
Biota dapat digunakan sebagai “tanda hidup” dari keadaan suatu air.  
d. Kadar oksigen terlarut (DO = *Dissolved Oxygen*)  
Semakin kecil kadar oksigen terlarut (DO) dalam air, maka semakin rendah pula kualitas air.  
e. BOD (Biological Oxygen Demand)  
Semakin besar kadar BOD dalam air, semakin rendah kualitas air.  
f. Suhu  
Makin tinggi suhu air, makin sedikit kadar oksigen terlarut dalam air dan sebaliknya.  
g. Kadar zat padat terlarut  
Semakin banyak kadar senyawa-senyawa tersebut dalam air, maka air semakin sadah.
9. Pada proses aerobik, mikroba tumbuh dalam flok (lumpur) yang terdispersi, sehingga terjadi biodegradasi. Dengan demikian, limbah organik dapat diuraikan.
10. Ditambahkan serbuk karbon aktif secara langsung ke dalam sistem pengolahan.

## ● Ulangan Tengah Semester II

**A** Pilihlah jawaban yang tepat.

- |      |      |       |       |
|------|------|-------|-------|
| 1. C | 6. D | 11. E | 16. C |
| 2. A | 7. A | 12. B | 17. D |
| 3. B | 8. C | 13. C | 18. A |

- |      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| 4. A | 9. E  | 14. E | 19. C |
| 5. B | 10. B | 15. D | 20. B |

**B.** Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

- Pada larutan elektrolit menunjukkan gejala lampu menyala dan timbul gelembung gas, sedangkan pada larutan non-elektrolit tidak menunjukkan gejala lampu menyala dan tidak muncul gelembung gas.
- Karena dalam larutannya, senyawa kovalen berbentuk molekul.

3.

Elektrolit Kuat	Elektrolit Lemah
Dalam air, terionisasi sempurna ( $\alpha = 1$ )	Dalam air, terionisasi sebagian ( $0 < \alpha < 1$ )
Dalam larutan, tidak terdapat molekul zat terlarut	Dalam larutan, masih terdapat molekul zat terlarut
Ion dalam larutan berjumlah banyak	Ion dalam larutan berjumlah sedikit
Mempunyai daya hantar listrik kuat	Mempunyai daya hantar listrik lemah

- Derajat ionisasi adalah ukuran kekuatan suatu elektrolit.
- 0,15
- Reaksi metatesis: tidak terjadi perubahan biloks pada unsur-unsurnya.
  - Reaksi redoks: terjadi perubahan biloks pada unsur-unsurnya.
- Biloks O = 0, -2, dan +2.
  - Biloks Mn = +2 dan +7.
- Oksidator:  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$   
reduktor:  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
  - Oksidator:  $\text{I}_2$   
reduktor:  $\text{SnCl}_2$
- Barium klorida
  - Tembaga(II) sulfat
  - Magnesium klorida
  - Timbal(IV) oksida
- Mengolah limbah menggunakan lumpur yang mengandung banyak bakteri aerob yang dapat menguraikan limbah organik sehingga mengalami biodegradasi.



**B.** Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

1. Minyak bumi terbentuk dari proses pelapukan jasad renik (mikroorganisme) yang terkubur di bawah tanah berjuta-juta tahun lalu. Jasad renik ini lalu membusuk dan makin menumpuk, kemudian tertutup oleh sedimen. Di sinilah terjadi pembusukan oleh bakteri anaerob. Dengan adanya tekanan tinggi, maka setelah berjuta-juta tahun, terbentuklah minyak bumi.
2. Karena terbentuknya minyak bumi memakan waktu berjuta-juta tahun lamanya. Sehingga, jika habis, minyak bumi tidak dapat terbentuk dalam waktu yang singkat.
3. Karena minyak bumi merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbarui. Alternatif pengganti minyak bumi antara lain gas alam, batu bara, dan energi surya.
4. Metana, etana, propana, dan butana.
5. Bilangan yang menunjukkan kualitas bensin.
6. Bensin tersebut mengandung 98% iso-oktana dan 2% heptana.
7. Senyawa alkana, sikloalkana, dan senyawa aromatik.
8. Residu minyak bumi dalam industri kimia digunakan sebagai minyak pelumas, lilin, parafin, dan pengerasan jalan.
9.
  - a. TEL (Tetra Etil Lead): zat aditif yang ditambahkan pada bensin untuk menaikkan angka oktan.
  - b. MTEB (Metil Tersier Buti Eter): zat aditif yang ditambahkan pada bensin untuk mengurangi pencemaran udara.
10.
  - a. Untuk kebutuhan sandang, nilon, dakron, dan rayon dapat dibuat menjadi benang, lalu diubah menjadi kain.
  - b. Dalam bidang pangan, karbohidrat berfungsi sebagai sumber tenaga, contoh: beras, gandum, dan kentang.
  - c. Untuk kenyamanan papan dan memenuhi nilai seni dan estetika, senyawa hidrokarbon banyak digunakan dalam pelbagai wujud, yaitu:
    - Genteng terbuat dari fiber
    - Dinding dicat dengan bahan dari lateks
    - Desain interior mobil dari bahan vynil

● **Latihan Ulangan Kenaikan Kelas**

**A** Pilihlah jawaban yang tepat.

- |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| 1. C  | 11. C | 21. A | 31. A |
| 2. B  | 12. A | 22. A | 32. C |
| 3. C  | 13. C | 23. A | 33. D |
| 4. B  | 14. A | 24. B | 34. D |
| 5. D  | 15. B | 25. C | 35. C |
| 6. A  | 16. E | 26. A | 36. A |
| 7. C  | 17. B | 27. A | 37. B |
| 8. E  | 18. C | 28. D | 38. C |
| 9. E  | 19. A | 29. C | 39. A |
| 10. B | 20. E | 30. C | 40. C |

**B.** Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.

1.
  - a. Atom terdiri atas inti atom bermuatan positif dan elektron bermuatan negatif yang bergerak mengelilingi inti atom.
  - b. Elektron bergerak mengelilingi inti atom pada jarak tertentu yang disebut lintasan elektron.
  - c. Selama bergerak mengelilingi inti atom, elektron tidak memancarkan maupun menyerap energi.
  - d. Elektron dapat berpindah ke lintasan yang lebih tinggi dengan menyerap energi dan dapat pula berpindah ke lintasan yang lebih rendah dengan memancarkan energi.
2. Setelah ditemukan elektron oleh JJ Thomson, pendapat Dalton yang menyatakan bahwa atom adalah bagian terkecil dari suatu materi yang tidak dapat dibagi lagi mulai goyah. Thomson mengemukakan bahwa atom merupakan bola bermuatan positif yang dinetralkan oleh muatan negative (elektron) yang tersebar merata pada permukaan bola.
3. Setiap golongan terdiri atas tiga unsur, di mana unsur yang terletak di tengah mempunyai massa atom yang besarnya mendekati rerata massa atom dari unsur pertama dan ketiga.

4. a. golongan IVA periode 2  
 b. golongan IA periode 4  
 c. golongan VIA periode 4  
 d. golongan IA periode 6
5. Pada ikatan kovalen polar, pasangan elektron ditarik ke arah atom yang mempunyai keelektronegatifitas yang lebih tinggi, sedangkan ikatan kovalen non-polar terjadi jika kedua atom mempunyai keelektronegatifitas sama.
6. 
$$\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{F} - \text{B} \leftarrow \text{N} - \text{H} \\ | \quad | \\ \text{F} \quad \text{H} \end{array}$$
7. a. Magnesium iodida  
 b. Tembaga(II) klorida  
 c. Besi(II) sulfida  
 d. Natrium nitrat
8. a.  $\text{Mg}(s) + 2 \text{H}_2\text{SO}_4(aq) \rightarrow \text{MgSO}_4(aq) + \text{SO}_2(g) + 2 \text{H}_2\text{O}(l)$   
 b.  $\text{NO}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l) + \text{HNO}_3(aq)$   
 c.  $\text{MnO}_2(aq) + 4 \text{HBr}(aq) \rightarrow \text{MnBr}_2(aq) + \text{Br}_2(g) + 2 \text{H}_2\text{O}(l)$   
 d.  $2 \text{NH}_3(g) + 3 \text{CuO}(aq) \rightarrow \text{N}_2(g) + 3 \text{Cu}(s) + 3 \text{H}_2\text{O}(l)$
9. Massa  $\text{CaCO}_3 = 3$  gram, jumlah partikel  $\text{CaCO}_3 = 0,1806 \times 10^{21}$  molekul, dan volume  $\text{CaCO}_3 = 0,672$  liter.
10.  $\text{P}_2\text{O}_5$
11. Larutan elektrolit mampu menghantarkan arus listrik, misalnya larutan  $\text{NaCl}$ , sedangkan larutan non-elektrolit tidak mampu menghantarkan arus listrik, contohnya larutan gula.
12. Karena molekul-molekul pada lelehan senyawa kovalen polar bersifat netral.
13. a. **Berdasarkan pelepasan dan pengikatan oksigen.**  
 Reaksi oksidasi adalah reaksi yang melibatkan pengikatan oksigen.  
 Reaksi reduksi adalah reaksi yang melibatkan pelepasan oksigen.  
 b. **Berdasarkan pelepasan dan pengikatan elektron.**  
 Reaksi oksidasi adalah reaksi yang melibatkan melepaskan elektron.  
 Reaksi reduksi adalah reaksi yang melibatkan pengikatan elektron.
- c. **Berdasarkan bilangan oksidasi.**  
 Reaksi oksidasi adalah reaksi yang mengalami kenaikan bilangan oksidasi.  
 Reaksi reduksi adalah reaksi yang mengalami penurunan bilangan oksidasi.
14. Pengolahan limbah menggunakan lumpur yang mengandung banyak bakteri aerob yang dapat menguraikan limbah organik sehingga mengalami biodegradasi.
15. a.  $\text{H}_3\text{C} - \overset{\text{H}_2}{\text{C}} - \overset{\text{H}_2}{\text{C}} - \text{CH}_3 = \text{n-butana}$   
 b.  $\text{H}_3\text{C} - \overset{\text{H}}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}} - \text{CH}_3 = \text{2-metilpropana}$
16. a. 3-heptena  
 b. 3-metil-1-propena  
 c. 2-butena
17. a. Isomer rantai terjadi pada senyawa alkuna jika terdapat perbedaan pada struktur rantainya, contoh:  
 $\text{HC} = \overset{\text{H}}{\text{C}} - \overset{\text{H}_2}{\text{C}} - \text{CH}_3 = \text{1-butuna}$   
 $\text{H}_3\text{C} - \text{C} - \text{C} - \overset{\text{H}}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}} - \text{CH}_3 = \text{4-metil-2-propena}$   
 b. Isomer posisi terjadi pada senyawa alkuna jika terdapat perbedaan pada posisi ikatan rangkapnya, contoh:  
 $\text{H}_2\text{C} \equiv \overset{\text{H}_2}{\text{C}} - \text{CH}_2 = \text{1-butuna}$   
 $\text{H}_3\text{C} - \overset{\text{H}}{\text{C}} = \overset{\text{H}}{\text{C}} - \text{CH}_3 = \text{2-butuna}$
18. Hidrokarbon alifatik jenuh berupa alkana, hidrokarbon sikloalkana dalam bentuk cincin 5 atom C dan 6 atom C, hidrokarbon aromatik, serta senyawa lain seperti belerang, nitrogen, oksigen, dan organo logam.
19. Kerosin sebagai bahan bakar kompor dan bahan bakar jet yang disebut *avtur (aviation turbine)*.
20. Residu minyak bumi dalam industri kimia digunakan sebagai minyak pelumas, lilin, parafin, dan pengerasan jalan.

## A

afinitas elektron 18, 25, 27  
 air kristal 90, 91  
 alifatik 168  
 alkana 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 161  
 alkena 149, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161  
 alkil 151, 152  
 alkuna 149, 159, 160, 161  
 angka oktan 172, 175  
 anion 58, 59, 60, 61  
 Arrhenius, Svante August 109  
 atom karbon kuarterner 146, 147  
 atom karbon primer 146, 147, 152  
 atom karbon sekunder 146, 147  
 atom karbon tersier 146, 147  
 Avogadro, Amedeo 80, 81, 82, 83, 85  
 bilangan oksidasi 126, 127, 128, 129, 130

## B

biodegradasi 132, 133  
 Bohr, Neils 2, 3, 5

## C

Chadwick, James 7  
 crude oil 168, 170

## D

Dalton, John 2, 3, 4  
 derajat ionisasi 108, 109  
 destilasi bertingkat 170, 171  
 dipol 48, 49  
 dissolved oxygen 131  
 Dobereiner, J.W. 20, 22

## E

elektrolisis 107, 108  
 elektron 2, 3, 5, 7, 9, 11  
 elektron valensi 2, 10, 11  
 elektronegatif 34, 36, 38, 40, 41, 45, 46  
 elektropositif 35, 36, 45, 46  
 energi ionisasi 18, 25, 26, 27

## F

fraksi minyak bumi 168, 170, 171, 172

## G

Goldstein, Eugene 7  
 golongan 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25

## H

Hukum Kekalkan Massa 72, 74, 92  
 Hukum Oktaf Newlands 21  
 Hukum Perbandingan Berganda 72, 76, 77  
 Hukum Perbandingan Tetap 72, 75  
 Hukum Perbandingan Volume 72, 77, 78, 81  
 Hukum Triade Dobereiner 20

## I

ikatan ion 34, 38, 39, 40, 46  
 ikatan kimia 33, 34, 35, 36  
 ikatan kovalen 34, 41, 42, 43, 44, 45, 45  
 ikatan kovalen kordinasi 43, 44, 45  
 ikatan logam 34, 49, 50  
 ikatan rangkap dua 142, 149  
 ikatan rangkap tiga 145  
 ikatan tunggal 145, 146, 149  
 industri petrokimia 168, 170, 173  
 ionisasi 107, 108, 109, 110  
 isolator 104  
 isomer geometri 158, 159  
 isomer posisi 158, 160  
 isomer rantai 157, 160  
 IUPAC 58, 63

## J

jari-jari atom 18, 25, 26

## K

kation 58, 59, 60, 61, 63  
 keelektronegatifan 18, 25, 28  
 knocking 172  
 konduktor 104  
 konfigurasi elektron 2, 10, 11

## L

larutan elektrolit 104, 107, 108, 109, 110  
 larutan non-elektrolit 107  
 Lavoisier, Antonie Laurent 72, 74, 75  
 Lewis, Gilbert Newton 34, 36, 37, 38, 39, 40, 43  
 limbah organik 132, 133  
 lumpur aktif 130  
 Lussac, Joseph Louis Gay 77, 80, 81

## M

massa atom relatif 6, 11, 12  
 massa molar 84, 85, 86, 88  
 massa molekul relatif 11, 12  
 Mendeleev, Dmitri 21, 22, 23  
 minyak bumi 168, 169, 170, 171, 172, 173  
 mol 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93  
 Moseley, Henry 22, 23

## N

nama trivial 63  
 neutron 3, 5, 7, 9, 11  
 Newlands, John A.R. 21, 22, 23  
 nomor atom 2, 7, 8  
 nomor massa 2, 7, 8, 9, 11

## O

oksidator 120, 121, 122, 126, 127, 134

## P

Pauling, Linus 28  
 pereaksi pembatas 92, 93, 94  
 periode 18, 23, 24, 25, 26, 27, 28  
 petroleum 170  
 pH 131, 133  
 produk 64, 58  
 proton 3, 7, 9  
 Proust, Joseph Louis 75

## R

reaksi adisi 159, 161  
 reaksi autoreduksi 127  
 reaksi non-redoks 125  
 reaksi oksidasi 118, 119, 120, 121, 122  
 reaksi reduksi 118, 120, 121, 122, 126, 127  
 reaksi substitusi 155  
 reaktan 64  
 reduktor 121, 122, 126, 127, 134  
 residu minyak bumi 168, 173  
 rumus empiris 72, 89, 90  
 rumus molekul 82, 83, 89, 90, 91  
 Rutherford, Ernest 3, 4, 5, 7

## S

senyawa alifatik 145, 146  
 senyawa alisiklik 145, 146  
 senyawa aromatik 145, 146  
 senyawa asam 62  
 senyawa basa 62, 63, 59  
 senyawa biner 58, 59  
 senyawa karbosiklik 145  
 senyawa non-polar 48  
 senyawa polar 47, 48, 49  
 senyawa poliatomik 58, 61  
 senyawa siklik 145, 146  
 siklo alkana 168, 169  
 sistem periodik unsur 18  
 struktur atom 2, 5, 10  
 Struktur Lewis 36, 37, 38, 40

## T

Thomson, J.J. 3, 5

## U

unsur logam 18, 19  
 unsur metaloid 19  
 unsur non-logam 18, 19

## V

volume molar 85, 87, 88

# Daftar Pustaka

- Beiser, Arthur. 1992. *Konsep Fisika Modern*, edisi ke-2, Jakarta: Erlangga.
- Brady, James E. 1999. *Kimia Universitas Azas & Struktur*, jilid 1, edisi ke-5. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Cleave, Janice Van. 2003. *Proyek-proyek Kimia*. Bandung: Pakar Raya.
- Cotton & Wilkinson. 1989. *Kimia Anorganik Dasar*, cet. ke-1. Jakarta: UI-Press.
- Fessenden & Fessenden. 1995. *Kimia Organik*, edisi ke-3. Jakarta: Erlangga.
- Fessenden & Fessenden. 1997. *Dasar-dasar Kimia Organik*. Jakarta. Binarupa Aksara.
- Gem, Collins. 1994. *Kamus Saku Kimia*. Jakarta: Erlangga.
- Keenan. 1991. *Kimia untuk Universitas*. Jakarta: Erlangga.
- Mulyono, HAM. 2006. *Kamus Kimia*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Oxtoby. 2001. *Prinsip-prinsip Kimia Modern*, jilid 1, edisi ke-4. Jakarta: Erlangga.
- Permendiknas RI Nomor 22 Tahun 2006 tentang Standar Isi untuk satuan Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Permendiknas RI Nomor 23 Tahun 2006 tentang Standar Kompetensi Lulusan untuk Satuan Pendidikan Dasar untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Petrucci, Ralph H. 1987. *Kimia Dasar*. Jakarta: Erlangga.
- Sukardjo. 1992. *Kimia Koordinasi*, cet. ke-3. Jakarta: Rineka Cipta.
- . 1997. *Kimia Anorganik*, cet. ke-2. Jakarta: Rineka Cipta.
- . 1997. *Kimia Fisika*, cet. ke-3. Jakarta: Rineka Cipta.
- Syarifuddin, Nuraini. 1994. *Ikatan Kimia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Syukri S. 1999. *Kimia Dasar 1*. Bandung: Penerbit ITB.
- Tim Redaksi Kamus Besar Bahasa Indonesia. 2002. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, edisi ke-3. Jakarta: Pusat Bahasa Departemen Pendidikan Nasional dan Balai Pustaka.
- Vogel. 1990. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*, jilid 1, edisi ke-5, cet. ke-2. Jakarta: Kalman Media Pustaka.
- Widodo, Suryo. 1993. *Proses Industri Kimia*. Yogyakarta: Departemen Perindustrian SMTI Yogyakarta.
- id.wikipedia.org, 18/11/2006, jam 12.13 WIB
- ms.wikipedia.org, 17/11/2006, jam 12.27 WIB
- www.agen.ufl.edu, 12/10/2006, jam 09.20 WIB

www.batan.go.id, 17/11/2006, jam 16.15 WIB  
www.benito.staff.ugm.ac.id, 18/11/2006, jam 15.30 WIB  
www.bnrm.md, 18/11/2006, jam 11.13 WIB  
www.biografiasyvidas.com, 12/10/2006, jam 10.40 WIB.  
www.chemsoc.org, 12/10/2006, jam 09.05 WIB.  
www.ecoton.or.id, 26/10/2006, jam 09.30 WIB.  
www.e-dukasi.net, 18/11/2006, jam 12.10 WIB  
www.fach-chemic.com, 26/10/2006, jam 11.50 WIB.  
www.focusmm.co.uk, 12/10/2006, jam 09.50 WIB.  
www.halalmui.or.id, 18/11/2006, jam 12.27 WIB  
www.ihep.ac.cn, 21/09/2006, jam 10.20 WIB.  
www.imglib.lbl.gov.gilbert, 21/09/2006, jam 10.15 WIB.  
www.irib.com, 17/11/2006, jam 16.20 WIB  
www.lapp.in2p3, 22/09/2006, jam 10.40 WIB.  
www.naturafit.com.de, 27/10/2006, jam 08.20 WIB.  
www.opto.lipi.go.id, 17/11/2006, jam 16.45 WIB  
www.ph.qmul.ac, 27/10/2006, jam 09.15 WIB.  
www.pikiran-rakyat.com, 16/09/2006, jam 11.20 WIB.  
www.sbu.edu.chemistry, 02/08/2006, jam 11.25 WIB.  
www.vanderkrogt.net, 02/08/2006, jam 11.30 WIB.  
www.voctech.org.bn, 04/09/2006, jam 08.40 WIB.  
www.water\_technology.net, 04/09/2006, jam 08.25 WIB.  
www.wikipedia.org, 28/10/2006, jam 08.50 WIB.

# Lampiran

## Lampiran 1. Kelipatan dan Subkelipatan Satuan SI

Mulyono HAM, Kamus Kimia

Kelipatan	Awalan	Simbol	Kelipatan	Awalan	Simbol
10	<b>deka</b>	da	10 <sup>-1</sup>	<b>desi</b>	d
10 <sup>2</sup>	<b>heкто</b>	ha	10 <sup>-2</sup>	<b>centi</b>	c
10 <sup>3</sup>	<b>kilo</b>	k	10 <sup>-3</sup>	<b>mili</b>	m
10 <sup>6</sup>	<b>mega</b>	M	10 <sup>-6</sup>	<b>mikro</b>	μ
10 <sup>9</sup>	<b>giga</b>	G	10 <sup>-9</sup>	<b>nano</b>	n
10 <sup>12</sup>	<b>tera</b>	T	10 <sup>-12</sup>	<b>piko</b>	p
10 <sup>15</sup>	<b>peta</b>	P	10 <sup>-15</sup>	<b>femto</b>	f
10 <sup>18</sup>	<b>exa</b>	E	10 <sup>-18</sup>	<b>atto</b>	a

## Lampiran 2. Tetapan Fisika dan Kimia

Mulyono HAM, Kamus Kimia

muatan elektron	$e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ ; $4,803 \times 10^{-10} \text{ esu}$
tetapan Planck	$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ ; $6,626 \times 10^{-27} \text{ erg.s}$
kecepatan cahaya	$c = 2,998 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
tetapan Rydberg	$R = 1,097373 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$
tetapan Boltmann	$k = 1,3806 \times 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$
tetapan gas ideal	$R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$ ; $1,987 \text{ kal.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$ $= 0,08205 \text{ L.atm.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$
bilangan Avogadro	$N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
tetapan Faraday	$F = 96487 \text{ C.mol}^{-1}$
massa diam elektron	$m_e = 9,110 \times 10^{-31} \text{ kg}$
massa proton	$m_p = 1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$
massa neutron	$m_n = 1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$
jejari Bohr	$a_0 = 5,292 \times 10^{-11} \text{ m}$ ; $0,5292 \text{ \AA}$
magneton Bohr	$\mu_B = 9,274 \times 10^{-24} \text{ J.T}^{-1}$
magneton inti	$\mu_N = 5,058 \times 10^{-27} \text{ J.T}^{-1}$
permeabilitas vakum	$\mu_0 = 1,257 \times 10^{-8} \text{ N.s}^2.\text{C}^{-2}$
permitivitas vakum	$\epsilon_0 = 8,854 \times 10^{-12} \text{ C}^2.\text{N}^{-1}.\text{m}^{-2}$
percepatan gravitasi	$4\pi\epsilon_0 = 1,113 \times 10^{-10} \text{ C}^2.\text{N}^{-1}.\text{m}^{-2}$
pi	$g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$
tetapan Stefan	$\pi = 3,1416$
tetapan Trouton	$S = 5,670 \times 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$
	$T = 85 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

### Lampiran 3. Konfigurasi Elektron Unsur-unsur

Nomor Atom	Lambang Atom	Konfigurasi Elektron	Nomor Atom	Lambang Atom	Konfigurasi Elektron	Nomor Atom	Lambang Atom	Konfigurasi Elektron
1	H	1s <sup>1</sup>	36	Kr	[Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> 4p <sup>6</sup>	71	Lu	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>1</sup>
2	He	1s <sup>2</sup>	37	Rb	[Kr] 5s <sup>1</sup>	72	Hf	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>2</sup>
3	Li	[He] 2s <sup>1</sup>	38	Sr	[Kr] 5s <sup>2</sup>	73	Ta	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>3</sup>
4	Be	[He] 2s <sup>2</sup>	39	Y	[Kr] 5s <sup>2</sup> 4d <sup>1</sup>	74	W	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>4</sup>
5	B	[He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>1</sup>	40	Zr	[Kr] 5s <sup>2</sup> 4d <sup>2</sup>	75	Re	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>5</sup>
6	C	[He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup>	41	Nb	[Kr] 5s <sup>1</sup> 4d <sup>4</sup>	76	Os	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>6</sup>
7	N	[He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>	42	Mo	[Kr] 5s <sup>1</sup> 4d <sup>5</sup>	77	Ir	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>7</sup>
8	O	[He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup>	43	Tc	[Kr] 5s <sup>2</sup> 4d <sup>5</sup>	78	Pt	[Xe] 6s <sup>1</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>9</sup>
9	F	[He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup>	44	Ru	[Kr] 5s <sup>1</sup> 4d <sup>7</sup>	79	Au	[Xe] 6s <sup>1</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup>
10	Ne	[He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup>	45	Rh	[Kr] 5s <sup>1</sup> 4d <sup>8</sup>	80	Hg	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup>
11	Na	[Ne] 3s <sup>1</sup>	46	Pd	[Kr] 4d <sup>10</sup>	81	Tl	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6p <sup>1</sup>
12	Mg	[Ne] 3s <sup>2</sup>	47	Ag	[Kr] 5s <sup>1</sup> 4d <sup>10</sup>	82	Pb	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6p <sup>2</sup>
13	Al	[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup>	48	Cd	[Kr] 5s <sup>2</sup> 4d <sup>10</sup>	83	Bi	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6p <sup>3</sup>
14	Si	[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup>	49	In	[Kr] 5s <sup>2</sup> 4d <sup>10</sup> 5p <sup>1</sup>	84	Po	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6p <sup>4</sup>
15	P	[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup>	50	Sn	[Kr] 5s <sup>2</sup> 4d <sup>10</sup> 5p <sup>2</sup>	85	At	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6p <sup>5</sup>
16	S	[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup>	51	Sb	[Kr] 5s <sup>2</sup> 4d <sup>10</sup> 5p <sup>3</sup>	86	Rn	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6p <sup>6</sup>
17	Cl	[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup>	52	Te	[Kr] 5s <sup>2</sup> 4d <sup>10</sup> 5p <sup>4</sup>	87	Fr	[Rn] 7s <sup>1</sup>
18	Ar	[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup>	53	I	[Kr] 5s <sup>2</sup> 4d <sup>10</sup> 5p <sup>5</sup>	88	Ra	[Rn] 7s <sup>2</sup>
19	K	[Ar] 4s <sup>1</sup>	54	Xe	[Kr] 5s <sup>2</sup> 4d <sup>10</sup> 5p <sup>6</sup>	89	Ac	[Rn] 7s <sup>2</sup> 6d <sup>1</sup>
20	Ca	[Ar] 4s <sup>2</sup>	55	Cs	[Xe] 6s <sup>1</sup>	90	Th	[Rn] 7s <sup>2</sup> 6d <sup>2</sup>
21	Sc	[Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>1</sup>	56	Ba	[Xe] 6s <sup>2</sup>	91	Pa	[Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>2</sup> 6d <sup>1</sup>
22	Ti	[Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>2</sup>	57	La	[Xe] 6s <sup>2</sup> 5d <sup>1</sup>	92	U	[Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>3</sup> 6d <sup>1</sup>
23	V	[Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>3</sup>	58	Ce	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup>	93	Np	[Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>4</sup> 6d <sup>1</sup>
24	Cr	[Ar] 4s <sup>1</sup> 3d <sup>5</sup>	59	Pr	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>3</sup>	94	Pu	[Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>6</sup>
25	Mn	[Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>5</sup>	60	Nd	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>4</sup>	95	Am	[Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>7</sup>
26	Fe	[Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>6</sup>	61	Pm	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>5</sup>	96	Cm	[Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>7</sup> 6d <sup>1</sup>
27	Co	[Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>7</sup>	62	Sm	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>6</sup>	97	Bk	[Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>9</sup>
28	Ni	[Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>8</sup>	63	Eu	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>7</sup>	98	Cf	[Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>10</sup>
29	Cu	[Ar] 4s <sup>1</sup> 3d <sup>10</sup>	64	Gd	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>7</sup> 5d <sup>1</sup>	99	Es	[Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>11</sup>
30	Zn	[Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup>	65	Tb	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>9</sup>	100	Fm	[Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>12</sup>
31	Ga	[Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> 4p <sup>1</sup>	66	Dy	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>10</sup>	101	Md	[Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>13</sup>
32	Ge	[Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> 4p <sup>2</sup>	67	Ho	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>11</sup>	102	No	[Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>14</sup>
33	As	[Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> 4p <sup>3</sup>	68	Er	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>12</sup>	103	Lr	[Rn] 7s <sup>2</sup> 5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup>
34	Se	[Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> 4p <sup>4</sup>	69	Tm	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>13</sup>			
35	Br	[Ar] 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> 4p <sup>5</sup>	70	Yb	[Xe] 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup>			

Brady, Kimia Universitas Asas & Struktur

Mulyono HAM, Kamus Kimia

### Lampiran 4. Afinitas Elektron Atom Unsur (dalam eV per atom)

<b>H</b>						
0,754						
<b>Li</b>	<b>Be</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>N</b>	<b>O</b>	<b>F</b>
0,618	—	0,227	1,263	—	1,461	3,399
<b>Na</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cl</b>
0,548	—	0,441	1,385	0,747	2,077	3,617
<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Ga</b>	<b>Ge</b>	<b>As</b>	<b>Se</b>	<b>Br</b>
0,502	—	0,295	1,283	0,81	2,021	3,365
<b>Rb</b>	<b>Sr</b>	<b>In</b>	<b>Sn</b>	<b>Sb</b>	<b>Te</b>	<b>I</b>
0,486	—	0,29	1,112	1,07	1,971	3,059
<b>Cs</b>	<b>Ba</b>	<b>Tl</b>	<b>Pb</b>	<b>Bi</b>		
0,472	—	0,20	0,364	0,946		

## Lampiran 5. Skala Keelektronegatifan Unsur \*

Mulyono HAM, Kamus Kimia

<b>H</b> 2,2							<b>He</b> —
<b>Li</b> 0,98	<b>Be</b> 1,57	<b>B</b> 2,04	<b>C</b> 2,55	<b>N</b> 3,04	<b>O</b> 3,44	<b>F</b> 4,0	<b>Ne</b> —
<b>Na</b> 0,93	<b>Mg</b> 1,31	<b>Al</b> 1,61	<b>Si</b> 1,90	<b>P</b> 2,20	<b>S</b> 2,60	<b>Cl</b> 3,2	<b>Ar</b> —
<b>K</b> 0,82	<b>Ca</b> 1,0	<b>Ga</b> 1,80	<b>Ge</b> 2,00	<b>As</b> 2,2	<b>Se</b> 2,55	<b>Br</b> 3,0	<b>Kr</b> 2,9
<b>Rb</b> 0,82	<b>Sr</b> 0,95	<b>In</b> 1,8	<b>Sn</b> 2,0	<b>Sb</b> 2,05	<b>Te</b> 2,1	<b>I</b> 2,7	<b>Xe</b> 2,6
<b>Cs</b> 0,79	<b>Ba</b> 0,9	<b>Tl</b> 2,0	<b>Pb</b> 1,9	<b>Bi</b> 2,0	<b>Po</b> 2,0	<b>At</b> 2,2	<b>Rn</b> —
<b>Fr</b> 0,70	<b>Ra</b> 0,9						

### Keterangan:

(\*) disebut juga skala keelektronegatifan Pauling, tidak ditetapkan secara langsung berdasarkan energi disosiasi ikatan; skala dalam satuan eV

## Lampiran 6. Potensial Ionisasi Atom Unsur (dalam eV per atom)

Mulyono HAM, Kamus Kimia

<b>H</b> 13,60 <sup>a</sup>							<b>He</b> 24,59 <sup>a</sup> 54,42 <sup>b</sup>
—							—
<b>Li</b> 5,39	<b>Be</b> 9,32	<b>B</b> 8,30	<b>C</b> 11,26	<b>N</b> 14,53	<b>O</b> 13,62	<b>F</b> 17,42	<b>Ne</b> 21,56 <sup>a</sup> 40,96 <sup>b</sup> 63,45 <sup>c</sup>
76,64	18,21	25,15	24,38	29,60	35,12	34,97	
122,45	153,89	27,93	47,89	47,45	54,93	62,71	
<b>Na</b> 5,14	<b>Mg</b> 7,65	<b>Al</b> 5,99	<b>Si</b> 8,51	<b>P</b> 10,49	<b>S</b> 10,36	<b>Cl</b> 12,97	<b>Ar</b> 15,76
47,2	15,04	18,63	16,35	19,73	23,33	23,81	27,63
71,64	80,14	28,45	33,49	30,18	34,83	39,61	40,74
<b>K</b> 4,34	<b>Ca</b> 6,11	<b>Ga</b> 6,00	<b>Ge</b> 7,90	<b>As</b> 9,81	<b>Se</b> 9,75	<b>Br</b> 11,82	<b>Kr</b> 14,00
31,63	11,87	20,51	15,93	18,63	21,19	21,80	24,36
45,72	50,91	30,71	34,22	28,35	30,82	36,0	36,95
<b>Rb</b> 4,18	<b>Sr</b> 5,70	<b>In</b> 5,79	<b>Sn</b> 7,34	<b>Sb</b> 8,64	<b>Te</b> 9,01	<b>I</b> 10,45	<b>Xe</b> 12,13
27,28	11,03	18,87	14,63	16,53	18,60	19,13	21,21
40,0	43,6	28,03	30,50	25,3	27,96	33,0	32,1
<b>Cs</b> 3,89	<b>Ba</b> 5,21						
25,1	10,01						

Lampiran 7. Tetapan Ionisasi Asam pada Suhu 25 °C

Asam	HA	H <sup>-</sup>	K <sub>a</sub>	pK <sub>a</sub>
Iodida	HI	I <sup>-</sup>	~10 <sup>11</sup>	~-11
Bromida	HBr	Br <sup>-</sup>	~10 <sup>9</sup>	~-9
Perklorat	HClO <sub>4</sub>	ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	~10 <sup>7</sup>	~-7
Klorida	HCl	Cl <sup>-</sup>	~10 <sup>7</sup>	~-7
Klorat	HClO <sub>3</sub>	ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	~10 <sup>3</sup>	~-3
Sulfat (1)	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	~10 <sup>2</sup>	~-2
Nitrat	HNO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	~20	~-1,3
Ion hidronium	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O	1	0,0
Iodat	HIO <sub>3</sub>	IO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1,6 × 10 <sup>-1</sup>	0,80
Oksalat (1)	H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	HC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>-</sup>	5,9 × 10 <sup>-2</sup>	1,23
Sulfit	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1,54 × 10 <sup>-2</sup>	1,81
Sulfat (2)	HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1,2 × 10 <sup>-2</sup>	1,92
Klorosat	HClO <sub>2</sub>	ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	1,1 × 10 <sup>-2</sup>	1,96
Fosfat (1)	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	7,52 × 10 <sup>-3</sup>	2,12
Arsenat (1)	H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> AsO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	5,0 × 10 <sup>-3</sup>	2,30
Kloroasetat	CH <sub>2</sub> ClCOOH	CH <sub>2</sub> ClCOO <sup>-</sup>	1,4 × 10 <sup>-3</sup>	2,85
Fluorida	HF	F <sup>-</sup>	6,6 × 10 <sup>-4</sup>	3,18
Nitrit	HNO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	4,6 × 10 <sup>-4</sup>	3,34
Format	HCOOH	HCOO <sup>-</sup>	1,77 × 10 <sup>-4</sup>	3,75
Benzoat	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COO <sup>-</sup>	6,46 × 10 <sup>-5</sup>	4,19
Oksalat (2)	HC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>-</sup>	C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	6,4 × 10 <sup>-5</sup>	4,19
Hidrozoat	HN <sub>3</sub>	N <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1,9 × 10 <sup>-5</sup>	4,72
Asetat	CH <sub>3</sub> COOH	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	1,76 × 10 <sup>-5</sup>	4,75
Propionat	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COO <sup>-</sup>	1,34 × 10 <sup>-5</sup>	4,87
Ion piridinium	HC <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N <sup>+</sup>	C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N	5,6 × 10 <sup>-6</sup>	5,25
Karbonat (1)	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	4,3 × 10 <sup>-7</sup>	6,37
Sulfit (2)	HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	1,02 × 10 <sup>-7</sup>	6,91
Arsenat (2)	H <sub>2</sub> AsO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	HAsO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	9,3 × 10 <sup>-8</sup>	7,03
Sulfida	H <sub>2</sub> S	HS <sup>-</sup>	9,1 × 10 <sup>-8</sup>	7,04
Fosfat (2)	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	6,23 × 10 <sup>-8</sup>	7,21
Hipoklorit	HClO	ClO <sup>-</sup>	3,0 × 10 <sup>-8</sup>	7,53
Hidrosionat	HCN	CN <sup>-</sup>	6,17 × 10 <sup>-10</sup>	9,21
Ion ammonium	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>3</sub>	5,6 × 10 <sup>-10</sup>	9,25
Karbonat (2)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	4,8 × 10 <sup>-11</sup>	10,32
Arsenat (3)	HAsO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	AsO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	3,0 × 10 <sup>-12</sup>	11,53
Hidrogen peroksida	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	HO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	2,4 × 10 <sup>-12</sup>	11,62
Fosfat (3)	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	2,2 × 10 <sup>-13</sup>	12,67
Air	H <sub>2</sub> O	OH <sup>-</sup>	1,0 × 10 <sup>-14</sup>	14,00

## Lampiran 8. Tabel Massa Atom dan Nomor Atom

Berdasarkan Laporan 1985 Komisi Bobot Atom dari Persatuan Internasional Kimia Murni dan Terapan (IUPAC) dan untuk unsur-unsur yang terdapat alaminya di bumi. Diskalakan ke massa atom relatif karbon-12. Ketidakpastian yang diperkirakan dalam nilai, antara 1 dan 9 satuan dalam digit terakhir dari suatu massa atom, diletakkan dalam tanda kurung setelah massa atom. (Dari Pure and Applied Chemistry, Vol.58 (1986), hal.1677-1692. Copyright © 1986 IUPAC.

Unsur	Lambang	Nomor Atom	Massa Atom	Unsur	Lambang	Nomor Atom	Massa Atom
Aktinium	Ac	89	227,0278	Molibdenum	Mo	42	95,94(1)
Aluminium	Al	13	26,9815139(5)	Natrium	Na	11	22,989768(6)
Amerisium	Am	95	243,0614	Neodimium	Nd	60	144,24(3)
Argon	Ar	18	39,948(1)	Neon	Ne	10	20,1797(6)
Arsen	As	33	74,92159(2)	Neptunium	Np	93	237,0482
Astatin	At	85	209,9871	Nikel	Ni	28	58,69(1)
Barium	Ba	56	137,327(7)	Niobium	Nb	41	92,90638(2)
Berkelium	Bk	97	247,0703	Nitrogen	N	7	14,00674(7)
Berilium	Be	4	9,012182(3)	Nobelium	No	102	259,1009
Belerang	S	16	32,066(6)	Osmium	Os	76	190,2(1)
Besi	Fe	26	55,847(3)	Oksigen	O	8	15,9994(3)
Bismut	Bi	83	208,98037(3)	Paladium	Pd	46	106,42(1)
Boron	B	5	10,811(5)	Perak	Ag	47	107,8682(2)
Brom	Br	35	79,904(1)	Platinum	Pt	78	195,08(3)
Disprosium	Dy	66	162,50(3)	Plutonium	Pu	94	244,0642
Einsteinium	Es	99	252,083	Polonium	Po	84	208,9824
Emas	Au	79	196,96654(3)	Praseodimium	Pr	59	40,90765(3)
Erbium	Er	68	167,26(3)	Prometium	Pm	61	144,9127
Europium	Eu	63	151,965(9)	Protaktinium	Pa	91	231,03588(2)
Fermium	Fm	100	257,0951	Radium	Ra	88	226,0254
Fluor	F	9	18,9984032(9)	Radon	Rn	86	222,0176
Fostorus	P	15	30,973762(4)	Renium	Re	75	186,207(1)
Fransium	Fr	87	223,0197	Rodium	Rh	45	102,90550(3)
Gadolinium	Gd	64	157,25(3)	Rubidium	Rb	37	101,4678(3)
Galium	Ga	31	69,723(4)	Rutenium	Ru	44	101,07(2)
Germanium	Ge	32	72,61(2)	Samarium	Sm	62	150,36(3)
Hafnium	Hf	72	178,49(2)	Selenium	Se	34	78,96(3)
Helium	He	2	4,002602(2)	Serium	Ce	58	140,115(4)
Holmium	Ho	67	164,93032(3)	Sesium	Cs	55	132,90543(5)
Hidrogen	H	1	1,00794(7)	Silikon	Si	14	28,0855(3)
Indium	In	49	114,82(1)	Skandium	Sc	21	44,955910(9)
Iod	I	53	126,90447(3)	Strontium	Sr	38	87,62(1)
Iridium	Ir	77	192,22(3)	Talium	Tl	81	204,3833(2)
Iterbium	Yb	70	173,04(3)	Tantalum	Ta	73	180,9479(1)
Itrium	Y	39	88,90585(2)	Teknetium	Tc	43	98,9072
Kadmium	Cd	48	112,411(8)	Telurium	Te	52	127,60(3)
Kalifornium	Cf	98	242,0587	Tembaga	Cu	29	63,546(3)
Kalium	K	19	39,0983(1)	Terbium	Tb	65	158,92534(3)
Kalsium	Ca	20	40,078(4)	Timah	Sn	50	118,710(7)
Karbon	C	6	12,011(1)	Timbal	Pb	82	207,2(1)
Klor	Cl	17	35,4527(9)	Titanium	Ti	22	47,88(3)
Kobalt	Co	27	58,93320(1)	Torium	Th	90	232,0381(1)
Kripton	Kr	36	83,80(1)	Tulium	Tm	69	168,93421(3)
Kromium	Cr	24	51,9961(6)	(Unilheksium)	(Unh)	106	263,118
Kurium	Cm	96	247,0703	(Unipentium)	(Unp)	105	262,114
Lantanum	La	57	138,9055(2)	(Unilquadium)	(Unq)	104	266,11
Lawrensium	Lr	103	260,105	(Nilseptium)	(Uns)	107	262,12
Litium	Li	3	6,941(2)	Uranium	U	92	293,0289(1)
Lutetium	Lu	71	174,967(1)	Vanadium	V	23	50,915(1)
Magnesium	Mg	12	24,3050(6)	Wolfram	W	74	183,85(3)
Mangan	Mn	25	54,93805(1)	Xenon	Xe	54	131,29(2)
Mendelevium	Md	101	258,10	Zink	Zn	30	65,39(2)
Merkurius	Hg	80	200,9(3)	Zirkonium	Zr	40	91,224(2)

- (g) Spesimen yang secara geologis yang merupakan pengecualian dari unsur ini diketahui mempunyai komposisi isotopik yang berlainan. Untuk cuplikan semacam itu, massa atom yang diberikan di sini mungkin tidak berlaku secara cermat seperti dinyatakan.
- (L) Massa atom ini untuk massa relatif isotop dengan waktu paruh terpanjang. Unsur itu tidak mempunyai isotop yang mantap.
- (m) Komposisi isotopik yang diubah dapat terjadi dalam bahan yang tersedia secara komersial yang telah diproses menurut cara yang tidak diumumkan, dan massa atom yang diberikan disini mungkin sangat berbeda untuk cuplikan-cuplikan semacam itu.
- (n) Nama dan lambang diberikan menurut aturan sistematis yang dikembangkan oleh IUPAC.
- (r) Jangka dalam komposisi isotopik dari cuplikan normal yang diperoleh di bumi tidak memungkinkan diperolehnya massa atom yang lebih cermat untuk unsur ini, tetapi nilai yang ditabelkan seharusnya berlaku untuk setiap cuplikan normal dari unsur ini.
- (Z) Meskipun tidak mempunyai isotop yang mantap, komposisi kebumian dari cuplikan-cuplikan isotop yang berusia panjang memungkinkan diperolehnya massa atom yang bermakna.





**C**apability. *Be sure with your own capability.* Yakinkan kemampuan kalian sendiri. Jangan biarkan rasa ragu dan rendah diri menjadi aral yang menghadang langkah.

**H**appy. Lengkapilah rasa percaya diri dengan kegembiraan. Hati yang gembira adalah hati yang terbuka. Dengan kegembiraan, yang berat jadi ringan, yang susah terasa mudah.

**E**nchant. Dengan bekal kepercayaan diri dan hati gembira, bersiaplah untuk menyibak keajaiban-keajaiban fenomena di alam sekitar. *What an enchanting nature!* Betapa mempesonanya alam raya!

**M**ind. Seperti apa pikiran kita, seperti itulah diri kita. Maka, bangunlah pribadi yang merdeka, dengan pikiran yang terbuka. Biarkan ia bebas bertanya, tentang misteri alam yang mempesona.

**I**llumination. Pertanyaan tak akan terjawab tanpa pencarian. Majulah, berjalanlah. Ibarat merangkak keluar dari lorong kegelapan, temukan cahaya penerang. *Find the illumination.*

**S**ay. Tak usah ragu untuk berkata, tak perlu bimbang unjuk suara. Saat jawaban telah erat dalam genggaman, lekas sebarkan. Cerahkan dunia dengan cahaya pengetahuan.

**T**arget. Jangan mudah puas dengan pencapaian. Buatlah target-target keberhasilan. Ingat, gagal merencanakan berarti merencanakan kegagalan. Dengan target yang terencana, bakarterus semangat kita.

**R**ivalry. Teruslah bersaing. Tancapkan tekad untuk berjuang menjadi yang terbaik.

**Y**each!! Yakinkan bahwa kalian adalah generasi yang tangguh dan penuh semangat!

**ISBN 978-979-068-725-7 (no jdl lengkap)**

**ISBN 978-979-068-726-4**

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2007 tanggal 25 Juli 2007 tentang Penetapan Buku Teks

**Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp11.146,-**