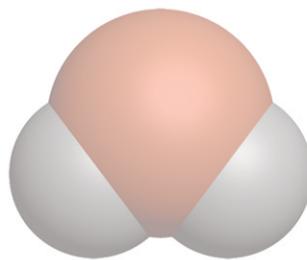
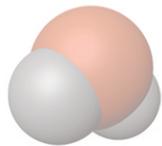


Praktis Belajar

Kimia

untuk Kelas X
Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah

Iman Rahayu



PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

Praktis Belajar

Kimia

untuk Kelas X
Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah

Iman Rahayu

1



Hak Cipta Pada Departemen Pendidikan Nasional
Dilindungi Undang-undang

Praktis Belajar Kimia

untuk Kelas X

Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah
Program Ilmu Pengetahuan Alam

Penulis : Iman Rahayu
Penyunting : Farida Dzalfa
Pewajah Isi : Deni Wardani
Ilustrator : Yudiana
Pewajah Sampul : Dasiman
Ukuran Buku : 17,6 x 25 cm

540.7

IMA

p

IMAN Rahayu

Praktis Belajar Kimia 1 : Untuk Kelas X Sekolah Menengah Atas/Madrasah
Aliyah / penulis, Iman Rahayu ; penyunting, Farida Dzalfa
; ilustrator, Yudiana. — Jakarta : Pusat Perbukuan,
Departemen Pendidikan Nasional, 2009.
viii, 210 hlm. : ilus. ; 30 cm.

Bibliografi : hlm. 210

Indeks

ISBN 978-979-068-713-4 (No. Jil Lengkap)

ISBN 978-979-068-714-1

1. Kimia-Studi dan Pengajaran I. Judul II. Farida Dzalfa III. Yudiana

Hak Cipta Buku ini dibeli oleh Departemen Pendidikan Nasional
dari Penerbit Visindo Media Persada, PT

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

Kimia merupakan ilmu kehidupan. Fakta-fakta kehidupan, seperti tumbuhan, manusia, udara, makanan, minuman, dan materi lain yang sehari-hari digunakan manusia dipelajari dalam Kimia. Kimia sangat erat kaitannya dengan kehidupan.

Oleh karena itu, perlu adanya peningkatan kualitas pendidikan Kimia di sekolah agar membentuk siswa yang memiliki daya nalar dan daya pikir yang baik, kreatif, cerdas dalam memecahkan masalah, serta mampu mengomunikasikan gagasan-gagasannya. Atas dasar inilah kami menerbitkan buku **Praktis Belajar Kimia** ke hadapan pembaca. Buku ini menghadirkan aspek kontekstual bagi siswa dengan mengutamakan pemecahan masalah sebagai bagian dari pembelajaran untuk memberikan kesempatan kepada siswa membangun pengetahuan dan mengembangkan potensi mereka sendiri.

Materi dalam buku ini diharapkan dapat membawa Anda untuk memperoleh pemahaman tentang ilmu Kimia sebagai proses dan produk. Materi pelajaran Kimia yang disajikan bertujuan membekali Anda dengan pengetahuan, pemahaman, dan sejumlah kemampuan untuk memasuki jenjang yang lebih tinggi, serta mengembangkan ilmu Kimia dalam kehidupan sehari-hari.

Oleh karena itu, mendudukan Kimia hanya sebatas teori di dalam kelas, tidak saja akan membuat siswa kurang memahaminya, tetapi juga menghambat tercapainya tujuan pembelajaran. Melalui buku **Praktis Belajar Kimia** ini, Anda diharapkan dapat menyenangkan pelajaran Kimia.

Materi-materi bab di dalam buku ini disesuaikan dengan perkembangan ilmu dan teknologi terkini. Selain itu, buku ini disajikan dengan bahasa yang mudah dimengerti dan komunikatif sehingga Anda seolah-olah berdialog langsung dengan penulisnya.

Kami menyadari bahwa penerbitan buku ini tidak akan terlaksana dengan baik tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan hati yang tulus, kami ucapkan terima kasih atas dukungan dan bantuan yang diberikan. Semoga buku ini dapat memberi kontribusi bagi perkembangan dan kemajuan pendidikan di Indonesia.

Jakarta, Juni 2007

Penerbit

Petunjuk Penggunaan Buku

Buku **Praktis Belajar Kimia untuk Kelas X** ini terdiri atas bab Pendahuluan dan delapan bab isi, yaitu Sifat Periodik dan Struktur Atom, Ikatan Kimia, Tata Nama Senyawa dan Persamaan Reaksi, Perhitungan Kimia, Daya Hantar Listrik dan Reaksi Redoks, Hidrokarbon, Minyak Bumi dan Petrokimia, dan Senyawa Organik dalam Kehidupan Sehari-hari. Berikut penyajian materi dan pengayaan yang terdapat dalam buku ini.

1. **Advance Organizer** menyajikan contoh penerapan/ manfaat dari materi yang akan dipelajari, bersifat dialogis dan terkini.
2. **Soal Pramateri** merupakan uji awal pengetahuan umum Anda yang mengacu kepada materi bab tersebut.
3. **Gambar dan Ilustrasi** ditampilkan dengan memadukan gambar dan ilustrasi yang bersesuaian dengan materi.
4. **Selidikilah** merupakan tugas yang diberikan kepada Anda berkaitan dengan materi yang akan dipelajari. Tugas ini mengajak Anda untuk berpikir kritis, kreatif, dan inovatif.
5. **Tantangan Kimia** diberikan kepada Anda untuk mencari jawaban soal terbuka sehingga Anda akan tertantang untuk belajar lebih jauh.
6. **Kegiatan Semester** merupakan tugas semester yang dikerjakan secara berkelompok.
7. **Soal Penguasaan Materi** berisi tentang pertanyaan yang terdapat di setiap akhir subbab.
8. **Peta Konsep** berguna sebagai acuan untuk Anda dalam mempermudah mempelajari materi dalam bab.
9. **Evaluasi Materi Bab** merupakan sarana evaluasi dalam memahami materi pelajaran dalam satu bab.
10. **Evaluasi Materi Semester** merupakan sarana evaluasi dalam memahami materi pelajaran dalam satu semester.
11. **Evaluasi Materi Akhir Tahun** merupakan sarana evaluasi dalam memahami materi pelajaran dalam satu tahun.
12. **Fakta Kimia** berisi informasi menarik, terkini, dan konkret yang berkaitan dengan materi bab.
13. **Legenda Kimia** memuat tokoh-tokoh kimia yang berjasa di bidangnya.
14. **Kata Kunci** merupakan kunci dari suatu konsep dalam materi yang akan memudahkan Anda untuk mengingat konsep tersebut.
15. **Apendiks** merupakan lampiran yang berisi kunci jawaban, tabel periodik unsur, dan beberapa tetapan kimia.
16. **Kamus Kimia** merupakan kamus kecil kata-kata penting dalam materi pada setiap bab.
17. **Indeks** berisi rujukan kata-kata dalam bab yang memudahkan Anda dalam pencarian kata-kata penting.



Daftar Isi

Kata Sambutan • iii

Kata Pengantar • iv

Petunjuk Penggunaan Buku • v

Pendahuluan	1
A. Peranan Ilmu Kimia	1
B. Metode Ilmiah	2
C. Eksperimen dan Pengukuran	3

Semester 1

Bab 1

Sistem Periodik dan Struktur Atom	5
A. Perkembangan Sistem Periodik	6
B. Penggolongan Unsur dalam Tabel Periodik	13
C. Struktur Atom	15
D. Keperiodikan Sifat Unsur-Unsur Kimia	23
E. Perkembangan Teori Atom	26
Evaluasi Materi Bab 1	33

Bab 2

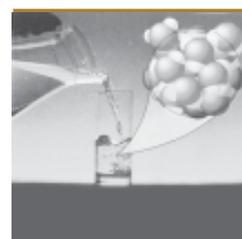
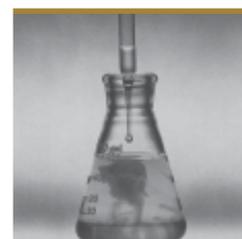
Ikatan Kimia	35
A. Kestabilan Unsur-Unsur Kimia di Alam	36
B. Ikatan Ion	39
C. Ikatan Kovalen	43
D. Kepolaran Senyawa Kovalen	48
E. Ikatan Kovalen Koordinasi dan Ikatan Logam	50
F. Memprediksi Jenis Ikatan Berdasarkan Sifat Fisisnya	51
Evaluasi Materi Bab 2	55
Kegiatan Semester 1	57

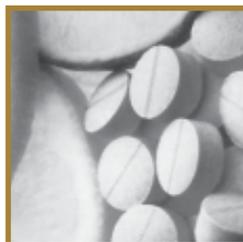
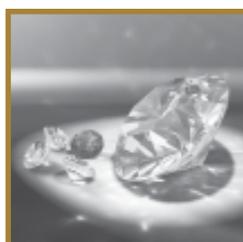
Bab 3

Tata Nama Senyawa dan Persamaan Reaksi	59
A. Tata Nama Senyawa	60
B. Persamaan Reaksi Kimia	66
Evaluasi Materi Bab 3	71

Bab 4

Perhitungan Kimia	73
A. Hukum-Hukum Dasar Kimia	74
B. Penerapan Hukum Gay Lussac	81
C. Penerapan Hipotesis Avogadro	82
D. Konsep Mol	85
E. Hubungan Mol, Jumlah Partikel, Massa Zat, dan Volume Zat	86
F. Penentuan Rumus Kimia, Kadar Zat dalam Senyawa, dan Pereaksi Pembatas	89
Evaluasi Materi Bab 4	96
Evaluasi Materi Semester 1	99





Semester 2

Bab 5

Daya Hantar Listrik dan Reaksi Redoks 103

- A. Sifat Hantar Listrik 104
 - B. Konsep Reaksi Redoks 107
 - C. Penerapan Konsep Larutan Elektrolit dan Reaksi Redoks 112
- Evaluasi Materi Bab 5 117

Kegiatan Semester 2 119

Bab 6

Hidrokarbon 121

- A. Mengetahui Senyawa Hidrokarbon 122
 - B. Keunikan Senyawa Karbon 125
 - C. Pengelompokan Senyawa Hidrokarbon 128
 - D. Titik Didih dan Keisomeran Senyawa Hidrokarbon 144
 - E. Reaksi-Reaksi Senyawa Hidrokarbon 150
- Evaluasi materi Bab 6 153

Bab 7

Minyak Bumi dan Petrokimia 155

- A. Pembentukan dan Pengolahan Minyak Bumi 156
 - B. Penggunaan Minyak Bumi dan Dampaknya 160
- Evaluasi Materi Bab 7 165

Bab 8

Senyawa Organik dalam Kehidupan Sehari-hari 167

- A. Kegunaan Senyawa Organik di Bidang Pangan 168
 - B. Kegunaan Senyawa Organik di Bidang Kesehatan 171
 - C. Kegunaan Senyawa Organik di Bidang Pertanian dan Industri 173
- Evaluasi Materi Bab 8 178

Evaluasi Materi Semester 2 180

Evaluasi Materi Akhir Tahun 183

Apendiks 1 Kunci Jawaban 187

Apendiks 2 Tabel Unsur-Unsur Kimia 196

Apendiks 3 Tetapan Fisik 199

Apendiks 4 Faktor Konversi 200

Kamus Kimia 201

Indeks 205

Daftar Pustaka 210



Sumber: www.industry.siemens.com

Pendahuluan

Sejak tahun 1800, populasi manusia di muka bumi telah mengalami peningkatan sebesar lima kali lipat. Hal ini menyebabkan meningkatnya pengharapan akan nilai-nilai kehidupan. Obat-obatan, pengendalian penyakit, dan peningkatan produksi pangan menjadi hal yang sangat penting. Akibatnya, telah terjadi kemajuan yang sangat pesat dalam berbagai bidang kehidupan.

Zaman dahulu, orang mengendarai kuda, keledai, atau unta sebagai alat transportasi. Dengan ditemukannya bahan bakar dari minyak bumi, mulai ditemukan pula alat transportasi modern, seperti kendaraan bermotor dan pesawat terbang. Saat ini juga banyak ditemukan peralatan dari bahan polimer dan keramik sebagai ganti dari peralatan kayu dan logam. Bahan-bahan tersebut diproduksi oleh pabrik untuk mendapatkan material dengan sifat-sifat yang berbeda dari material alami.

Semua perubahan dan penemuan tersebut tidak terlepas dari Kimia. Di SD dan SMP, Anda tentu telah mempelajari Ilmu Pengetahuan Alam yang meliputi Fisika, Biologi, dan Kimia. Pada tingkat SMA ini, Anda akan mempelajari ilmu Kimia lebih dalam.

Kimia adalah ilmu yang mempelajari komposisi, sifat, dan perubahan zat. Proses kimia dapat Anda temukan di alam ataupun di laboratorium. Ilmu Kimia berhubungan dengan banyak ilmu lain seperti Biologi, Farmasi, Geologi, dan Lingkungan. Sebagai contoh, ilmu Kimia merupakan dasar dari revolusi biologi molekular yang membahas tentang bagaimana kontrol genetik dapat terjadi pada makhluk hidup. Dapatkah Anda sebutkan contoh penerapan ilmu Kimia yang dapat Anda temukan sehari-hari?

- A. Peranan Ilmu Kimia**
- B. Metode Ilmiah**
- C. Eksperimen dan Pengukuran**

A Peranan Ilmu Kimia

Ilmu Kimia merupakan cabang ilmu pengetahuan yang menjadi dasar banyak ilmu lainnya. Banyak orang salah mengerti tentang bahan kimia. Bahan kimia sering diartikan sebagai bahan yang pasti berbahaya. Padahal, semua bahan/materi di alam tersusun atas unsur-unsur kimia. Banyak penemuan baru yang dihasilkan di laboratorium oleh para ahli kimia yang dapat meningkatkan kualitas hidup manusia. Berikut ini peranan ilmu Kimia di berbagai bidang kehidupan.



Sumber: *Encarta References Library Premium, 2005*

Ditemukannya pestisida telah membantu produktivitas pertanian.

1. Bidang Kesehatan

Bahan-bahan kimia sering digunakan sebagai obat-obatan. Obat dibuat berdasarkan hasil penelitian terhadap proses dan reaksi kimia bahan-bahan yang berkhasiat secara medis terhadap suatu penyakit. Hal ini dipelajari dalam cabang ilmu Kimia Farmasi. Contohnya, etanol atau alkohol digunakan dalam proses pelarutan obat dan sebagai pensteril alat-alat kedokteran.

2. Bidang Pertanian

Ilmu Kimia berperan penting dalam bidang pertanian. Petani menggunakan pupuk untuk meningkatkan kesuburan tanah dan memberi nutrisi yang diperlukan tanaman. Adapun untuk menanggulangi hama dan penyakit tanaman, digunakan pestisida. Penggunaan pupuk dan pestisida yang benar dapat meningkatkan produktivitas pertanian yang menguntungkan produsen dan konsumen.

3. Bidang Industri

Di bidang industri, ilmu Kimia seringkali sangat dibutuhkan. Mesin-mesin besar di industri membutuhkan logam yang baik dengan sifat tertentu yang sesuai dengan kondisi dan bahan-bahan yang digunakan. Semen, kayu, cat, pipa PVC, dan beton dihasilkan melalui riset yang berdasarkan ilmu Kimia. Kain sintetis yang Anda gunakan juga merupakan hasil penerapan ilmu Kimia.

4. Bidang Biologi

Proses kimia yang berlangsung dalam tubuh makhluk hidup membutuhkan penjelasan Kimia. Proses pencernaan makanan, pernapasan, metabolisme, dan fotosintesis merupakan proses kimia yang dipelajari dalam Biologi. Untuk mempelajari hal tersebut diperlukan pengetahuan tentang struktur dan sifat senyawa, seperti karbohidrat, protein, lemak, enzim, dan vitamin.

5. Bidang Arkeologi

Penentuan usia fosil yang bisa dilakukan saat ini merupakan salah satu hasil penerapan ilmu Kimia. Fosil yang ditemukan dapat ditentukan usianya dengan radioisotop karbon-14. Tahukah Anda yang dimaksud radioisotop?

6. Bidang Hukum

Pemeriksaan alat bukti kriminalitas oleh tim forensik menggunakan ilmu Kimia di dalamnya. Bagian tubuh manusia seperti rambut dan darah dapat diperiksa struktur DNA-nya. Struktur DNA setiap individu akan berbeda sehingga dapat digunakan untuk identifikasi seseorang. Hal ini berguna untuk membuktikan tindak kejahatan seseorang.

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi serta peningkatan kualitas hidup memerlukan efektivitas dan efisiensi dalam berbagai bidang. Untuk membantu peningkatan kualitas hidup tersebut, masyarakat memerlukan segala pemenuhan kebutuhan yang semakin praktis. Dalam hal ini, peranan ilmu Kimia sangat jelas. Ilmu Kimia ikut berperan dalam memproduksi kebutuhan pangan. Ilmu Kimia juga berperan dalam industri zat warna, bahan pembersih, sabun, detergen, obat-obatan, dan sektor industri lainnya. Berperannya ilmu Kimia dalam berbagai bidang merupakan perwujudan dari hasil penelitian yang terus dilakukan oleh para peneliti untuk menghasilkan bahan atau barang yang lebih baik dan berguna.



Sumber: *Chemistry the Central Science, 2000*

Radioisotop karbon-14 digunakan untuk mengukur usia mumi.

B Metode Ilmiah

Ilmu Kimia dibangun dan dikembangkan melalui kajian teoritis dan kajian empiris yang saling mendukung satu sama lain. Pengkajian teoritis merupakan usaha menerapkan hukum-hukum Fisika dan teori Matematika untuk mengungkapkan gejala alam. Pengkajian secara empiris merupakan usaha untuk menemukan keteraturan berdasarkan fakta yang ditemukan di alam dengan menggunakan teknik atau metode ilmiah.

Pengembangan ilmu Kimia berdasarkan langkah-langkah sistematis disebut dengan metode ilmiah. Metode ilmiah adalah metode sains yang menggunakan langkah-langkah ilmiah dan rasional untuk mengungkapkan suatu permasalahan yang muncul dalam pikiran kita. Dalam bentuk yang paling sederhana, metode ilmiah terdiri atas tahap-tahap operasional berikut.

1. Pengamatan atau Observasi

Pengamatan dapat dilakukan secara kualitatif (misalnya logam raksa berwujud cair pada suhu kamar) ataupun kuantitatif (misalnya tekanan gas pada keadaan standar yaitu sebesar 1 atm). Pengamatan kuantitatif disebut juga pengukuran.

2. Mencari Pola Hasil Pengamatan

Proses ini sering melahirkan rumusan berupa hukum alam. Hukum alam yang digali oleh manusia merupakan suatu pernyataan yang mengungkapkan perilaku umum suatu objek atau gejala yang diamati.

3. Perumusan Teori

Suatu teori (disebut juga model) terdiri atas sejumlah asumsi sebagai pijakan untuk menerangkan perilaku materi yang diamati. Jika hipotesis sementara sejalan dengan kajian-kajian sejumlah percobaan maka hipotesis tersebut disebut teori atau model.

4. Pengujian Teori

Secara ideal, teori dalam ilmu pengetahuan alam harus selalu dikoreksi dan dikaji terus-menerus sebab teori merupakan gagasan manusia untuk menerangkan perilaku alam yang diamati berdasarkan pengalamannya.

Teori harus terus disempurnakan melalui percobaan dengan cara menyempurnakan baik metode maupun peralatan yang digunakan. Di samping itu, dapat juga dilakukan melalui simulasi komputer, agar pendekatan yang diterapkan lebih mendekati gejala alam yang sebenarnya.

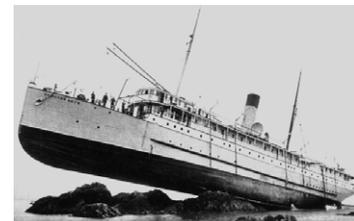
C Eksperimen dan Pengukuran

Kimia merupakan ilmu pengetahuan yang dilandasi berbagai eksperimen/ percobaan. Salah satu syarat suatu eksperimen dinyatakan valid adalah bersifat *reproducible* (menghasilkan hasil yang sama ketika eksperimen dilakukan kembali). Oleh karena itu, sangatlah penting untuk mendeskripsikan objek percobaan secara menyeluruh, seperti jumlah, volume, suhu, tekanan, dan kondisi lainnya. Dengan kata lain, salah satu hal terpenting dalam ilmu Kimia adalah mengetahui cara mengukur sesuatu dengan tepat.



Sumber: www.uwf.edu

Kimia merupakan ilmu pengetahuan yang dilandasi eksperimen.



Sumber: *Chemistry* (McMurry), 2001

Dalam kehidupan ataupun ilmu Kimia, kesalahan perhitungan dapat menimbulkan akibat yang tidak diharapkan. Misalnya, kesalahan perhitungan pada saat berlayar dapat menyebabkan kapal karam.



Untuk keperluan tersebut, pada 1960, ilmuwan dari seluruh penjuru dunia berkumpul dan menyepakati penggunaan Sistem Satuan Internasional (dilambangkan SI, dari bahasa Prancis *Système Internationale d'Unités*). Sistem satuan internasional memiliki tujuh besaran pokok (**Tabel A**) dan besaran-besaran lainnya yang diturunkan dari ketujuh besaran pokok tersebut (**Tabel B**). Berikut ini tabel besaran pokok dan besaran turunan menurut SI.

Tabel A Besaran Pokok, Sistem Internasional (SI), dan Lambang

Besaran Pokok		Sistem Internasional (SI)		
Nama	Lambang Besaran	Satuan	Lambang Satuan	Konversi Satuan
1. Panjang	<i>l</i>	meter	m	1 m = 100 cm
2. Massa	m	kilogram	kg	1 kg = 1.000 g
3. Waktu	<i>t</i>	sekon	s	1 menit = 60 s
4. Temperatur	T	kelvin	K	$t\text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = (t + 273)\text{K}$
5. Arus listrik	I	ampere	A	-
6. Intensitas cahaya	I_v	candela	cd	-
7. Jumlah substansi	n	mol	mol	-

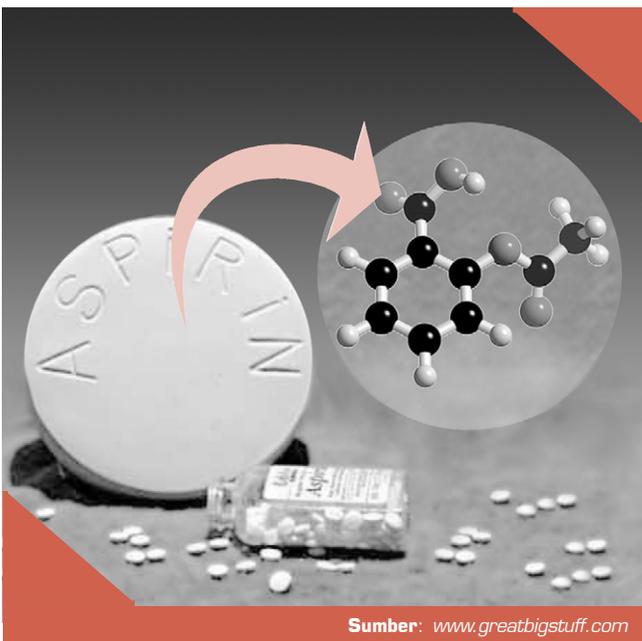
Tabel B Besaran Turunan, Sistem Internasional (SI), dan Lambang

Besaran Turunan		Sistem Internasional (SI)		
Nama	Lambang Besaran	Satuan Turunan	Lambang Satuan	Konversi
Luas	A	$m \times m$	m^2	-
Volume	V	$m \times m \times m$	m^3	1 m^3 = 1.000 liter = 1.000 mL
Kerapatan (densitas)	p	kilogram/volume	kg/L	1 kg/L = 1 gram/mL
Kecepatan	v	panjang/sekon	m/s	1 km/jam = 1.000 m/3.600 sekon
Percepatan	a atau g	panjang/sekon ²	m/s^2	-
Gaya	F	massa \times percepatan	N (Newton)	1 Newton = 1 kg m/s^2
Berat	W	massa \times gravitasi	N (Newton)	1 Newton = 1 kg m/s^2
Energi	E	gaya \times panjang	J (Joule)	1 Joule = 1 N m
Tekanan	P	gaya per satuan luas atmosfer	N/m^2 atm	- 1 atm = 76 cmHg = 760 mmHg dan 1 mmHg = 1 torr
Konsentrasi	C	mol/volume	M (Molar)	-
Molaritas	M	mol/1 L larutannya		-

Dalam penulisan satuan suatu pengukuran, dilakukan penyingkatan (lihat **Tabel A**). Tanda eksponensial dicantumkan untuk menunjukkan pangkat dari satuan tersebut. Sebagai contoh, kecepatan adalah panjang dibagi waktu yang dalam SI dinyatakan dalam meter per detik, atau m/s.

Beberapa satuan turunan yang sering digunakan memiliki nama khusus. Misalnya, energi adalah hasil perkalian antara massa dan kuadrat kecepatan. Untuk itu, energi diukur dalam satuan kilogram meter kuadrat per detik kuadrat ($kg\ m^2/s^2$), dan 1 $kg\ m^2/s^2$ disebut *satu joule*. Contoh lainnya, konsentrasi larutan (molaritas) adalah hasil perbandingan jumlah molekul dengan volume larutan. Untuk itu, konsentrasi diukur dalam satuan mol per liter (mol/L), dan 1 mol/L disebut *satu molar*. Meskipun terdapat notasi-notasi pendek untuk satuan-satuan tersebut, ada baiknya jika Anda juga dapat mengingat faktor konversinya.





Sumber: www.greatbigstuff.com

B a b 1

Sistem Periodik dan Struktur Atom

Pada bab ini, Anda akan diajak untuk dapat memahami struktur atom, sifat-sifat periodik unsur, dan ikatan kimia, dengan cara memahami struktur atom berdasarkan teori atom Bohr, sifat-sifat unsur, massa atom relatif, dan sifat-sifat periodik unsur dalam tabel periodik serta menyadari keteraturannya melalui pemahaman konfigurasi elektron.

Amatilah fenomena alam yang sering terjadi di dalam kehidupan sehari-hari Anda, dari mulai proses bernapas, besi berkarat, hingga roti membusuk. Semua proses tersebut merupakan bentuk fenomena kimia yang berlangsung di dalam kehidupan sehari-hari.

Jika Anda mempelajari Kimia, berarti Anda mempelajari tiga dunia, yaitu dunia nyata (makroskopik), dunia atom (mikroskopik), dan dunia lambang. Dunia nyata adalah sesuatu yang dapat Anda amati menggunakan pancaindera. Setiap benda tersusun atas jutaan partikel yang sangat kecil yang disebut atom. Itulah yang disebut dunia atom. Dunia atom sangat kecil sehingga Anda tidak dapat menggunakan pancaindera untuk mengamatinya. Namun, justru melalui dunia atom inilah Anda dapat menjelaskan misteri di balik fenomena kehidupan. Bagaimana dengan dunia lambang? Oleh karena atom tidak dapat diamati menggunakan pancaindera, para ahli kimia menjelaskannya dengan menggunakan lambang berupa angka, model, dan huruf, seperti struktur molekul pada aspirin.

Pada bab ini, Anda akan mempelajari struktur atom dalam sistem periodik sebagai dasar untuk membuka rahasia-rahasia di balik fakta kehidupan yang Anda temukan. Selamat menjelajahi dunia Kimia.

- A. Perkembangan Sistem Periodik**
- B. Penggolongan Unsur dalam Tabel Periodik**
- C. Struktur Atom**
- D. Keperiodikan Sifat Unsur-Unsur Kimia**
- E. Perkembangan Teori Atom**



Soal Pramateri

1. Bagaimana cara mengelompokkan unsur-unsur kimia yang ada di alam?
2. Apakah yang disebut dengan nomor atom, nomor massa, dan elektron valensi?
3. Teori atom siapa sajakah yang mendukung perkembangan teori atom?

A Perkembangan Sistem Periodik

Apakah sekolah Anda memiliki perpustakaan? Kunjungilah perpustakaan, kemudian amati buku-buku yang ada. Ratusan atau mungkin ribuan buku yang berada di perpustakaan disusun rapi di rak buku berdasarkan tema buku. Dari kelompok buku Agama, Matematika, Kimia, hingga Bahasa. Setiap kategori buku diberi kode berupa angka. Semua itu dilakukan untuk memudahkan pengunjung dalam mencari buku yang diinginkan. Bayangkan jika buku-buku yang jumlahnya banyak itu disimpan tidak beraturan. Anda pasti akan kesulitan mencarinya.

Serupa dengan penyusunan buku di perpustakaan, unsur-unsur kimia yang saat ini berjumlah 118 unsur juga dikelompokkan dan disusun. Bagaimana cara mengelompokkan unsur-unsur kimia tersebut? Mari, lakukan kegiatan berikut.

Selidikilah 1.1

Perkembangan Sistem Periodik

Tujuan

Mencari informasi berbagai sistem periodik dan membandingkannya

Alat dan Bahan

Majalah, surat kabar, buku, dan media internet

Langkah Kerja

1. Carilah informasi mengenai perkembangan sistem periodik melalui studi kepustakaan dari berbagai media, seperti majalah, surat kabar, buku, dan media internet. Gunakan kata kunci berikut: sistem periodik (*periodic system*), tabel periodik (*periodic table/periodic chart*), pengelompokan unsur kimia (*element classification*), **Antoine Lavoisier**, **Johann Dobereiner**, **Triade Dobereiner**, **Dimitri Mendeleev**, **John Newlands**, **Octave law**, **Lothar Meyer**, **Louis Moseley**, dan **Gerald Seaborg**.
2. Salinlah tabel berikut pada buku latihan Anda, kemudian lengkapi berdasarkan informasi yang Anda peroleh.



Sumber: Dokumentasi Penerbit

Gambar 1.1

Buku-buku di perpustakaan disusun berdasarkan kategori tertentu.

Tokoh Penggagas Sistem Periodik	Tahun Mengemukakan Gagasan	Nama Sistem Periodik	Dasar Pengelompokan
.....
.....
.....

Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Apakah yang menjadi dasar pengelompokan unsur-unsur kimia?
2. Siapa sajakah yang mengelompokkan unsur-unsur kimia berdasarkan kemiripan sifat zat?
3. Siapa sajakah yang mengelompokkan unsur-unsur kimia berdasarkan massa atom?
4. Siapa sajakah yang mengelompokkan unsur-unsur kimia berdasarkan kenaikan nomor atom?
5. Apakah perbedaan antara sistem periodik **Lothar Meyer** dan **Mendeleev**?
6. Bagaimana cara membandingkan berbagai sistem periodik?

Kerjakanlah secara berkelompok dan diskusikan hasil yang diperoleh.



Sudahkah Anda mendapatkan informasi mengenai perkembangan sistem periodik dari kegiatan tersebut? Bandingkanlah informasi yang Anda peroleh dengan penjelasan berikut.

Unsur-unsur kimia dikelompokkan berdasarkan sifat suatu zat. Sifat suatu zat bermanfaat untuk menjelaskan, mengidentifikasi, memisahkan, dan mengelompokkan. Menjelaskan suatu zat berdasarkan sifatnya, mirip dengan cara Anda ketika menjelaskan seseorang. Ada dua jenis sifat zat, yaitu sifat fisika dan sifat kimia. Sifat fisika menjelaskan bentuk fisik zat tersebut, misalnya warna, kerapuhan, kelenturan, konduktivitas listrik, massa jenis, sifat magnet, kekerasan, nomor atom, kalor penguapan, titik leleh, dan titik didih. Adapun sifat kimia menjelaskan bagaimana suatu zat bereaksi, dengan zat apa dapat bereaksi, dan zat yang dihasilkan dari suatu reaksi. Sifat kimia suatu zat juga meliputi bagaimana suatu zat dapat bereaksi dengan zat lainnya. Misalnya, kecepatan reaksi jika bereaksi dengan zat lain, jumlah panas yang dihasilkan dari suatu reaksi dengan zat lain, dan suhu ketika terjadi reaksi.

1. Pengelompokan Unsur Kimia Berdasarkan Kemiripan Sifat Zat

Antoine Lavoisier hidup pada abad ke-17. Selain mempelajari ilmu Kimia, "bapak kimia modern" ini juga mempelajari ilmu lain seperti Botani, Astronomi, dan Matematika. Lavoisier telah menghasilkan banyak teori kimia di antaranya teori mengenai pengelompokan unsur-unsur kimia.

Menurut Lavoisier, unsur kimia adalah zat yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi zat yang lebih sederhana. Unsur kimia yang sudah ditemukan pada saat itu berjumlah 33 unsur. Pengelompokan unsur-unsur kimia oleh Lavoisier dipublikasikan dalam bukunya yang berjudul *Traité Élémentaire de Chimie* pada 1789. Buku tersebut merupakan buku teks kimia modern yang pertama. Lavoisier mengelompokkan ke-33 unsur kimia tersebut ke dalam 4 kelompok berdasarkan sifat kimianya, yaitu kelompok gas, kelompok nonlogam, kelompok logam, dan kelompok tanah. Tabel berikut menunjukkan pengelompokan unsur kimia menurut Lavoisier.

Tabel 1.1 Pengelompokan Unsur Kimia oleh Lavoisier

Kelompok	Unsur
Gas	Cahaya, kalor, oksigen, <i>azote</i> (nitrogen), hidrogen
Nonlogam	Sulfur, fosfor, karbon, radikal muriatik (asam klorida), radikal florin (asam florida), radikal <i>boracid</i> (asam borak)
Logam	Antimon, perak, arsenik, bismuth, kobalt, tembaga, timah, besi, mangan, raksa, molibdenum, nikel, emas, platina, timbal, tungsten, seng
Tanah	Kapur, <i>magnesia</i> (magnesium oksida), <i>barit</i> (barium oksida), <i>alumina</i> (aluminium oksida), silika (silikon oksida)

2. Pengelompokan Unsur Kimia Berdasarkan Massa Atom

a. Triade Dobereiner

Pada 1803, **John Dalton** mengumumkan teori atom. Menurut Dalton:

- semua zat terdiri atas atom yang tidak bisa dibagi lagi;
- semua atom dalam suatu unsur memiliki massa dan sifat yang sama;

Noms nouveaux	Noms anciens correspondans
Lumiere.....	Lumieres
Calorique.....	Chaleur, Principe de la chaleur, Fluides ignes, Feu, Matiere du feu & de la chaleur, Air dephlogistique, Air empyreux, Feu vital, Eau de l'air vital, Gaz phlogistique, Mofete
Oxygene.....	Air dephlogistique, Air vital, Eau de l'air vital, Gaz phlogistique, Mofete
Azote.....	Gaz inflammable, Eau de la mofete, Gaz inflammable, Eau de la mofete
Hydrogene.....	Gaz inflammable, Eau de la mofete, Eau de la mofete
Soufre.....	Soufre
Phosphore.....	Phosphore
Carbone.....	Charbon pur, Inconnu
Radical muriatique.....	Inconnu
Radical boracique.....	Inconnu
Antimoine.....	Antimoine
Argent.....	Argent
Arsenic.....	Arsenic
Bismuth.....	Bismuth
Cobalt.....	Cobalt
Cuivre.....	Cuivre
Etain.....	Etain
Fer.....	Fer
Manganese.....	Manganese
Mercur.....	Mercur
Molybdene.....	Molybdene
Nickel.....	Nickel
Or.....	Or
Platine.....	Platine
Plomb.....	Plomb
Tungstene.....	Tungstene
Zinc.....	Zinc
Chaux.....	Terre calcaire, chaux
Magnese.....	Magnese, base du fel d'Epine
Barye.....	Barote, terre pesante
Alumine.....	Argile, terre de l'alun, base de l'alun
Silice.....	Terre siliceuse, terre vitrifiable

Sumber: www.elementymology.com & elements.multidict.org

Gambar 1.2

Naskah asli pengelompokan unsur kimia oleh Lavoisier

Kata Kunci

- Atom
- Sifat fisika
- Sifat kimia
- Unsur kimia

Legenda Kimia



John Alexander Reina Newlands (1838-1898)

seorang kimiawan asal Inggris. Setelah melakukan pengamatan terhadap sifat berbagai unsur, ia menemukan bahwa unsur-unsur yang disusun berdasarkan nomor massa memiliki sifat-sifat yang sama setiap 8 unsur. Newlands menamakan hubungan ini sebagai Hukum Oktaf (oktaf berarti delapan).

Sumber: *Chemistry (Chang), 2002*

Kata Kunci

- Hukum Oktaf
- Massa atom
- Tabel Periodik
- Triade

3. unsur yang berbeda memiliki atom yang berbeda jenisnya dan berbeda massanya; dan
4. atom tidak bisa dihancurkan, tetapi susunannya dapat berubah karena suatu reaksi kimia.

Berdasarkan teori atom tersebut, Dalton membuat daftar massa suatu atom. Pada 1828, **Jons Jakob Berzelius** mengembangkan teori atom yang dikemukakan Dalton. Dengan diketahuinya massa suatu atom, unsur-unsur kimia mulai dikelompokkan berdasarkan massa atomnya.

Ilmuwan yang kali pertama mengelompokkan unsur kimia berdasarkan massa atom adalah **Johann Dobereiner**. Pada 1829, ia mengelompokkan unsur-unsur kimia ke dalam suatu kelompok yang terdiri atas 3 unsur yang sifatnya sama. Ketika diselidiki lebih lanjut, unsur yang kedua memiliki massa atom yang jumlahnya setengah dari penjumlahan massa atom unsur pertama dan unsur ketiga. Dobereiner menamakan pengelompokan unturnya dengan nama **Triade**. Kelompok unsur-unsur tersebut, yaitu: litium, natrium, dan kalium; kalsium, stronsium, dan barium; belerang, selenium, dan tellurium; klorin, bromin, dan iodin. Benarkah pernyataan yang dikemukakan Dobereiner? Untuk membuktikannya, ujlah teori Triade Dobereiner tersebut menggunakan tabel massa atom berikut.

Tabel 1.2 Massa Atom Beberapa Unsur

No	Unsur	Massa Atom
1	Litium	7
2	Natrium	23
3	Kalium	39
4	Kalsium	40
5	Stronsium	88
6	Barium	137
7	Klorin	35
8	Bromin	80
9	Iodin	127
10	Belerang	32
11	Selenium	79
12	Tellurium	128

Sumber: www.elementmultidict.com

b. Hukum Oktaf Newlands

Kimiawan Inggris, **John Newlands**, menyusun 62 unsur yang saat itu diketahui berdasarkan kenaikan massa atom pada 1864. Unsur-unsur kimia diurutkan dari kiri ke kanan. **Gambar 1.3** menunjukkan susunan unsur-unsur kimia yang dikelompokkan Newlands.

₁ H	₇ Li	₉ Be	₁₁ B	₁₂ C	₁₄ N	₁₆ O
₁₉ F	₂₃ Na	₂₄ Mg	₂₇ Al	₂₈ Sg	₃₁ P	₃₂ S
₃₅ Cl	₃₉ K	₄₀ Ca	₅₂ Cr	₄₈ Ti	₅₅ Mn	₅₆ Fe

Sumber: www.elementmultidict.com

Ternyata, kelompok unsur-unsur yang mirip terulang setiap 8 unsur. Jika hitungan diawali dari Li, unsur kedelapan adalah unsur Na dan unsur keenambelas adalah K. Unsur Li, Na, dan K memiliki sifat yang mirip. Begitu juga dengan unsur Be, Mg, dan Ca. Pengelompokan unsur yang dilakukan Newlands pada 1864 tersebut dikenal dengan nama **Hukum Oktaf**. Akan tetapi, teorinya ini dianggap hal yang konyol oleh banyak orang. Sampai lima tahun kemudian, Dmitri Mendeleev memperkenalkan suatu bentuk tabel periodik berdasarkan massa atom.

c. Tabel Periodik Mendeleev

Pada 1869, ilmuwan Rusia, **Dmitri Ivanovic Mendeleev** mempublikasikan hasil penelitiannya mengenai pengelompokan unsur-unsur kimia. Unsur-unsur kimia dikelompokkan Mendeleev ke dalam 12 kelompok menurut kenaikan massa atom. Berikut ini adalah tabel periodik Mendeleev.

			Ti = 50	Zr = 90	? = 180
			V = 51	Nb = 94	Ta = 182
			Cr = 52	Mo = 96	W = 186
			Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4
			Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198
			Ni = Co = 59	Pt = 106,6	Os = 199
H = 1			Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27,4	- = 68	Ur = 116	Au = 197
	C = 12	Si = 28	- = 70	Sn = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210
	O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128	
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	I = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Ti = 204
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207
		Sc = 45	Ce = 92		
		Er = 56	La = 94		
		Yt = 60	Di = 95		
		In = 75,6	Th = 118		

Anda Harus Ingat

Dalam tabel periodik, tingkatan unsur-unsur yang memiliki sifat kimia dan fisika yang sama dikelompokkan bersama.

You Must Remember

In periodic table, a chart in which elements having similar chemical and physical properties are grouped together.

Sumber: www.elementmultidict.com

Pada 1871, Mendeleev memperbaiki tabel periodiknya. Ia memutar 90° posisi tabelnya sehingga menjadi seperti tabel berikut.

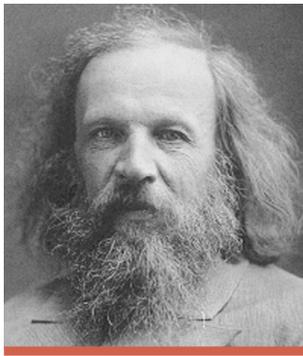
Tabel 1.3 Tabel Periodik yang Diputar 90° oleh Mendeleev

Periode	I - R ² O	II - RO	III - R ² O ³	IV RH ⁴ RO ²	V RH ³ R ² O ⁵	VI RH ² RO ³	VII RH R ² O ⁷	VIII - RO ⁴
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 = 106, Ag = 108
7	(Ag = 108)	Cd = 112	In = 113	Sn = 118	Sb = 122	Te = 125	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	-	

Sumber: www.elementmultidict.com

Unsur-unsur kimia dalam tabel periodik Mendeleev dikelompokkan ke dalam 8 kolom dan 12 baris. Unsur-unsur satu kolom dan satu baris memiliki sifat kimia yang mirip. Pada tabel tersebut, Mendeleev menyediakan kotak kosong untuk unsur-unsur yang menurut dugaannya akan ditemukan pada masa mendatang. Mendeleev memberi nama unsur-unsur tersebut dengan istilah eka-aluminium (nomor atom 44), eka-boron (nomor atom 68), dan eka-silikon (nomor atom 72).

Legenda Kimia



Dmitri Ivanovic Mendeleev (1834–1907) lahir di Tobolsk, Siberia. Ketika kecil, Mendeleev tertarik pada gelas yang diproduksi pabrik milik ibunya. Dari ketertarikan inilah Mendeleev mulai mendalami ilmu Kimia. Pengabdian Mendeleev dalam studi kimia membuatnya berhasil menyusun tabel periodik yang menjadi dasar sistem periodik modern. Ketika menyusun tabel periodiknya Mendeleev menimbang masa setiap unsur dengan teliti. Sebagai penghargaan terhadap jasanya unsur ke-101 dinamai sesuai namanya, yaitu mendeleevium.

Sumber: <http://en.wikipedia.org>

Gambar 1.4

Grafik antara volume atom dan massa atom menurut Lothar Meyer.

Dugaan Mendeleev terbukti. Pada bulan November 1875, ilmuwan Prancis **Lecoq de Boisbaudran** menemukan unsur yang sifatnya sama dengan eka-aluminium, ia menamakan unsur tersebut galium. Perhatikan tabel berikut untuk mengetahui persamaan antara prediksi Mendeleev dan penemuan de Boisbaudran.

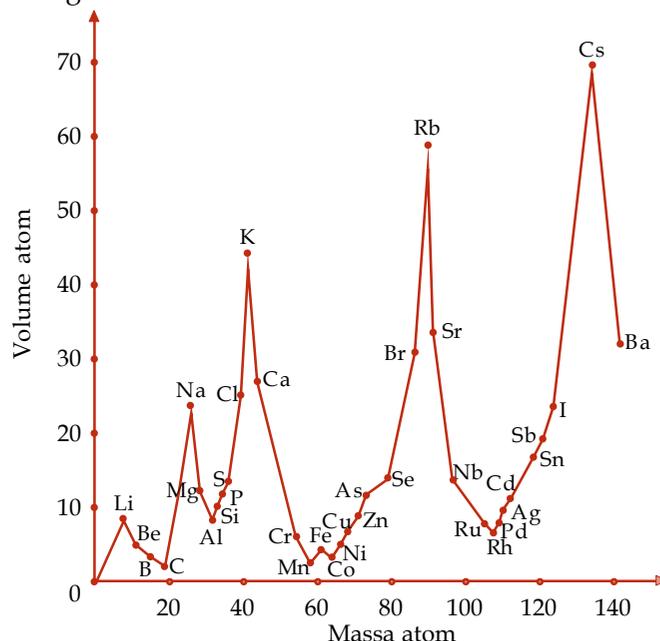
Tabel 1.4 Persamaan Sifat antara Eka-aluminium Menurut Mendeleev dan Galium Menurut de Boisbaudran

Sifat	Eka-aluminium (Ea)	Galium
Massa atom	Sekitar 68	69,72
Massa jenis	6,0 g/cm ³	5,9 g/cm ³
Titik leleh	Rendah	29,78 °C
Valensi	3	3
Metode penemuan	Kemungkinan dari bentuk spektrumnya	Spektroskopi
Sifat oksida	Rumus: Ea ₂ O ₃ , larut dalam asam dan basa	Rumus: Ga ₂ O ₃ , larut dalam asam dan basa

Sama halnya dengan eka-aluminium, dua unsur lain yang diprediksi Mendeleev (eka-boron dan eka-silikon) ternyata diketahui memiliki sifat yang sama dengan skandium dan germanium. Sifat unsur skandium yang ditemukan ilmuwan Swedia, **Lars Nilson** pada 1879 mirip dengan eka-boron, sedangkan sifat unsur germanium yang ditemukan ilmuwan Jerman, **Clemens Winkler** pada 1886 mirip dengan eka-silikon.

d. Tabel Periodik Meyer

Hampir mirip dengan sistem periodik yang dikemukakan Mendeleev, **Lothar Meyer** mengusulkan sistem periodik berdasarkan massa atom. Menurut Meyer, volume atom suatu unsur yang diplotkan dengan massa atom tersebut akan membentuk grafik yang berperiodik secara teratur. Perhatikan grafik antara volume atom dan massa atom berikut.



Sumber: www.elementmultidict.com

Berdasarkan grafik tersebut terlihat bahwa unsur-unsur yang sifatnya mirip membentuk suatu keteraturan. Misalnya, unsur logam alkali, yaitu Na, K, dan Rb, berada di puncak. Kemudian, Meyer mengembangkan penemuannya ke dalam bentuk tabel seperti berikut.

Tabel 1.5 Tabel Periodik Meyer yang Berdasarkan pada Grafik antara Volume dan Massa Atom

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
-	B = 11,0	Al = 27,3	-	-	-	In = 113,4	Tl = 202,7	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	C = 11,97	Si = 28	-	-	-	Sn = 117,8	-	Pb = 206,4
-	-	-	Ti = 48	-	Zr = 89,7	-	-	-
-	N = 14,01	P = 30,9	-	As = 74,9	-	Sb = 122,1	-	Bi = 207,5
-	-	-	V = 51,2	-	Nb = 93,7	-	Ta = 182,2	-
-	O = 15,96	-	-	Se = 78	-	Te = 128	-	-
-	-	-	Cr = 52,4	-	Mo = 95,6	-	W = 183,5	-
-	F = 19,1	Cl = 35,38	-	Br = 79,75	-	J = 126,5	-	-
-	-	-	Mn = 54,8	-	Ru = 103,5	-	Os = 198,6	-
-	-	-	Fe = 55,9	-	Rh = 104,1	-	Ir = 196,7	-
-	-	-	Co = Ni = 58,6	-	Pd = 106,2	-	Pt = 196,7	-
Li = 7,01	Na = 22,99	K = 39,04	-	Rb = 85,2	-	Cs = 132,7	-	-
-	-	-	Cu = 63,3	-	Ag = 107,66	-	Au = 196,2	-
Be = 9,3	Mg = 23,9	Ca = 39,9	-	Sr = 87,0	-	Ba = 136,8	-	-
-	-	-	Zn = 64,9	-	Cd = 111,6	-	Hg = 199,8	-

Sumber: www.chemogenesis.com

Amati kembali tabel periodik Meyer. Unsur-unsur kimia dalam tabel periodik Meyer disusun berdasarkan kenaikan massa atom secara vertikal. Unsur-unsur yang sifatnya mirip ditempatkan dalam baris yang sama.

3. Pengelompokan Unsur Kimia Berdasarkan Nomor Atom

a. Tabel Periodik Moseley

Pada 1911, **Ernest Rutherford** berhasil menemukan salah satu partikel dasar penyusun atom, yaitu proton. Dua tahun kemudian, **Henry Moseley** meneliti hubungan antara sifat suatu atom dan jumlah protonnya (nomor atom) menggunakan spektroskopi sinar-X. Ia memplotkan frekuensi sinar-X dan kenaikan nomor atom. Kemudian, Moseley menyusun unsur-unsur tersebut dalam bentuk tabel periodik sebagai berikut.

Kata Kunci

- Neutron
- Proton

Tabel 1.6 Unsur-Unsur Kimia dalam Bentuk Tabel Periodik yang Disusun Moseley

Group O	I a b	II a b	III a b	IV a b	V a b	VI a b	VII a b	VIII a b
	H 1							
He 2	Li 3	Be 4	B 5					
Ne 10	Na 11	Mg 12	Al 13	C 6	N 7	O 8	F 9	
Ar 18	K 19			Si 14	P 15	S 16	Cl 17	
	Cu 29	Ca 20	Sc 21					
Kr 36	Rb 37	Zn 30	Ga 31	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26, Co 27,
	Ag 47	Sr 38	Y 39	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Ni 28
Xe 54	Cs 55	Cd 48	In 49	Zr 40	Nb 41	Mo 42	-	Ru 44, Rh 45,
	Au 79	Ba 56	57-71*	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Pd 46
Rn 66	-	Hg 80	Tl 81	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76, Ir 77,
		Ra 88	Ac 89	Pb 82	Bi 83	Po 84	-	Pt 78
				Th 90	Pa 91	U 92		

Sumber: www.webpub.com



Tabel periodik Moseley berhasil memperbaiki kelemahan tabel periodik Mendeleev. Dalam tabel periodik Mendeleev, penempatan telurium (massa atom 128) dan iodin (nomor atom 127) tidak sesuai dengan kenaikan massa atomnya. Namun, berdasarkan tabel periodik Moseley, penempatan unsur Te dan I sesuai dengan kenaikan nomor atomnya.

b. Tabel Periodik Modern

Hingga pertengahan abad ke-20, tabel periodik Moseley diakui sebagai tabel periodik modern. Pada 1940, **Glenn Seaborg** berhasil menemukan unsur transuranium, yaitu unsur dengan nomor atom 94–102. Penemuan tersebut menimbulkan masalah mengenai penempatan unsur-unsur transuranium dalam tabel periodik. Masalah itu akhirnya terpecahkan dengan cara membuat baris baru sehingga tabel periodik modern berubah menjadi seperti gambar berikut.

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

Sumber: www.webelements.com

Gambar 1.5
Tabel periodik modern

Soal Penguasaan Materi 1.1

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Apakah perbedaan antara tabel periodik Lavoisier, Mendeleev, dan Moseley?
2. Apakah persamaan dan perbedaan antara tabel periodik Newlands dan Dobereiner?
3. Apakah persamaan dan perbedaan antara tabel periodik Mendeleev dan Meyer?

B Penggolongan Unsur dalam Tabel Periodik

Tabel periodik merupakan alat yang sangat penting bagi seorang kimiawan untuk dapat mengingat dan mengatur fakta-fakta kimia.

Untuk memudahkan dalam mempelajari ilmu Kimia, unsur-unsur kimia dalam tabel periodik dikelompokkan berdasarkan kemiripan sifatnya. Sifat-sifat tersebut meliputi kereaktifan terhadap unsur lain.

Bagaimanakah cara pengelompokan unsur-unsur tersebut? Selidikilah dengan melakukan kegiatan berikut.

Selidikilah 1.2

Penentuan Golongan dan Periode Unsur-Unsur

Tujuan

Menentukan golongan dan periode unsur-unsur dalam tabel periodik

Alat dan Bahan

Tabel periodik unsur

Langkah Kerja

1. Pelajarilah penyusunan unsur-unsur kimia dalam tabel periodik.
2. Tuliskanlah nama unsur-unsur yang terletak dalam kolom yang sama.
3. Tuliskanlah nama unsur-unsur yang terletak dalam baris yang sama.

Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Miripkah sifat unsur-unsur yang terletak dalam kolom atau baris yang sama?
2. Disebut apakah unsur-unsur yang terletak dalam kolom yang sama?
3. Disebut apakah unsur-unsur yang terletak dalam baris yang sama?
4. Apakah nama kelompok unsur yang terletak dalam kolom pertama dari kiri tabel periodik?
5. Apakah nama kelompok unsur yang terletak dalam kolom kedua dari kiri tabel periodik?
6. Apakah nama kelompok unsur yang terletak dalam kolom ketiga sampai dengan kedua belas dari kiri tabel periodik?
7. Apakah nama kelompok unsur yang terletak dalam kolom ketiga belas dari kiri tabel periodik?
8. Apakah nama kelompok unsur yang terletak dalam kolom keempat belas dari kiri tabel periodik?
9. Apakah nama kelompok unsur yang terletak dalam kolom kelima belas dari kiri tabel periodik?
10. Apakah nama kelompok unsur yang terletak dalam kolom keenam belas dari kiri tabel periodik?
11. Apakah nama kelompok unsur yang terletak dalam kolom ketujuh belas dari kiri tabel periodik?
12. Apakah nama kelompok unsur yang terletak dalam kolom kedelapan belas dari kiri tabel periodik?

Diskusikan hasil yang Anda peroleh dengan teman Anda.

Bagaimana hasil penyelidikan Anda? Untuk memahami lebih lanjut, pelajarilah penjelasan berikut.

Unsur-unsur kimia yang memiliki kemiripan sifat ditempatkan dalam kolom atau baris yang sama. Kelompok unsur-unsur yang terletak dalam kolom yang sama dinamakan **golongan**. Dalam tabel periodik terdapat 18 kolom. Perhatikan tabel periodik berikut.

Fakta

Kimia

Sinar-X

Tabel periodik modern yang digunakan saat ini tidak dapat dilepaskan dari percobaan yang dilakukan Henry Moseley. Dalam percobaannya, ilmuwan ini menggunakan alat yang bernama Spektroskopi Sinar-X. Sinar-X kali pertama ditemukan pada 1895 oleh **W. C. Roentgen**. Disebut Sinar-X karena semula keberadaannya tidak diketahui. Sinar-X juga sering disebut sinar Roentgen, atau Röntgen. Selain **W. H. Moseley**, **W. L. Bragg** juga memanfaatkannya untuk mempelajari struktur kristal.

Kata Kunci

Golongan



←———— Golongan —————→

Simbol

47

—

Nomor atom

Simbol

Ag

—

Massa atom

Alkali
1
IA

Gas
Mulia
18
VIIIA

Periode	Alkali Tanah		Logam Transisi										Boron-Aluminium	Karbon	Nitrogen	Oksigen	Hidrogen	Gas Mulia
	1 IA	2 IIA	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIIB	8	9	10	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
1	1 H 1,0079	2 He 4,00											5 B 10,81	6 C 12,011	7 N 14,00	8 O 15,99	9 F 18,99	10 Ne 20,18
2	3 Li 6,939	4 Be 9,0122											13 Al 26,9185	14 Si 28,085	15 P 30,97	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,948
3	11 Na 22,9898	12 Mg 24,312	21 Sc 44,9559	22 Ti 47,9	23 V 50,9415	24 Cr 51,996	25 Mn 54,9380	26 Fe 55,847	27 Co 58,93	28 Ni 58,71	29 Cu 63,546	30 Zn 65,38	31 Ga 69,735	32 Ge 75,59	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,90	36 Kr 83,80
4	19 K 39,983	20 Ca 40,08	39 Y 88,9059	40 Zr 91,22	41 Nb 92,9604	42 Mo 95,94	43 Tc 96,90	44 Ru 101,07	45 Rh 101,07	46 Pd 106,4	47 Ag 107,868	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,69	51 Sb 121,6	52 Te 127,56	53 I 126,9	54 Xe 131,30
5	37 Rb 85,468	38 Sr 87,42	*	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,85	75 Re 186,21	76 Os 190,20	77 Ir 192,22	78 Pt 195,09	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,37	82 Pb 207,19	83 Bi 208,98	84 Po 210,0	85 At 209,99	86 Rn 222,02
6	55 Cs 132,905	56 Ba 137,33	**	104 Rf 251	105 Db 262	106 Sg 256	107 Bh 264	108 Hs 277	109 Mt 268	110 Ds 281	111 Rg 272	112 Uub 285	113 UUt 285	114 Uuq 269	115 Uup 269	116 Uuh 269	117 Uus 269	118 Uuo 269
7	87 Fr 223,02	88 Ra 226,03	**	104 Rf 251	105 Db 262	106 Sg 256	107 Bh 264	108 Hs 277	109 Mt 268	110 Ds 281	111 Rg 272	112 Uub 285	113 UUt 285	114 Uuq 269	115 Uup 269	116 Uuh 269	117 Uus 269	118 Uuo 269

*Lantanida	57 La 138,906	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm 144,91	62 Sm 150,35	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,04	71 Lu 174,97
*Aktinida	89 Ac 227,03	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np 239	94 Pu 239,5	95 Am 243	96 Cm 247	97 Bk 247	98 Cf 252,09	99 Es 254,09	100 Fm 253,09	101 Md 257,1	102 No 255,1	103 Lr 257

Gambar 1.6
Tabel periodik unsur

Kelompok unsur dalam kolom pertama dari kiri tabel periodik dinamakan golongan IA atau alkali. Tabel berikut menjelaskan penamaan kelompok unsur lainnya.

Tabel 1.7 Penamaan Golongan dan Unsur-Unsur Golongan dalam Tabel Periodik

Posisi Kolom	Nama Golongan
Kolom pertama dari kiri	Alkali (IA)
Kolom kedua dari kiri	Alkali tanah (IIA)
Kolom ketiga-keduabelas dari kiri	Logam transisi (golongan IB-VIIIB)
Kolom ketigabelas dari kiri	Boron aluminium (IIIA)
Kolom keempatbelas dari kiri	Karbon (IVA)
Kolom kelimabelas dari kiri	Nitrogen (VA)
Kolom keenambelas dari kiri	Oksigen (VIA)
Kolom ketujuhbelas dari kiri	Halogen (VIIA)
Kolom kedelapanbelas dari kiri	Gas mulia (VIIIA)

Kata Kunci
Periode

Adapun kelompok unsur-unsur yang terletak dalam baris yang sama dinamakan **periode**. Seperti yang terlihat dalam tabel periodik, terdapat 7 periode.

Soal Penguasaan Materi 1.2

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Terletak pada golongan berapakah C dan Pb dalam tabel periodik?
2. Terletak pada periode berapakah Fe, Ni, dan Cu dalam tabel periodik?
3. Dengan menggunakan tabel periodik, lengkapilah tabel berikut.

Tabel Penamaan Golongan dan Unsur-Unsur Golongan dalam Tabel Periodik

No.	Unsur	Lambang	Golongan	Periode
1	Natrium	...	...	...
2	...	Cl	...	...
3	...	...	VIA	5
4	...	Ba	...	6
5	Galium	...	IIIA	...

C Struktur Atom

Pernahkah Anda berpikir, tersusun dari apakah zat-zat yang ada di sekitar Anda? Jika pernah memikirkannya, berarti apa yang Anda pikirkan sama dengan pemikiran para ilmuwan Yunani zaman dulu. Pada 400 SM, para ilmuwan mulai meneliti untuk mencari jawaban atas pertanyaan, "Apakah yang menyusun suatu zat?" Ahli filsafat Yunani, **Demokritus** (460–370 SM) menawarkan istilah atom untuk mengartikan keberadaan partikel terkecil dari suatu materi yang tidak dapat dibagi lagi. Menurut Demokritus, atom artinya benda yang tidak dapat dibagi-bagi lagi (*a* berarti tidak; *tomos* berarti potong/bagi). Pendapat Demokritus tersebut disangkal oleh **Aristoteles**. Menurutnya, suatu zat tersusun atas api, air, tanah, dan udara. Anggapan Aristoteles digunakan oleh para ilmuwan selama berabad-abad hingga **John Dalton** pada 1808 mengemukakan teori atomnya.

1. Partikel Penyusun Atom

Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi, penelitian mengenai atom menunjukkan perkembangan yang lebih maju dan terarah. Hasil penelitian terbaru menyatakan bahwa suatu atom ternyata tersusun atas partikel-partikel yang lebih kecil, yaitu proton, neutron, dan elektron. Apakah perbedaan antara proton, neutron, dan elektron?

a. Elektron

Penemuan elektron berawal dari pembuatan tabung sinar katode oleh **J. Plucker**. Tabung sinar katode menjadi lebih berarti setelah **J.J. Thomson** mempelajari sinar katode yang dihasilkan tabung. Thomson melaporkan data penelitiannya sebagai berikut.

1. Sinar katode merambat dalam suatu garis lurus, kecuali jika dikenai gaya dari luar.
2. Sinar katode tertarik ke arah lempeng bermuatan positif.
3. Sinar ini terdiri atas partikel-partikel dengan massa tertentu.
4. Sifat sinar katode adalah sama, tidak bergantung pada bahan dan zat yang ada dalam tabung.

Kata Kunci

Elektron



Berdasarkan data-data tersebut, Thomson menyimpulkan hal-hal berikut.

1. Sinar katode bermuatan negatif.
2. Angka banding muatan terhadap massa ($e : m$) untuk sinar katode yaitu $1,7588 \times 10^8 \text{ C/g}$.
3. Partikel sinar katode adalah partikel dasar yang ada dalam setiap materi.

Partikel sinar katode itu diberi nama **elektron**. Elektron merupakan salah satu partikel dasar penyusun atom. Pada 1913, seorang ahli fisika Amerika **Robert A. Millikan** melakukan percobaan agar dapat mengetahui muatan elektron. Ia meneliti naik turunnya butir-butir minyak di dalam medan listrik sehingga akhirnya dapat menentukan muatan mutlak untuk elektron (e) yaitu sebesar $1,6022 \times 10^{-19}$ coulomb. Untuk lebih memudahkan, muatan listrik untuk elektron diberi nilai relatif negatif satu (-1). Dengan ditemukannya muatan mutlak untuk elektron maka massa elektron dapat dihitung yaitu sebesar $9,1096 \times 10^{-28} \text{ g}$.

b. Proton

Pada 1886, **Eugen Goldstein** mempelajari arah sinar pada sebuah tabung sinar katode. Goldstein melubangi katode dalam tabung sinar katode, kemudian mengamati sinar yang terdeteksi di balik katode tersebut. Ternyata, jika elektron berkecepatan tinggi bergerak dari katode ke anode, elektron akan menumbuk partikel gas dalam tabung membentuk partikel positif yang bergerak ke katode. Bahkan, sebagian keluar melalui lubang katode. Berdasarkan hal ini, ia menyimpulkan perbedaan antara angka banding ($e : m$) untuk partikel positif dan elektron. Menurut Goldstein, angka banding ($e : m$) untuk partikel positif berbeda jika gas dalam tabung berbeda, sedangkan untuk elektron tetap tidak bergantung pada jenis gas dalam tabung. Kemudian, nilai angka banding ($e : m$) partikel positif jauh lebih kecil daripada elektron. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa massa ion positif jauh lebih besar daripada massa elektron.

Ion hidrogen merupakan partikel positif yang paling ringan. Harga $e : m$ ion hidrogen sebesar $9,5791 \times 10^4 \text{ C/g}$. Partikel ion hidrogen ini dinyatakan sebagai partikel dasar atom yang besar muatannya sama dengan muatan elektron tetapi berlawanan tanda. Dengan demikian, massa ion hidrogen dapat dihitung sebesar $1,6726 \times 10^{-24} \text{ g}$ atau sekitar 1.837 kali massa elektron. Ion hidrogen ini disebut **proton**.

c. Neutron

Pada 1932, **J. Chadwick** menemukan partikel dasar ketiga yang terletak dalam inti dan tidak bermuatan, partikel tersebut dikenal dengan nama **neutron**. Dengan ditemukannya partikel neutron, terdapat tiga partikel dasar atom, yakni elektron, proton, dan neutron. Proton dan neutron terletak di dalam inti, sedangkan elektron beredar mengelilingi inti.

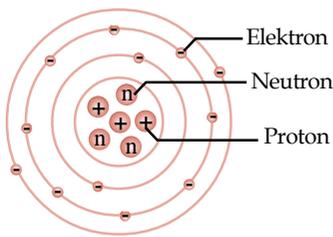
2. Cara Menentukan Jumlah Proton, Jumlah Elektron, dan Jumlah Neutron

Saat ini, unsur-unsur kimia yang telah diketahui berjumlah sekitar 118 unsur. Unsur-unsur tersebut memiliki sifat yang berbeda satu sama lain. Perbedaan sifat setiap unsur kimia disebabkan perbedaan jumlah proton dan elektron setiap atom yang menyusun unsur-unsur kimia tersebut.

Bagaimana cara menentukan jumlah proton, jumlah elektron, dan jumlah neutron suatu atom? Untuk mengetahuinya, lakukanlah kegiatan berikut.

Kata Kunci

- Neutron
- Proton



Gambar 1.7

Elektron mengelilingi inti atom. Inti atom terdiri atas neutron dan proton.



Selidikilah 1.3

Penentuan Jumlah Proton, Jumlah Elektron, dan Jumlah Neutron

Tujuan

Menentukan jumlah proton, elektron, dan neutron

Alat dan bahan

Tabel periodik unsur

Langkah kerja

Pelajarilah dan lengkapi tabel berikut pada buku latihan Anda.

Unsur	Nomor Atom	Nomor Massa	Jumlah Proton	Jumlah Elektron	Jumlah Neutron
H	1	1	1	1	0
He	2	4	2	2	2
Li	3	...	3	3	4
Be	4	...	4	4	5
B	...	11	5	5	6
C	6	12	6	6	6
N	7	14	7	...	7
O	...	16	...	8	8
F	...	...	9	9	10
Ne	...	...	10	10	...

Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Adakah hubungan antara nomor atom dan jumlah proton?
2. Adakah hubungan antara nomor atom dan jumlah elektron?
3. Adakah hubungan antara selisih nomor massa dan nomor atom dan jumlah neutron?

Diskusikan hasil yang Anda peroleh dengan teman Anda.

Apa yang Anda peroleh dari kegiatan tersebut? Untuk memahaminya, pelajarilah penjelasan berikut.

a. Nomor Atom Menyatakan Jumlah Proton dan Jumlah Elektron

Jumlah proton dan jumlah elektron suatu atom dapat ditentukan dengan mengetahui nomor atomnya. Nomor atom menyatakan jumlah proton dan jumlah elektron suatu atom.

$$\text{Nomor Atom} = \text{Jumlah Elektron} = \text{Jumlah Proton}$$

Contoh 1.1

Tentukan jumlah elektron dan jumlah proton dari atom-atom berikut.

- a. Na (nomor atom = 11)
- b. Mg (nomor atom = 12)
- c. S (nomor atom = 16)
- d. Cl (nomor atom = 17)

Jawab

Nomor atom = jumlah elektron = jumlah proton.

- a. Nomor atom Na = 11 sehingga jumlah proton = 11 dan jumlah elektronnya = 11. Untuk memudahkannya, ditulis dalam tabel.

Anda Harus

Ingat

Atom terdiri atas proton dan neutron yang dikelilingi elektron.

You Must Remember

Atom consists of proton and neutron that surrounded by electrons.



Atom	Nomor Atom	Jumlah Proton	Jumlah Elektron
Na	11	11	11
Mg	12	12	12
S	16	16	16
Cl	17	17	17

b. Selisih Nomor Massa dan Nomor Atom Menyatakan Jumlah Neutron

Jumlah neutron suatu atom dapat ditentukan dengan mengetahui nomor massa dan nomor atomnya. Caranya dengan menentukan selisih antara nomor massa dan nomor atom. Hasilnya menyatakan jumlah neutron suatu atom.

$$\text{Nomor Massa} - \text{Nomor Atom} = \text{Jumlah Neutron}$$

Contoh 1.2

Tentukanlah jumlah neutron dari atom-atom berikut.

- Na (nomor atom = 11, nomor massa = 23)
- Mg (nomor atom = 12, nomor massa = 24)
- S (nomor atom = 16, nomor massa = 32)

Jawab

- Nomor massa - nomor atom = jumlah neutron.

Nomor massa Na - nomor atom Na = jumlah neutron Na

Jadi, jumlah neutron Na = $23 - 11 = 12$

Untuk memudahkannya, ditulis dalam tabel.

Atom	Nomor Atom	Nomor Massa	Jumlah Neutron
Na	23	11	12
Mg	24	12	12
S	32	16	16

Kata Kunci

- Jumlah neutron
- Konfigurasi elektron
- Nomor massa

c. Cara Menentukan Konfigurasi Elektron dan Elektron Valensi

Pada pembahasan sebelumnya, Anda telah mengetahui bahwa struktur atom terdiri atas inti atom (proton dan neutron) yang dikelilingi oleh elektron dalam suatu lintasan. Elektron-elektron tersebut tersebar ke dalam beberapa lintasan yang mengelilingi inti atom.

Jumlah elektron yang menempati setiap lintasan berbeda-beda. Susunan elektron dalam setiap lintasan atom disebut **konfigurasi elektron**. Dengan mengetahui konfigurasi elektron suatu atom, Anda dapat menentukan nomor golongan, nomor periode, dan elektron valensi suatu atom. Terdapat dua cara penentuan konfigurasi elektron yaitu cara per kulit (cara K L M N) dan cara per subkulit (cara *s p d f*). Cara per kulit hanya berlaku untuk atom-atom unsur golongan utama (golongan A). Adapun cara per subkulit dapat digunakan untuk atom-atom unsur golongan transisi (golongan B). Akan tetapi, pada Kelas X ini hanya akan dibahas cara per kulit saja. Anda dapat mempelajari penentuan konfigurasi elektron cara per subkulit di Kelas XI. Penentuan konfigurasi elektron cara per kulit didasarkan pada jumlah elektron yang dapat mengisi setiap kulit. Jumlah maksimum elektron yang dapat mengisi setiap kulit dirumuskan dengan $2n^2$ (n = kulit yang ditempati elektron). Jumlah elektron maksimum yang dapat ditempati pada setiap kulit adalah:



Kulit pertama (kulit K) = 2 elektron
 Kulit kedua (kulit L) = 8 elektron
 Kulit ketiga (kulit M) = 18 elektron
 Kulit keempat (kulit N) = 32 elektron

Berikut ini cara-cara untuk menentukan konfigurasi elektron suatu atom dengan nomor atom 1–20.

- Kulit pertama (kulit K) maksimum ditempati 2 elektron.
- Kulit kedua (kulit L) dan ketiga (kulit M) maksimum ditempati 8 elektron.
- Kulit keempat (kulit N) maksimum ditempati 18 elektron.
- Penempatan elektron dimulai dari kulit pertama, kedua, ketiga, dan seterusnya.

Agar Anda lebih memahami cara menentukan konfigurasi elektron, pelajailah contoh soal berikut.

Contoh 1.3

Tentukanlah konfigurasi elektron atom-atom berikut.

- O (nomor atom = 8)
- Na (nomor atom = 11)
- S (nomor atom = 16)
- Ca (nomor atom = 20)

Jawab

- Nomor atom O = 8
 kulit K terisi 2 elektron
 kulit L terisi 6 elektron

Jadi, konfigurasinya 2 6. Elektron pada atom O mengisi 2 lintasan yaitu K dan L.

Untuk memudahkan pengerjaan, jawaban dapat ditulis seperti tabel berikut.

Atom	Nomor Atom	Jumlah Elektron	Konfigurasi Elektron	Jumlah Lintasan
O	8	8	2 6	2
Na	11	11	2 8 1	3
S	16	16	2 8 6	3
Ca	20	20	2 8 8 2	4

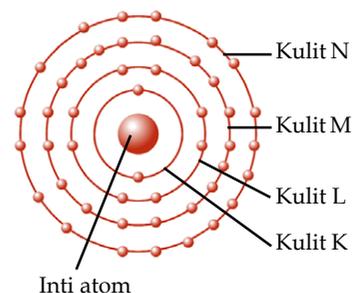
Bagaimana jika nomor atom lebih dari 20? Untuk atom dengan nomor atom (jumlah elektron) lebih dari 20, dapat dilakukan cara sebagai berikut.

- Kulit pertama (kulit K) dan kulit kedua (kulit L) diisi dengan jumlah elektron maksimum terlebih dahulu.
- Kulit ketiga (kulit M) diisi dengan jumlah elektron:
 - 18 jika : elektron yang tersisa > 18
 - 8 jika : $8 \leq$ elektron yang tersisa < 18
 - sisa jika : elektron yang tersisa < 8
- Kulit keempat (kulit N) diisi dengan jumlah elektron:
 - 32 jika : elektron yang tersisa > 32
 - 18 jika : $18 \leq$ elektron yang tersisa < 32
 - 8 jika : $8 \leq$ elektron yang tersisa < 18
 - sisa jika : elektron yang tersisa < 8

Contoh 1.4

Tentukanlah konfigurasi elektron atom-atom berikut.

- Ge (nomor atom = 32)
- Se (nomor atom = 34)
- Sr (nomor atom = 38)
- Ra (nomor atom = 88)



Gambar 1.8

Lintasan-lintasan (kulit) elektron yang mengelilingi inti atom.

Tantangan Kimia

Tuliskan konfigurasi unsur dengan nomor atom 1–20. Diskusikan hasilnya dengan teman Anda.



Jawab

- a. Nomor atom Ge = 32
 kulit K = 2 (maksimum)
 kulit L = 8 (maksimum)
 kulit M = 18 (maksimum)
 kulit N = 4 (sisa)
 Jadi, konfigurasinya 2 8 18 4. Elektron pada atom Ge mengisi 4 lintasan yaitu K, L, M, dan N.

Untuk memudahkan pengerjaan, jawaban dapat ditulis seperti tabel berikut.

Atom	Nomor Atom	Jumlah Elektron	Konfigurasi Elektron	Jumlah Lintasan
Ge	32	32	2 8 18 4	4
Se	34	34	2 8 18 6	4
Sr	38	38	2 8 18 8 2	5
Ra	88	88	2 8 18 32 18 8 2	7

Sebelumnya, diinformasikan bahwa dengan mengetahui konfigurasi elektron suatu atom, Anda dapat menentukan periode dan golongan suatu atom. Untuk mengetahui caranya, lakukanlah kegiatan berikut.

Buktikanlah *oleh Anda*

Untuk membuktikan adanya hubungan antara konfigurasi elektron dan posisi golongan maupun periode dalam tabel periodik, lengkapi tabel berikut dengan menggunakan informasi dari tabel periodik.

Atom	Nomor Atom	Konfigurasi Elektron	Jumlah Lintasan	Golongan	Periode
H	1	1	1	IA	1
Li	3	2 1	2	IA	2
Be	4	2 2	2	IIA	2
B	5	2 3	2	IIIA	2
C	...	2 4	2	IVA	2
N	...	2 5	2	VA	...
O	8	...	2	VIA	2
F	9	...	2	...	2
Ne	10	2 8	2	VIIIA	2
Na	11	2 8 1	...	IA	3
K	19	2 8 8 1	4	...	...

Kata Kunci

Elektron valensi

Adakah hubungan antara jumlah elektron pada lintasan terakhir dan golongan suatu atom? Kemudian, buatlah tabel seperti tersebut untuk periode 3, 4, 5, 6, dan 7. Kerjakanlah secara berkelompok dan presentasikan hasil yang diperoleh di depan kelas.

Jumlah lintasan yang dimiliki suatu atom berhubungan dengan periode atom tersebut dalam tabel periodik. Adapun jumlah elektron pada lintasan terakhir suatu atom disebut dengan elektron terluar (elektron valensi). Elektron valensi berhubungan dengan nomor golongan suatu atom.

Jumlah Lintasan = Periode

Elektron Valensi = Nomor Golongan

Contoh 1.5

Tentukan periode dan golongan atom-atom berikut.

- C (nomor atom = 6)
- Al (nomor atom = 13)
- Ar (nomor atom = 18)

Jawab

- Nomor atom C = 6, konfigurasinya 2 4, jumlah lintasan = 2 (K dan L)
Golongan = elektron valensi = 4; Periode = jumlah lintasan = 2
Jadi, atom C terletak pada periode 2 golongan IVA.

Untuk memudahkannya, jawaban ditulis seperti tabel berikut.

Atom	Nomor Atom	Konfigurasi Elektron	Jumlah Lintasan	Jumlah Elektron Valensi	Periode	Golongan
C	6	2 4	2	4	2	IVA
Al	13	2 8 3	3	3	3	IIIA
Ar	18	2 8 8	3	8	8	VIIIA

d. Cara Menentukan Isotop, Isobar, dan Isoton

Mungkin Anda pernah mendengar tentang isotop radioaktif di media massa. Tahukah Anda arti dari isotop tersebut?

Suatu unsur bisa saja memiliki lebih dari satu atom. Perbedaan antara atom-atom yang menyusun unsur ini terletak pada nomor massanya. Atom-atom dari unsur yang sama yang memiliki nomor atom sama, tetapi memiliki nomor massa yang berbeda disebut **isotop**. Misalnya, unsur hidrogen memiliki 3 buah isotop. Ketiga isotop tersebut memiliki nomor massa yang berbeda, yaitu 1, 2, dan 3. Isotop hidrogen yang bernomor massa 1 disebut hidrogen, isotop hidrogen yang bernomor massa 2 disebut deuterium, sedangkan isotop hidrogen yang bernomor massa 3 disebut tritium.

Nomor massa atom dari suatu unsur dapat saja sama dengan atom dari unsur yang lain. Pasangan atom seperti ini disebut **isobar**. Adapun istilah untuk atom-atom dari unsur yang berbeda, tetapi memiliki jumlah neutron yang sama adalah **isoton**. Berdasarkan penjelasan tersebut, isotop, isoton, dan isobar dapat ditentukan dengan cara menentukan terlebih dahulu nomor atom, nomor massa, dan jumlah neutron masing-masing atom.

Contoh 1.6

Manakah di antara atom-atom berikut yang termasuk isotop, isoton, dan isobar?

- C (nomor atom = 6, nomor massa = 12)
- C (nomor atom = 6, nomor massa = 13)
- C (nomor atom = 6, nomor massa = 14)
- O (nomor atom = 8, nomor massa = 16)
- O (nomor atom = 8, nomor massa = 18)
- N (nomor atom = 7, nomor massa = 14)

Jawab

Untuk mengetahui isotop, isoton, dan isobar, terlebih dahulu harus ditentukan jumlah masing-masing proton, elektron, dan neutron.

Untuk memudahkannya, jawaban ditulis seperti tabel berikut.

Atom	Nomor Atom	Nomor Massa	Jumlah Proton	Jumlah Elektron	Jumlah Neutron
C	6	12	6	6	6
C	6	13	6	6	7
C	6	14	6	6	8
N	7	14	7	7	7
O	8	16	8	8	8
O	8	18	8	8	10

Kupas Tuntas

Nomor atom Al = 13, maka jumlah elektron ion Al^{3+} adalah

- 18
- 15
- 13
- 12
- 10

Pembahasan

Ion Al^{3+} adalah atom Al yang telah melepaskan 3 elektron. Jadi, jumlah elektron ion Al^{3+} adalah (E) 10.

EBTANAS 2002

Kata Kunci

- Isobar
- Isoton
- Isotop
- Massa atom relatif



Isotop: ${}^{12}_6\text{C}$, ${}^{13}_6\text{C}$, dan ${}^{14}_6\text{C}$

${}^{16}_8\text{O}$ dan ${}^{18}_8\text{O}$

Isobar: ${}^{14}_6\text{C}$ dan ${}^{14}_7\text{N}$

Isoton: ${}^{14}_7\text{N}$ dan ${}^{13}_6\text{C}$

${}^{16}_8\text{O}$ dan ${}^{14}_6\text{C}$

Berdasarkan **Contoh 1.6**, isotop adalah kelompok atau pasangan atom yang memiliki nomor atom yang sama, tetapi nomor massanya berbeda. Isobar adalah kelompok atau pasangan atom yang memiliki nomor atom yang berbeda, tetapi nomor massanya sama. Isoton adalah kelompok atau pasangan atom yang memiliki jumlah neutron yang sama.

Isotop: ${}^{12}_6\text{C}$, ${}^{13}_6\text{C}$, dan ${}^{14}_6\text{C}$

${}^{16}_8\text{O}$ dan ${}^{18}_8\text{O}$

Isobar: ${}^{14}_6\text{C}$ dan ${}^{14}_7\text{N}$

Isoton: ${}^{13}_6\text{C}$ dan ${}^{14}_7\text{N}$

${}^{14}_6\text{C}$ dan ${}^{16}_8\text{O}$

Fakta

Kimia

Karbon-14

Karbon-14 memiliki dua neutron tambahan sehingga nomor massanya 14. Isotop ini bersifat radioaktif, 50%-nya meluruh setiap 5.730 tahun. Kadarnya di lingkungan secara umum konstan karena atom karbon-14 yang baru selalu dibentuk oleh sinar kosmik yang menghantam atom-atom karbon biasa.

Sumber: *Jendela Iptek: Materi, 1997*

e. Cara Menentukan Massa Atom Relatif Unsur

Jika Anda mengamati tabel periodik, Anda dapat mengetahui informasi mengenai massa atom relatif suatu unsur. Tahukah Anda, bagaimana cara menentukan massa atom relatif unsur-unsur tersebut? Atom memiliki ukuran yang sangat kecil sehingga tidak mungkin untuk menimbang massanya secara langsung. Sampai saat ini, belum ada timbangan yang dapat mengukurnya.

Pada awalnya, massa atom relatif dibandingkan terhadap atom hidrogen. Akan tetapi, pada 1961 IUPAC (*International Union for Pure and Applied Chemistry*) telah menentukan standar baru dalam penentuan massa atom relatif, yaitu atom karbon-12. Satuan massa atom suatu unsur ditentukan

dengan cara membandingkannya dengan $\frac{1}{12}$ massa atom karbon dengan nomor massa = 12 (${}^{12}_6\text{C}$).

$$\text{Massa atom relatif unsur } (A_r) = \frac{\text{massa atom rata-rata}}{\frac{1}{12} \times \text{massa atom } {}^{12}_6\text{C}}$$

Satuan untuk massa relatif unsur adalah sma (satuan massa atom)

$$1 \text{ sma} = \frac{1}{12} \times \text{massa atom } {}^{12}_6\text{C}$$

Massa satu atom ${}^{12}_6\text{C} = 1,993 \times 10^{-23}$ g. Jadi, $1 \text{ sma} = \frac{1}{12} \times 1,993 \times 10^{-23} = 1,66 \times 10^{-24}$ g.

Massa atom suatu unsur yang dibandingkan dengan $\frac{1}{12}$ massa atom ${}^{12}_6\text{C}$ merupakan massa atom rata-rata dari isotop-isotop yang dimiliki unsur tersebut. Mengapa demikian? Anda telah mengetahui yang dimaksud dengan isotop. Informasi mengenai adanya isotop inilah yang dijadikan acuan oleh

para ilmuwan untuk menentukan massa atom relatif. Oleh karena suatu unsur dapat tersusun atas beberapa atom yang memiliki nomor massa yang sama, maka massa unsur ditentukan dengan cara mengambil rata-rata dari massa atom setiap isotop.

Tantangan Kimia

Carilah informasi di media internet tentang penentuan massa atom relatif unsur dengan menggunakan spektrometer massa.

$$\begin{aligned} \text{Massa atom rata-rata} &= (\% \text{ kelimpahan isotop A} \times \text{massa isotop A} \\ &+ \% \text{ kelimpahan isotop B} \times \text{massa isotop B}) \\ &\text{dibagi massa isotop A} + \text{massa isotop B} \\ &= \frac{(\% \text{ A } m_A) + (\% \text{ B } m_B)}{m_A + m_B} \end{aligned}$$

Soal Penguasaan Materi 1.3

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Tuliskanlah persamaan dan perbedaan partikel-partikel penyusun atom.
2. Apakah yang dimaksud dengan isotop, isobar, dan isoton?
3. Dengan menggunakan tabel periodik, lengkapi tabel berikut.

Unsur	Lambang	Nomor Atom	Nomor Massa	Konfigurasi Elektron	Jumlah Elektron Valensi	Golongan	Periode
Natrium
Helium
Silikon
Fosfor
Berilium

D Keperiodikan Sifat Unsur-Unsur Kimia

Salah satu keunikan dari tabel periodik adalah unsur-unsur kimia disusun berdasarkan kemiripan sifat-sifatnya. Sifat-sifat suatu unsur dalam satu golongan maupun periode menunjukkan pengulangan yang teratur (periodik). Bagaimanakah sifat keperiodikan unsur dalam satu golongan maupun satu periode dalam hal jari-jari atom, afinitas elektron, dan keelektronegatifan?

Selidikilah 1.4

Analisis Tabel dan Grafik Sifat Keperiodikan Unsur

Tujuan

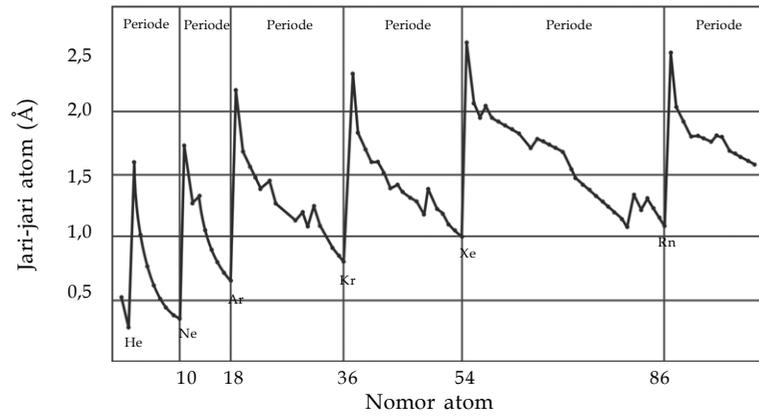
Menganalisis tabel dan grafik sifat keperiodikan unsur (jari-jari atom, afinitas elektron, energi ionisasi, dan keelektronegatifan)

Alat dan Bahan

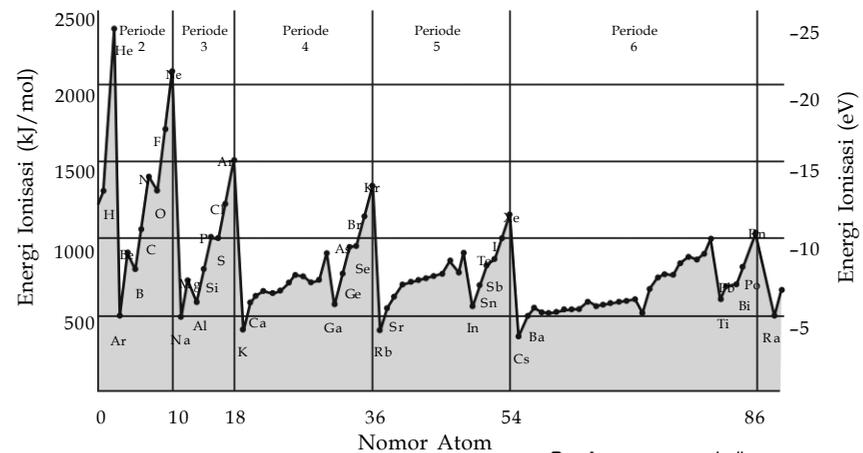
Tabel periodik dan grafik sifat keperiodikan unsur

Langkah Kerja

Pelajarilah tabel dan grafik berikut.



Sumber: www.prenhall.com



Sumber: www.prenhall.com

Kata Kunci

- Energi ionisasi
- Jari-jari atom

Nilai afinitas elektron golongan IA-VIIIA, periode 1- 3

	IA							VIIIA
Periode 1	H 72,8							He 50
Periode 2	Li 59,6	Be 50	B 26,7	C 121,9	N 7	O 141	F 328	Ne 116
Periode 3	Na 52,9	Mg 39	Al 42,6	Si 133,6	P 72	S 200,4	Cl 349	Ar 97

Sumber: www.prenhall.com

Nilai keelektronegatifan golongan IA-VIIIA, periode 1- 3

	IA							VIIIA
Periode 1	H 2,2							He 5,2
Periode 2	Li 0,98	Be 1,57	B 2,04	C 2,25	N 3,04	O 3,44	F 3,98	Ne 4,5
Periode 3	Na 4,5	Mg 1,31	Al 1,61	Si 1,90	P 2,19	S 2,58	Cl 3,16	Ar 3,2

Sumber: www.prenhall.com

Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

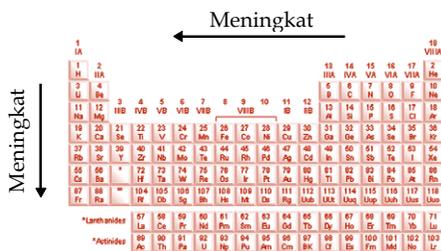
1. Bagaimanakah keperiodikan jari-jari atom dalam satu golongan dan satu periode?
2. Bagaimanakah keperiodikan energi ionisasi dalam satu golongan dan satu periode?
3. Bagaimanakah keperiodikan afinitas elektron dalam satu golongan dan satu periode?
4. Bagaimanakah keperiodikan keelektronegatifan atom dalam satu golongan dan satu periode?

Diskusikan hasil yang Anda peroleh dengan teman Anda, kemudian presentasikan di depan kelas.

Apakah yang Anda peroleh dari analisis tersebut? Bandingkanlah hasil analisis Anda dengan penjelasan berikut.

1. Sifat Keperiodikan Jari-Jari Atom

Jari-jari atom adalah jarak yang dihitung dari inti atom hingga lintasan paling luar suatu atom. Perhatikanlah **Gambar 1.9**, dalam satu golongan, jari-jari atom meningkat dari atas ke bawah. Adapun dalam satu periode, jari-jari atom meningkat dari kanan ke kiri. Dalam satu periode, semakin ke kanan jumlah proton dan neutron semakin banyak sehingga gaya tarik inti terhadap elektron terluar semakin kuat sehingga jari-jari atom semakin kecil.



Kata Kunci

- Afinitas elektron
- Keelektronegatifan

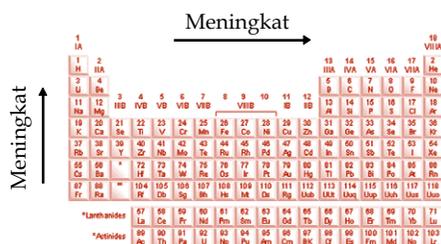
Gambar 1.9

Sifat keperiodikan jari-jari atom

2. Sifat Keperiodikan Energi Ionisasi

Energi ionisasi adalah energi yang diperlukan suatu atom untuk melepaskan satu elektron valensi membentuk ion positif. Perhatikanlah **Gambar 1.10**, dalam satu golongan, dari atas ke bawah jumlah kulit bertambah sehingga jarak elektron valensi ke inti atom bertambah dan elektron lebih mudah lepas. Akibatnya, energi ionisasi dalam satu golongan meningkat dari bawah ke atas.

Adapun dalam satu periode, semakin ke kanan jumlah proton dan neutron semakin banyak sehingga gaya tarik inti terhadap elektron terluar semakin kuat. Akibatnya diperlukan energi yang lebih besar untuk melepaskan elektron terluar. Dengan kata lain, dalam satu periode energi ionisasi meningkat dari kiri ke kanan.

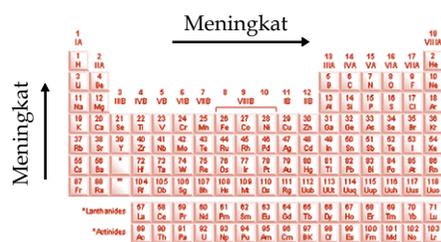


Gambar 1.10

Sifat keperiodikan energi ionisasi

3. Sifat Keperiodikan Afinitas Elektron

Afinitas elektron adalah energi yang dibebaskan suatu atom dalam wujud gas untuk membentuk ion negatif. Perhatikanlah **Gambar 1.11**, dalam satu golongan, afinitas elektron meningkat dari bawah ke atas. Adapun dalam satu periode, afinitas elektron meningkat dari kiri ke kanan.



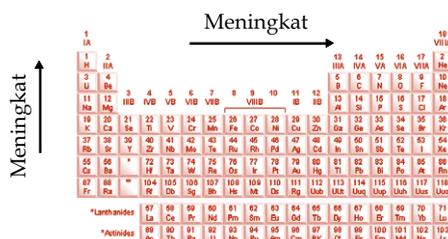
Gambar 1.11

Sifat keperiodikan afinitas elektron



4. Sifat Keperiodikan Keelektronegatifan

Keelektronegatifan adalah nilai kecenderungan suatu atom untuk menarik elektron dalam pembentukan ikatan kimia. Perhatikanlah **Gambar 1.12** berikut. Dalam satu golongan, keelektronegatifan meningkat dari bawah ke atas. Adapun dalam satu periode, keelektronegatifan meningkat dari kiri ke kanan. Sifat keelektronegatifan sangat penting dalam pembentukan ikatan antaratom.



Gambar 1.12
Sifat keperiodikan keelektronegatifan

Soal Penguasaan Materi 1.4

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Tuliskanlah pengertian dari jari-jari atom, afinitas elektron, energi ionisasi, dan keelektronegatifan.
2. Di antara unsur-unsur K, Rb, Ca, Sr, dan Ga manakah yang memiliki jari-jari atom terbesar dan terkecil?

Legenda Kimia



John Dalton (1766–1844) asal Inggris disebut juga sebagai "manusia atom". Dia memercayai bahwa setiap unsur terbentuk dari atom-atom dengan ukuran tertentu. Meskipun mendapat cemoohan dari banyak orang, Dalton tetap melanjutkan penelitiannya. Dalton memperoleh massa atom dengan cara membandingkan massa unsur-unsur dari contoh yang berbeda dan senyawa yang berbeda.

Sumber: *Science Library: Great Scientists*, 2004

E Perkembangan Teori Atom

Percobaan untuk menemukan jawaban atas pertanyaan "Apakah atom itu?" dilakukan seolah tiada henti. Aristoteles dan Demokritus menyatakan bahwa atom merupakan bagian terkecil dari suatu zat. Mereka menamakannya sebagai *atomos*. Kemudian, muncul teori **John Dalton** hingga **Niels Bohr**. Mari, melihat kembali sejarah yang mengungkap fakta-fakta tentang teori atom.

1. Teori Atom Dalton

Pada 1808, ilmuwan berkebangsaan Inggris, **John Dalton**, mengemukakan teorinya tentang materi atom yang dipublikasikan dalam *A New System of Chemical Philosophy*. Berdasarkan penelitian dan hasil-hasil perbandingannya, Dalton menyimpulkan sebagai berikut.

1. Materi terdiri atas atom yang tidak dapat dibagi lagi.
2. Semua atom dari unsur kimia tertentu memiliki massa dan sifat yang sama.
3. Unsur kimia yang berbeda akan memiliki jenis atom yang berbeda.
4. Selama reaksi kimia, atom-atom hanya dapat bergabung atau dipecah menjadi atom-atom yang terpisah, tetapi atom tidak dapat dihancurkan dan tidak dapat diubah selama reaksi kimia tersebut.
5. Suatu senyawa terbentuk dari unsur-unsurnya melalui penggabungan atom tidak sejenis dengan perbandingan yang sederhana.

Beberapa kelebihan dan kelemahan dari teori atom Dalton, dapat dilihat dalam tabel berikut.

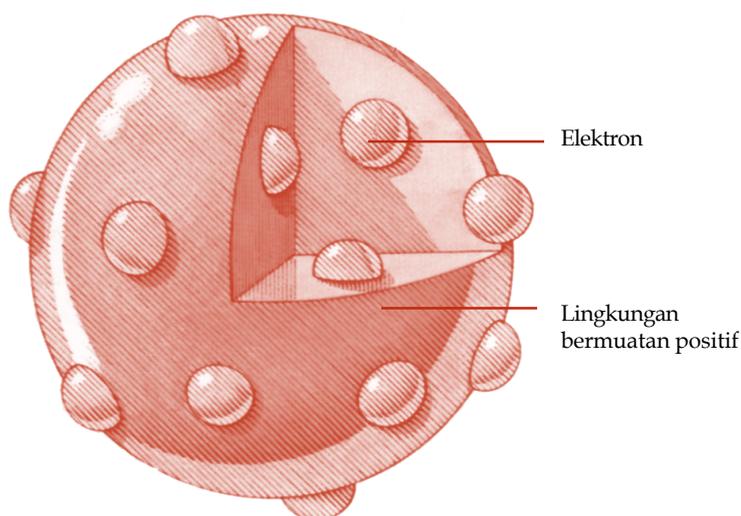
Tabel 1.8 Kelebihan dan Kelemahan Teori Atom Dalton

Kelebihan	Kelemahan
<ul style="list-style-type: none"> Dapat menerangkan Hukum Kekekalan Massa (Hukum Lavoisier). Dapat menerangkan Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust). 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak dapat menerangkan sifat listrik atom. Pada kenyataannya atom dapat dibagi lagi menjadi partikel yang lebih kecil yang disebut partikel subatomik.

2. Model Atom Thomson

Seorang fisikawan Inggris, **Joseph John Thomson**, pada 1897 menemukan elektron, suatu partikel bermuatan negatif yang lebih ringan daripada atom. Dia memperlihatkan bahwa elektron merupakan partikel subatomik. Dari penemuannya ini, J. J. Thomson mengemukakan dugaan (hipotesis) sebagai berikut: "karena elektron bermuatan negatif, sedangkan atom bermuatan listrik netral maka haruslah ada muatan listrik positif yang mengimbangi muatan elektron dalam atom". Maka ia mengusulkan suatu model atom yang dikenal dengan model atom roti kismis sebagai berikut.

1. Atom berbentuk bola pejal bermuatan positif yang homogen (diibaratkan sebagai roti).
2. Elektron bermuatan negatif tersebar di dalamnya (seperti kismis yang tersebar di dalam roti).



Sumber: *Jendela Iptek: Materi*, 1997

Beberapa kelebihan dan kelemahan dari model atom Thomson, dapat dilihat seperti dalam tabel berikut.

Tabel 1.9 Kelebihan dan Kelemahan Model Atom Thomson

Kelebihan	Kelemahan
<ul style="list-style-type: none"> Dapat menerangkan adanya partikel yang lebih kecil dari atom yang disebut partikel subatomik. Dapat menerangkan sifat listrik atom. 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak dapat menerangkan fenomena penghamburan partikel alfa oleh selaput tipis emas yang dikemukakan oleh Rutherford.

Legenda Kimia



Joseph John Thomson (1856–1940) adalah seorang ahli fisika yang pernah bercita-cita menjadi insinyur kereta api. Meskipun tidak menjadi insinyur kereta api, Thomson memberikan dedikasi penuh terhadap ilmu pengetahuan. Selain penemuannya tentang model atom, dia juga membuktikan keberadaan elektron. Buah kerjanya tentang keberadaan elektron telah mengubah teori listrik dan atom.

Sumber: *Jendela IPTEK: Materi*, 1997

Gambar 1.13

Model atom Thomson

Legenda

Kimia



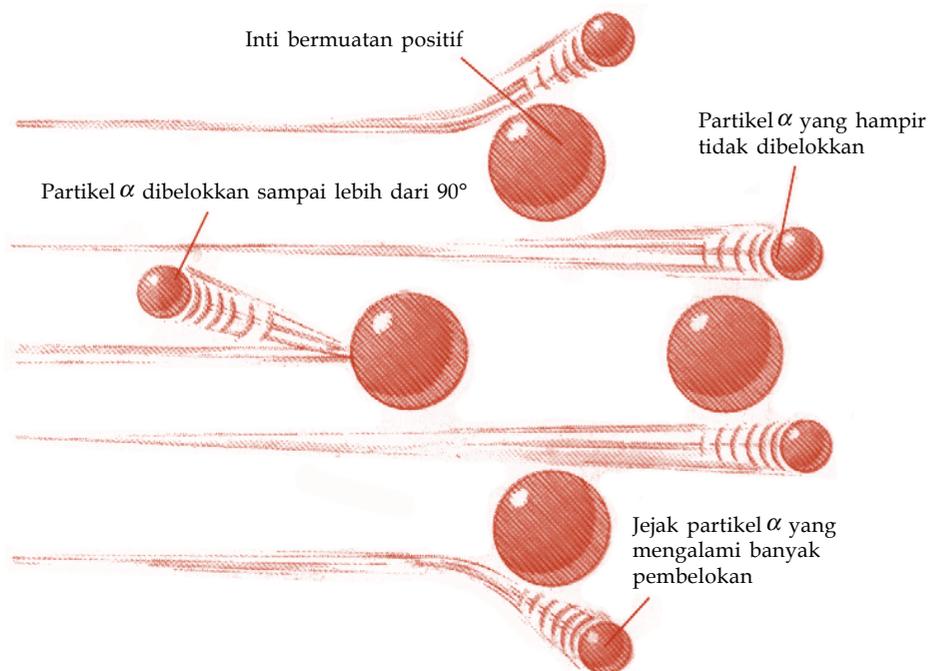
Ernest Rutherford (1871–1937) seorang fisikawan asal Inggris (New Zealand). Dia merupakan salah seorang dari orang-orang pertama yang memecah atom, ia menunjukkan bahwa atom bukan merupakan materi terkecil yang tidak dapat dipisahkan lagi. Setelah melakukan beberapa kali penelitian, dia terinspirasi oleh puding buah plum dengan cokelat yang tersebar sebagai analogi model atom.

Sumber: *Jendela Iptek: Materi*, 1997

3. Model Atom Rutherford

Ahli fisika Inggris, **Ernest Rutherford** beserta temannya **Geiger** dan **Marsden** pada 1911 melakukan eksperimen yang dikenal dengan penghamburan partikel alfa oleh selaput tipis emas (0,0004 mm). Setelah berkali-kali melakukan percobaan, akhirnya Rutherford berhasil mengungkapkan fakta-fakta berikut.

1. *Sebagian besar partikel alfa menembus selaput tipis emas.* Berarti, sebagian besar atom adalah ruang kosong.
2. *Sedikit dari partikel alfa (yang bermuatan positif) dibelokkan keluar oleh sesuatu,* hal ini menunjukkan adanya sesuatu yang bermuatan positif yang dapat membelokkan partikel alfa.
3. *Lebih sedikit lagi dari partikel alfa itu (hanya 1 dari 20.000) terpantul dari selaput tipis emas.* Dengan kenyataan ini, Rutherford sempat tercengang dan berkomentar, "sungguh luar biasa, seolah Anda menembak selembat kertas tisu dengan peluru setebal 40 cm dan peluru itu kembali menghantam Anda sendiri". Hal ini menunjukkan adanya sesuatu yang sangat kecil (belakangan disebut sebagai inti), namun massa terpusat di sana sehingga partikel alfa yang menumbuk pusat massa itu akan terpantulkan.



Sumber: *Jendela Iptek: Materi*, 1997

Gambar 1.14

Percobaan penghamburan partikel alfa oleh selaput tipis emas.

Dari fenomena percobaan tersebut maka Rutherford mengusulkan suatu model atom yang dikenal dengan model atom nuklir Rutherford sebagai berikut.

1. Sebagian besar ruangan dalam atom merupakan ruangan kosong.
2. Atom terdiri atas inti atom bermuatan positif dan hampir seluruh massa atom terpusat pada inti.
3. Elektron beredar mengelilingi inti.
4. Jumlah muatan inti sama dengan jumlah muatan elektron sehingga atom bersifat netral.

Kata Kunci

- Model atom Rutherford
- Model atom Thomson

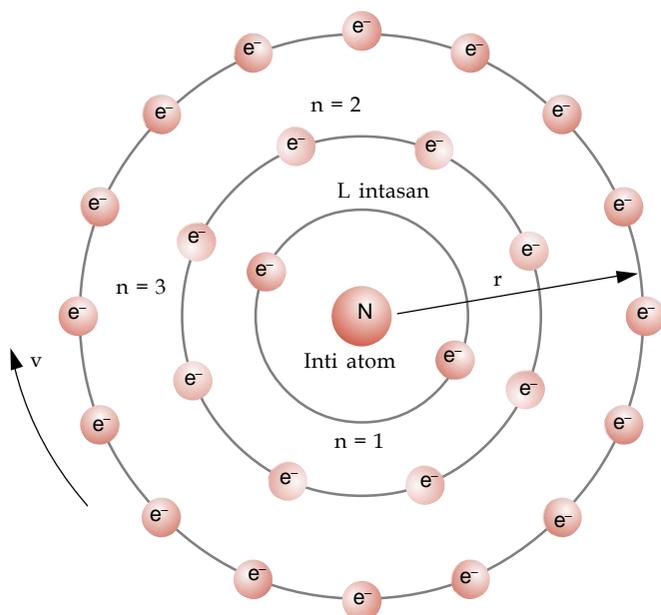
Akan tetapi, teori atom Rutherford juga memiliki kelemahan. Beberapa kelebihan dan kelemahan dari model atom nuklir Rutherford, dapat dilihat seperti dalam tabel berikut.

Tabel 1.10 Kelebihan dan Kelemahan Teori Atom Nuklir Rutherford

Kelebihan	Kelemahan
<ul style="list-style-type: none"> Dapat menerangkan fenomena penghamburan partikel alfa oleh selaput tipis emas. Mengemukakan keberadaan inti atom yang bermuatan positif dan merupakan pusat massa atom. 	<ul style="list-style-type: none"> Bertentangan dengan teori elektron dinamika klasik, di mana suatu partikel bermuatan listrik apabila bergerak akan memancarkan energi. Elektron bermuatan negatif yang beredar mengelilingi inti akan kehilangan energi terus-menerus sehingga akhirnya akan membentuk lintasan spiral dan jatuh ke inti. Pada kenyataannya hal ini tidak terjadi, elektron tetap stabil pada lintasannya.

4. Model Atom Bohr

Niels Henrik David Bohr adalah seorang ahli fisika Denmark. Pada 1913, Bohr mengemukakan teori tentang atom yang bertitik tolak dari model atom nuklir Rutherford dan teori kuantum Planck.



Model atom Bohr berdasarkan teorinya sebagai berikut.

1. Elektron beredar mengelilingi inti pada lintasan-lintasan (orbit) tertentu.
2. Elektron yang beredar pada lintasannya tidak memancarkan energi, lintasan elektron ini disebut **lintasan stasioner**.
3. Apabila elektron dengan tingkat energi rendah pindah ke lintasan dengan tingkat energi lebih tinggi maka elektron akan menyerap energi, peristiwa ini disebut **eksitasi**. Sebaliknya, apabila elektron pindah dari lintasan dengan tingkat energi lebih tinggi ke lintasan dengan tingkat energi lebih rendah maka elektron akan memancarkan energi, peristiwa

Legenda Kimia



Niels (Henrik David) Bohr (1885–1962) adalah seorang kimiawan asal Denmark. Ia diperhitungkan sebagai salah seorang fisikawan besar pada abad ke-20 meskipun ia sendiri mengakui dirinya sebagai seorang kimiawan. Bohr mendapatkan gelar dokornya di *Copenhagen University* kemudian ia belajar di Inggris di bawah pengawasan Ernest Rutherford. Dengan dasar teori atom Rutherford, Bohr melakukan penelitian tentang teori atom sampai berhasil menemukan teori atomnya sendiri. Bohr mempublikasikan teori atomnya pada 1913. Teorinya ini kemudian menjadi dasar terhadap teori kuantum.

Sumber: <http://en.wikipedia.org>

Gambar 1.15

Model atom Bohr



ini disebut **deeksitasi**. Baik eksitasi maupun deeksitasi disebut peristiwa **transisi elektron**. Energi yang diserap atau dipancarkan pada peristiwa transisi elektron ini dinyatakan dengan persamaan:

$$\Delta E = h\nu$$

Keterangan:

ΔE = perbedaan tingkat energi

h = tetapan Planck = $6,6 \times 10^{-34}$ J/s

ν = frekuensi radiasi

Kata Kunci

- Deeksitasi
- Eksitasi
- Lintasan stasioner
- Transisi elektron

4. Energi yang dipancarkan/diserap ketika terjadi transisi elektron terekam sebagai spektrum atom.

Beberapa kelebihan dan kelemahan dari model atom Bohr, dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 1.11 Kelebihan dan Kelemahan Model Atom Bohr

Kelebihan	Kelemahan
<ul style="list-style-type: none">• Menjawab kelemahan dalam model atom Rutherford dengan mengaplikasikan teori kuantum.• Menerangkan dengan jelas garis spektrum pancaran (emisi) atau serapan (absorpsi) dari atom hidrogen.	<ul style="list-style-type: none">• Terjadi penyimpangan untuk atom yang lebih besar dari hidrogen.• Tidak dapat menerangkan efek Zeeman, yaitu spektrum atom yang lebih rumit apabila atom ditempatkan pada medan magnet.

Soal Penguasaan Materi 1.5

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Apakah perbedaan antara teori atom Dalton dan teori atom Thomson?
2. Apakah persamaan antara teori atom Thomson dan teori atom Rutherford?
3. Apakah kelebihan teori atom Bohr dibandingkan teori atom lainnya?



Rangkuman

- Perkembangan sistem periodik
 - Antoine Lavoisier mengelompokkan unsur-unsur menjadi 4 kelompok, yaitu kelompok gas, nonlogam, logam, dan tanah.
 - Johann Dobereiner mengelompokkan unsur-unsur berdasarkan massa atom.
 - John Newlands mengelompokkan unsur-unsur berdasarkan kenaikan massa atom. Kelompok unsur-unsur yang mirip terulang setiap 8 unsur. Pengelompokan unsur ini dikenal dengan **Hukum Oktaf**.
 - Dmitri Mendeleev mengelompokkan unsur-unsur ke dalam 8 kolom dan 12 baris. Unsur-unsur satu kolom dan satu baris memiliki sifat kimia yang mirip.

- Sistem periodik modern disusun berdasarkan kenaikan nomor atom dan kemiripan sifat unsur-unsur. Pada sistem periodik modern, periode menyatakan jumlah kulit, sedangkan golongan menyatakan jumlah elektron valensi.

- Struktur atom
 - Atom tersusun atas partikel-partikel yang lebih kecil, yaitu proton, neutron, dan elektron.
 - Nomor atom = jumlah elektron = jumlah proton
 - Nomor massa - nomor atom = jumlah neutron
 - Isotop adalah kelompok atau pasangan atom yang memiliki nomor atom yang sama, tetapi nomor massanya berbeda.
 - Isobar adalah kelompok atau pasangan atom yang memiliki nomor atom yang berbeda, tetapi nomor massanya sama.
 - Isoton adalah kelompok atau pasangan atom yang memiliki jumlah neutron yang sama.

- Konfigurasi elektron

Konfigurasi elektron adalah susunan elektron dalam setiap lintasan atom. Terdapat dua cara penentuan konfigurasi elektron.

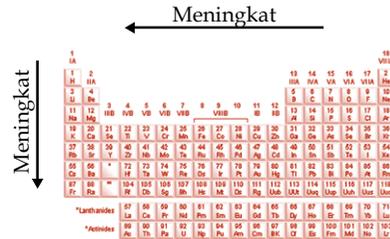
- Cara per kulit (cara K L M N) dengan jumlah elektron maksimum $2n^2$ (n = kulit), digunakan untuk atom-atom unsur golongan utama (golongan A).
- Cara per subkulit (cara *s p d f*) digunakan untuk atom-atom unsur golongan transisi (golongan B).

- Satuan massa atom

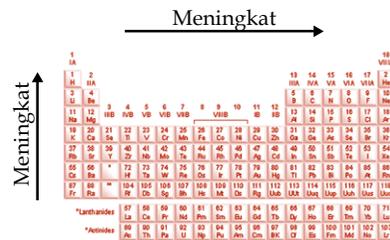
Satuan massa atom suatu unsur ditentukan dengan cara membandingkannya dengan $\frac{1}{12}$ massa atom karbon-12 ($^{12}_6\text{C}$).

$$\text{Massa atom relatif unsur} = \frac{\text{massa atom rata-rata}}{\frac{1}{12} \times \text{massa atom } ^{12}_6\text{C}}$$

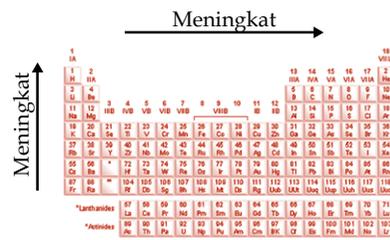
- Sifat-sifat periodik unsur adalah sebagai berikut.
 - Jari-jari atom



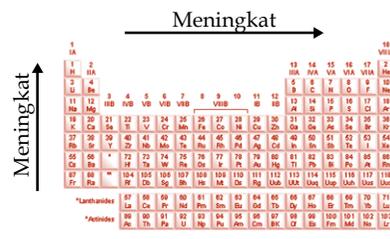
- Energi ionisasi



- Afinitas elektron



- Keelektronegatifan



- Perkembangan teori atom
 - Teori atom Dalton

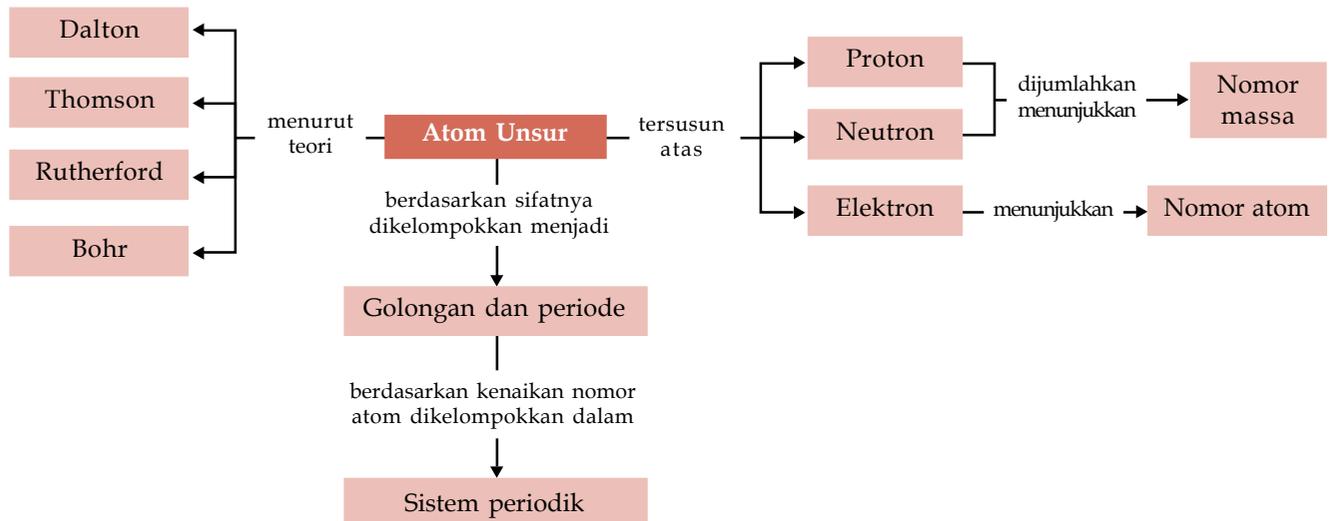
Atom merupakan bagian terkecil yang tidak dapat dibagi lagi.
 - Teori atom Thomson

Atom berbentuk bola pejal yang bermuatan positif dengan muatan negatif tersebar di dalamnya.
 - Teori atom Rutherford

Atom terdiri atas inti atom bermuatan positif dengan elektron beredar mengelilingi inti.
 - Teori atom Bohr

Atom terdiri atas inti atom dengan elektron beredar mengelilingi inti pada lintasan (orbital) tertentu.

Peta Konsep



Kaji Diri

Bagaimana pendapat Anda setelah mempelajari materi **Sistem Periodik dan Struktur Atom**? Menarik, bukan? Banyak hal menarik tentang materi Sistem Periodik dan Struktur Atom ini. Misalnya, mengetahui perkembangan sistem periodik dan struktur atom.

Tujuan Anda mempelajari bab ini adalah agar Anda dapat memahami struktur atom berdasarkan teori atom Bohr, sifat-sifat unsur, massa atom relatif, dan sifat-sifat periodik unsur

dalam tabel periodik serta menyadari keteraturannya melalui pemahaman konfigurasi elektron. Apakah Anda dapat mencapai tujuan tersebut? Jika Anda mengalami kesulitan dalam mempelajari materi tertentu pada bab ini, bertanyalah kepada guru kimia Anda. Anda pun dapat berdiskusi dengan teman-teman Anda. Belajarlah dengan baik. Pastikanlah Anda menguasai materi ini.

Evaluasi Materi Bab 1

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan kerjakanlah pada buku latihan Anda.

- Berdasarkan hukum Oktaf Newlands, unsur kedua memiliki sifat yang sama dengan unsur ke-
 - 8
 - 9
 - 10
 - 11
 - 12
- Pengelompokan unsur-unsur yang memiliki sifat kimia sama berdasarkan kenaikan massa atomnya dalam Triade, yaitu unsur yang di tengah memiliki massa atom rata-rata dari massa atom kedua unsur yang lain dan bersifat antara sifat-sifat dari kedua unsur lainnya dikemukakan oleh
 - J.W. Newlands
 - Meyer
 - Mendeleev
 - J.W. Dobereiner
 - Moseley
- Unsur transisi dimulai dari urutan periode
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
 - 6
- Beberapa unsur yang terdapat dalam satu periode pada suatu sistem periodik unsur memiliki
 - jari-jari atom sama
 - elektron valensi sama
 - konfigurasi elektron sama
 - jumlah kulit elektron sama
 - nomor atom yang sama
- Unsur ${}_{11}\text{Na}$ merupakan unsur golongan alkali yang memiliki elektron valensi
 - 1e
 - 2e
 - 3e
 - 4e
 - 5e
- Unsur dengan konfigurasi elektron $2\ 8\ 2$ dalam sistem periodik terdapat pada
 - golongan IA dan periode 4
 - golongan IIA dan periode 3
 - golongan IIIB dan periode 4
 - golongan IVA dan periode 3
 - golongan VA dan periode 4
- Nomor atom kobalt = 27, jumlah elektron atom kobalt adalah
 - 25
 - 26
 - 27
 - 28
 - 29
- Atom berikut ini yang mengandung neutron lebih banyak daripada elektron adalah
 - ${}^{32}\text{S}$ dengan nomor atom 16
 - ${}^{24}\text{Mg}$ dengan nomor atom 12
 - ${}^{16}\text{O}$ dengan nomor atom 8
 - ${}^{40}\text{Ca}$ dengan nomor atom 20
 - ${}^{23}\text{Na}$ dengan nomor atom 11
- Unsur-unsur yang memiliki nomor massa sama, tetapi nomor atom berbeda disebut
 - isoton
 - isotop
 - isobar
 - isomer
 - isotonik
- Unsur X memiliki 10 proton dan 12 neutron, sedangkan unsur Y memiliki nomor massa 24 dan nomor atom 12. Kedua unsur itu termasuk
 - isoton
 - isotop
 - isobar
 - isomer
 - isotonik
- Jika nomor atom unsur-unsur dalam satu golongan bertambah besar maka
 - energi ionisasi berkurang
 - muatan ion bertambah
 - afinitas elektron bertambah
 - jari-jari atom berkurang
 - keelektronegatifan bertambah
- Diketahui data energi ionisasi sebagai berikut.

Atom	Ei pertama	Ei kedua
Litium	520	7.298
Berlium	899	1.757

Berdasarkan data tersebut diketahui energi ionisasi kedua lebih besar daripada energi ionisasi pertama sehingga dapat ditarik kesimpulan
 - dalam satu periode, dengan bertambahnya nomor atom harga ionisasi cenderung semakin besar
 - dalam satu periode, dengan bertambahnya nomor atom harga ionisasi cenderung semakin kecil
 - dalam satu golongan, dengan bertambahnya nomor atom harga ionisasi cenderung semakin kecil
 - dalam satu golongan, dengan berkurangnya nomor atom harga ionisasi cenderung semakin kecil
 - energi ionisasi tidak ada hubungannya dengan bertambah dan berkurangnya nomor atom



13. Atom terdiri atas inti atom yang bermuatan positif dengan elektron-elektron yang bermuatan negatif beredar mengelilingi inti pada tingkat energi tertentu. Teori ini dikemukakan oleh
- Dalton
 - Thomson
 - Niels Bohr
 - Rutherford
 - Meyer
14. Pada teori atom Bohr elektron dapat berpindah dari tingkat energi satu ke tingkat energi lain. Loncatan elektron dari tingkat energi lebih rendah ke tingkat energi yang lebih tinggi disebut

- eksitasi
 - deeksitasi
 - pemancaran energi
 - loncatan energi
 - sublimasi
15. Di antara unsur-unsur ${}^3\text{P}$, ${}^{12}\text{Q}$, ${}^{19}\text{R}$, ${}^{33}\text{S}$, dan ${}^{53}\text{T}$, yang terletak dalam golongan yang sama pada sistem periodik adalah
- P dan Q
 - Q dan S
 - P dan R
 - S dan T
 - R dan T

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar:

1. Diketahui sebagai berikut.
 ${}^{24}\text{Mg}_{12}$, ${}^{23}\text{Na}_{11}$, ${}^{32}\text{S}_{16}$, ${}^{14}\text{N}_{7}$, ${}^{14}\text{C}_{6}$, ${}^{13}\text{C}_{6}$ dan ${}^{16}\text{O}_{8}$
 Hitunglah jumlah proton, neutron, dan elektron dalam ion-ion berikut.
- Na^+
 - Mg^{2+}
 - N^{3-}
 - O^{2-}
- Manakah yang termasuk isoton, isotop, dan isobar?
2. Perhatikan tabel afinitas elektron (kJ/mol) berikut.

	IA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
Periode 1	H 73					
Periode 2	Li 60	B 27	C 22	N 0	O 141	F 328
Periode 3	Na 53	Al 44	Si 134	P 72	S 200	Cl 349
Periode 4	K 48	Ga 30	Ge 120	As 77	Se 195	Br 325
Periode 5	Rb 47	In 30	Sn 121	Sb 101	Te 190	I 295

- Berdasarkan tabel tersebut dapat diperoleh gambaran bahwa unsur-unsur yang terdapat pada golongan VIIA memiliki afinitas elektron yang paling besar. Mengapa hal ini terjadi?
- Diketahui massa atom unsur-unsur: F = 9, Al = 13, N = 7, P = 15 dan K = 19. Tentukanlah konfigurasi elektron dari atom unsur-unsur tersebut. Tentukan pula golongan dan periodenya.
 - Jelaskan perbedaan dasar pengelompokan unsur-unsur menurut Mendeleev dan Meyer.
 - Jika nomor atom zinc (seng) 30 dan bilangan massanya 65 maka jumlah proton, elektron, dan neutron dari ion Zn^{2+} adalah

Soal Tantangan

1. Perhatikan tabel energi ionisasi pertama unsur-unsur berikut.

Unsur	Energi Ionisasi (kJ/mol)
Golongan IIA	
Be	900
Mg	736
Ca	590
Sr	548
Ba	502
Golongan IIIA	
B	799
Al	577
Ga	577
In	588
Tl	589

- Mengapa energi ionisasi pertama unsur golongan IIA dan IIIA cenderung menurun dari atas ke bawah? Jelaskan.

- Mengapa energi ionisasi pertama aluminium (Al) lebih rendah daripada magnesium (Mg)? Jelaskan.

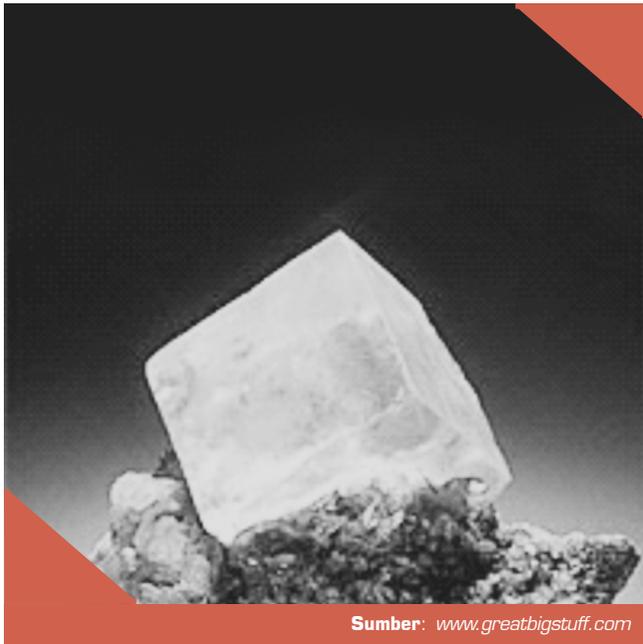
2. Perhatikan tabel berikut.

Atom	Nomor Atom	Periode	Golongan
Al	13	3	IIIA
P	15	3	VA
Ar	18	3	VIIIA

Mengapa atom Al, P, dan Ar menempati periode, yang sama, sedangkan golongannya berbeda? Jelaskan.



B a b 2



Sumber: www.greatbigstuff.com

Ikatan Kimia

Pada bab ini, Anda akan diajak untuk dapat memahami struktur atom, sifat-sifat periodik unsur, dan ikatan kimia, dengan cara membandingkan proses pembentukan ikatan ion, ikatan kovalen, ikatan koordinasi, dan ikatan logam serta hubungannya dengan sifat fisika senyawa yang terbentuk.

Segala sesuatu di alam ini selalu membentuk suatu kestabilan. Begitu pula halnya dengan senyawa kimia. Senyawa kimia tersusun atas molekul atau atom. Atom-atom akan saling bergabung membentuk suatu ikatan kimia untuk mencapai kestabilan. Beberapa molekul terdiri atas atom-atom yang berbeda seperti garam (NaCl). Ada juga molekul yang terdiri atas atom-atom yang sama seperti gas hidrogen (H_2).

Garam dapur merupakan contoh senyawa kimia yang banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Gambar di atas adalah kristal garam dapur. Senyawa yang memiliki rumus kimia NaCl ini terdiri atas unsur natrium (Na) dan klorin (Cl). Unsur Na bersifat reaktif, reaksinya dengan air dapat menimbulkan ledakan. Adapun, unsur klorin bersifat toksik. Akan tetapi, ketika kedua unsur ini bergabung (berikatan) maka diperoleh senyawa baru yang dapat digunakan sebagai bumbu makanan. Pernahkah terpikirkan oleh Anda bagaimana atom-atom itu dapat berikatan?

Anda dapat membuktikan bagaimana natrium dan klorin bergabung membentuk garam dapur dengan melakukan berbagai kegiatan dan tugas dalam bab ini. Selain itu, Anda juga dapat mempelajari fakta-fakta lain yang berkaitan dengan ikatan kimia, misalnya jenis ikatan dan proses pembentukan ikatan.

- A. Kestabilan Unsur-Unsur Kimia di Alam**
- B. Ikatan Ion**
- C. Ikatan Kovalen**
- D. Kepolaran Senyawa Kovalen**
- E. Ikatan Kovalen Koordinasi dan Ikatan Logam**
- F. Memprediksi Jenis Ikatan Berdasarkan Sifat Fisisnya**

Soal Pramateri

1. Apakah yang dimaksud dengan elektron valensi?
2. Apakah perbedaan antara ikatan ion dan ikatan kovalen?
3. Bagaimana natrium dan klor dapat berikatan membentuk garam NaCl?



Sumber: Dokumentasi Penerbit

Gambar 2.1

Bedak mengandung magnesium silikat hidroksida yang bermanfaat sebagai bahan kosmetik.

A Kestabilan Unsur-Unsur Kimia di Alam

Pernahkah Anda menggunakan bedak padat? Bedak merupakan salah satu kosmetik yang sering digunakan dalam kegiatan sehari-hari. Bedak banyak digunakan karena kandungan kimia dalam bedak bermanfaat untuk kesehatan ataupun kecantikan. Tahukah Anda, bahan kimia apakah yang terkandung dalam bedak?

Bedak adalah senyawa kimia yang memiliki rumus kimia $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$. Nama kimianya adalah magnesium silikat hidroksida. Berdasarkan rumus kimianya, bedak mengandung unsur Mg, Si, O, dan H. Unsur-unsur yang terdapat di dalam bedak tidak berbentuk atom bebas, melainkan bergabung dengan unsur-unsur lainnya membentuk senyawa. Seperti halnya unsur-unsur kimia di dalam bedak, sebagian besar unsur-unsur yang ada di alam ditemukan dalam bentuk senyawa. Jarang sekali yang ditemukan dalam bentuk unsur bebasnya. Mari, lakukan penyelidikan berikut agar Anda dapat membuktikan fakta tersebut.

Selidikilah 2.1

Susunan Elektron Valensi Unsur-Unsur

Tujuan

Menyelidiki kecenderungan suatu unsur untuk mencapai kestabilannya dengan cara berikatan dengan unsur lain

Alat dan Bahan

Tabel periodik unsur-unsur kimia

Langkah Kerja

1. Carilah konfigurasi elektron unsur-unsur berikut: Na, Mg, Al, O, Cl, S, He, dan Ne, kemudian tentukan elektron valensinya.
2. Dalam buku latihan, catatlah hasil penyelidikan Anda dalam bentuk tabel sebagai berikut.

Unsur	Nomor Atom	Konfigurasi Elektron	Elektron Valensi
Na
Mg
Al
O
C
Cl
Ne
Ar

Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Manakah di antara unsur-unsur tersebut yang termasuk unsur logam?
2. Manakah di antara unsur-unsur tersebut yang termasuk unsur nonlogam?
3. Manakah di antara unsur-unsur tersebut yang termasuk unsur gas mulia?
4. Adakah hubungan antara jenis unsur dan elektron valensi?
5. Bagaimanakah cara menggambarkan susunan elektron valensi?
6. Unsur-unsur manakah yang belum stabil?
7. Unsur-unsur manakah yang telah stabil?
8. Bagaimanakah cara unsur-unsur mencapai kestabilan?

Diskusikanlah hasil yang Anda peroleh dengan teman Anda.

Bagaimana hasil penyelidikan Anda? Mari, pelajari penjelasan berikut untuk mengetahui cara menggambarkan susunan elektron valensi unsur kimia.

1. Elektron Valensi Berhubungan dengan Sifat Unsur

Berdasarkan sifatnya, unsur-unsur kimia dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu unsur logam, unsur nonlogam, dan unsur gas mulia. Unsur-unsur yang bersifat logam adalah unsur-unsur yang termasuk golongan IA, IIA, dan IIIA (kecuali boron), IVA (kecuali karbon dan silikon), sebagian VA (antimon dan bismut), IB, IIB, IIIB, IVB, VB, VIB, VIIB, dan VIIIB. Unsur-unsur yang bersifat nonlogam adalah unsur-unsur yang termasuk golongan IVA (karbon dan silikon), sebagian VA (kecuali antimon dan bismut), VIA, dan VIIA. Adapun unsur-unsur golongan VIIIA dinamakan gas mulia.

Sifat logam, nonlogam, dan gas mulia berhubungan dengan elektron valensi unsur. Perhatikanlah elektron valensi beberapa unsur dalam tabel berikut.

Tabel 2.1 Sifat Logam, Nonlogam, dan Gas Mulia dari Unsur-Unsur

Unsur	Elektron Valensi	Sifat Unsur
Na	1	Logam
Mg	2	Logam
Al	3	Logam
C	4	Nonlogam
N	5	Nonlogam
S	6	Nonlogam
Cl	7	Nonlogam
He	2	Gas mulia
Ne	8	Gas mulia

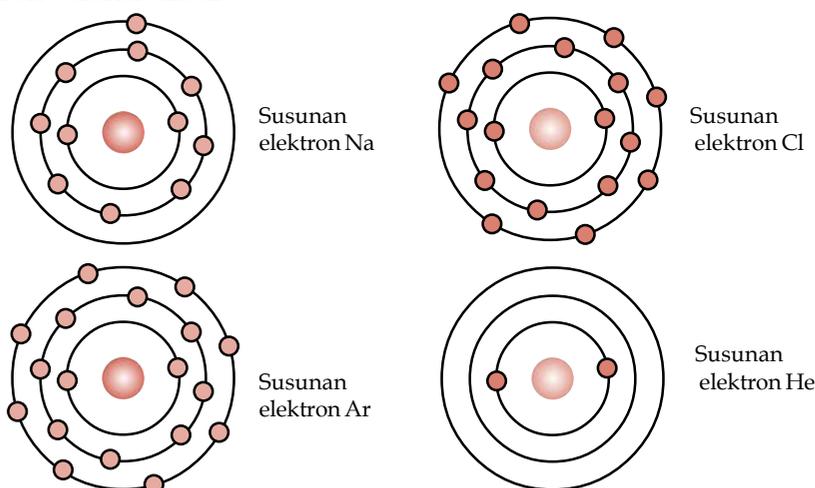
Kata Kunci

- Unsur logam
- Unsur nonlogam
- Unsur gas mulia

Berdasarkan tabel tersebut, atom unsur yang memiliki elektron valensi 1, 2, dan 3 tergolong ke dalam unsur logam. Atom dengan elektron valensi 4, 5, 6 dan 7 termasuk unsur nonlogam. Adapun unsur gas mulia memiliki elektron valensi 2 dan 8.

2. Susunan Elektron Valensi Unsur Digambarkan dengan Struktur Lewis

Apakah perbedaan antara unsur logam, nonlogam, dan gas mulia? Jawabannya akan lebih mudah diketahui dengan menggambarkan susunan elektron valensi unsur.



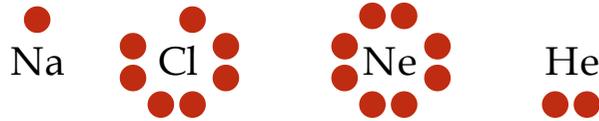
Gambar 2.2

Susunan elektron unsur Na, Cl, Ar, dan He

Perhatikan gambar susunan elektron unsur He dan Ar. Pada kedua unsur tersebut, setiap kulit elektron terisi penuh. Lain halnya dengan unsur Na dan Cl, kulit terakhirnya tidak terisi penuh. Kulit ketiga atom Na hanya



berisi 1 elektron, sedangkan kulit ketiga atom Cl berisi 7 elektron. Jumlah elektron maksimum kulit ketiga adalah 8. Jumlah elektron di kulit terluar disebut elektron valensi. Elektron valensi unsur dapat juga digambarkan menggunakan struktur Lewis. Struktur Lewis adalah suatu kaidah penggambaran elektron valensi unsur yang dikemukakan oleh ahli kimia Amerika, **G.N. Lewis**. Dalam struktur Lewis, yang digambarkan hanya elektron valensinya saja. Berikut struktur Lewis untuk unsur Na, Cl, Ne, dan He.



Bagaimanakah cara menggambarkan struktur Lewis unsur lainnya? Pelajarilah contoh soal berikut.

Contoh 2.1

Gambarkanlah struktur Lewis unsur-unsur berikut.

- K
- Ca
- S
- F
- Ar

Jawab

- Unsur K memiliki nomor atom 19 sehingga konfigurasi elektronnya adalah **2 8 8 1**. Dengan demikian, elektron valensi unsur K adalah 1 sehingga struktur Lewisnya dapat digambarkan sebagai berikut.



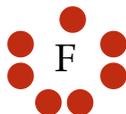
- Unsur Ca memiliki nomor atom 20 sehingga konfigurasi elektronnya adalah **2 8 8 2**. Dengan demikian, elektron valensi unsur Ca adalah 2 sehingga struktur Lewisnya dapat digambarkan sebagai berikut.



- Unsur S memiliki nomor atom 16 sehingga konfigurasi elektronnya adalah **2 8 6**. Dengan demikian, elektron valensi unsur S adalah 6 sehingga struktur Lewisnya dapat digambarkan sebagai berikut.



- Unsur F memiliki nomor atom 9 sehingga konfigurasi elektronnya adalah **2 7**. Dengan demikian, elektron valensi unsur F adalah 7 sehingga struktur Lewisnya dapat digambarkan sebagai berikut.



- Unsur Ar memiliki nomor atom 18 sehingga konfigurasi elektronnya adalah **2 8 8**. Dengan demikian, elektron valensi unsur Ar adalah 8 sehingga struktur Lewisnya dapat digambarkan sebagai berikut.



Kata Kunci

Struktur Lewis

3. Unsur-Unsur Mencapai Kestabilannya dengan Cara Berikatan dengan Unsur Lain

Dalam keadaan bebasnya, unsur natrium cenderung bermuatan positif. Suatu atom dikatakan stabil jika semua kulitnya terisi penuh atau setengah penuh. Dengan demikian, unsur-unsur golongan gas mulia bersifat stabil. Konfigurasi elektron unsur golongan gas mulia disebut konfigurasi duplet (untuk helium) dan oktet (untuk neon, argon, xenon, kripton, dan radon). Unsur-unsur gas mulia jarang ditemukan bereaksi dengan unsur lain kecuali untuk Kr, Xe, dan Rn yang dapat bereaksi walaupun diperlukan kondisi khusus. Berikut ini konfigurasi elektron unsur-unsur gas mulia.

Tabel 2.2 Konfigurasi Elektron Unsur Gas mulia

Unsur	Nomor Atom	Konfigurasi Elektron	Elektron Valensi
He	2	2	2
Ne	10	2 8	8
Ar	18	2 8 8	8
Kr	36	2 8 18 8	8
Xe	54	2 8 18 18 8	8
Rn	86	2 8 18 32 18 8	8

Unsur logam dan nonlogam belum stabil. Untuk mencapai kestabilannya, unsur logam cenderung melepaskan elektron, sedangkan unsur nonlogam cenderung menerima elektron. Dengan melepaskan atau menerima elektron, konfigurasi elektron unsur logam dan nonlogam sama dengan konfigurasi elektron gas mulia yang stabil. Setelah melepaskan elektron, unsur logam bermuatan positif. Adapun unsur nonlogam akan bermuatan negatif setelah menerima elektron. Atom bermuatan positif dapat berikatan dengan atom bermuatan negatif membentuk senyawa.

Soal Penguasaan Materi 2.1

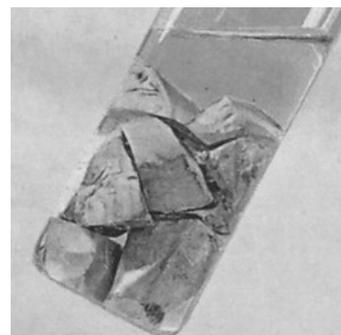
Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Mengapa unsur golongan gas mulia bersifat stabil?
2. Mengapa unsur logam cenderung melepaskan elektron?
3. Mengapa unsur nonlogam cenderung menerima elektron?
4. Unsur Mg dan He memiliki elektron valensi 2. Mengapa unsur Mg bersifat logam, sedangkan unsur He termasuk gas mulia? Jelaskan.
5. Gambarkanlah susunan elektron valensi unsur-unsur berikut:
 - a. Ba
 - b. Li
 - c. Br
 - d. O
 - e. Ar

B Ikatan Ion

Anda tentu tidak asing lagi dengan garam dapur. Hampir setiap masakan yang Anda makan pasti mengandung garam dapur. Senyawa kimia yang memiliki rumus kimia NaCl ini berwujud padat, namun mudah rapuh. Garam dapur juga memiliki titik didih yang sangat tinggi. Tahukah Anda, mengapa garam dapur memiliki sifat seperti itu? Sifat dari suatu senyawa kimia termasuk garam dapur dipengaruhi oleh jenis ikatan kimia dan struktur senyawa tersebut.

Bagaimanakah cara unsur penyusun garam dapur berikatan? Bagaimana struktur senyawa garam dapur? Selidikilah oleh Anda dengan melakukan kegiatan berikut.



Sumber:

resourcescommittee.house.gov

Gambar 2.3

Logam natrium bersifat tidak stabil dan bereaksi dengan air. Oleh karena itu, logam natrium disimpan di dalam minyak.

Kata Kunci

Ikatan Ion

Legenda Kimia



Linus Carl Pauling (1901–1994) adalah kimiawan terkenal abad ke-20. Dia juga merupakan satu-satunya penerima dua hadiah Nobel untuk dua kategori yang berbeda, yaitu Nobel Kimia pada 1954 dan Nobel Perdamaian pada 1962. Sejak kecil Pauling sudah gemar membaca berbagai buku. Pauling juga mengunjungi laboratorium kimia milik Lloyd Jeffress. Pada saat SMA dia melanjutkan bereksperimen di bidang kimia menggunakan bahan dan perlengkapan yang dia pinjam dari pabrik baja di tempat dia bekerja. Karyanya di bidang kimia yang sangat dikagumi adalah hasil penelitiannya tentang sifat-sifat ikatan kimia yang tertuang dalam bukunya yang terkenal *The Nature of the Chemical Bond and the Structure of Molecules and Crystals: An Introduction to Modern Structural Chemistry*.

Sumber: Chem-is-try.org

Anda Harus Ingat

Ikatan ion adalah ikatan elektrostatik antara kation dan anion yang menyatukan ion-ion menjadi senyawa ionik. Contohnya ikatan pada senyawa NaCl.

You Must Remember

An ionic bond is the electrostatic bond between cation and anion that holds ions together in an ionic compound. For example is a bond in NaCl.

Selidikilah 2.2

Proses Pembentukan Ikatan Ion

Tujuan

Menyelidiki proses terjadinya ikatan ion

Alat dan Bahan

Tabel periodik unsur-unsur kimia

Langkah Kerja

1. Tuliskanlah konfigurasi elektron unsur-unsur yang menyusun garam dapur.
2. Gambarkanlah struktur elektronnya.

Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Berapakah jumlah elektron dan proton atom Na?
2. Berapakah jumlah elektron dan proton atom Cl?
3. Apakah yang akan terjadi jika atom Na melepaskan elektron?
4. Apakah yang akan terjadi jika atom Cl menerima elektron?
5. Bagaimana cara atom Na dan Cl berikatan?
6. Bagaimana struktur senyawa NaCl?

Diskusikanlah hasil yang Anda peroleh dengan teman Anda.

Bagaimana hasil penyelidikan Anda mengenai proses pembentukan ikatan ion? Untuk lebih memahaminya, pelajari penjelasan berikut.

1. Atom Na dan Cl Berikatan dengan Cara Serah Terima Elektron

Atom Na memiliki konfigurasi elektron 2 8 1 sehingga elektron valensinya 1. Adapun konfigurasi elektron atom Cl adalah 2 8 7 sehingga elektron valensinya adalah 7. Dalam keadaan netral, atom Na dan Cl memiliki jumlah elektron dan proton yang sama banyak. Atom Na memiliki 11 proton dan 11 elektron, sedangkan atom Cl memiliki 17 proton dan 17 elektron. Pada keadaan ini, atom Na dan Cl tidak stabil. Berdasarkan kaidah oktet, untuk mencapai kestabilannya, atom Na harus melepaskan 1 elektron, sedangkan atom Cl membutuhkan 1 elektron. Apakah yang terjadi jika atom Na melepaskan elektron dan atom Cl menerima 1 elektron?

Atom Na akan bermuatan positif karena jumlah proton lebih banyak daripada jumlah elektron. Adapun atom Cl akan bermuatan negatif karena jumlah proton lebih sedikit daripada jumlah elektron. Dengan demikian, atom Na dan Cl dapat mencapai kestabilannya dengan cara serah terima elektron. Atom Na menyerahkan 1 elektron kepada atom Cl sehingga atom Cl menerima 1 elektron dari atom Na.



Karena berbeda muatan, ion Na⁺ dan ion Cl⁻ akan saling tarik-menarik. Interaksi yang dinamakan interaksi elektrostatik ini berlangsung secara terus-menerus. Ikatan kimia yang terbentuk dengan cara serah terima elektron, seperti pembentukan NaCl, dinamakan **ikatan ion**. Senyawa yang terbentuk melalui ikatan ion disebut senyawa ion.

Buktikanlah oleh Anda

Untuk mengetahui lebih banyak mengenai garam dapur (NaCl), carilah informasi dari situs internet (misalkan www.saltinstitute.org) mengenai struktur kimia, tempat diperolehnya, sifat fisik, sifat kimia, hingga industri pembuatan dan pengolahannya.

Kerjakanlah secara berkelompok dan presentasikan hasil yang diperoleh di depan kelas.



Sumber: saltinstitute.org

Menurut Anda, adakah senyawa lain selain NaCl yang proses pembentukan senyawanya melalui ikatan ion? Pelajarilah contoh soal berikut.

Contoh 2.2

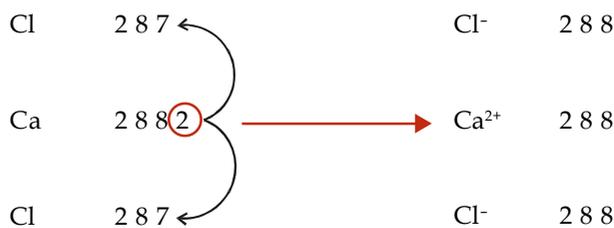
Bagaimana proses pembentukan ikatan ion pada senyawa-senyawa berikut.

- CaCl_2
- MgO

Jawab

- Konfigurasi elektron atom Ca: 2 8 8 2
Konfigurasi elektron atom Cl: 2 8 7

Untuk mencapai kestabilannya, atom Ca harus melepaskan 2 elektron, sedangkan atom Cl membutuhkan 1 elektron. Jadi, atom Ca memberikan masing-masing 1 elektron kepada 2 atom Cl sehingga 1 atom Ca mengikat 2 atom Cl. Setelah melepaskan 2 elektron, atom Ca menjadi ion Ca^{2+} . Adapun atom Cl menjadi ion Cl^- setelah menerima 1 elektron. Senyawa yang terbentuk adalah CaCl_2 .



- Konfigurasi atom Mg: 2 8 2
Konfigurasi atom O: 2 6

Untuk mencapai kestabilannya, atom Mg harus melepaskan 2 elektron, sedangkan atom O membutuhkan 2 elektron. Jadi, atom Mg memberikan 2 elektron kepada atom O sehingga 1 atom Mg mengikat 1 atom O. Setelah melepaskan 2 elektron, atom Mg menjadi ion Mg^{2+} . Adapun atom O menjadi ion O^{2-} , senyawa yang terbentuk adalah MgO .



2. Senyawa Ion Memiliki Struktur Ion Raksasa (Lattice)

Garam dapur (NaCl) merupakan senyawa ionik yang penting dalam kehidupan sehari-hari. Petani garam memperoleh kristal NaCl secara tradisional yaitu dengan cara menguapkan air laut dengan bantuan sinar matahari.

Kupas Tuntas

Unsur Mg, C, N, O dan S berturut-turut memiliki nomor atom: 12, 6, 7, 8, dan 16. Pasangan unsur yang memiliki ikatan ionik adalah

- C dan S
- Mg dan O
- N dan O
- C dan O
- C dan N

Pembahasan

Ikatan ionik adalah ikatan antara unsur logam dan non logam. Ikatan ion terjadi antara unsur yang melepas elektron dan unsur yang menerima elektron.

Unsur logam: Mg
Unsur non logam: C, N, O, S
Jadi, yang mungkin terjadi ikatan ion adalah (B) Mg dan O.

UN 2003



Sumber: *Chemistry for You*

Gambar 2.4

Petani garam sedang menguapkan air laut.

Kupas Tuntas

Nomor atom unsur A, B, C, D, dan E berturut-turut 6, 8, 9, 16, dan 19. Pasangan unsur yang dapat membentuk ikatan ion adalah pasangan antara unsur

- A. A dan C
- B. C dan E
- C. B dan D
- D. C dan D
- E. A dan B

Pembahasan

Ikatan ion terbentuk antara atom logam dan nonlogam. Sifat atom logam dan nonlogam ditentukan oleh elektron valensi.

Atom	Nomor Atom	Konfigurasi Elektron	Elektron Valensi	Sifat Atom
A	6	2 4	4	Nonlogam
B	8	2 6	6	Nonlogam
C	9	2 7	7	Nonlogam
D	16	2 8 6	6	Nonlogam
E	19	2 8 8 1	1	Logam

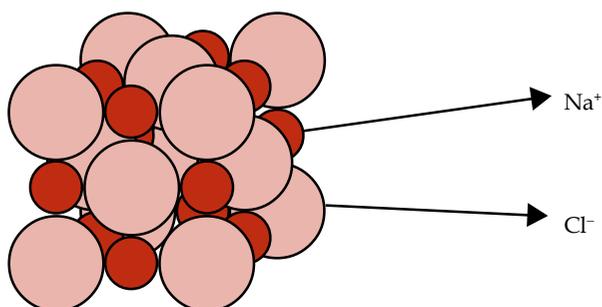
Jadi, pasangan yang dapat membentuk ikatan ion adalah (B) C dan E.

EBTANAS 2002

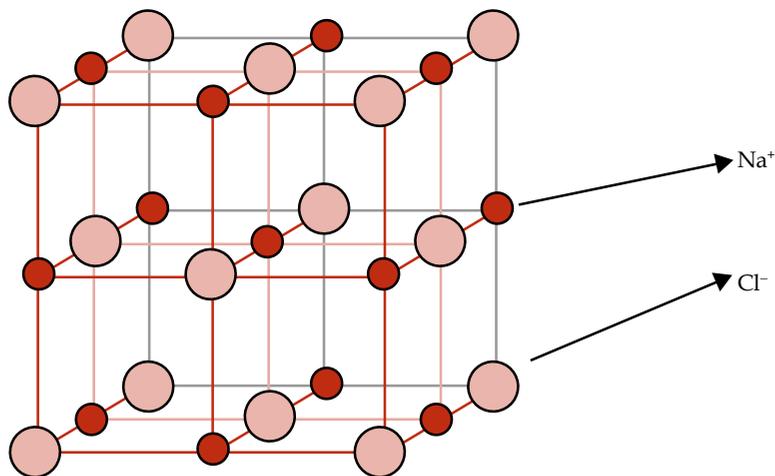
Kata Kunci

Interaksi elektrostatik

Jutaan atau bahkan miliaran ion Na^+ dan ion Cl^- dalam garam saling tarik-menarik sehingga membentuk struktur ion raksasa. Bagian kecil dari struktur ion raksasa NaCl dapat diamati pada gambar berikut.



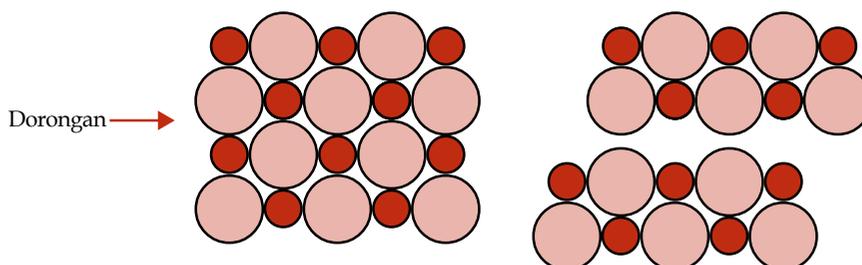
Jika Anda mengamati gambar tersebut secara teliti, Anda akan melihat bahwa setiap ion Na^+ dapat mengikat 6 ion Cl^- . Begitu pula dengan ion Cl^- yang dapat mengikat 6 ion Na^+ .



3. NaCl Memiliki Titik Didih yang Sangat Tinggi dan Mudah Rapuh

Ion Na^+ dan Cl^- memiliki interaksi elektrostatik yang sangat kuat sehingga untuk memutuskan ikatan tersebut diperlukan energi yang cukup tinggi. Itulah sebabnya senyawa NaCl memiliki titik didih yang sangat tinggi, yaitu $1.465\text{ }^\circ\text{C}$.

Selain titik didih yang sangat tinggi, NaCl juga memiliki sifat mudah rapuh. Mengapa demikian? Struktur NaCl tersusun atas beberapa lapisan. Bayangkanlah apa yang akan terjadi jika lapisan bagian atas kristal NaCl diberikan dorongan.



Lapisan bagian atas akan bergeser sehingga ion-ion pada lapisan atas dan lapisan di bawahnya yang bermuatan sama akan saling berhadapan. Anda tentu telah mengetahui bahwa ion-ion yang bermuatan sama akan tolak-menolak. Dengan demikian, ikatan akan terlepas sehingga tidak heran jika garam dapur mudah rapuh. Ujilah kerapuhan garam dapur yang masih berbentuk balok.

Soal Penguasaan Materi 2.2

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Mengapa jumlah elektron ion Na^+ lebih sedikit daripada atom Na ?
2. Mengapa jumlah elektron ion Cl^- lebih banyak daripada atom Cl ?
3. Mengapa senyawa ion memiliki titik didih yang sangat tinggi dan mudah rapuh?
4. Gambarkanlah pembentukan ikatan ion pada senyawa-senyawa berikut.
 - a. CaO
 - b. KCl
 - c. MgCl_2
 - d. Al_2O_3

C Ikatan Kovalen

Pernahkah Anda mengamati kompor gas? Bahan bakar apa yang digunakannya? Salah satu gas yang digunakan sebagai bahan bakar yaitu gas metana (CH_4). Berdasarkan rumus kimianya, gas metana tersusun atas 1 atom C dan 4 atom H. Menurut Anda, bagaimanakah cara atom C mengikat 4 atom H? Apakah sama dengan proses pembentukan ikatan ion? Selidikilah oleh Anda dengan melakukan kegiatan berikut.

Selidikilah 2.3

Proses Pembentukan Ikatan Kovalen

Tujuan

Menyelidiki proses terjadinya ikatan kovalen

Alat dan Bahan

Tabel periodik unsur-unsur kimia

Langkah Kerja

1. Tuliskanlah konfigurasi elektron atom-atom yang menyusun gas metana.
2. Gambarkan struktur Lewis atom-atom yang menyusun gas metana.
3. Tuliskanlah konfigurasi elektron atom O dan N.
4. Gambarkan struktur Lewis atom O dan N.
5. Tuliskanlah konfigurasi elektron atom P dan Cl.
6. Gambarkan struktur Lewis atom P dan Cl.

Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Berapakah elektron valensi atom C?
2. Berapakah elektron valensi atom H?
3. Bagaimanakah cara atom C untuk mencapai kestabilannya?
4. Bagaimanakah cara atom H untuk mencapai kestabilannya?
5. Bagaimanakah cara atom C dan H berikatan?
6. Bagaimanakah cara atom O untuk mencapai kestabilannya?
7. Bagaimanakah cara atom N untuk mencapai kestabilannya?
8. Apakah yang terjadi jika 2 atom O berikatan?
9. Apakah yang terjadi jika 2 atom N berikatan?
10. Apakah yang terjadi jika atom P dan atom Cl berikatan?

Diskusikanlah hasil yang Anda peroleh dengan teman Anda.

Kata Kunci

- Ikatan kovalen
- Pemakaian elektron bersama



Bagaimana hasil penyelidikan Anda? Untuk mengetahui proses pembentukan ikatan kovalen, pelajaryliah penjelasan berikut.

1. Atom C dan H Berikatan dengan Cara Pemakaian Elektron Bersama dan Membentuk Ikatan Kovalen Tunggal

Atom C memiliki konfigurasi elektron 2 4 sehingga elektron valensinya 4. Adapun konfigurasi elektron atom H adalah 1 sehingga elektron valensinya adalah 1.



Struktur Lewis atom C



Struktur Lewis atom H

Fakta

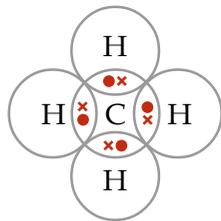
Kimia

Lubang Ozon

Ozon merupakan gas tidak berwarna yang tersusun atas 3 atom oksigen, O_3 . Ozon umumnya ditemukan di bagian paling atas atmosfer bumi. CFC merupakan perusak ozon yang dihasilkan dari pemakaian aerosol yang terdapat dalam alat-alat kosmetik. CFC (*Chloro-Fluoro-Carbon*) tersusun atas 1 atom karbon, 3 atom klorin, dan 1 atom fluorin sehingga memiliki rumus kimia CCl_3F . Berikut ini proses terjadinya lubang ozon oleh CFC.

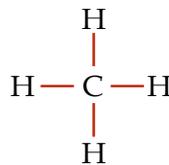
1. Di atmosfer, energi matahari memutuskan ikatan kovalen antara atom C dan atom Cl membentuk radikal bebas atom klorin.
2. Radikal bebas atom klorin akan bertabrakan dengan molekul ozon sehingga terbentuk senyawa klorin oksida. Dengan adanya tabrakan ini, molekul ozon di atmosfer akan berkurang dan lambat laun menyebabkan lubang.

Untuk mencapai kestabilannya, atom C cenderung menerima 4 elektron, sedangkan atom H cenderung menerima 1 elektron. Atom C dapat berikatan dengan atom H dengan cara pemakaian elektron bersama sehingga 1 atom C mengikat 4 atom H.



Struktur Lewis molekul CH_4

Ikatan yang terbentuk melalui pemakaian elektron bersama dinamakan ikatan kovalen. Senyawa yang terbentuk dinamakan senyawa kovalen. Ikatan kovalen terbentuk antara atom nonlogam dan atom nonlogam lainnya. Ada berapa jenis ikatan kovalen? Perhatikanlah kembali struktur Lewis CH_4 . Ternyata, elektron yang digunakan bersama setiap pasang atom C dan H ada 2 elektron. Struktur Lewis dapat juga digunakan untuk menunjukkan jenis ikatan antaratom. Jenis ikatan yang terbentuk bergantung pada jumlah elektron yang digunakan bersama. Jika digunakan 2 elektron, jenis ikatannya adalah ikatan tunggal. Jika digunakan 4 elektron, jenis ikatannya adalah ikatan rangkap dua. Jika digunakan 6 elektron, jenis ikatannya adalah ikatan rangkap tiga. Berdasarkan hal tersebut, senyawa CH_4 dapat juga digambarkan sebagai berikut.



Agar Anda lebih memahami proses pembentukan ikatan kovalen tunggal, pelajaryliah contoh soal berikut.

Contoh 2.3

Jelaskan dan gambarkan proses pembentukan ikatan kovalen tunggal pada senyawa-senyawa berikut.

- a. H_2
- b. HCl

Jawab

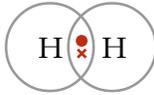
- a. Atom H memiliki konfigurasi elektron 1 sehingga elektron valensinya 1. Untuk mencapai kestabilannya, atom H cenderung menerima 1 elektron. Jika 2 atom H saling berikatan, setiap atom H menyumbangkan 1 elektron untuk digunakan bersama sehingga elektron yang digunakan bersama jumlahnya 2.



Struktur Lewis atom H



Struktur Lewis atom H



Struktur Lewis molekul H₂



Struktur molekul H₂

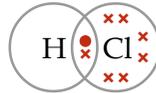
- b. Atom H memiliki konfigurasi elektron 1 sehingga elektron valensinya 1, sedangkan atom Cl memiliki konfigurasi elektron 2 8 7 sehingga elektron valensinya 7. Untuk mencapai kestabilannya, atom H dan atom Cl masing-masing menyumbangkan 1 elektron untuk digunakan bersama sehingga elektron yang digunakan bersama jumlahnya 2.



Struktur Lewis atom H



Struktur Lewis atom Cl



Struktur Lewis molekul HCl



atau



Struktur molekul HCl

Anda Harus

Ingat

Ikatan kovalen terjadi melalui pemakaian pasangan elektron bersama antara dua atom seperti ikatan pada molekul CH₄.

You Must Remember

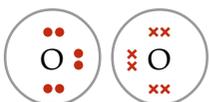
Covalent bond is a bond in which two electrons are shared by two atoms as in CH₄ molecule.

2. Senyawa-Senyawa yang Memiliki Ikatan Kovalen Rangkap Dua

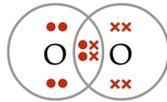
Masih ingatkah Anda dengan pelajaran Biologi mengenai pernapasan pada manusia? Sekadar mengingatkan, pada saat bernapas, manusia menghirup O₂ dan mengeluarkan CO₂. O₂ dan CO₂ merupakan contoh senyawa yang memiliki ikatan kovalen rangkap dua. Berikut proses pembentukan ikatan kovalen pada kedua senyawa tersebut.

a. Proses Pembentukan Ikatan Kovalen Rangkap Dua pada Senyawa O₂

Atom O memiliki konfigurasi elektron 2 6 sehingga elektron valensinya 6. Untuk mencapai kestabilannya, atom O cenderung menerima 2 elektron. Jika 2 atom O saling berikatan, setiap atom O harus menyumbangkan 2 elektron untuk digunakan bersama sehingga elektron yang digunakan bersama jumlahnya 4.



Struktur Lewis atom O



Struktur Lewis molekul O₂



atau



Struktur molekul O₂

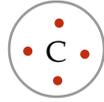
Kata Kunci

- Kaidah Duplet
- Kaidah Oktet

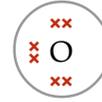


b. Proses Pembentukan Ikatan Kovalen Rangkap Dua pada Senyawa CO₂

Atom C memiliki konfigurasi elektron 2 4 sehingga elektron valensinya 4. Adapun atom O memiliki konfigurasi elektron 2 6 sehingga elektron valensinya 6.

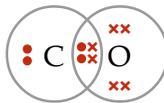


Struktur Lewis atom C



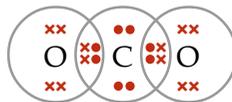
Struktur Lewis atom O

Untuk mencapai kestabilannya, atom C cenderung menerima 4 elektron, sedangkan atom O cenderung menerima 2 elektron. Jika atom C dan atom O saling berikatan, 1 atom C harus menyumbangkan 4 elektron untuk digunakan bersama. Adapun atom O harus menyumbangkan 2 elektron. Berapakah jumlah atom O yang harus diikat atom C? Jika hanya 1 atom O, atom O telah memenuhi kaidah oktet. Namun, atom C masih kekurangan 2 elektron.

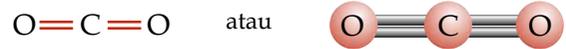


Struktur Lewis molekul CO

Agar memenuhi kaidah oktet, atom C harus mengikat 1 atom O lagi sehingga jumlah atom O yang diikat berjumlah 2 buah. Pada keadaan ini, atom C dan O memenuhi kaidah oktet (mencapai kestabilan). Jadi, elektron yang digunakan bersama setiap pasangan atom C dan atom O berjumlah 4 elektron.



Struktur Lewis molekul CO₂



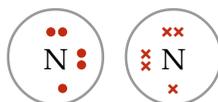
Struktur molekul CO₂

Tantangan Kimia

Carilah contoh-contoh senyawa kimia di sekeliling Anda. Kelompokkanlah senyawa-senyawa tersebut berdasarkan jenis ikatannya bersama kelompok Anda. Kemudian, presentasikan di depan kelas.

3. Senyawa yang Memiliki Ikatan Kovalen Rangkap Tiga

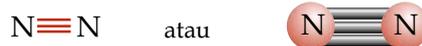
Anda telah mempelajari proses pembentukan ikatan kovalen tunggal dan rangkap dua. Berdasarkan pemahaman yang telah Anda peroleh, dapatkah Anda memprediksi ikatan kovalen yang terjadi jika 2 atom N saling berikatan? Atom N memiliki konfigurasi elektron 2 5 sehingga elektron valensinya 5. Untuk mencapai kestabilannya, atom N cenderung menerima 3 elektron. Jika 2 atom N saling berikatan, setiap atom N harus menyumbangkan 3 elektron untuk digunakan bersama sehingga elektron yang digunakan bersama berjumlah 6.



Struktur Lewis atom N



Struktur Lewis molekul N₂

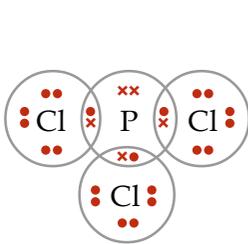


Struktur Molekul N₂

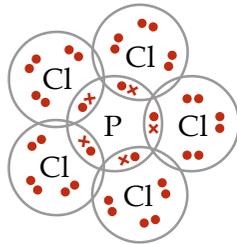
4. Senyawa-Senyawa yang Tidak Mengikuti Kaidah Oktet

Ikatan kovalen terbentuk antara atom nonlogam dan atom nonlogam lainnya dengan cara pemakaian elektron bersama sehingga setiap atom yang terlibat memenuhi kaidah oktet/duplet. Menurut Anda, apakah semua senyawa yang tersusun atas atom-atom nonlogam memenuhi kaidah oktet dalam pembentukannya? Perhatikanlah reaksi antara atom P dan Cl.

Reaksi antara fosfor dan klorin akan menghasilkan PCl_3 dan PCl_5 . Jumlah PCl_3 dan PCl_5 yang terbentuk bergantung pada banyaknya klorin yang direaksikan. Pada senyawa PCl_3 , 1 atom P mengikat 3 atom Cl. Adapun pada PCl_5 , 1 atom P mengikat 5 atom Cl. Perhatikanlah gambar berikut.



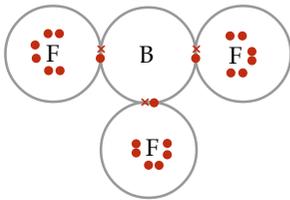
Struktur Lewis PCl_3



Struktur Lewis PCl_5

Struktur Lewis PCl_3 menunjukkan bahwa setiap atom yang terlibat (1 atom P dan 3 atom Cl) telah memenuhi kaidah oktet. Lain halnya dengan PCl_5 , struktur Lewisnya menunjukkan hanya atom Cl yang memenuhi kaidah oktet, sedangkan atom P tidak memenuhi kaidah oktet. Atom P memiliki 10 elektron pada kulit terluarnya.

Senyawa lain yang tidak memenuhi kaidah oktet adalah BF_3 .



Struktur Lewis BF_3

Atom B hanya memiliki 3 elektron valensi sehingga memerlukan 5 elektron untuk memenuhi kaidah oktet. Adapun atom F memiliki 1 elektron valensi sehingga hanya membutuhkan 1 elektron. Setiap atom F menerima 1 elektron yang disumbangkan atom B. Namun, atom B hanya menerima 1 elektron dari setiap atom F. Berarti, atom B kekurangan 2 elektron untuk memenuhi kaidah oktet.

Soal Penguasaan Materi 2.3

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

- Manakah di antara senyawa berikut yang memiliki ikatan kovalen tunggal?
 - Cl_2
 - O_2
 - N_2
- Gambarkanlah pembentukan ikatan kovalen pada H_2O .
- Gambarkanlah pembentukan ikatan kovalen pada NH_3 .

Kupas Tuntas

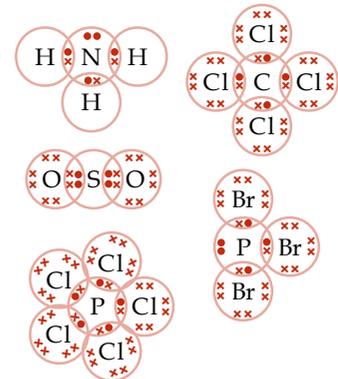
Diketahui nomor atom C=6, N=7, O=8, P=15, S=16, Cl=17, dan Br = 35.

Senyawa berikut mengikuti aturan oktet, kecuali

- NH_3
- CCl_4
- SO_2
- PBr_3
- PCl_5

Pembahasan

Suatu senyawa mengikuti aturan oktet (kaidah oktet) jika atom pusatnya dikelilingi 8 elektron (4 pasangan elektron).



Senyawa	Atom Pusat	Jumlah Elektron yang Mengelilingi
NH_3	N	8
CCl_4	C	8
SO_2	S	6
PBr_3	P	8
PCl_5	P	10

Jadi, senyawa yang tidak mengikuti kaidah oktet adalah (E) PCl_5 .

SPMB 2003

Anda Harus Ingat

Sifat yang membedakan senyawa kovalen nonpolar dengan kovalen polar adalah keelektronegatifan. Semakin besar keelektronegatifan pada ikatan kovalen maka semakin besar kepolarannya.

You Must Remember

A property to distinguish a nonpolar covalent bond from a polar covalent bond is electronegativity. The more higher electronegativity in a covalent bond, the more higher its polarity.

Tantangan Kimia

Terdapat dua jenis ikatan kovalen, yaitu ikatan kovalen polar dan ikatan kovalen nonpolar. Tuliskanlah contoh-contoh senyawa dengan ikatan kovalen polar dan nonpolar. Diskusikanlah dengan teman Anda, kemudian presentasikan di depan kelas.

D Kepolaran Senyawa Kovalen

Pernahkah Anda melihat air dengan minyak tidak bercampur satu sama lain? Air dan minyak merupakan suatu senyawa kovalen yang memiliki kepolaran berbeda. Bagaimana suatu ikatan kovalen suatu senyawa dapat memengaruhi kepolaran? Lakukanlah kegiatan berikut untuk menyelidiki kepolaran suatu senyawa.

Selidikilah 2.4

Kepolaran Senyawa Kovalen

Tujuan

Menyelidiki kepolaran suatu senyawa yang memiliki ikatan kovalen

Alat dan Bahan

1. Tabung reaksi sebanyak 3 buah, diberi nomor (1), (2), dan (3)
2. Garam dapur (NaCl)
3. Air
4. Minyak tanah
5. Tetraklorometana (CCl_4)

Langkah Kerja

1. Isilah tabung reaksi (1) dengan air, kemudian tambahkan padatan garam dapur, kocok, kemudian amati yang terjadi.
2. Isilah tabung reaksi (2) dengan minyak tanah, kemudian tambahkan padatan garam dapur, kocok, kemudian amati yang terjadi.
3. Isilah tabung reaksi (3) dengan 5 mL air dan 5 mL CCl_4 , kemudian goyangkan tabung reaksi dan amati.

Jawablah pertanyaan berikut untuk menarik kesimpulan.

1. Apakah yang terjadi ketika NaCl dimasukkan ke dalam air? Larutkan NaCl dalam air?
2. Ketika NaCl dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang mengandung minyak tanah, apa yang terjadi? Larutkan NaCl dalam minyak tanah?
3. Apakah yang terjadi ketika air dan CCl_4 dicampurkan?

Kerjakanlah secara berkelompok dan diskusikanlah hasil yang diperoleh.

Apa yang Anda peroleh dari kegiatan di atas? Untuk memahaminya, pelajari penjelasan berikut.

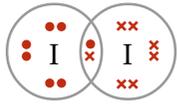
Senyawa kovalen dalam bentuk cair banyak digunakan sebagai pelarut dalam kehidupan sehari-hari. Pelarut yang digunakan biasanya adalah air atau pelarut organik. Pelarut organik ini kebanyakan merupakan suatu senyawa kovalen yang mudah menguap dan nonpolar.

Kepolaran suatu senyawa dapat ditentukan dari perbedaan keelektronegatifan atom-atom yang membentuk suatu senyawa kovalen.

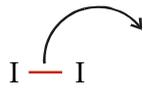
1. Senyawa Kovalen Nonpolar

Jika dua atom nonlogam sejenis (diatomik) membentuk suatu senyawa kovalen, misalkan H_2 , N_2 , Br_2 , dan I_2 maka ikatan kovalen yang terbentuk memiliki keelektronegatifan yang sama atau tidak memiliki perbedaan keelektronegatifan. Ikatan kovalen tersebut dinamakan **ikatan kovalen nonpolar**.

Dalam pembentukan molekul I_2 , kedua elektron dalam ikatan kovalen digunakan secara seimbang oleh kedua inti atom iodin tersebut. Oleh karena itu, tidak akan terbentuk muatan (tidak terjadi pengutuban atau polarisasi muatan).



atau



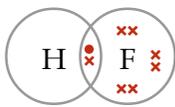
Ikatan kovalen nonpolar

Ikatan pada senyawa kovalen I_2 tidak terjadi pengutuban muatan

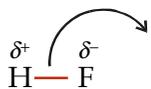
2. Senyawa Kovalen Polar

Senyawa kovalen dikatakan polar jika senyawa tersebut memiliki perbedaan keelektronegatifan. Dengan demikian, pada senyawa yang berikatan kovalen terjadi pengutuban muatan. Ikatan kovalen tersebut dinamakan **ikatan kovalen polar**.

Dalam pembentukan molekul HF, kedua elektron dalam ikatan kovalen digunakan tidak seimbang oleh inti atom H dan inti atom F sehingga terjadi pengutuban atau polarisasi muatan.



atau



Ikatan kovalen polar

Ikatan pada senyawa kovalen HF, terjadi pengutuban muatan

Perbedaan keelektronegatifan atom H dan atom F cukup besar yaitu sekitar 1,9. Senyawa-senyawa lain yang bersifat kovalen polar dan memiliki perbedaan keelektronegatifan dapat Anda lihat pada tabel berikut.

Tabel 2.3 Perbedaan Keelektronegatifan Senyawa

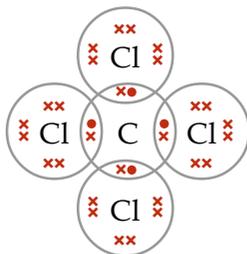
Senyawa	Perbedaan Keelektronegatifan
HF	1,9
HCl	0,9
HBr	0,7
HI	0,4

Sumber: *General Chemistry*, 1990

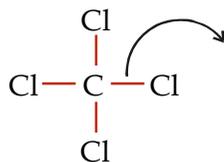
3. Bentuk Molekul yang Memengaruhi Kepolaran

Dalam suatu molekul poliatomik seperti CCl_4 , PCl_5 , BF_3 , dan $BeCl_2$ terdapat ikatan kovalen polar (dalam ikatan C-Cl, P-Cl, B-F, dan Be-Cl), tetapi molekul-molekul poliatomik tersebut merupakan suatu senyawa kovalen nonpolar. Mengapa demikian?

Pada molekul CCl_4 terdapat 4 ikatan kovalen polar antara atom pusat C dan 4 atom Cl. Bentuk molekul dari CCl_4 adalah simetris (tidak ada pasangan elektron bebas pada struktur molekul Lewisnya) dan tidak terjadi pengutuban atom atau polarisasi muatan karena pasangan elektron dalam ikatan digunakan secara seimbang di antara atom pusat C dan 4 atom Cl sehingga molekul CCl_4 bersifat nonpolar.



atau



Ikatan kovalen polar

Kupas Tuntas

Unsur-unsur atom dengan nomor atom sebagai berikut: A = 6, B = 8, C = 11, D = 17, E = 19. Pasangan unsur-unsur di bawah ini yang dapat membentuk ikatan kovalen nonpolar adalah

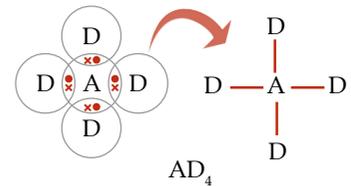
- A dan C
- B dan C
- C dan D
- A dan D
- D dan E

Pembahasan

Ikatan kovalen nonpolar terbentuk pada unsur-unsur bukan logam. Melalui konfigurasi elektron dapat ditentukan jumlah elektron valensi, golongan logam atau nonlogam.

A = 6 D = 7

A: 2 4 D: 2 8 7



Jadi, unsur yang dapat membentuk ikatan kovalen nonpolar adalah (D) A dan D.

UN 2003

Kata Kunci

- Polarisasi
- Senyawa kovalen nonpolar
- Senyawa kovalen polar

Soal Penguasaan Materi 2.4

Kerjakan di dalam buku latihan Anda.

1. Jelaskan apa yang memengaruhi kepolaran pada senyawa kovalen.
2. Jelaskan perbedaan dari senyawa kovalen polar dan senyawa kovalen nonpolar.
3. Tuliskanlah contoh-contoh suatu senyawa polar dan senyawa nonpolar.

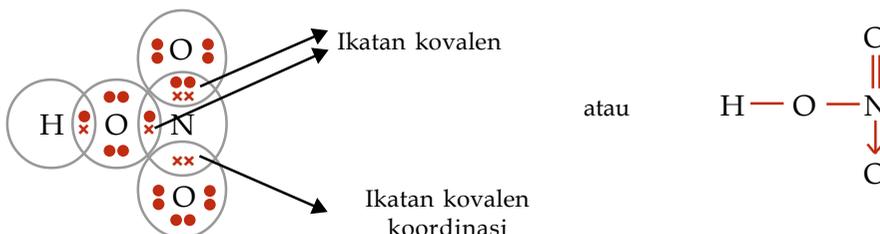
E Ikatan Kovalen Koordinasi dan Ikatan Logam

Pada subbab sebelumnya, Anda telah mempelajari struktur Lewis pada ikatan kovalen dan jenis-jenis ikatan kovalen. Pada ikatan kovalen, pasangan elektron digunakan secara bersama dari masing-masing atom yang berikatan. Subbab ini akan menjelaskan ikatan kovalen koordinasi dan ikatan logam.

1. Ikatan Kovalen Koordinasi

Ikatan kovalen koordinasi adalah ikatan yang terbentuk dari pemakaian pasangan elektron bersama yang berasal dari salah satu atom yang memiliki pasangan elektron bebas. Contoh senyawa yang memiliki ikatan kovalen koordinasi adalah HNO_3 , NH_4Cl , SO_3 , dan H_2SO_4 .

Ciri dari ikatan kovalen koordinasi adalah pasangan elektron bebas dari salah satu atom yang dipakai secara bersama-sama seperti pada contoh senyawa HNO_3 berikut ini. Tanda panah (\rightarrow) menunjukkan pemakaian elektron dari atom N yang digunakan secara bersama oleh atom N dan O.



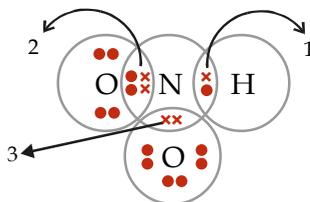
Jadi, senyawa HNO_3 memiliki satu ikatan kovalen koordinasi dan dua ikatan kovalen.

Kata Kunci

Ikatan kovalen koordinasi

Contoh 2.4

Berikut ini rumus struktur Lewis asam nitrit (HNO_2).



Ikatan kovalen koordinasi ditunjukkan oleh anak panah nomor

Jawab

Pada ikatan kovalen koordinasi molekul HNO_2 , pasangan elektron bebas dari atom nitrogen digunakan bersama-sama dengan atom oksigen. Jadi, ikatan kovalen koordinasi ditunjukkan oleh anak panah nomor 3.

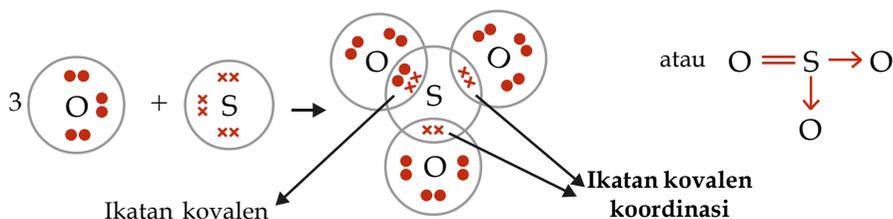
Contoh 2.5

Tuliskan struktur Lewis dari senyawa SO_3 dan tunjukkan bagian mana yang merupakan ikatan kovalen koordinasi.

Jawab

S memiliki konfigurasi elektron 2 8 6 sehingga elektron valensinya = 6

O memiliki konfigurasi elektron 2 6 sehingga elektron valensinya = 6
sehingga memiliki struktur Lewis sebagai berikut.



2. Ikatan Logam

Ikatan logam merupakan ikatan kimia antara atom-atom logam, bukan merupakan ikatan ion maupun ikatan kovalen. Dalam suatu logam terdapat atom-atom sesamanya yang berikatan satu sama lain sehingga suatu logam akan bersifat kuat, keras, dan dapat ditempa.

Elektron-elektron valensi dari atom-atom logam bergerak dengan cepat (membentuk lautan elektron) mengelilingi inti atom (neutron dan proton). Ikatan yang terbentuk sangat kuat sehingga menyebabkan ikatan antaratom logam sukar dilepaskan.

Unsur-unsur logam pada umumnya merupakan zat padat pada suhu kamar dan kebanyakan logam adalah penghantar listrik yang baik. Anda dapat menguji sifat logam suatu benda dengan cara mengalirkan arus listrik kepada benda tersebut.

Kata Kunci

Ikatan logam

Soal Penguasaan Materi 2.5

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Gambarkanlah struktur Lewis dari ion NH_4^+ dan tunjukkanlah ikatan mana yang merupakan ikatan kovalen koordinasi.
2. Gambarkanlah struktur Lewis dari senyawa H_2SO_4 dan tunjukkan ikatan kovalen koordinasi.
3. Jelaskanlah yang dimaksud dengan ikatan logam.
4. Ikatan logam bukan merupakan ikatan ion atau kovalen. Mengapa? Jelaskan.

F Memprediksi Jenis Ikatan Berdasarkan Sifat Fisisnya

Pada pembahasan sebelumnya, Anda sudah mempelajari ikatan ion, ikatan kovalen, ikatan kovalen koordinasi, dan ikatan logam. Jenis ikatan dari suatu senyawa memengaruhi sifat fisis senyawa tersebut. Lakukanlah kegiatan berikut agar Anda mampu memprediksi jenis ikatan pada suatu senyawa.

Selidikilah 2.5

Memprediksi Jenis Ikatan Berdasarkan Sifat Fisis Senyawa

Tujuan

Memprediksi jenis ikatan senyawa berdasarkan sifat fisisnya

Alat dan Bahan

Data percobaan beberapa senyawa setelah diberikan perlakuan tertentu

Langkah Kerja

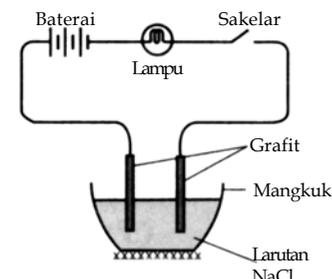
Amatilah data-data percobaan berikut.



Senyawa	Bentuk Senyawa	Perlakuan	Hasil Pengamatan
NaCl CCl ₄ H ₂ O	Padatan Cairan Cairan	Dipijar beberapa menit	Tidak ada perubahan Semua cairan menguap Sedikit menguap

Senyawa	Bentuk Senyawa	Perlakuan	Hasil Pengamatan
NaCl CCl ₄	Padatan Cairan	Larutkan dalam air Larutkan dalam air	Semua larut CCl ₄ tidak larut dengan H ₂ O

Senyawa	Bentuk Senyawa	Perlakuan	Hasil Pengamatan
NaCl	Cairan	Simpan dalam wadah, kemudian hubungkan dengan grafit, baterai, dan lampu seperti gambar berikut.	Lampu pada larutan NaCl menyala.
CCl ₄	Cairan	Perlakuan seperti pada NaCl	Lampu pada cairan CCl ₄ tidak menyala.



Kata Kunci

- Jenis ikatan
- Sifat fisis

Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Mengapa padatan NaCl tidak mengalami perubahan ketika dipijar beberapa menit?
2. Mengapa cairan CCl₄ semuanya menguap?
3. Mengapa NaCl larut dalam air, sedangkan CCl₄ tidak larut?
4. Mengapa cairan NaCl dapat menghantarkan arus listrik?

kerjakanlah secara berkelompok dan diskusikanlah hasil yang diperoleh. Kemudian, presentasikan di depan kelas.

Untuk mengetahui cara memprediksi jenis ikatan berdasarkan sifat fisisnya, pelajari penjelasan berikut.

1. Membandingkan Jenis Ikatan dari Penguapan Senyawa

Natrium klorida merupakan senyawa ion, sedangkan tetraklorometana adalah senyawa kovalen. Natrium klorida tidak mudah menguap karena memiliki titik leleh dan titik didih yang tinggi. Tetraklorometana merupakan senyawa yang mudah menguap karena memiliki ikatan kovalen nonpolar. Dengan kata lain, tetraklorometana ini memiliki titik didih yang rendah.

Daya tarik antarmolekul senyawa kovalen lemah sehingga molekul-molekulnya mudah dipisahkan melalui pelelehan atau penguapan. Senyawa ion memiliki ion-ion positif dan negatif yang terikat oleh gaya elektrostatis yang kuat sehingga tidak bebas untuk bergerak.

2. Membandingkan Jenis Ikatan dari Kelarutan Senyawa

Jika natrium klorida dilarutkan di dalam air dengan cara mengaduknya, natrium klorida akan larut dalam air. Senyawa ion seperti natrium klorida dapat larut dalam air karena keduanya bersifat polar. Senyawa ion pada umumnya tidak larut pada pelarut organik (pelarut nonpolar).

Senyawa kovalen seperti tetraklorometana merupakan senyawa nonpolar sehingga tidak akan larut dalam air yang bersifat polar. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa kovalen nonpolar akan larut dalam pelarut nonpolar (organik).

3. Membandingkan Jenis Ikatan dari Daya Hantar Listrik Senyawa

Senyawa ion akan menghantarkan listrik jika berada dalam bentuk lelehan dan larutan karena ion positif dan ion negatifnya dapat bergerak bebas membawa muatan listrik. Adapun dalam bentuk padatan, senyawa ion tidak dapat menghantarkan listrik. Berbeda dengan senyawa ion, senyawa kovalen terurai membentuk molekul di dalam air sehingga larutan senyawa kovalen tidak dapat menghantarkan listrik. Selain itu, lelehan dan padatan senyawa kovalen juga tidak dapat menghantarkan arus listrik.

4. Sifat Fisis Ikatan Logam

Suatu logam dapat menghantarkan listrik dan memiliki titik leleh dan titik didih yang tinggi. Untuk itu, logam merupakan penghantar listrik yang baik. Titik leleh dari logam-logam bervariasi secara periodik. Mulai dari golongan 3 (IIIB) sampai dengan 6 (VIB), titik leleh naik seiring dengan kenaikan jumlah elektron valensi. Adapun dari golongan 6 (VIB) sampai dengan golongan 12 (XII), titik leleh semakin menurun seiring dengan kenaikan elektron valensinya. Hal inilah yang menyebabkan mengapa logam Hg memiliki titik leleh -39°C sehingga memiliki wujud cair pada suhu kamar.

Soal Penguasaan Materi 2.6

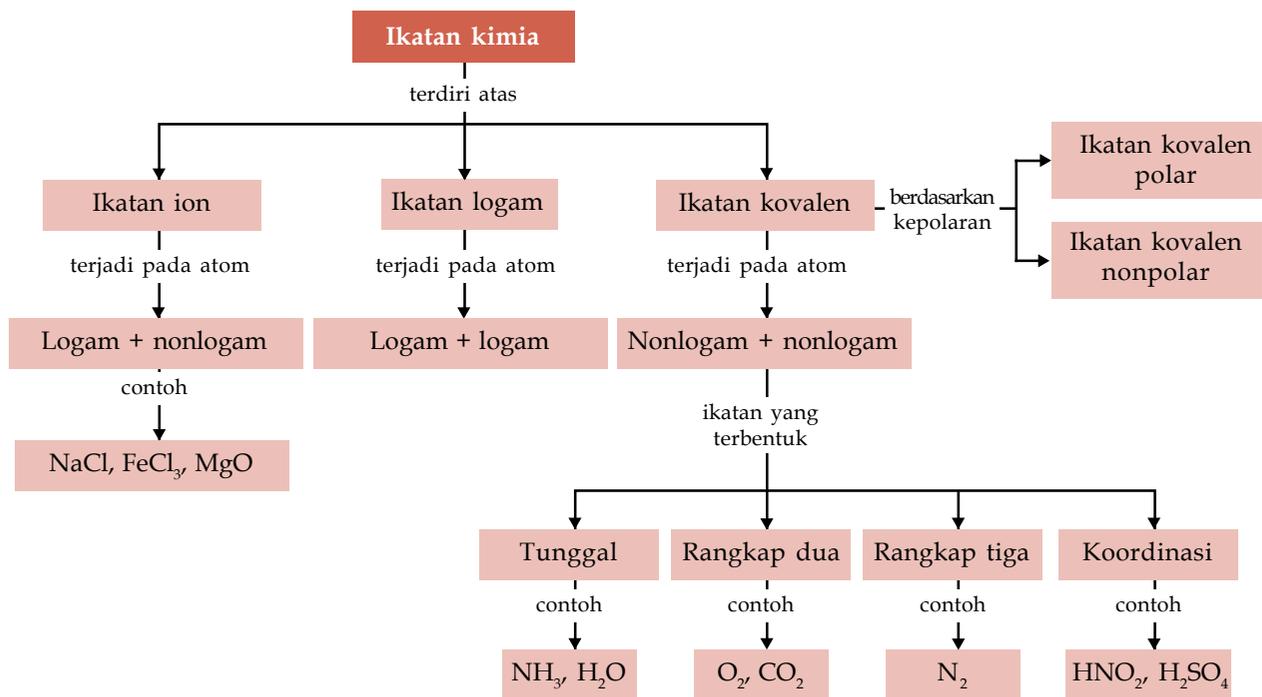
Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Jelaskanlah perbedaan dari sifat fisis senyawa ion dan senyawa kovalen.
2. Senyawa manakah yang dapat menghantarkan listrik: padatan NaCl, alkohol 100%, atau logam Cu? Jelaskan alasannya.
3. Jelaskan mengapa jenis ikatan memengaruhi kelarutan senyawa dalam pelarut tertentu.

Rangkuman

1. Unsur-unsur kimia dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu unsur logam, unsur nonlogam, dan unsur gas mulia. Susunan elektron valensi unsur digambarkan dengan struktur Lewis.
2. Ikatan ion adalah ikatan kimia antaratom dengan cara serah terima elektron. Contoh senyawa yang berikatan ion adalah NaCl, CaCl, dan KBr.
3. Ikatan kovalen adalah ikatan kimia antaratom dengan cara pemakaian elektron bersama. Contoh senyawanya adalah CH_4 , HCl, H_2O , dan NH_3 .
4. Ikatan kovalen dapat dibedakan menjadi ikatan kovalen tunggal dan ikatan kovalen rangkap.
5. Ikatan kovalen koordinasi adalah ikatan kimia yang terbentuk dari pemakaian bersama pasangan elektron yang berasal dari salah satu atom yang memiliki pasangan elektron bebas. Contoh senyawa yang berikatan kovalen koordinasi adalah NH_4OH , HNO_2 , dan H_2SO_4 .
6. Kepolaran senyawa kovalen dapat ditentukan dari perbedaan keelektronegatifan atom-atom yang berikatan.
7. Ikatan logam adalah ikatan kimia yang terbentuk akibat penggunaan bersama elektron-elektron oleh atom-atom logam.

Peta Konsep



Kaji Diri

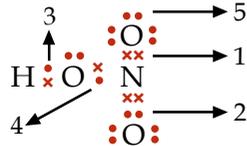
Bagaimana pendapat Anda setelah mempelajari materi **Ikatan Kimia**? Menarik, bukan? Banyak hal menarik tentang materi Ikatan Kimia ini. Misalnya, mengetahui proses pembentukan ikatan ion, ikatan kovalen, ikatan koordinasi, dan ikatan logam.

Tujuan Anda mempelajari bab ini adalah agar Anda dapat membandingkan proses pembentukan ikatan ion, ikatan kovalen,

ikatan koordinasi, dan ikatan logam serta hubungannya dengan sifat senyawa yang terbentuk. Apakah Anda dapat mencapai tujuan tersebut? Jika Anda mengalami kesulitan dalam mempelajari materi tertentu pada bab ini, bertanyalah kepada guru Kimia Anda. Anda pun dapat berdiskusi dengan teman-teman Anda. Belajarlah dengan baik. Pastikan Anda menguasai materi ini.

Evaluasi Materi Bab 2

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan kerjakanlah pada buku latihan Anda.

- Atom X memiliki nomor atom 20 dan atom Y memiliki nomor atom 9, senyawa yang terbentuk antara X dan Y adalah
 - X_2Y
 - XY_2
 - X_2Y_3
 - XY
 - X_2Y_2
- Unsur A terdapat dalam golongan nitrogen dan unsur B memiliki nomor atom 12 maka senyawa yang akan terbentuk dari kedua unsur tersebut adalah
 - AB
 - A_2B
 - A_2B_3
 - A_3B_2
 - A_3B
- Suatu atom X memiliki konfigurasi elektron 2 8 8 3. Jika unsur X berikatan maka senyawa yang mungkin terbentuk adalah
 - $X_2(SO_4)_3$
 - BaX
 - X_3Br
 - HX_3
 - HX_4
- Atom ${}_6C$ dapat berikatan dengan atom ${}_{17}Cl$ menurut aturan Lewis. Senyawa tersebut adalah
 - CCl_3
 - CCl_2
 - CCl_4
 - C_2Cl_3
 - C_3Cl_5
- Suatu unsur dengan nomor atom 35 paling mudah membentuk ikatan ionik dengan unsur yang memiliki nomor atom
 - 19
 - 17
 - 28
 - 16
 - 20
- Pada NaBr cair dan larutan asam sulfat (H_2SO_4) dialirkan arus listrik maka
 - NaBr cair dan larutan H_2SO_4 meneruskan arus listrik
 - hanya larutan H_2SO_4 yang meneruskan aliran arus listrik
 - keduanya tidak dapat meneruskan aliran arus listrik
 - hanya NaBr cair yang meneruskan aliran listrik
 - hanya NaBr cair yang tidak dapat meneruskan aliran arus listrik
- Metana adalah gabungan dari atom C dan 4 atom H yang berikatan secara
 - kovalen rangkap
 - kovalen tunggal
 - ionik
 - kovalen koordinasi
 - hidrogen
- Pasangan berikut ini merupakan senyawa kovalen adalah
 - NaBr dan $MgBr_2$
 - NaCl dan HF
 - HCl dan H_2O
 - $CaCl_2$ dan MgO
 - P_2O_5 dan Al_2O_3
- Gas karbon dioksida yang dibutuhkan tumbuhan hijau untuk berfotosintesis terdiri atas satu atom karbon dan 2 atom oksigen. Keduanya berikatan secara
 - ionik
 - kovalen tunggal
 - kovalen rangkap
 - kovalen koordinasi
 - hidrogen
- Perhatikan struktur Lewis HNO_3 berikut.
 

Ikatan kovalen koordinasi ditunjukkan oleh nomor

 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- Jika keelektronegatifan Br, H, dan F masing-masing adalah 2,8; 2,1; dan 4,0. Manakah deret senyawa di bawah ini yang tersusun dengan urutan kepolaran semakin besar
 - BrF, HBr, HF
 - HBr, BrF, HF
 - HF, BrF, HBr
 - HBr, HF, BrF
 - HF, HBr, BrF
- Unsur A (nonlogam) memiliki keelektronegatifan tinggi dan unsur B (nonlogam) memiliki satu elektron di kulit terluar. Ikatan antara A dan B adalah ikatan
 - ionik
 - kovalen nonpolar
 - kovalen rangkap dua
 - kovalen rangkap tiga
 - kovalen polar



13. Ikatan yang terdapat pada senyawa amoniak dan BF_3 adalah
- ikatan ionik
 - ikatan logam
 - ikatan hidrogen
 - ikatan kovalen koordinasi
 - ikatan van der Waals
14. Ikatan kovalen koordinasi terdapat pada senyawa berikut ini
- C_3H_8
 - H_2O

- NH_4^+
- NaBr
- NaCl

15. Pasangan senyawa berikut ini merupakan pasangan senyawa yang memiliki ikatan kovalen adalah
- NH_3 dan HCl
 - NaBr dan HCl
 - H_2O dan KCl
 - CO_2 dan FeCl_3
 - H_2S dan NaCl

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar:

- Berdasarkan cara pembentukan ikatan, gas N_2 memiliki 5 elektron valensi. Bagaimanakah proses pembentukan ikatan yang terjadi? Jelaskan dengan gambar.
- Ramalkan jenis ikatan yang dapat terjadi pada unsur-unsur berikut ini sehingga Anda dapat menentukan senyawa yang terbentuk.
 - Ca dan Cl
 - NH_3 dan HCl
 - H dan Cl
 - Mg dan Br
- Salah satu media yang dapat menghantarkan arus listrik adalah larutan senyawa ionik yang terbentuk dari unsur logam dan unsur nonlogam. Mengapa dapat terjadi demikian? Tuliskan contoh senyawa yang terbentuk dari ikatan ionik.
- Gambarkan struktur Lewis dari H_2SO_4 berdasarkan susunan elektron valensinya sehingga dapat membentuk jenis ikatan tertentu yang mengikuti aturan oktet/duplet.

- Jika unsur-unsur memiliki keelektronegatifan yang relatif sama seperti unsur-unsur nonlogam, akan terbentuk suatu senyawa kovalen. Jelaskanlah dengan menggunakan gambar proses terbentuknya senyawa dari unsur karbon dan unsur oksigen.
- Sulfur dioksida (SO_2) merupakan salah satu gas buangan industri yang dapat menimbulkan hujan asam. Ikatan apakah yang terbentuk dalam molekul SO_2 tersebut?
- Lengkapilah tabel berikut.

Senyawa	Sampel	Daya Hantar Listrik
BaCl_2	Larutan	....
Fe	Padatan	....
NaCl	Lelehan	....
Gula	Lelehan	....

- Apakah air (H_2O) dapat bercampur dengan karbon tetraklorida (CCl_4)? Jelaskan.

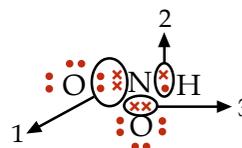
Soal Tantangan

- Perhatikan data konfigurasi elektron berikut.

Atom	Konfigurasi Elektron
x	2 8 7
y	2 8 1
z	1

Dari data konfigurasi elektron tersebut, pasangan atom manakah yang akan membentuk ikatan ion dan ikatan kovalen? Jelaskan.

- Perhatikan gambar berikut.



Ikatan nomor berapakah yang menggambarkan ikatan kovalen tunggal, rangkap dua, dan kovalen koordinasi? Jelaskan jawaban Anda.



Kegiatan Semester 1

Kali pertama mendengar istilah kimia, mungkin Anda membayangkan zat-zat kimia berbahaya dan beracun. Padahal, kimia tidak selalu identik dengan bahaya. Di sekeliling Anda adalah bahan-bahan kimia. Pada Semester 1 ini, Anda akan ditugasi untuk membuat suatu laporan ilmiah mengenai penyebaran unsur-unsur kimia terbanyak yang terdapat dalam lapisan kulit bumi dan tubuh makhluk hidup. Golongkanlah unsur-unsur tersebut ke dalam periode dan golongan dalam sistem periodik unsur. Buatlah tabel seperti berikut.

Tabel Unsur-Unsur Utama dalam Tubuh Manusia

Unsur	Persen Massa (%)*	Periode	Golongan
Oksigen	65	2	VIA
Karbon
Hidrogen
.....
.....
.....

Tabel Unsur-Unsur Utama dalam Kulit Bumi

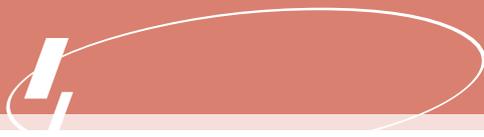
Unsur	Persen Massa (%)*	Periode	Golongan
Oksigen	45,5	2	VIA
Karbon
Hidrogen
.....
.....
.....

* Persen massa adalah massa unsur (gram) dalam 100 gram cuplikan

Kemudian, terangkanlah ikatan-ikatan kimia yang dapat terbentuk di antara unsur-unsur tersebut disertai dengan penamaan dan persamaan reaksinya. Tugas ini dapat dikerjakan secara berkelompok antara 3-5 orang dan waktu pengerjaannya sekitar 2-3 minggu.

Tahapan penyusunan laporan dan rangkaian kegiatan yang perlu Anda lakukan adalah sebagai berikut.

1. Penentuan judul laporan
Judul yang dipilih harus sesuai dengan pembahasan materi yang disajikan dan dibuat semenarik mungkin.
2. Pembagian tugas dan jadwal kegiatan
Pembuatan jadwal kegiatan dan pembagian tugas ini berguna untuk memandu Anda melakukan penelitian secara sistematis.
3. Mengumpulkan dan mendokumentasikan data
Pengumpulan data dapat dilakukan dengan cara mencari informasi melalui berbagai sumber, seperti buku, media massa, dan internet. Jika Anda menemukan kesulitan, Anda dapat berdiskusi dengan guru kimia Anda.



4. Membuat karangan ilmiah

Catatan dan gambar-gambar yang telah diperoleh, kemudian diolah dan disatukan dalam bentuk karangan ilmiah yang meliputi:

a. Pendahuluan

Bab ini berisi tentang latar belakang dan tujuan penelitian.

b. Alat dan Bahan

Bab ini memuat seluruh alat dan bahan yang digunakan selama penelitian.

c. Metode Penelitian

Metode atau cara penelitian dapat Anda uraikan secara ringkas pada bab ini.

d. Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini, Anda dapat menguraikan fakta-fakta dan data yang telah Anda peroleh secara terperinci.

e. Kesimpulan

Bab Kesimpulan ini berisi tentang kesimpulan yang dapat Anda ambil dari hasil pembahasan.

f. Daftar Pustaka

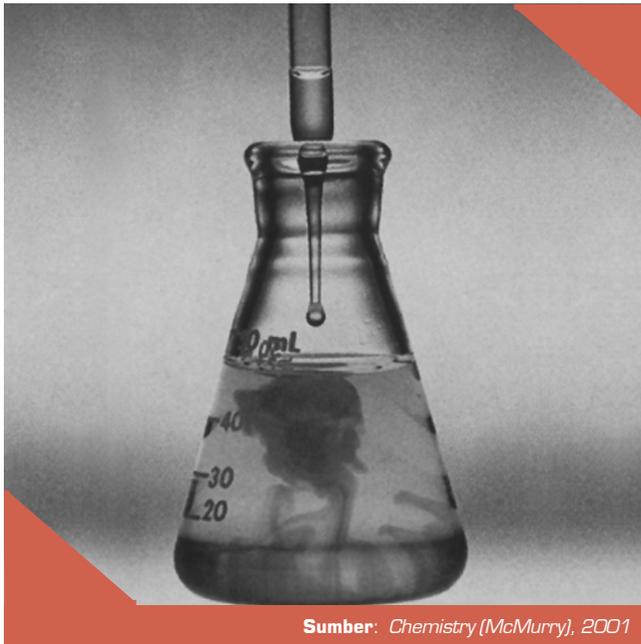
Sumber-sumber pustaka yang Anda dapatkan dimuat dalam daftar pustaka.

Setelah laporan Kegiatan Semester 1 ini selesai dikerjakan, Anda dapat mempresentasikan dan mendiskusikannya di dalam kelas dengan kelompok lain.



B a b 3

Tata Nama Senyawa dan Persamaan Reaksi

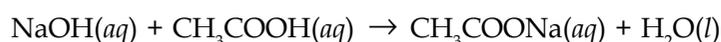


Sumber: Chemistry (McMurry), 2001

Pada bab ini, Anda akan diajak untuk dapat memahami hukum-hukum dasar kimia dan penerapannya dalam perhitungan kimia (stoikiometri) dengan cara mendeskripsikan tata nama senyawa anorganik dan organik sederhana serta persamaan reaksinya.

Pada bab sebelumnya, Anda telah mempelajari tentang ikatan kimia. Proses pengikatan dan pelepasan ikatan kimia atom-atom disebut juga dengan reaksi kimia.

Anda telah banyak menjumpai reaksi kimia yang terjadi di dalam kehidupan sehari-hari, ada yang menghasilkan gas, perubahan warna, terjadinya endapan, bahkan adanya ledakan. Biasanya, zat-zat yang terlibat selama reaksi berlangsung dinyatakan dengan rumus kimia beserta tata namanya dalam suatu persamaan, yang dikenal dengan persamaan reaksi kimia. Misalnya, ketika natrium hidroksida (NaOH) ditambahkan ke dalam larutan asam asetat (CH_3COOH) yang sudah ditambahkan indikator fenolftalein akan terjadi perubahan warna. Larutan asam asetat pada awalnya berwarna bening. Akan tetapi, setelah ditambahkan larutan NaOH lama-kelamaan akan berubah warna menjadi merah muda. Reaksi yang terjadi dapat dituliskan seperti berikut.



Pada bab ini, akan dijelaskan mengenai cara pemberian nama senyawa dengan rumus tertentu dan cara menyatakan suatu persamaan reaksi kimia. Selamat mempelajari.

- A. Tata Nama Senyawa**
- B. Persamaan Reaksi Kimia**

Soal Pramateri

1. Apakah nama kimia dari NaCl?
2. Bagaimana cara menyatakan suatu persamaan kimia?
3. Sebutkanlah contoh-contoh senyawa organik dan anorganik yang Anda ketahui.

A Tata Nama Senyawa

Setelah Anda memahami bahwa berbagai unsur dapat membentuk ikatan ion dan ikatan kovalen, tentunya akan banyak sekali senyawa-senyawa hasil ikatan tersebut yang dijumpai di alam ini. Ada yang tersusun atas dua unsur pembentuk, seperti NaCl, H₂O, CH₄ atau bahkan lebih dari dua unsur, misalnya H₂SO₄, Ca(OCl)₂, C₆H₁₂O₆, dan Fe(NH₄)₂SO₄. Tahukah Anda penamaan senyawa-senyawa tersebut?

Untuk dapat mengenal dan membedakan senyawa kimia, mari menyelidikinya dengan melakukan kegiatan berikut.

Selidikilah 3.1

Perbedaan Unsur Logam dan Nonlogam

Tujuan

Membuktikan perbedaan unsur logam dan unsur nonlogam dari suatu senyawa

Alat dan Bahan

Data rumus dan senyawa kimia

Langkah Kerja

1. Pelajarilah rumus dan nama kimia senyawa-senyawa berikut.

Rumus Kimia	Nama Kimia
KCl	Kalium klorida
MgCl ₂	Magnesium klorida
CO	Karbon monoksida
SO ₂	Belerang dioksida

2. Carilah unsur-unsur yang merupakan unsur logam atau unsur nonlogam.

Jawablah pertanyaan berikut untuk menarik kesimpulan.

1. Senyawa manakah yang unsur-unsur penyusunnya terdiri atas unsur logam dan unsur nonlogam?
2. Senyawa manakah yang unsur-unsur penyusunnya terdiri atas unsur nonlogam dan nonlogam?
3. Adakah hubungan antara jumlah unsur penyusun dan nama senyawa?

Diskusikan hasil yang Anda peroleh dengan teman Anda.

Apakah yang Anda peroleh dari penyelidikan di atas? Untuk mengetahui unsur-unsur penyusun dalam suatu senyawa dan bagaimana hubungan jumlah unsur penyusun dengan nama senyawa, pelajarilah penjelasan berikut.

1. Tata Nama Senyawa Biner yang Tersusun atas Unsur Logam dan Nonlogam

Suatu senyawa dapat tersusun atas dua atau lebih unsur kimia. Senyawa yang tersusun atas dua unsur kimia disebut **senyawa biner**. Bagaimana cara memberi nama senyawa biner yang dibentuk oleh satu unsur logam dan satu unsur nonlogam? Berikut tata nama senyawa biner yang tersusun atas unsur logam dan nonlogam.

- a. Tulislah nama logam tanpa modifikasi dan diikuti dengan penulisan nama unsur nonlogam melalui pencantuman akhiran "ida".
- b. Jumlah unsur yang menyusun senyawa tidak berpengaruh terhadap penamaan senyawa.

Kata Kunci

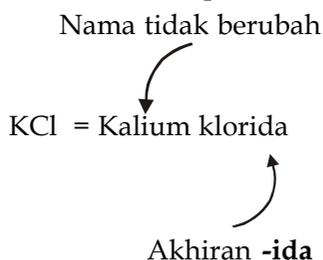
- Senyawa biner
- Unsur logam
- Unsur nonlogam

Berikut ini nama-nama kation dan anion yang sering Anda temui dalam kehidupan sehari-hari.

Tabel 3.1 Penamaan Kation dan Anion

Kation	Nama	Anion	Nama
Na ⁺	Natrium	H ⁻	Hidrida
K ⁺	Kalium	N ³⁻	Nitrida
Li ⁺	Litium	O ²⁻	Oksida
Rb ⁺	Rubidium	S ²⁻	Sulfida
Cs ⁺	Sesium	F ⁻	Fluorida
Mg ²⁺	Magnesium	Cl ⁻	Klorida
Ca ²⁺	Kalsium	Br ⁻	Bromida
Sr ²⁺	Stronsium	I ⁻	Iodida
Ba ²⁺	Barium		
Al ³⁺	Aluminium		
Zn ²⁺	Seng		
Ag ⁺	Perak		

Perhatikan contoh penamaan senyawa KCl berikut.



Senyawa KCl (kalium klorida) terdiri atas unsur kalium dan klor. Kalium bertindak sebagai kation sehingga namanya tidak diubah. Klor bertindak sebagai anion sehingga ditambahkan akhiran **-ida** yaitu klorida. Jadi, nama senyawa KCl adalah kalium klorida. Dapatkah Anda memberi nama senyawa KBr, CaCl₂, dan AgCl₂?

Agar Anda lebih memahami hal ini, pelajailah contoh soal berikut.

Contoh 3.1

Berilah nama pada senyawa berikut:

- a. NaBr c. AlCl₃
b. MgCl₂ d. Na₂S

Jawab

- a. NaBr tersusun atas kation Na⁺ (atom natrium) dan anion Br⁻ (atom brom). Nama kation sama dengan nama atomnya dan nama anion sama dengan nama atom diberi akhiran **ida** (bromida). Dengan demikian nama NaBr menjadi natrium bromida.
- b. MgCl₂ = magnesium klorida
c. AlCl₃ = aluminium klorida
d. Na₂S = natrium sulfida
e. CaF₂ = kalsium fluorida

Contoh 3.2

Tuliskanlah rumus senyawa dari nama-nama senyawa berikut:

- a. litium sulfida
b. magnesium oksida

Kata Kunci

- Anion
- Kation
- Tata nama

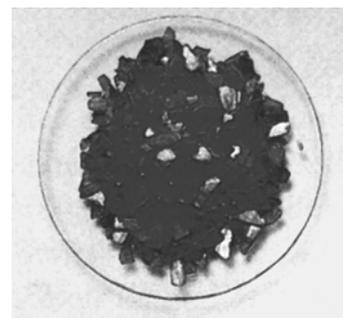
Anda Harus

Ingat

Penamaan suatu anion dari unsur nonlogam memiliki akhiran "ida".

You Must Remember

The name of anion from nonmetal element has suffix "ide".



Sumber: Chemistry (Chang), 2002

Gambar 3.1

CuSO₄ berbentuk padatan berwarna biru. Apakah nama senyawa CuSO₄?



- c. barium iodida
- d. aluminium hidrida
- e. seng klorida
- f. kalium iodida

Jawab

- a. litium = Li^+
sulfida = S^{2-} } Li_2S
- b. magnesium = Mg^{2+}
oksida = O^{2-} } MgO
- c. barium = Ba^{2+}
iodida = I^- } BaI_2
- d. aluminium = Al^{3+}
hidrida = H^- } AlH_3
- e. seng = Zn^{2+}
klorida = Cl^- } ZnCl_2
- f. kalium = K^+
iodida = I^- } KI

Kata Kunci

- Senyawa kovalen biner
- Senyawa poliatom

Tantangan Kimia

Tuliskan contoh-contoh senyawa biner dan senyawa kovalen biner beserta tata nama senyawanya. Carilah informasi mengenai senyawa-senyawa tersebut dari berbagai literatur. Diskusikanlah bersama teman Anda.

2. Tata Nama Senyawa Biner yang Tersusun atas Nonlogam dan Nonlogam

Senyawa biner dari nonlogam dan nonlogam disebut dengan senyawa kovalen biner. Cara penamaan senyawa kovalen biner adalah sama seperti senyawa ion, yaitu diberi akhiran "ida". Jika pasangan unsur hanya membentuk satu jenis senyawa, angka indeks (jumlah atom) tidak perlu disebutkan.

Contoh:

HCl = hidrogen klorida

Beberapa pasang unsur dapat pula membentuk lebih dari satu senyawa biner. Penamaan senyawa harus disebutkan jumlah atomnya dalam angka latin dengan indeks dalam bahasa Yunani.

1 = mono-	6 = heksa-
2 = di-	7 = hepta-
3 = tri-	8 = okta-
4 = tetra-	9 = nona-
5 = penta-	10 = deka-

Indeks angka satu untuk unsur pertama umumnya tidak pernah disebutkan.

Contoh:

- CO = karbon monoksida
- CO_2 = karbon dioksida
- N_2O_3 = dinitrogen trioksida
- N_2O_5 = dinitrogen pentoksida
- HBr = hidrogen bromida
- HF = hidrogen fluorida
- CS_2 = karbon disulfida

Untuk lebih jelasnya, perhatikanlah beberapa contoh penamaan senyawa berikut.

Contoh 3.3

Berilah nama pada senyawa-senyawa berikut:

- a. SO_2 c. CCl_4
 b. SO_3 d. N_2O_4

Jawab

- a. SO_2 tersusun atas satu atom belerang dan dua atom oksigen sehingga namanya menjadi belerang **dioksida** (indek angka satu unsur pertama tidak disebutkan)

Dengan menggunakan cara yang sama diperoleh:

- b. SO_3 = belerang trioksida
 c. CCl_4 = karbon tetraklorida
 d. N_2O_4 = dinitrogen tetraoksida

Contoh 3.4

Tuliskan rumus kimia dari nama-nama senyawa berikut:

- a. boron triklorida
 b. belerang heksafluorida
 c. dinitrogen pentoksida
 d. disulfur diklorida

Jawab

- a. boron triklorida berarti tersusun dari satu atom boron dan tiga atom klor sehingga rumus kimianya sama dengan BCl_3

Dengan menggunakan cara yang sama diperoleh:

- b. belerang heksafluorida = SF_6
 c. dinitrogen pentoksida = N_2O_5
 d. disulfur diklorida = S_2Cl_2

3. Tata Nama Senyawa Poliatom

Senyawa poliatom dibentuk oleh lebih dari dua atom yang berbeda. Pada umumnya senyawa ini dibentuk oleh ion-ion poliatomik. Ion-ion poliatomik itu sendiri adalah ion-ion yang terdiri atas dua atom atau lebih yang terikat bersama, umumnya dijumpai tersusun atas unsur-unsur nonlogam. Sejumlah ion poliatomik dapat Anda lihat pada **Tabel 3.2**.

Tabel 3.2 Rumus dan Nama Ion-Ion Poliatomik

Ion	Nama Ion	Ion	Nama Ion
NH_4^+	Amonium	CO_3^{2-}	Karbonat
OH^-	Hidroksida	HCO_3^-	Hidrogen karbonat (bikarbonat)
CN^-	Sianida	SO_3^{2-}	Sulfit
NO_2^-	Nitrit	HSO_3^-	Hidrogen sulfit (bisulfit)
NO_3^-	Nitrat	SO_4^{2-}	Sulfat
ClO^-	Hipoklorit	SCN^-	Tiosianat
ClO_2^-	Klorit	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	Tiosulfat
ClO_3^-	Klorat	CrO_4^{2-}	Kromat
ClO_4^-	Perklorat	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	Dikromat
MnO_4^-	Permanganat	PO_4^{3-}	Fosfat
$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$	Asetat	HPO_4^{2-}	Monohidrogen fosfat
$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	Oksalat	H_2PO_4^-	Dihidrogen fosfat

Kupas Tuntas

Di antara senyawa-senyawa berikut yang disebut natrium klorit adalah

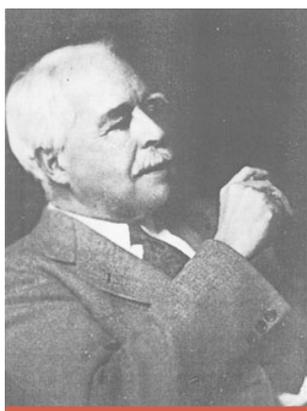
- A. NaClO_4
 B. NaClO_3
 C. NaClO_2
 D. NaClO
 E. NaCl

Pembahasan

NaClO : natrium hipoklorit
 NaClO_4 : natrium klorat
 NaClO_3 : natrium klorat
 NaClO_2 : natrium perklorat
 Jadi, natrium klorit memiliki rumus molekul (B) NaClO_2

SIPENMARU 1986

Legenda Kimia



Gilbert Newton Lewis (1875–1946) lahir di Weymouth, Massachusetts dan meninggal di Berkeley, California. Dia adalah seorang kimiawan besar. Selama hidupnya, Lewis bekerja keras demi memberikan sumbangan pada ilmu Kimia. Sumbangannya yang besar dalam ilmu Kimia terutama pada ikatan kimia, termodinamika, asam dan basa, serta spektroskopi.

Sumber: *Organic chemistry*, 1996



Sumber: Dokumentasi penerbit

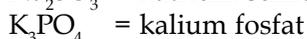
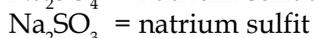
Gambar 3.2

Produk pemutih pakaian mengandung senyawa natrium hipoklorit. Apakah rumus kimia senyawa tersebut?

Beberapa catatan aturan.

- Anion poliatomik umumnya lebih banyak dibandingkan kation poliatomik. Suatu kation poliatomik yang umum dijumpai adalah NH_4^+ .
- Hanya sedikit anion poliatomik yang memiliki nama dengan akhiran "ida". Hanya OH^- (ion hidroksida) dan CN^- (ion sianida). Sedangkan yang lainnya lebih banyak berakhiran "it" dan "at" dan ada juga berawalan "hipo" dan "per".
- Nama anion beroksigen diberi akhiran "at" (untuk atom oksigen lebih banyak) dan "it" (untuk atom oksigen lebih sedikit).

Contoh:



- Nama senyawa ion poliatomik adalah gabungan nama kation, nama anion dan angka indeks tidak disebutkan. Senyawa ion bersifat netral, jumlah muatan positif sama dengan jumlah muatan negatif.

Contoh:

Senyawa ion poliatom dari K^+ dengan OH^- : KOH (kaliun hidroksida)

Senyawa ion poliatom dari Mg^{2+} dengan NO_3^- : $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ (magnesium nitrat)

Senyawa ion poliatom dari Al^{3+} dengan SO_4^{2-} : $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (aluminium sulfat)

Jika membentuk lebih dari dua anion, tata nama senyawanya sebagai berikut.

Ca^{2+} dengan ClO^- : $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ (kalsium hipoklorit)

Ca^{2+} dengan ClO_2^- : $\text{Ca}(\text{ClO}_2)_2$ (kalsium klorit)

Ca^{2+} dengan ClO_3^- : $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$ (kalsium klorat)

Ca^{2+} dengan ClO_4^- : $\text{Ca}(\text{ClO}_4)_2$ (kalsium perklorat)

Contoh 3.5

Tuliskanlah rumus senyawa ion poliatom dan beri nama dari gabungan ion berikut:

- ion K^+ dan ion CN^-
- ion NH_4^+ dan ion Cl^-
- ion Mg^{2+} dan ion OH^-
- ion Na^+ dan ion CO_3^{2-}
- ion Ca^{2+} dan ion PO_4^{3-}

Jawab

Senyawa ion bersifat netral, sehingga:

- 1 ion K^+ dengan 1 ion CN^- = KCN kaliun sianida
- 1 ion NH_4^+ dengan 1 ion Cl^- = NH_4Cl amonium klorida
- 1 ion Mg^{2+} dengan 2 ion OH^- = $\text{Mg}(\text{OH})_2$ magnesium hidroksida
- 2 ion Na^+ dengan 1 ion CO_3^{2-} = Na_2CO_3 natrium karbonat
- 3 ion Ca^{2+} dengan 2 ion PO_4^{3-} = $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ kaliun fosfat

Contoh 3.6

Tuliskanlah rumus senyawa ion dari nama-nama senyawa berikut:

- seng nitrat
- kalsium sulfat
- magnesium fosfat
- natrium oksalat
- tembaga(II) nitrat

Jawab

Senyawa ion bersifat netral, sehingga:

- seng: Zn^{2+} , nitrat: $\text{NO}_3^- = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2$
- kalsium: Ca^{2+} , sulfat: $\text{SO}_4^{2-} = \text{CaSO}_4$
- magnesium: Mg^{2+} , fosfat: $\text{PO}_4^{3-} = \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$
- natrium: Na^+ , oksalat: $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} = \text{Na}_2(\text{C}_2\text{O}_4)$
- tembaga(II): Cu^{2+} , nitrat: $\text{NO}_3^- = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

4. Tata Nama Asam

Asam adalah senyawa kovalen yang terdiri atas ion H^+ (sebagai kation) dan suatu anion. Penamaan asam didahului dengan kata asam yang diikuti nama anion.

Contoh:

HBr = asam bromida

H_2SO_4 = asam sulfat

HNO_3 = asam nitrat

Contoh 3.7

Tentukanlah nama asam berikut:

- HCl
- HCN
- H_2S
- H_2CO_3
- H_3PO_4
- CH_3COOH

Jawab

- HCl = asam klorida
- HCN = asam sianida
- H_2S = asam sulfida
- H_2CO_3 = asam karbonat
- H_3PO_4 = asam fosfat
- CH_3COOH = asam asetat

5. Tata Nama Basa

Pada umumnya basa adalah senyawa ion dari logam dengan ion OH^- . Penamaannya diawali dengan menyebutkan ion logam dan diikuti dengan hidroksida.

Contoh:

KOH = kalium hidroksida

$\text{Mg}(\text{OH})_2$ = magnesium hidroksida

$\text{Fe}(\text{OH})_2$ = besi(II) hidroksida

Contoh 3.8

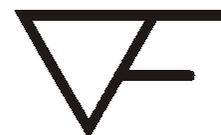
Tentukan nama basa berikut:

- NaOH
- $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- $\text{Al}(\text{OH})_3$
- $\text{Zn}(\text{OH})_2$
- $\text{Ba}(\text{OH})_2$

Fakta

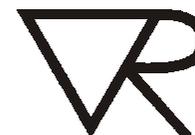
Kimia

Lambang dan Nama Senyawa Asam pada Era Alkimia



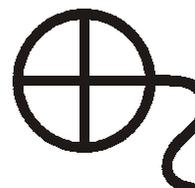
Aqua Fortis

Saat ini, aqua fortis dikenal dengan nama asam nitrat. Asam nitrat bereaksi dengan kebanyakan logam, tetapi tidak bereaksi dengan logam emas.



Aqua Regia

Campuran yang terdiri atas asam nitrat dan asam sulfat dengan perbandingan (1 : 3) disebut juga "air raja" karena dapat melarutkan logam emas.



Oil of Vitriol

Dibuat dengan cara mendistilasi besi sulfat. *Oil of vitriol* sekarang dikenal dengan nama asam sulfat yang memiliki tingkat keasaman paling kuat.

Kata Kunci

- Asam
- Hidroksida
- Ion Poliatomik



Jawab

- NaOH = natrium hidroksida
- Ca(OH)₂ = kalsium hidroksida
- Al(OH)₃ = aluminium hidroksida
- Zn(OH)₂ = seng hidroksida
- Ba(OH)₂ = barium hidroksida

Soal Penguasaan Materi 3.1

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

- Tuliskanlah lambang unsur atau rumus molekul materi berikut:
 - perak
 - emas
 - garam dapur
 - air
 - kalium permanganat
 - kalium tiosianat
 - asam dikromat
 - amonium hidroksida
- Tuliskanlah nama-nama senyawa biner dan poliatomik berikut:
 - NaOH
 - AlCl₃
 - BF₃
 - Al₂(SO₄)₃
 - KClO₃
 - (NH₄)₂SO₄

B Persamaan Reaksi Kimia

Setelah Anda memahami tata nama berbagai senyawa kimia, tentunya akan ada banyak hasil produk jika senyawa kimia tersebut direaksikan satu sama lain. Bagaimana cara penulisan suatu reaksi kimia? Apa yang dimaksud dengan persamaan reaksi kimia? Anda akan memahaminya setelah mempelajari penjelasan berikut.

1. Pengertian Persamaan Reaksi Kimia

Suatu persamaan reaksi kimia dapat ditulis dengan dua cara, yaitu persamaan perkataan dan persamaan simbol. Persamaan perkataan adalah persamaan kimia yang memberi nama pereaksi-pereaksi dan nama hasil reaksinya, misalnya hidrogen bereaksi dengan oksigen menghasilkan air.



Persamaan simbol adalah suatu singkatan dalam menguraikan suatu reaksi kimia. Simbol ini menggunakan rumus kimia dari pereaksi-pereaksi dan hasil reaksi, serta menggunakan tanda tambah (+) dan tanda panah (→). Persamaan reaksi ini menggambarkan hubungan zat-zat yang terlibat sebelum dan sesudah reaksi, baik secara kualitatif maupun secara kuantitatif.

2. Menulis Persamaan Reaksi Kimia

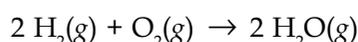
Dalam mempelajari kimia, diperlukan suatu persamaan reaksi kimia sebagai simbol adanya suatu reaksi kimia. Penulisan persamaan reaksi membutuhkan aspek kuantitatif dan aspek kualitatif.

Kata Kunci

- Hasil reaksi
- Persamaan reaksi kimia
- Pereaksi

- a. Aspek kuantitatif diperlukan dalam menyetarakan koefisien pereaksi dan hasil reaksi berdasarkan hukum kekekalan massa, yaitu jumlah massa sebelum reaksi sama dengan jumlah massa sesudah reaksi. Dengan demikian, reaksi dapat menunjukkan jumlah setiap zat yang terlibat dalam reaksi. Satu mol adalah banyaknya zat yang mengandung partikel-partikel zat itu sebanyak atom yang terkandung dalam 12 gram ^{12}C sebanyak $6,023 \times 10^{23}$ (tetapan Avogadro). Anda akan mempelajari konsep mol lebih mendalam pada Bab 4.

Contoh persamaan reaksi antara hidrogen dan oksigen sebagai berikut.



Persamaan reaksi kimia tersebut menunjukkan bahwa “2 mol hidrogen bereaksi dengan 1 mol oksigen menghasilkan 2 mol air”.

- b. Aspek kualitatif diperlukan dalam memberi tanda (simbol) sifat fisik dari pereaksi-pereaksi dan hasil reaksi, yaitu:

- 1) untuk zat padatan diberi simbol *solid* (s);
- 2) untuk zat cair diberi simbol *liquid* (l);
- 3) untuk zat bentuk gas diberi simbol *gases* (g); dan
- 4) untuk zat larutan diberi simbol *aqueous* (aq).

Langkah-langkah penulisan suatu persamaan reaksi dapat ditulis sebagai berikut.

Misalkan dari persamaan perkataan:

klorin + kalium bromida \rightarrow kalium klorida + bromin

Tabel 3.3 Langkah-Langkah Penulisan Persamaan Reaksi Kimia

No.	Langkah-Langkah	Hasil
1	Tentukan rumus kimia dari pereaksi dan hasil reaksi	pereaksi = Cl_2 ; KBr hasil reaksi = KCl; Br_2
2	Tuliskan persamaan reaksinya	$\text{Cl}_2 + \text{KBr} \rightarrow \text{KCl} + \text{Br}_2$
3	Hitung jumlah atom setiap unsur	$\left. \begin{array}{l} \text{atom Cl} = 2 \\ \text{atom K} = 1 \\ \text{atom Br} = 1 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{sebelah kiri} \\ \text{(pereaksi)} \end{array}$ $\left. \begin{array}{l} \text{atom Cl} = 1 \\ \text{atom K} = 1 \\ \text{atom Br} = 2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{sebelah kanan} \\ \text{(hasil reaksi)} \end{array}$
4	Setarakan jumlah atom setiap unsur pereaksi (kiri) dan hasil reaksi (kanan).	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah atom Cl disetarakan terlebih dahulu dengan menulis 2 di depan KCl: $\text{Cl}_2 + \text{KBr} \rightarrow 2 \text{KCl} + \text{Br}_2$ • Jumlah atom Br selanjutnya disetarakan dengan menulis 2 di depan KBr: $\text{Cl}_2 + 2 \text{KBr} \rightarrow 2 \text{KCl} + \text{Br}_2$
5	Tuliskan tanda keadaan fisik dari setiap senyawa.	$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2 \text{KBr}(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{KCl}(\text{aq}) + \text{Br}_2(\text{l})$

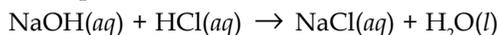
Tantangan Kimia

Carilah informasi mengenai reaksi korosi pada besi dari berbagai literatur. Kemudian, tuliskanlah persamaan reaksi kimianya. Diskusikanlah bersama teman Anda.

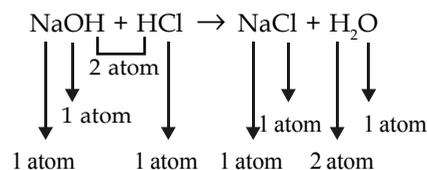


Contoh 3.9

Setarakan persamaan reaksi berikut.



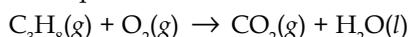
Jawab



Persamaan reaksi ini sudah setara sehingga koefisiennya tidak berubah.

Contoh 3.10

Setarakan persamaan reaksi berikut.



Jawab

Atom C dan atom H harus disetarakan terlebih dahulu, kemudian setarakan atom O.

Jumlah atom di kiri:

$$\text{C} = 3$$

$$\text{H} = 8$$

$$\text{O} = 2$$

Jumlah atom di kanan:

$$\text{C} = 1$$

$$\text{H} = 2$$

$$\text{O} = 3$$

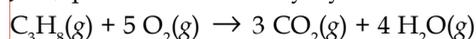
Jumlah atom C di kanan dikalikan 3 sehingga menjadi 3 CO₂

Jumlah atom H di kanan dikalikan 4 sehingga menjadi 4 H₂O

Jumlah atom O di kanan menjadi 10 sehingga jumlah atom O di kiri harus dikalikan

5 menjadi 5 O₂ sehingga jumlah atom O menjadi 10.

Jadi, persamaan reaksinya yaitu:



Anda Harus Ingat

Jumlah atom-atom pereaksi dan hasil reaksi harus setara dalam suatu persamaan reaksi kimia.

You Must Remember

Reactant atoms must have the same number with product atoms in a chemical equations.

Buktikanlah oleh Anda

Dalam kehidupan sehari-hari, banyak terjadi reaksi-reaksi kimia, seperti terbentuknya asap knalpot dan kembang api. Buatlah tulisan mengenai reaksi-reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari beserta tata nama senyawa dan persamaan reaksinya. Dapatkan informasinya sebanyak mungkin dari berbagai media massa dan literatur.

Kerjakan secara berkelompok dan presentasikan hasilnya di depan kelas.

Contoh 3.11

Setarakan persamaan reaksi berikut.



Kemudian, beri tanda (simbol) sesuai keadaan fisiknya.

Jawab

Jumlah atom di kiri:

$$\text{Ca} = 1$$

$$\text{C} = 1$$

$$\text{O} = 3$$

$$\text{H} = 1$$

$$\text{Cl} = 1$$

Jumlah atom di kanan:

$$\text{Ca} = 1$$

$$\text{C} = 1$$

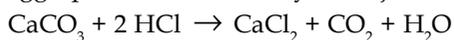
$$\text{O} = 3$$

$$\text{H} = 2$$

$$\text{Cl} = 2$$

Dalam persamaan reaksi yang belum setara terlihat bahwa jumlah atom di kiri dan jumlah atom di kanan berbeda, yaitu pada jumlah atom H dan atom Cl.

Jumlah atom H dan Cl di kiri dikalikan 2 sehingga menjadi 2 HCl. Sehingga persamaan reaksinya menjadi



CaCO_3 = padatan (s)

HCl = larutan (aq)

CaCl_2 = larutan (aq)

CO_2 = gas (g)

H_2O = cairan (l)

Jadi, persamaan reaksi yang menggunakan simbol fisik adalah:



Soal Penguasaan Materi 3.2

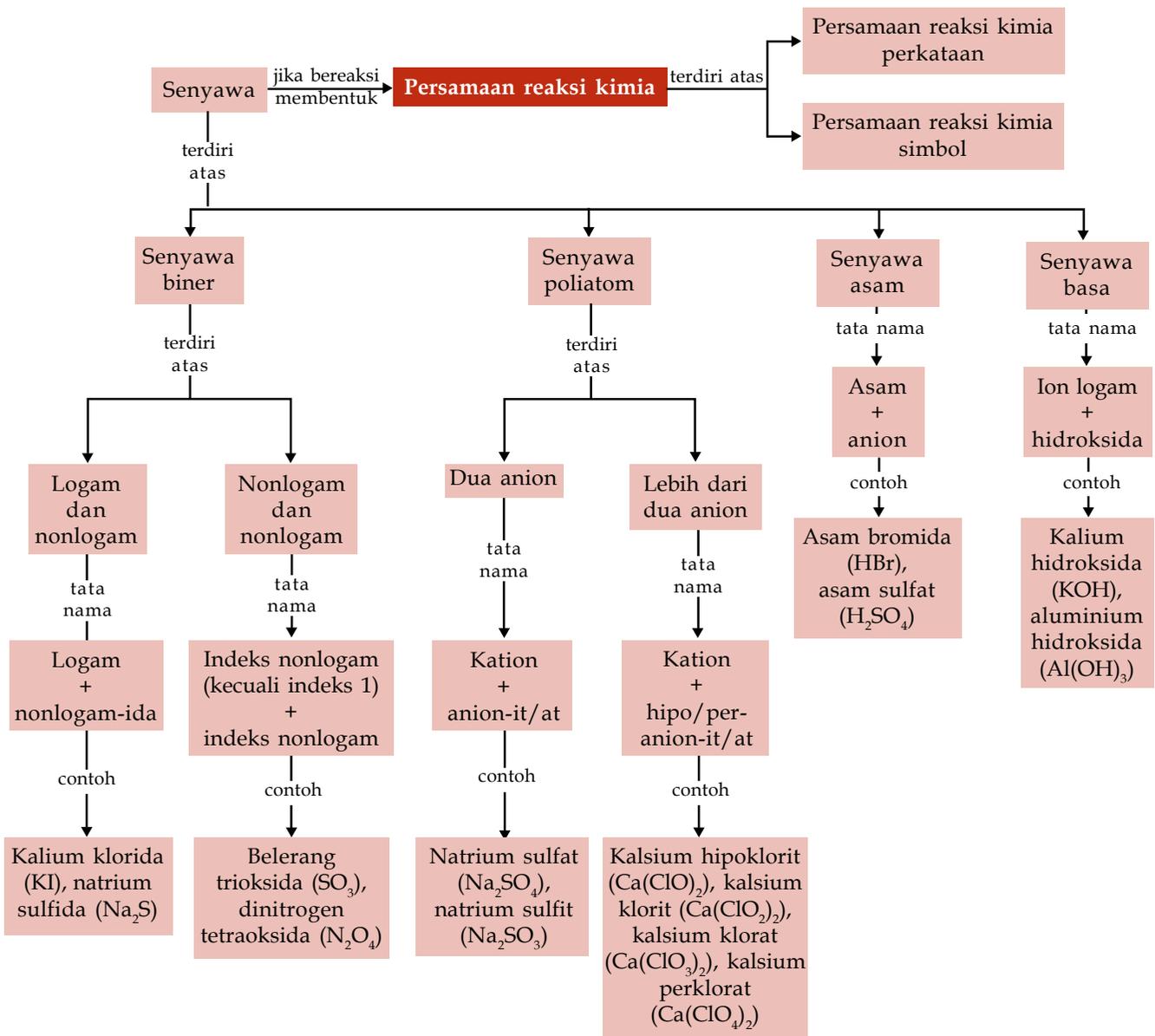
Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Setarakan persamaan-persamaan reaksi berikut.
 - a. $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 - b. $\text{Fe}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{FeO}(\text{s})$
 - c. $\text{KClO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{KCl}(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g})$
 - d. $\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 - e. $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
2. Setarakan dan beri simbol wujud zat yang terdapat dalam persamaan-persamaan reaksi berikut.
 - a. $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$
 - b. $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 - c. $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

Rangkuman

1. Tata nama senyawa anorganik dan organik dikelompokkan sebagai berikut.
 - a. Senyawa biner yang tersusun atas unsur logam dan nonlogam. Senyawa ditulis tanpa perubahan, sedangkan nama nonlogamnya ditambah akhiran "-ida". Contohnya, senyawa NaBr dinamakan natrium bromida.
 - b. Senyawa biner yang tersusun atas unsur nonlogam dan nonlogam. Penamaan senyawa ditulis dengan mencantumkan indeks satu. Contohnya, senyawa N_2O_3 dinamakan dinitrogen trioksida.
 - c. Senyawa poliatom
Senyawa poliatom dibentuk oleh lebih dari dua atom yang berbeda. Asam poliatom dengan oksida nonlogam berbiloks kecil ditambah *it* di akhir kata dan *at* untuk yang berbiloks besar. Contohnya, asam sulfat (H_2SO_4) dan asam sulfat (H_2SO_3).
 - d. Senyawa asam
Penamaan asam didahului kata asam kemudian dengan nama anion. Contohnya senyawa HBr dinamakan asam bromida.
 - e. Senyawa basa
Penamaan basa dimulai dengan menyebutkan ion logam, kemudian diikuti dengan hidroksida. Contohnya senyawa KOH dinamakan kalium hidroksida.
2. Persamaan kimia dapat ditulis dengan dua cara, yaitu persamaan perkataan dan persamaan simbol.

Peta Konsep



Kaji Diri

Bagaimana pendapat Anda setelah mempelajari materi **Tata Nama Senyawa dan Persamaan Reaksi**? Tidak sulit, bukan? Banyak hal menarik tentang materi Tata Nama Senyawa dan Persamaan Reaksi ini. Misalnya, mengetahui cara penamaan suatu senyawa anorganik.

Tujuan Anda mempelajari bab ini adalah agar Anda dapat mendeskripsikan tata nama senyawa anorganik dan organik

se sederhana serta persamaan reaksinya. Apakah Anda dapat mencapai tujuan tersebut? Jika Anda mengalami kesulitan dalam mempelajari materi tertentu pada bab ini, bertanyalah kepada guru kimia Anda. Anda pun dapat berdiskusi dengan teman-teman Anda. Belajarlah dengan baik dan pastikanlah Anda menguasai materi ini.

Evaluasi Materi Bab 3

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan kerjakanlah pada buku latihan Anda.

- Nama senyawa K_2O adalah
 - dikalium oksida
 - kalium dioksida
 - kalium oksida
 - kalsium oksida
 - dikalsium oksida
- Rumus senyawa aluminium klorida adalah
 - $AlCl$
 - $AlCl_2$
 - $AlCl_3$
 - Al_3Cl
 - Al_2Cl
- Nama senyawa CuS adalah
 - tembaga sulfur
 - tembaga(I) sulfida
 - tembaga(II) sulfida
 - tembaga sulfat
 - tembaga sulfit
- Nama yang benar P_2O_3 adalah
 - fosfor oksida
 - difosfor trioksida
 - fosfor trioksida
 - difosfor trioksigen
 - fosfor trioksigen
- Senyawa dinitrogen tetraoksida memiliki rumus
 - NO_4
 - N_2O_4
 - N_4O_2
 - Ni_2O_4
 - Ni_2O
- Rumus garam yang benar apabila ion kalsium bergabung dengan anion sulfat
 - $CaSO_4$
 - Ca_2SO_4
 - $CaSO_3$
 - $Ca_2(SO_4)_2$
 - $Ca_2(SO_3)_2$
- Rumus senyawa yang mungkin berdasarkan tabel kation dan anion berikut:

Kation	Anion
K^+	NO_3^-
Mg^{2+}	CO_3^{2-}
Al^{3+}	PO_4^{3-}

- KCO_3
 - $MgNO_3$
 - $AlPO_4$
 - K_2NO_3
 - $Mg_2(PO_4)_3$
- Berikut ini tata nama yang benar, *kecuali*
 - $NaClO$ = natrium hipoklorit
 - $NaClO_3$ = natrium klorat
 - $KClO_2$ = kalium klorit
 - $KClO_4$ = kalium perklorat
 - $Mg(ClO_2)_2$ = magnesium klorat
 - Rumus asam fosfat yang tepat adalah
 - H_2PO_4
 - H_3PO_4
 - H_2PO_3
 - H_3PO_3
 - HPO_4

- Jika ion-ion Zn^{2+} , Ba^{2+} , dan Al^{3+} membentuk basa bergabung dengan ion hidroksida (OH^-), rumus basa yang benar adalah
 - $ZnOH$
 - $BaOH$
 - $Al(OH)_3$
 - Ba_2OH
 - Zn_2OH
- Persamaan reaksi berikut yang setara adalah
 - $Fe(s) + HCl(aq) \rightarrow FeCl_2(aq) + H_2(g)$
 - $SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow SO_3(g)$
 - $CuO(s) + 2H_2(g) \rightarrow Cu(s) + H_2O(g)$
 - $Na(s) + H_2O(l) \rightarrow NaOH(aq) + H_2(g)$
 - $Zn(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + H_2(g)$
- Reaksi pembakaran pirit adalah sebagai berikut.
 $2FeS_2 + aO_2 \rightarrow 2FeO + bSO_2$
 Koefisien untuk a dan b adalah
 - $a = 3; b = 2$
 - $a = 3; b = 3$
 - $a = 4; b = 3$
 - $a = 4; b = 5$
 - $a = 5; b = 4$
- Reaksi pembakaran gas asetilen adalah
 $2C_2H_2 + aO_2 \rightarrow bCO_2 + cH_2O$. Koefisien untuk a , b , dan c adalah
 - $a = 3; b = 2; c = 3$
 - $a = 2; b = 2; c = 2$
 - $a = 5; b = 3; c = 2$
 - $a = 5; b = 4; c = 2$
 - $a = 4; b = 5; c = 4$
- $aCu + bHNO_3 \rightarrow cCu(NO_3)_2 + dH_2$
 Koefisien a , b , c , dan d agar reaksi tersebut setara adalah
 - 2, 1, 1, 1
 - 1, 2, 1, 1
 - 1, 1, 1, 2
 - 1, 2, 1, 2
 - 2, 1, 2, 1
- Reaksi amonium fosfat dengan kalium hidroksida membentuk kalium fosfat dan amonium hidroksida. Reaksi yang benar adalah
 - $(NH_4)_4(aq) + PO_4(aq) + KOH(aq) \rightarrow K_4(PO_4)_3(aq) + NH_4OH(aq)$
 - $(NH_4)_3PO_4(aq) + 3KOH(aq) \rightarrow 3NH_4OH(aq) + 3KPO_4(aq)$
 - $(NH_4)_3PO_4(aq) + 3KOH(aq) \rightarrow 3NH_4OH(aq) + K_3PO_4(aq)$
 - $K_3PO_4(aq) + 3KOH(aq) \rightarrow K_3PO_4(aq) + 3NH_4OH(aq)$
 - $K_3PO_4(aq) + KOH(aq) \rightarrow K_4(PO_4)_3(aq) + NH_4OH(aq)$



B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar:

- Tentukan nama senyawa-senyawa berikut.
 - Na_2S
 - MgCl_2
 - AlBr_3
 - ZnO
 - Cu_2O
- Tuliskan nama senyawa-senyawa berikut.
 - CO
 - CO_2
 - PCl_5
 - N_2O_3
 - SO_3
- Tuliskan rumus senyawa-senyawa berikut.
 - Kalium iodida
 - Litium oksida
 - Kalsium sulfida
 - Natrium bromida
 - Tembaga(I) klorida
 - Besi(II) sulfida
- Tuliskan rumus senyawa-senyawa berikut.
 - Belerang dioksida
 - Karbon disulfida
 - Silikon dioksida
 - Karbon tetraklorida
 - Fosfor triklorida
 - Nitrogen monoksida
- Beri nama asam-asam berikut.
 - HI
 - HNO_2
 - H_2SO_3
 - H_2CO_3
 - H_3PO_3
- Tuliskan rumus kimia asam-asam berikut.
 - Asam klorida
 - Asam bromida
 - Asam nitrat
 - Asam sulfat
 - Asam fosfat
- Tuliskan rumus kimia basa-basa berikut.
 - Natrium hidroksida
 - Kalsium hidroksida

- Magnesium hidroksida
 - Amonium hidroksida
 - Aluminium hidroksida
8. Dari data kation dan anion berikut.

Anion \ Kation	Br^-	NO_3^-	SO_3^{2-}	PO_4^{3-}
Na^+
NH_4^+
Ca^{2+}
Zn^{2+}
Al^{3+}

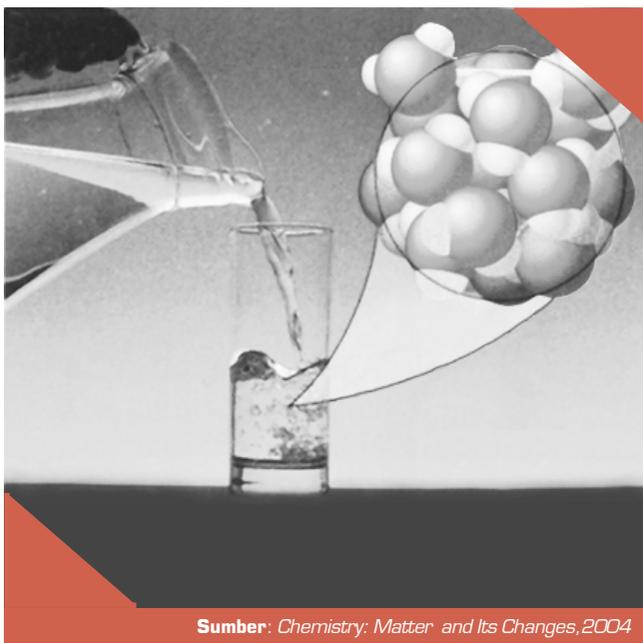
Tentukan rumus senyawa yang terbentuk dari kation dan anion tersebut.

9. Berilah nama basa-basa berikut.
- KOH
 - $\text{Ba}(\text{OH})_2$
 - $\text{Cu}(\text{OH})_2$
 - LiOH
 - $\text{Al}(\text{OH})_3$
10. Setarakan persamaan reaksi berikut.
- $\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 - $\text{HgO}(\text{s}) \rightarrow \text{Hg}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$
 - $\text{N}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{g})$
 - $\text{P}_2\text{O}_5(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq})$
 - $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 - $\text{Mg}(\text{s}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$
 - $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g})$
 - $\text{FeS}_2(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{SO}_2(\text{g})$
 - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 - $\text{Al}(\text{s}) + 2\text{KOH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{KAlO}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$
 - $3\text{Cu}(\text{s}) + \text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{NO}(\text{g})$
 - $\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$
 - $\text{Ag}(\text{s}) + \text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{AgNO}_3(\text{s}) + \text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Soal Tantangan

- Kelompokkanlah senyawa-senyawa berikut ke dalam: NaBr , HCl , H_3PO_4 , N_2O_3 , Li_2S , CO_2 , KI , HSCN , dan $\text{Zn}(\text{OH})_2$.
 - Senyawa biner logam-nonlogam
 - Senyawa biner nonlogam-nonlogam
 - Senyawa poliatom
 - Senyawa asam
 - Senyawa basa
- Perhatikan dua reaksi berikut.
 - $\text{CuCO}_3(\text{s}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 - $\text{AgNO}_3(\text{aq}) + \text{NaCl}(\text{s}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s}) + \text{NaNO}_3(\text{aq})$Manakah persamaan reaksi yang sudah benar?





Sumber: *Chemistry: Matter and Its Changes, 2004*

4

B a b 4

Perhitungan Kimia

Pada bab ini, Anda akan diajak untuk dapat memahami hukum-hukum dasar kimia dan penerapannya dalam perhitungan kimia (stoikiometri), dengan cara membuktikan dan mengomunikasikan berlakunya hukum-hukum dasar kimia melalui percobaan serta menerapkan konsep mol dalam menyelesaikan perhitungan kimia.

Seringkali kita mengamati adanya keteraturan yang diperoleh dari hasil eksperimen. Keteraturan ini dapat diungkapkan dalam pernyataan singkat yang disebut hukum. Untuk menjelaskan dasar hukum, seorang ilmuwan menyusun teori. Teori merupakan penuntun dalam melakukan eksperimen baru yang menghasilkan fakta baru, hukum baru, dan akhirnya teori baru. Urutan ini terulang terus-menerus sehingga pengertian ilmu pengetahuan semakin bertambah untuk perkembangan sains dan teknologi. Apakah yang mendasari teori dan dasar hukum dalam ilmu Kimia?

Perhatikanlah air di sekitar Anda, suatu zat sederhana dalam kehidupan sehari-hari. Mengapa air memiliki rumus molekul H_2O ? Air terdiri atas unsur hidrogen dan oksigen dengan perbandingan tertentu. Berapakah jumlah molekul uap air yang terbentuk dari pembakaran gas metana oleh oksigen? Perhitungan jumlah pereaksi yang diperlukan dan jumlah produk yang dihasilkan memerlukan suatu perhitungan kimia yang tepat. Dalam bab ini, Anda akan mempelajari hukum-hukum dasar perhitungan kimia untuk lebih memahaminya.

- A. Hukum-Hukum Dasar Kimia**
- B. Penerapan Hukum Gay Lussac**
- C. Penerapan Hipotesis Avogadro**
- D. Konsep Mol**
- E. Hubungan Mol, Jumlah Partikel, Massa Zat, dan Volume Zat**
- F. Penentuan Rumus Kimia, Kadar Zat dalam Senyawa, dan Pereaksi Pembatas**

Soal Pramateri

1. Berapakah jumlah hidrogen dan oksigen yang diperlukan untuk membentuk molekul air?
2. Bagaimanakah bunyi Hukum Lavoisier, Hukum Proust, dan Hukum Dalton?
3. Apakah pengertian dari satu mol zat?

A Hukum-Hukum Dasar Kimia

Ilmu Kimia senantiasa berkembang seiring penguasaan manusia terhadap teknologi. Melalui serangkaian eksperimen dan pengamatan, para ahli kimia mengemukakan teori-teori tentang perhitungan zat. Setelah melalui pengujian dan pembuktian, teori-teori ini akhirnya dijadikan hukum dasar kimia. Apa saja yang termasuk hukum dasar kimia? Siapa yang mengajukan teori tersebut? Untuk memahami hukum-hukum dasar kimia ikutilah uraian berikut.

1. Hukum Kekekalan Massa (Hukum Lavoisier)

Dalam suatu reaksi kimia, materi bisa berubah menjadi materi yang lain. Materi yang berubah dalam suatu reaksi disebut pereaksi dan materi yang terbentuk disebut hasil reaksi. Apakah terjadi perubahan massa selama perubahan materi tersebut? Selidikilah dari percobaan berikut.

Selidikilah 4.1

Hukum Lavoisier

Tujuan

Mengamati dan membuktikan reaksi kimia berdasarkan data percobaan Hukum Kekekalan Massa

Alat dan Bahan

Data percobaan

Langkah Kerja

Cermati percobaan berikut.

Reaksi $\text{Mg(s)} + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{s})$

Percobaan	Massa (g)				
	Magnesium	Klor	Magnesium Klorida	Magnesium Sisa Reaksi	Klor Sisa Reaksi
1	1,0	2,9	3,9	-	-
2	3,0	8,9	11,9	-	-
3	6,0	20	23,8	-	2,2
4	5,0	14,2	19,0	0,2	-

Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Hitunglah jumlah massa magnesium dan klor pada percobaan 1 dan bandingkan dengan jumlah massa magnesium klorida pada percobaan 1 tersebut.
2. Dengan cara yang sama seperti percobaan 1 hitunglah untuk percobaan 2.
3. Hitunglah jumlah massa magnesium dan klor yang bereaksi pada percobaan 3. Kemudian, bandingkan dengan jumlah massa magnesium klorida dan klor sisa pada percobaan 3 tersebut.
4. Hitunglah jumlah massa magnesium dan klor yang bereaksi pada percobaan 4 dan bandingkan dengan jumlah massa magnesium klorida dan magnesium sisa pada percobaan 4 tersebut.
5. Apakah jumlah massa sebelum reaksi dan sesudah reaksi pada keempat percobaan sama?

Kerjakanlah secara berkelompok dan diskusikanlah hasil yang diperoleh.

Bagaimana hasil penyelidikan Anda dari kegiatan tersebut? Bandingkanlah penyelidikan Anda dengan penjelasan berikut.

Seorang ahli kimia Prancis bernama **Anthony Laurent Lavoisier** melakukan percobaan. Ia menimbang massa zat sebelum dan setelah reaksi pemanasan oksida raksa secara teliti, ternyata terjadi pengurangan massa

Kata Kunci

- Hukum Kekekalan Massa
- Hukum Lavoisier

oksida raksa. Menurut Lavoisier, ketika oksida raksa dipanaskan menghasilkan gas oksigen, massa dari oksida raksa berkurang. Lavoisier juga membuktikan kebalikannya, jika sebuah logam dipanaskan di udara, massanya akan bertambah sesuai dengan jumlah oksigen yang diambilnya dari udara. Kesimpulan Lavoisier ini dikenal dengan nama Hukum Kekekalan Massa.

Pada setiap reaksi kimia, massa zat-zat yang bereaksi adalah sama dengan massa produk reaksi.

Hukum ini dapat juga diungkapkan sebagai berikut:

Materi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan.

Dalam setiap reaksi kimia tidak dapat dideteksi perubahan massa.

Contoh 4.1

Unsur hidrogen dan oksigen bereaksi membentuk air (H_2O) dengan perbandingan 1 : 8. Jika diketahui massa hidrogen yang bereaksi 10 gram, hitunglah berapa massa air yang dihasilkan.

Jawab

massa H : massa O = 1 : 8

massa hidrogen yang bereaksi = 10 gram

sehingga perbandingannya 10 gram : massa O = 1 : 8

$$\text{massa O} = \frac{8}{1} \times 10 \text{ gram} = 80 \text{ gram}$$

Jadi, massa air yang dihasilkan = 10 gram + 80 gram = **90 gram**.

Buktikanlah oleh Anda

Hukum Lavoisier tentang kekekalan massa secara efektif dapat ditunjukkan dengan membandingkan massa zat sebelum dan sesudah eksperimen.

Jika buah pir dimasukkan ke dalam suatu wadah yang kedap udara kemudian dibiarkan selama beberapa hari, massa dari buah pir akan berkurang dari massa buah pir sebelum dibiarkan selama beberapa hari.

Bersama kelompok Anda buktikanlah hal tersebut di rumah dengan membandingkan massa buah pir sebelum dan sesudah didiamkan selama beberapa hari dalam suatu wadah. Apakah massanya berubah?

Kerjakan secara berkelompok dan presentasikan hasilnya di depan kelas.



Sumber: www.figuresphotography.nl

Anda Harus

Ingat

Senyawa yang sama dari cuplikan yang berbeda, unsur-unsurnya selalu memiliki perbandingan massa yang sama.

You Must Remember

Different samples of the same compound always contain its constituent elements in the same proportion by mass.

2. Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust)

Penguraian senyawa air (H_2O) pada sumber air seperti air hujan, air sumur, dan air sungai dapat dilakukan melalui proses elektrolisis. Bagaimanakah perbandingan dari massa dua unsur yang bersenyawa? Bagaimana pula perbandingan massa dari natrium dan klorin pada senyawa garam dapur? Selidikilah dengan menggunakan data percobaan berikut.

Hasil perhitungan menunjukkan komposisi massa tembaga dalam ketiga cuplikan itu sama (79,9%). Jadi, tiga cara pembuatan tembaga oksida ini sesuai dengan Hukum Perbandingan Tetap.

3. Hukum Kelipatan Perbandingan (Hukum Dalton)

Sebelumnya Anda telah mempelajari Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust) mengenai perbandingan dua unsur yang bersenyawa. Bagaimana dengan Hukum Kelipatan Perbandingan? Pelajari dan selidikilah data percobaan Hukum Kelipatan Perbandingan berikut.

■ Selidikilah 4.3

Pembuktian Hukum Kelipatan Perbandingan

Tujuan

Mengamati dan membuktikan berdasarkan data percobaan Hukum Kelipatan Perbandingan

Alat dan Bahan

Data percobaan

Langkah Kerja

Cermati data percobaan berikut.

Nitrogen dan oksigen dapat membentuk beberapa macam senyawa.

Senyawa	Massa Nitrogen (%)	Massa Oksigen (%)
1	63,7	36,3
2	46,7	53,3
3	36,9	...
4	30,5	...
5	...	74,1
6	...	77,4

Kata Kunci

- Hukum Dalton
- Hukum Kelipatan Perbandingan

Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Hitunglah perbandingan massa nitrogen terhadap massa oksigen pada senyawa 1 dan senyawa 2.
2. Lengkapi persentase massa oksigen pada senyawa 3 dan 4 dan hitunglah perbandingan massa nitrogen terhadap massa oksigen pada senyawa 3 dan senyawa 4 (seperti untuk senyawa 1 dan 2).
3. Lengkapi persentase massa nitrogen pada senyawa 5 dan senyawa 6 dan hitunglah perbandingan massa nitrogen terhadap massa oksigen pada senyawa 5 dan senyawa 6.
4. Hitunglah massa nitrogen dan massa oksigen senyawa 1 sampai dengan senyawa 6 jika massa nitrogen dibuat sama (1 bagian massa nitrogen) seperti tabel berikut.

Senyawa	Massa Nitrogen (%)	Massa Oksigen (%)
1	1	0,57
2	1	...
3	1	...
4	1	...
5	1	...
6	1	...

5. Hitunglah perbandingan persentase massa oksigen senyawa 1 sampai dengan senyawa 6.

Senyawa	1	2	3	4	5	6
Massa Oksigen (%)	0,57	...	...	...	...	...
Perbandingan	1	...	...	...	...	...

6. Apakah perbandingan massa oksigen merupakan bilangan sederhana?

Kerjakanlah secara berkelompok dan diskusikanlah hasil yang diperoleh.



Bagaimana penyelidikan yang Anda lakukan tersebut? Bandingkanlah hasil kegiatan Anda dengan penjelasan berikut.

Dari hasil percobaan, Dalton menyimpulkan:

Jika dua unsur dapat membentuk lebih dari satu senyawa maka perbandingan massa dari suatu unsur yang bersenyawa dengan sejumlah tertentu unsur lain merupakan bilangan yang sederhana dan bulat.

Perhatikan tabel perbandingan massa dari unsur-unsur dalam senyawa NO, N₂O, dan NO₂ berikut.

Tabel 4.1 Perbandingan Unsur Nitrogen dan Oksigen dalam Beberapa Senyawa

Senyawa	Perbandingan	
	Nitrogen	Oksigen
NO	14	16
N ₂ O	28	16
NO ₂	14	32

Dalam senyawa NO, perbandingan massa nitrogen dan massa oksigen yaitu 7 : 8. Dalam senyawa N₂O, perbandingan massa nitrogen dan massa oksigen yaitu 14 : 8, sedangkan dalam NO₂ yaitu 7 : 16.

Perbandingan massa oksigen dalam NO dan massa oksigen dalam N₂O memiliki nilai yang sama yaitu 8, sedangkan perbandingan massa nitrogen dalam NO dan nitrogen dalam N₂O berbeda.

Nitrogen (N_I) dalam NO memiliki nilai = 7
Nitrogen (N_{II}) dalam N₂O memiliki nilai = 14

Dapat disimpulkan bahwa perbandingan massa N_I dan N_{II} yaitu 7 : 14 = 1 : 2. Bagaimanakah dengan perbandingan massa oksigen dalam NO dengan massa oksigen dalam NO₂?

Kata Kunci

Perbandingan massa

Contoh 4.3

Merkuri (raksa) dan klor membentuk dua macam senyawa. Dalam satu senyawa 0,66 g merkuri bergabung dengan 0,118 g klor. Dalam senyawa yang lain 1,00 g merkuri bergabung dengan 0,355 g klor. Apakah data ini mendukung Hukum Kelipatan Perbandingan?

Jawab

Untuk memudahkan penyelesaian dapat dibuat tabel perbandingan seperti berikut.

Senyawa	Hg (g)	Cl (g)	$\frac{\text{Massa Hg}}{\text{Massa Cl}}$
I	0,669	0,188	1 : 0,176
II	1,00	0,355	1 : 0,355

Jumlah klor yang bergabung dalam 1 g merkuri berbanding sebagai 0,176 : 0,355 atau 1 : 2.

Dari hasil tersebut terlihat bahwa perbandingan massa klor yang bergabung dengan merkuri merupakan bilangan bulat yang sederhana. Dengan demikian, data tersebut mendukung Hukum Kelipatan Perbandingan.

4. Hukum Perbandingan Volume (Hukum Gay Lussac)

Telah banyak ilmuwan sebelum **Gay Lussac** yang menemukan bahwa gas hidrogen bereaksi dengan gas oksigen membentuk air. Di antaranya **Henry Cavendish**, **William Nicholson**, dan **Anthony Carlise** yang menemukan perbandingan volume hidrogen dan oksigen, tetapi belum menemukan perbandingan volume air yang dihasilkan dari reaksi antara gas hidrogen dan oksigen.

Bagaimana hasil penemuan dari Gay Lussac? Apakah Hukum Perbandingan Volume itu? Amati dan selidikilah dengan melakukan kegiatan berikut.

Selidikilah 4.4

Pembuktian Hukum Gay Lussac

Tujuan

Mengamati dan membuktikan Hukum Perbandingan Volume (Hukum Gay Lussac) berdasarkan data percobaan

Alat dan Bahan

Data percobaan

Langkah Kerja

Cermati data reaksi hidrogen dan oksigen membentuk uap air berikut. Percobaan dilakukan pada kondisi temperatur dan tekanan yang sama.

Percobaan	Hidrogen	Oksigen	Uap Air
1	2 liter	1 liter	2 liter
2	1 liter	0,5 liter	1 liter
3	... liter	2 liter	4 liter
4	5 liter	... liter	5 liter
5	3 liter	1,5liter	... liter

Kata Kunci

- Hukum Gay Lussac
- Hukum Perbandingan Volume

Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Tentukan perbandingan volume hidrogen; oksigen; uap air untuk percobaan 1 dan percobaan 2.
2. Tentukan volume hidrogen pada percobaan 3 sesuai dengan perbandingan volume percobaan 1 dan percobaan 2.
3. Tentukan volume oksigen pada percobaan 4.
4. Tentukan volume uap air pada percobaan 5.
5. Bandingkan perbandingan volume hidrogen; oksigen; uap air dengan perbandingan koefisien reaksi $\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ setelah disetarakan.
6. Apakah menunjukkan perbandingan yang sama?

Diskusikan hasil yang Anda peroleh dengan teman Anda.

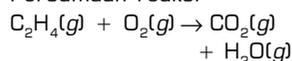
Untuk memahami apa Hukum Perbandingan Volume itu, pelajarilah penjelasan berikut.

Joseph Louis-Gay Lussac, seorang ahli kimia Prancis pada 1808 mengamati volume gas-gas yang terlibat dalam suatu reaksi. Pengamatan menunjukkan bahwa pada reaksi pengukuran temperatur dan tekanan yang sama diperoleh hasil sebagai berikut.

- a. Satu bagian volume gas hidrogen bereaksi dengan satu bagian volume gas klorin menghasilkan dua volume gas hidrogen klorida:
$$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{HCl}(\text{g})$$
- b. Dua bagian volume gas hidrogen bereaksi dengan satu bagian volume gas oksigen menghasilkan 2 bagian volume air:
$$2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$$

Kupas Tuntas

Persamaan reaksi

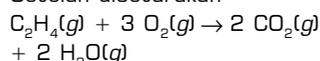


Perbandingan volume gas-gas sebelum dan sesudah reaksi pada suhu dan tekanan yang sama adalah

- 3 : 2 : 2 : 3
- 2 : 3 : 2 : 2
- 2 : 2 : 3 : 2
- 1 : 2 : 2 : 2
- 1 : 3 : 2 : 2

Pembahasan

Setelah disetarakan



Dari persamaan reaksi tersebut, sesuai dengan hukum kekekalan massa bahwa zat sebelum dan sesudah reaksi sama maka didapat perbandingannya adalah 1 : 3 : 2 : 2

Jadi, perbandingan volumenya adalah (E) 1 : 3 : 2 : 2.

UN 2003

Dari data tersebut, Gay Lussac menyimpulkan Hukum Perbandingan Volume.

Pada kondisi temperatur dan tekanan yang sama, perbandingan volume gas-gas pereaksi dengan gas-gas hasil reaksi merupakan bilangan yang bulat dan mudah.

Dapat juga dikatakan:

Pada kondisi temperatur dan tekanan yang sama, perbandingan volume gas-gas sama dengan perbandingan koefisien dalam reaksi yang sama.

Contoh:

Amonia dibuat dari reaksi gas hidrogen dengan gas nitrogen menurut persamaan:



Jika 6 liter hidrogen bereaksi dengan nitrogen untuk membentuk amonia, hitunglah volume N_2 yang bereaksi serta volume NH_3 yang terbentuk jika diukur pada kondisi temperatur dan tekanan yang sama.

Jawab

Perbandingan koefisien $\text{H}_2 : \text{N}_2 : \text{NH}_3 = 3 : 1 : 2$. Jadi, jika $\text{H}_2 = 6 \text{ L}$ maka

$$\text{N}_2 = \frac{1}{3} \times 6 \text{ L} = 2 \text{ L}$$

$$\text{NH}_3 = \frac{2}{3} \times 6 \text{ L} = 4 \text{ L}$$

Jadi, volume N_2 yang bereaksi = 2 L dan volume NH_3 yang terbentuk = 4 L.

Soal Penguasaan Materi 4.1

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

- Jelaskan bagaimana pembuktian bahwa massa zat sebelum dan sesudah reaksi adalah tetap.
- Logam aluminium sebanyak 27 g dibakar di udara. Tentukan massa gas oksigen yang diperlukan jika hasil reaksi berupa senyawa aluminium oksida (Al_2O_3).
- Kalsium, karbon, dan oksigen merupakan unsur-unsur pembentuk senyawa CaCO_3 . Jika dalam CaCO_3 mengandung massa kalsium 40%, massa karbon 12%, dan massa oksigen 48%. Tentukan massa setiap unsur dalam 3 g CaCO_3 .
- Tentukan perbandingan massa unsur oksigen dan klorin dalam tabel berdasarkan Hukum Kelipatan Perbandingan (Hukum Dalton).
- Perhatikan persamaan reaksi berikut.

$$2 \text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(g)$$
 Hitung volume gas hidrogen dan gas oksigen yang diperlukan untuk membuat 60 liter air.
- Perhatikan persamaan reaksi berikut.

$$\text{CH}_4(g) + 2 \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + 2 \text{H}_2\text{O}(g)$$
 Hitunglah volume gas oksigen yang dibutuhkan untuk membakar gas metana jika volume gas metana 10 liter dan berapa volume gas CO_2 dan gas H_2O yang terbentuk?

Senyawa	Perbandingan Massa	
Belerang dioksida	32 g belerang	32 g oksigen
Belerang trioksida	32 g belerang	48 g oksigen
Besi diklorida	56 g besi	70 g klorin
Besi trioksida	56 g besi	105 g klorin

B Penerapan Hukum Gay Lussac

Pada pembahasan sebelumnya, Anda sudah mempelajari Hukum Perbandingan Volume. Dalam subbab ini, Anda akan mempelajari penerapan dari Hukum Perbandingan Volume (Hukum Gay Lussac). Untuk memudahkan Anda dalam mempelajari subbab ini, lakukanlah penyelidikan berikut.

Selidikilah 4.5

Penerapan Hukum Gay Lussac

Tujuan

Menghitung volume gas pereaksi atau hasil reaksi berdasarkan Hukum Gay Lussac

Alat dan Bahan

Tabel percobaan

Langkah Kerja

Cermati persamaan reaksi dan tabel berikut.

Persamaan Reaksi: $C_3H_8(g) + 5 O_2(g) \rightarrow 3 CO_2(g) + 4 H_2O(g)$

Percobaan	C ₃ H ₈ (L)	O ₂ (L)	CO ₂ (L)	H ₂ O(L)
1	1	5	3	4
2	2	10	6	8
3	3	...	...	...
4	...	20	1,5	...
5	...	...	...	...
6	...	...	...	1

Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Hitunglah berapa volume O₂, CO₂, dan H₂O pada percobaan 3.
2. Hitunglah volume C₃H₈ dan H₂O pada percobaan 4.
3. Dengan cara yang sama, hitung masing masing volume pada percobaan 5 dan 6.
4. Hitunglah perbandingan volume C₃H₈, CO₂, dan H₂O pada percobaan 1 sampai dengan percobaan 6.
5. Apakah perbandingan volume zat-zat yang bereaksi sama dengan perbandingan koefisiennya?

Kerjakanlah secara berkelompok dan diskusikanlah hasil yang diperoleh.

Untuk memahami cara menghitung volume gas pereaksi atau hasil reaksi berdasarkan Hukum Gay Lussac, pelajari penjelasan dan contoh soal berikut.

Suatu persamaan reaksi kimia yang menyatakan terlibatnya suatu pereaksi atau hasil reaksi yang berwujud gas memiliki koefisien reaksi sehingga jumlah atom-atom pereaksi dan hasil reaksi dalam persamaan reaksi tersebut setara.

Koefisien reaksi dalam persamaan reaksi tersebut menyatakan perbandingan volume gas pada temperatur dan tekanan yang sama.

Perhitungan volume gas-gas pereaksi atau hasil reaksi berdasarkan Hukum Gay Lussac juga dapat dinyatakan:

Perbandingan koefisien dalam reaksi kimia = perbandingan volume pada keadaan suhu dan tekanan yang sama.

Legenda Kimia



Joseph Gay Lussac (1778-1850) adalah seorang kimiawan sekaligus fisikawan asal Prancis. Dia menerima pendidikan awalnya di rumah oleh ayahnya. Kemudian, dia menempuh perguruan tinggi dan pada 1802 dia ditunjuk sebagai demonstrator di *Ecole Polytechnique* dan menduduki jabatan sebagai guru besar kimia. Dia juga seorang dosen yang kali pertama menggunakan gas hidrogen untuk mengisi balon udara. Ia adalah penemu Hukum Gay-Lussac, sianogen, hidrometer, pelopor penelitian sifat-sifat gas dan teknik analisis kimia, dan perintis meteorologi.

Sumber: *Chemistry (Chang)*, 2002

Kata Kunci

- Perbandingan koefisien
- Perbandingan volume



Contoh 4.4

Reaksi $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightarrow 2 NH_3(g)$. Jika volume nitrogen yang bereaksi 2 liter, berapakah volume hidrogen yang dibutuhkan dan volume amonia yang terbentuk pada kondisi suhu dan tekanan yang sama?

Jawab

Perbandingan volume $N_2 : H_2 : NH_3 = 1 : 3 : 2$. Jika volume $N_2 = 2$ liter maka

$$\text{Volume } H_2 = \frac{\text{koefisien } H_2}{\text{koefisien } N_2} \times \text{volume } N_2$$

$$= \frac{3}{1} \times 2 \text{ liter} = 6 \text{ liter}$$

$$\text{Volume } NH_3 = \frac{\text{koefisien } NH_3}{\text{koefisien } N_2} \times \text{volume } N_2$$

$$= \frac{2}{1} \times 2 \text{ L} = 4 \text{ L}$$

Jadi, volume hidrogen yang dibutuhkan adalah 6 L dan volume amonia yang terbentuk adalah 4 L.

Anda Harus Ingat

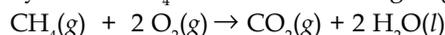
Pada suhu dan tekanan yang sama, perbandingan koefisien reaksi adalah sama dengan perbandingan volumenya.

You Must Remember

At the same temperature and pressure, proportion of reaction coefficient has the same volume proportion value.

Contoh 4.5

Sebanyak 4 L CH_4 dibakar habis dengan gas oksigen sesuai persamaan reaksi



pada suhu dan tekanan yang sama. Volume gas CO_2 yang dihasilkan adalah

Jawab

Perbandingan volume $CH_4 : O_2 : CO_2 : H_2O = 1 : 2 : 1 : 2$. Jika volume CH_4 sebanyak 4 L, maka volume gas CO_2 yang dihasilkan yaitu:

$$\text{Volume } CO_2 = \frac{\text{koefisien } CO_2}{\text{koefisien } CH_4} \times \text{volume } CH_4$$

$$= \frac{1}{1} \times 4 \text{ L} = 4 \text{ L}$$

Jadi, volume gas CO_2 yang dihasilkan adalah 4 L.

Soal Penguasaan Materi 4.2

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Sebanyak 4 L gas C_3H_8 dibakar habis dengan gas oksigen sesuai dengan persamaan reaksi

$$C_3H_8(g) + 5 O_2(g) \rightarrow 3 CO_2(g) + 4 H_2O(g)$$
 Hitunglah volume gas oksigen yang diperlukan serta volume gas karbon dioksida dan uap air jika pembakaran dilakukan pada suhu dan tekanan yang sama.
2. Gas C_2H_6 sebanyak 3 L dibakar dengan gas oksigen dari udara (udara mengandung 20% gas oksigen) menghasilkan gas CO_2 dan uap air. Hitunglah volume udara yang diperlukan.

C Penerapan Hipotesis Avogadro

Pada Subbab B, Anda telah mempelajari penerapan Hukum Gay Lussac mengenai perbandingan volume gas-gas pereaksi dan hasil reaksi sama dengan koefisiennya masing-masing. Selain Gay Lussac, Avogadro juga menemukan hubungan antara volume dan jumlah molekul. Bagaimana hasil penelitian Avogadro? Lakukanlah penyelidikan mengenai hubungan antara volume gas dan jumlah molekul berikut.

Selidikilah 4.6

Hipotesis Avogadro

Tujuan

Mengamati dan menemukan hubungan antara volume gas dan jumlah molekulnya

Alat dan Bahan

Data percobaan

Langkah Kerja

Cermati data percobaan berikut:

Reaksi hidrogen + klor → hidrogen klorida

Percobaan	Hidrogen	Klor	Hidrogen klorida
1	1x molekul	1x molekul	2x molekul
2	2x molekul	2x molekul	4x molekul
3	3x molekul	...	6x molekul
4	...	4x molekul	8x molekul
5	5x molekul	...	...

Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Hitunglah jumlah molekul klor pada percobaan 3.
2. Hitunglah jumlah molekul hidrogen, klor, dan hidrogen klorida pada percobaan 4 dan percobaan 5.
3. Berapakah perbandingan jumlah molekul hidrogen, klor dan hidrogen klorida?
4. Berapakah perbandingan volume hidrogen, klor dan hidrogen klorida?
5. Apakah perbandingan jumlah molekul dan perbandingan volume menunjukkan nilai yang sama?

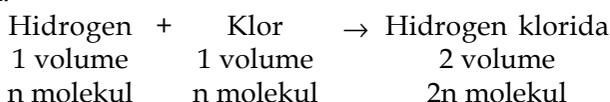
Diskusikan hasil yang Anda peroleh dengan teman Anda.

Pelajarilah penjelasan berikut untuk mengetahui hubungan antara volume gas dan jumlah molekulnya.

Seorang ahli fisika Italia, **Amedeo Avogadro** pada 1811 menemukan bahwa gabungan dari atom-atom yang sama membentuk suatu molekul (bukan merupakan atom-atom bebas). Dengan demikian, Avogadro mengembangkan Hukum Dalton dan Gay Lussac yang dikenal dengan Hipotesis Avogadro.

Pada temperatur dan tekanan yang sama, volume yang sama dari semua gas mengandung jumlah molekul yang sama.

Contoh:



dibagi dengan n



Dengan kata lain, Hipotesis Avogadro ini berlaku

Perbandingan volume = perbandingan molekul

$$\frac{\text{Jumlah molekul } x}{\text{Jumlah molekul } y} = \frac{\text{Volume gas } x}{\text{Volume gas } y}$$

Legenda

Kimia



Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro (1776–1856)

adalah seorang ahli fisika matematika. Penemuannya yang terkenal, yaitu Hipotesis Avogadro sempat terabaikan semasa dia hidup, tetapi dia tidak putus asa. Akhirnya, pada abad ke-19 teorinya itu menjadi dasar untuk menentukan massa atom.

Sumber: Chemistry (Chang), 2002

Kata Kunci

Hipotesis Avogadro



Contoh 4.6

Reaksi $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightarrow 2 NH_3(g)$. Jika pada 1 liter gas N_2 terdapat n molekul, hitunglah jumlah molekul H_2 yang bereaksi dan jumlah molekul NH_3 yang terbentuk jika reaksi berlangsung pada temperatur dan suhu yang sama.

Jawab

Perbandingan volume $N_2 : H_2 : NH_3 = 1 : 3 : 2$ menunjukkan perbandingan molekul, jika N_2 ada n molekul maka

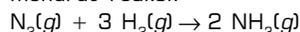
$$H_2 = \frac{3}{1} \times n \text{ molekul} = 3n \text{ molekul}$$

$$NH_3 = \frac{2}{1} \times n \text{ molekul} = 2n \text{ molekul}$$

Kupas

Lintas

Jika 16,8 liter gas hidrogen ($0^\circ C$ dan 1 atm) direaksikan dengan gas nitrogen untuk membentuk senyawa amonia menurut reaksi:



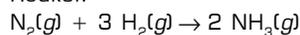
Jumlah molekul NH_3 yang terbentuk pada reaksi tersebut adalah

(bilangan avogadro = $6,02 \times 10^{23}$)

- A. $3,01 \times 10^{22}$
- B. $3,01 \times 10^{23}$
- C. $3,01 \times 10^{24}$
- D. $1,22 \times 10^{22}$
- E. $1,20 \times 10^{23}$

Pembahasan

Reaksi:



$$H_2 = \frac{16,8}{22,4} = 0,75 \text{ mol}$$

$$NH_3 = \frac{2}{3} \times 0,75 \times$$

$$6,02 \times 10^{23} \text{ molekul} \\ = 3,01 \times 10^{23} \text{ molekul}$$

Jadi, jumlah NH_3 yang terbentuk adalah (B) $3,01 \times 10^{23}$

EBTANAS 1990/1991

Contoh 4.7

Sebanyak 9 L gas oksigen mengandung $9,4 \times 10^{22}$ molekul. Pada suhu dan tekanan yang sama, hitunglah jumlah molekul 36 L gas karbon dioksida dan volume $9,8 \times 10^{23}$ molekul uap air.

Jawab

$$\frac{\text{Jumlah molekul gas CO}_2}{\text{Jumlah molekul gas O}_2} = \frac{\text{Volume gas CO}_2}{\text{Volume gas O}_2}$$

$$\text{Jumlah molekul gas CO}_2 = \frac{\text{Volume gas CO}_2}{\text{Volume gas O}_2} \times \text{Jumlah molekul gas O}_2$$

$$= \frac{36 \text{ L}}{9 \text{ L}} \times 9,4 \times 10^{22} \text{ molekul}$$

$$= 3,76 \times 10^{23} \text{ molekul}$$

$$\frac{\text{Volume gas H}_2\text{O}}{\text{Volume gas O}_2} = \frac{\text{Jumlah molekul gas H}_2\text{O}}{\text{Jumlah molekul gas O}_2}$$

$$\text{Volume gas H}_2\text{O} = \frac{\text{Jumlah molekul gas H}_2\text{O}}{\text{Jumlah molekul gas O}_2} \times \text{Volume gas O}_2$$

$$= \frac{9,8 \times 10^{23} \text{ molekul}}{9,4 \times 10^{22} \text{ molekul}} \times 9 \text{ L}$$

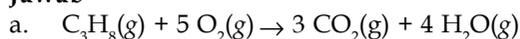
$$= 10,45 \text{ L}$$

Jadi, 36 L gas karbon dioksida memiliki $3,76 \times 10^{23}$ molekul dan $9,8 \times 10^{23}$ molekul uap air memiliki volume 10,45 L.

Contoh 4.8

Pada pembakaran $9,5 \times 10^{22}$ molekul gas C_3H_8 dengan gas oksigen menghasilkan gas karbon dioksida dan uap air. Tentukan:

- a. persamaan reaksi,
- b. jumlah molekul gas oksigen,
- c. jumlah molekul gas CO_2 ,
- d. jumlah molekul gas H_2O .

Jawab

b. Jumlah molekul $O_2(g)$ $= \frac{\text{Koefisien gas } O_2}{\text{Koefisien gas } C_3H_8} \times \text{Jumlah molekul } C_3H_8$

$$= \frac{5}{1} \times 9,5 \times 10^{22} \text{ molekul} = 4,75 \times 10^{23} \text{ molekul}$$

c. Jumlah molekul $CO_2(g)$ $= \frac{\text{Koefisien gas } CO_2}{\text{Koefisien gas } C_3H_8} \times \text{Jumlah molekul } C_3H_8$

$$= \frac{3}{1} \times 9,5 \times 10^{22} = 2,85 \times 10^{23} \text{ molekul}$$

d. Jumlah molekul $H_2O(g)$ $= \frac{\text{Koefisien gas } H_2O}{\text{Koefisien gas } C_3H_8} \times \text{Jumlah molekul } C_3H_8$

$$= \frac{4}{1} \times 9,5 \times 10^{22} = 3,8 \times 10^{23} \text{ molekul}$$

Soal Penguasaan Materi 4.3

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

Jika 6 L C_2H_6 (9×10^{23} molekul) dibakar dengan gas oksigen menghasilkan gas karbon dioksida dan uap air, tentukan:

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| a. persamaan reaksi; | c. jumlah molekul gas CO_2 ; |
| b. jumlah molekul gas oksigen; | d. jumlah molekul gas H_2O ; |
| | e. volume gas oksigen; |
| | f. volume gas CO_2 ; dan |
| | g. volume gas H_2O . |

D Konsep Mol

Pada pembahasan sebelumnya, Anda sudah mempelajari bahwa dalam suatu persamaan reaksi kimia perbandingan jumlah molekul zat-zat tidak dapat dihitung tiap-tiap atom, molekul, atau ion. Mengapa demikian?

Jika perhitungan zat dalam suatu reaksi kimia dilakukan menggunakan jumlah partikel, akan memperlihatkan bilangan yang sangat besar. Misalnya, dalam 1 gram air terkandung $3,344 \times 10^{22}$ molekul, bilangan tersebut merupakan suatu jumlah yang sangat besar. Oleh karena itu, para ahli kimia mencari satuan jumlah zat yang dapat dipakai untuk menghitung jumlah partikel. Dalam reaksi kimia dikenal dengan konsep mol. Satu mol adalah banyaknya zat yang mengandung partikel-partikel zat itu sebanyak atom yang terkandung dalam 12 gram ^{12}C sebanyak $6,023 \times 10^{23}$ (tetapan Avogadro). Dengan demikian, berarti:

$$1 \text{ mol} = 6,02 \times 10^{23} \text{ atom unsur}$$

$$= 6,02 \times 10^{23} \text{ molekul senyawa}$$

$$\text{mol } x = \frac{\text{jumlah partikel } x}{6,02 \times 10^{23}}$$

Kata Kunci

- Konsep mol
- Tetapan Avogadro



Untuk memahami satuan jumlah zat, perhatikanlah contoh-contoh berikut.

Contoh 4.9

Hitunglah jumlah partikel

- 2 mol unsur natrium
- 3 mol H_2O
- 5 mol O_2

Jawab

Jumlah partikel = jumlah mol $\times 6,02 \times 10^{23}$

- 2 mol unsur natrium = $2 \times 6,02 \times 10^{23} = 1,204 \times 10^{24}$ atom Na
- 3 mol $\text{H}_2\text{O} = 3 \times 6,02 \times 10^{23}$ molekul $\text{H}_2\text{O} = 1,806 \times 10^{24}$ molekul H_2O
- 5 mol $\text{O}_2 = 5 \times 6,02 \times 10^{23}$ molekul $\text{O}_2 = 3,01 \times 10^{24}$ molekul O_2

Contoh 4.10

Hitunglah jumlah mol

- $6,02 \times 10^{23}$ atom besi
- $3,01 \times 10^{22}$ molekul H_2
- $1,806 \times 10^{24}$ molekul NH_3

Jawab

- $6,02 \times 10^{23}$ atom besi = $\frac{6,02 \times 10^{23}}{6,02 \times 10^{23}} \text{ mol} = 1 \text{ mol}$
- $3,01 \times 10^{22}$ molekul $\text{H}_2 = \frac{3,01 \times 10^{22}}{6,02 \times 10^{23}} \text{ mol} = 0,05 \text{ mol}$
- $1,806 \times 10^{24}$ molekul $\text{NH}_3 = \frac{1,806 \times 10^{24}}{6,02 \times 10^{23}} \text{ mol} = 3 \text{ mol}$

Soal Penguasaan Materi 4.4

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

- Tentukan jumlah mol natrium yang terdapat dalam $6,02 \times 10^{24}$ atom Na.
- Tentukan jumlah mol $3,01 \times 10^{22}$ atom perak.
- Tentukan jumlah mol $2,56 \times 10^{24}$ molekul NH_3 .
- Tentukan jumlah $1,25$ mol molekul HCl.

E Hubungan Mol, Jumlah Partikel, Massa Zat, dan Volume Zat

1. Massa molar

Massa molar atau massa molekul relatif adalah massa 1 mol zat yang dinyatakan dalam gram mol^{-1} .

$$\text{Massa molar} = \text{massa mol zat} = M_r \text{ atau } A_r \text{ (dalam gram mol}^{-1}\text{)}$$

Kata Kunci

Massa molar

Massa molar Al = 27,0 g/mol

Massa molar Fe = 56,0 g/mol

Massa molar HCl = 36,5 g/mol

Massa molar NaOH = 40,0 g/mol

Jika kita memiliki suatu zat x gram dan massa molar m (g mol^{-1}) maka jumlah n mol dinyatakan dengan:

$$n (\text{mol}) = \frac{x \text{ gram}}{m (\text{g/mol})}$$

$$\text{Jumlah mol} = \frac{\text{massa}}{\text{massa molar}} = \frac{\text{massa}}{M_r \text{ atau } A_r}$$

$$\text{Massa} = \text{mol} \times (M_r \text{ atau } A_r)$$

Contoh 4.11

- Hitunglah jumlah mol dari 54 g Al dalam sebuah perabotan rumah tangga ($A_r \text{ Al} = 27$).
- Hitunglah jumlah mol dari 9 g H_2O dalam satu cangkir sirup buah ($M_r \text{ H}_2\text{O} = 18$).

Jawab

$$\begin{aligned} \text{a. Jumlah mol} &= \frac{\text{massa}}{\text{massa molar}} \\ &= \frac{\text{massa}}{A_r \text{ atau } M_r} \end{aligned}$$

$$\text{mol Al} = \frac{54 \text{ g Al}}{27 \text{ g/mol}} = 2,0 \text{ mol}$$

$$\text{b. Mol H}_2\text{O} = \frac{9 \text{ g H}_2\text{O}}{18 \text{ g/mol}} = 0,5 \text{ mol H}_2\text{O}$$

2. Volume Molar

Senyawa gas memiliki volume yang berubah-ubah. Sifat ini berbeda dengan sifat senyawa padat dan cair. Volume suatu gas bergantung pada suhu, tekanan, dan jumlah zatnya. Volume molar gas adalah volume satu mol gas pada keadaan standar (0°C , 1 atm). Keadaan standar dinyatakan sebagai tekanan 1 atm (76 CmHg) dan suhu 0°C (273 K). Keadaan tersebut jika dimasukkan ke dalam rumus gas ideal:

$$PV = nRT$$

keterangan:

P = tekanan = 1 atm

V = volume = 1 L

n = 1 mol gas

R = tetapan gas = 0,082 L atm/mol K

T = suhu $0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$

Harga volume yang akan diperoleh = 22,389 L \approx 22,4 liter yang berarti volume 1 mol gas = 22,4 L.

Dapat pula dirumuskan:

$$\text{Mol gas } x = \frac{\text{volume gas } x}{\text{volume molar}}$$

$$\text{Mol gas } x = \frac{\text{volume gas } x}{22,4 \text{ L/mol}}$$

Kata Kunci

- Volume gas
- Volume molar

Fakta

Kimia

STP (Standard Temperature and Pressure)

Dalam ilmu kimia, *STP* adalah kondisi standar untuk pengukuran agar dapat dilakukan perbandingan data. Saat ini nilai *STP* yang didefinisikan oleh IUPAC dan berlaku secara internasional adalah kondisi pada tekanan 100 kPa (1 bar) dan suhu 273,15 K. Sebelum tahun 1997 IUPAC menggunakan kondisi pada 101,325 kPa (1 atm) dan suhu 0°C (273,15 K) sebagai kondisi standar (*STP*). Meskipun begitu, kondisi 0°C dan 1 atm masih banyak digunakan.

Sumber: <http://en.wikipedia.org>



Contoh 4.12

- Hitunglah volume 2 mol gas oksigen apabila diukur pada keadaan standar.
- Hitunglah jumlah mol dari 5,6 liter gas hidrogen dalam suatu balon gas pada keadaan standar.

Jawab

$$\begin{aligned} \text{a. Volume O}_2 &= \text{mol O}_2 \times 22,4 \text{ L} \\ &= 2 \times 22,4 \text{ L} \\ &= 44,8 \text{ L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Mol H}_2 &= \frac{\text{volume H}_2}{22,4} = \frac{5,6 \text{ L}}{22,4 \text{ L}} \\ &= 0,25 \text{ mol} \end{aligned}$$

Hubungan mol dengan jumlah partikel, massa zat, dan volume zat pada keadaan standar adalah

$$\text{Mol} = \frac{\text{jumlah partikel}}{6,02 \cdot 10^{23}}$$

$$\text{Mol} = \frac{\text{massa}}{A_r \text{ atau } M_r}$$

$$\text{Mol} = \frac{\text{volume}}{22,4}$$

sehingga dapat ditulis juga:

$$\text{Mol} = \frac{\text{jumlah partikel}}{6,02 \cdot 10^{23}} = \frac{\text{massa}}{A_r \text{ atau } M_r} = \frac{\text{volume}}{22,4}$$

Kupas Tuntas

Dalam satu wadah terdapat L partikel gas hidrogen. Jika L adalah bilangan Avogadro, volume wadah yang ditempati gas tersebut pada suhu dan tekanan standar adalah

- 22,4 liter
- 11,2 liter
- L liter
- 1 liter
- 0,5 liter

Pembahasan

$$\begin{aligned} \text{volume} &= \text{mol} \times 22,4 \text{ L} \\ \text{mol} &= \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\text{jumlah partikel}}{\text{bilangan Avogadro}} &= \frac{L}{L} \\ &= 1 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\text{maka volume} = 1 \times 22,4 \text{ L} = 22,4 \text{ L}$$

Jadi, volume wadah yang ditempati adalah (A) 22,4 liter.

UN 2002

Contoh 4.13

- Hitunglah jumlah partikel dan volume gas O₂ (M_r = 32) pada keadaan standar yang memiliki massa 16 gram.
- Hitunglah massa dan volume 9,03 × 10²³ molekul uap air (M_r = 18) pada keadaan standar.

Jawab

- Untuk menghitung jumlah partikel pada keadaan standar, hubungkan dengan massa O₂ yang diketahui seperti berikut.

$$\frac{\text{jumlah partikel}}{6,02 \times 10^{23}} = \frac{\text{massa}}{M_r}$$

$$\frac{\text{jumlah partikel}}{6,02 \times 10^{23}} = \frac{16}{32}$$

$$\text{Jumlah partikel} = \frac{16}{32} \times 6,02 \times 10^{23}$$

$$\text{Jumlah partikel} = 3,01 \times 10^{23} \text{ molekul O}_2$$

Untuk menghitung jumlah volume (keadaan standar), hubungkan dengan persamaan:

$$\frac{\text{massa O}_2}{M_r \text{ O}_2} = \frac{\text{volume O}_2}{22,4}$$

$$\frac{16}{32} = \frac{\text{volume O}_2}{22,4}$$

$$\text{volume O}_2 = \frac{16}{32} \times 22,4 \text{ L} = 11,2 \text{ L.}$$

Jadi, jumlah partikel gas O_2 yang memiliki massa 16 gram adalah $3,01 \times 10^{23}$ molekul O_2 dan volumenya adalah 11,2 L.

- b. Untuk menghitung massa H_2O , hubungkan dengan persamaan:

$$\frac{\text{massa H}_2\text{O}}{M_r \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{jumlah partikel H}_2\text{O}}{6,02 \times 10^{23}}$$

$$\frac{\text{massa H}_2\text{O}}{18} = \frac{9,03 \times 10^{23}}{6,02 \times 10^{23}}$$

$$\text{massa H}_2\text{O} = \frac{9,03 \times 10^{23}}{6,02 \times 10^{23}} \times 18 = 27 \text{ gram}$$

Untuk menghitung volume gas H_2O , hubungkan dengan persamaan:

$$\frac{\text{jumlah partikel H}_2\text{O}}{6,02 \times 10^{23}} = \frac{\text{volume uap H}_2\text{O}}{22,4}$$

$$\frac{9,03 \times 10^{23}}{6,02 \times 10^{23}} = \frac{\text{volume uap H}_2\text{O}}{22,4}$$

$$\text{volume uap H}_2\text{O} = \frac{9,03 \times 10^{23}}{6,02 \times 10^{23}} \times 22,4 = 33,6 \text{ L}$$

Jadi, massa uap air yang memiliki jumlah partikel $9,03 \times 10^{23}$ molekul adalah 27 gram dan volumenya adalah 33,6 L.

Soal Penguasaan Materi 4.5

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

- Hitunglah jumlah mol dari:
 - 7,1 g Cl_2 ($A_r \text{ Cl} = 35,5$)
 - 16 g O_2 ($A_r \text{ O} = 16$)
 - 73 g HCl ($M_r \text{ HCl} = 36,5$)
 - 80 g NaOH ($A_r \text{ Na} = 23, \text{ O} = 16, \text{ H} = 1$)
- Hitunglah volume gas berikut pada keadaan standar.
 - 12 mol gas oksigen
 - 15 mol gas nitrogen
 - 13 mol gas hidrogen
 - 24 mol gas klorin
- Hitunglah jumlah mol gas berikut pada keadaan standar.
 - 44,8 L gas oksigen
 - 56 L gas hidrogen
 - 28 L gas klorin
 - 16 L gas nitrogen
- Hitunglah jumlah partikel dan volume gas Br_2 ($M_r = 160$) pada keadaan standar yang memiliki massa 16 g.
- Hitunglah massa dan volume 12,04 mol uap H_2O ($M_r = 18$) pada keadaan standar.

F Penentuan Rumus Kimia, Kadar Zat dalam Senyawa, dan Pereaksi Pembatas

Dalam ilmu Kimia, rumus kimia suatu senyawa memiliki peranan yang sangat penting untuk identifikasi zat. Identifikasi dapat berupa suatu analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Analisis-analisis ini berperan dalam penentuan komposisi zat, baik itu komponen penyusun suatu senyawa maupun jenis dan massa komponen penyusun senyawa. Mari, pelajari dalam penjelasan berikut. Dalam bab 3, Anda telah mempelajari tentang persamaan kimia dan rumus kimia senyawa. Rumus kimia ini dapat berupa rumus empiris dan rumus molekul.



1. Penentuan Rumus Empiris, Rumus Molekul, dan Rumus Hidrat suatu Senyawa

Rumus empiris senyawa dapat ditentukan berdasarkan persentase massa molar unsur-unsur yang membentuk senyawa tersebut. Persentase massa unsur-unsur dapat diketahui dari perbandingan massa molar dan perbandingan mol unsur-unsur. Perbandingan tersebut merupakan perbandingan yang paling sederhana.

Untuk menentukan rumus empiris suatu senyawa yang hanya memiliki data massa dari komponen penyusunnya digunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Mol unsur} = \frac{\text{massa unsur}}{\text{massa molar}} \quad \text{atau} \quad n = \frac{x \text{ gram}}{A_r \text{ (g/mol)}}$$

Untuk memahaminya, perhatikan contoh-contoh berikut.

Contoh 4.14

Suatu sampel senyawa mengandung 27 gram unsur aluminium dan 24 gram unsur oksigen. Tentukanlah rumus empirisnya jika diketahui $A_r \text{ Al} = 27$ dan $O = 16$.

Jawab

$$\text{mol Al} = \frac{27 \text{ g}}{27 \text{ g/mol}} = 1 \text{ mol Al}$$

$$\text{mol O} = \frac{24 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}} = 1,5 \text{ mol O}$$

Dengan menggunakan perbandingan mol Al : mol O maka

mol Al : mol O

1 : 1,5

2 : 3

Jadi, rumus empiris sampel senyawa tersebut adalah Al_2O_3 .

Kata Kunci

Rumus empiris

Contoh 4.15

Suatu senyawa hidrokarbon memiliki komposisi zat 80% unsur karbon dan 20% unsur hidrogen. Tentukan rumus empirisnya jika $A_r \text{ C} = 12$ dan $A_r \text{ H} = 1$.

Jawab

Rumus empiris ditentukan dari persentase komposisi yang dianggap berat senyawa tersebut 100 g.

mol C : mol H

$$\frac{80 \text{ g}}{12 \text{ g/mol}} : \frac{20 \text{ g}}{1 \text{ g/mol}}$$

$$\frac{20}{3} \text{ mol} : 20 \text{ mol}$$

1 mol : 3 mol

Rumus empiris senyawa hidrokarbon tersebut adalah CH_3 .

Untuk menentukan rumus molekul suatu senyawa digunakan rumus empiris dan massa molar relatifnya (M_r). Perhatikan contoh-contoh berikut.

Contoh 4.16

Suatu senyawa ($M_r = 46$ g/mol) mengandung massa senyawa (g) 52,14% C; 13,03% H; dan 34,75% O. Tentukan rumus molekul senyawa tersebut jika diketahui A_r : H = 1, C = 12, dan O = 16.

Jawab

Rumus empiris ditentukan dari persentase komposisi yang dianggap massa senyawa tersebut 100 g.

$$\begin{array}{lcl} \text{mol C} & : & \text{mol H} & : & \text{mol O} \\ \frac{52,14\text{g}}{12\text{ g/mol}} & : & \frac{13,03\text{g}}{1\text{ g/mol}} & : & \frac{34,75\text{g}}{16\text{ g/mol}} \\ 4,34 & : & 13,03 & : & 2,17 \\ 2 & : & 6 & : & 1 \end{array}$$

Rumus empiris senyawa tersebut adalah $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$.

Rumus molekul = $(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})_n$, n = bilangan bulat.

$$\begin{aligned} M_r \text{ senyawa} &= 46 = ((2 \times A_r \text{ C}) + (6 \times A_r \text{ H}) + (1 \times A_r \text{ O}))n \\ &= ((2 \times 12) + (6 \times 1) + (1 \times 16))n \\ &= (24 + 6 + 16)n = 46n \\ n &= 1 \end{aligned}$$

Rumus molekul senyawanya adalah $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$.

Contoh 4.17

Senyawa hidrokarbon ($M_r = 56$) mengandung 24 g unsur karbon dan 4 g unsur hidrogen. Tentukan rumus molekul senyawa jika A_r : C = 12 dan H = 1.

Jawab

$$\begin{array}{lcl} \text{mol C} & : & \text{mol H} \\ \frac{24\text{g}}{12\text{ g/mol}} & : & \frac{4\text{g}}{1\text{ g/mol}} \\ 2\text{ mol} & : & 4\text{ mol} \\ 1 & : & 2 \end{array}$$

Rumus empiris senyawa tersebut adalah CH_2 .

Rumus molekul = $(\text{CH}_2)_n$ (n = bilangan bulat).

$$\begin{aligned} (\text{CH}_2)_n &= 56 \\ (A_r \text{ C} + (2 \times A_r \text{ H}))n &= 56 \\ (12 + (2 \times 1))n &= 56 \\ 14n &= 56 \\ n &= 4 \end{aligned}$$

Rumus molekul senyawanya adalah C_4H_8 .

Contoh 4.18

Suatu senyawa memiliki rumus empiris C_4H_9 dan massa molekul relatif 114 g/mol. Tentukan rumus molekul senyawa tersebut.

Jawab

Rumus molekul = $(\text{C}_4\text{H}_9)_n$ (n = bilangan bulat)

$$\begin{aligned} \text{Massa molekul relatif} &= 114 \text{ g/mol} = ((A_r \text{ C} \times 4) + (A_r \text{ H} \times 9))n \\ 114 &= ((12 \times 4) + (1 \times 9))n \\ 114 &= (48 + 9)n \\ 114 &= 57n \\ n &= 2 \end{aligned}$$

Jadi, rumus molekul = C_8H_{18} .

Tantangan Kimia

Bersama kelompok Anda carilah contoh-contoh penggunaan hukum-hukum dasar kimia dalam kehidupan. Presentasikan hasil yang diperoleh.



Senyawa hidrat adalah molekul padatan (kristal) yang mengandung air (H_2O), misalnya pada senyawa $MgSO_4 \cdot 8H_2O$, magnesium sulfat yang mengikat 8 molekul H_2O . Rumus senyawa hidrat dapat ditulis sebagai berikut.

$$\text{Rumus Senyawa Kristal} \cdot xH_2O$$

Penentuan jumlah molekul hidrat yang terikat dilakukan dengan cara memanaskan senyawa hidrat sampai menjadi senyawa anhidrat. Kemudian, massanya diselisihkan sehingga diperoleh perbandingan molnya.

Contoh 4.19

Suatu garam natrium sulfat hidrat sebanyak 27 gram dipanaskan menghasilkan 18 gram natrium sulfat anhidrat. Tentukan jumlah molekul air yang terikat pada garam natrium sulfat hidrat jika diketahui $M_r Na_2SO_4 = 142 \text{ g/mol}$ dan $M_r H_2O = 18 \text{ g/mol}$.

Jawab

$$\begin{aligned} Na_2SO_4 \cdot xH_2O &\rightarrow Na_2SO_4 + x H_2O \\ \text{massa } H_2O &= \text{massa } Na_2SO_4 \cdot xH_2O - \text{massa } Na_2SO_4 \\ &= 27 \text{ gram} - 18 \text{ gram} \\ &= 9 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\text{mol } Na_2SO_4 : \text{mol } H_2O$$

$$\frac{\text{massa } Na_2SO_4}{M_r Na_2SO_4} : \frac{\text{massa } H_2O}{M_r H_2O}$$

$$\frac{18 \text{ g}}{142 \text{ g/mol}} : \frac{9 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}}$$

$$0,127 \text{ mol} : 0,5 \text{ mol}$$

$$1 : 4$$

Jumlah molekul air = 4

Rumus molekul garam natrium sulfat hidrat tersebut adalah $Na_2SO_4 \cdot 4H_2O$.

Kupas Tuntas

Jika diketahui massa atom relatif (A_r : $Mg = 24$, $S = 32$; $O = 16$; $H = 1$), rumus massa relatif (M_r) dari $MgSO_4 \cdot n H_2O$ adalah

- A. $120 \times 18n$
- B. $120 + 18n$
- C. $138n$
- D. $120n$
- E. $102n$

Pembahasan

$$\begin{aligned} M_r MgSO_4 \cdot nH_2O &= (24 + 32 + 64) + (2 + 16)n \\ &= 120 + 18n \end{aligned}$$

Jadi, rumus massa relatif (M_r) $MgSO_4 \cdot nH_2O$ adalah (B) $120 + 18n$.

UN 2002

Kata Kunci

- Kadar unsur
- Senyawa hidrat

Contoh 2.20

Tentukan massa besi dan oksigen dalam suatu senyawa oksida Fe_2O_3 sebanyak 80 g. Diketahui A_r : $Fe = 56$ dan $O = 16$.

Jawab

$$\begin{aligned} M_r Fe_2O_3 &= (2 \times 56) + (3 \times 16) \text{ g/mol} \\ &= 112 + 48 \text{ g/mol} \\ &= 160 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{massa Fe dalam } Fe_2O_3 &= \frac{2 \times A_r Fe}{M_r Fe_2O_3} \times \text{massa } Fe_2O_3 \\ &= \frac{2 \times 56 \text{ g/mol}}{160 \text{ g/mol}} \times 80 \text{ g} = 56 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{massa O dalam } Fe_2O_3 = \frac{3 \times A_r O}{M_r Fe_2O_3} \times \text{massa } Fe_2O_3$$

$$= \frac{3 \times 16 \text{ g/mol}}{160 \text{ g/mol}} \times 80 \text{ g} = 24 \text{ g}$$

atau

$$\begin{aligned} \text{massa O dalam Fe}_2\text{O}_3 &= \text{massa Fe}_2\text{O}_3 - \text{massa Fe dalam Fe}_2\text{O}_3 \\ &= 80 - 56 = 24 \text{ g} \end{aligned}$$

Jadi, massa Fe dan O dalam Fe₂O₃ adalah **56 g** dan **24 g**.

Contoh 4.21

Tentukan massa Mg, S, dan O dalam 30 gram senyawa MgSO₄. Diketahui A_r Mg = 24, S = 32, dan O = 16.

Jawab

$$\begin{aligned} M_r \text{ MgSO}_4 &= A_r \text{ Mg} + A_r \text{ S} + (4 \times A_r \text{ O}) \text{ g/mol} \\ &= 24 + 32 + (4 \times 16) \text{ g/mol} \\ &= 120 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{massa Mg} &= \frac{A_r \text{ Mg}}{M_r \text{ MgSO}_4} \times \text{massa MgSO}_4 \\ &= \frac{24 \text{ g/mol}}{120 \text{ g/mol}} \times 30 \text{ g} = 6 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{massa S} &= \frac{A_r \text{ S}}{M_r \text{ MgSO}_4} \times \text{massa MgSO}_4 \\ &= \frac{32 \text{ g/mol}}{120 \text{ g/mol}} \times 30 \text{ g} = 8 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{massa O} &= \frac{4 \times A_r \text{ O}}{M_r \text{ MgSO}_4} \times \text{massa MgSO}_4 \\ &= \frac{4 \times 16 \text{ g/mol}}{120 \text{ g/mol}} \times 30 \text{ g} = 16 \text{ g} \end{aligned}$$

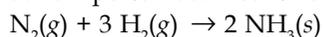
Jadi, dalam 30 gram MgSO₄ terkandung **6 gram Mg**, **8 gram S**, dan **16 gram O**.

3. Penentuan Pereaksi Pembatas

Dalam suatu reaksi, jumlah mol pereaksi yang ditambahkan tidak selalu bersifat stoikiometris (tidak selalu sama dengan perbandingan koefisien reaksinya) sehingga zat pereaksi bisa habis bereaksi dan bisa berlebih dalam reaksinya. Perhatikan contoh-contoh berikut.

Contoh 4.22

Perhatikan persamaan reaksi berikut.



Jika 1 mol N₂ direaksikan dengan 2 mol H₂, tentukan:

- pereaksi pembatas,
- jumlah mol yang tersisa,
- jumlah mol NH₃.

Kupas Tuntas

Cuplikan bubuk besi sebanyak 5 gram dipanaskan dengan gas klorin menghasilkan 10 gram besi(II) klorida, FeCl₂, (A_r Fe=56, Cl=35,5). Kadar unsur besi dalam cuplikan tersebut adalah

- 4,41%
- 14,20%
- 71,00%
- 88,20%
- 100,00%

Pembahasan

$$\begin{aligned} M_r \text{ FeCl}_2 &= (A_r \text{ Fe} + (2 \times A_r \text{ Cl})) \\ &= (56 + (2 \times 35,5)) \\ &= 127 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Fe} &= \frac{A_r \text{ Fe}}{M_r \text{ FeCl}_2} \times \text{Massa FeCl}_2 \\ &= \frac{56}{127} \times 10 \text{ gram} \\ &= 4,41 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\% \text{ Fe} = \frac{4,41}{5} \times 100\% = 88,2\%$$

Jadi, kadar Fe dalam cuplikan adalah (D) 88,2%

UN 2003



Jawab

- a. Berdasarkan koefisien reaksi maka:

$$\frac{\text{jumlah mol N}_2}{\text{koefisien reaksi N}_2} = \frac{1}{1} \text{ mol} = 1 \text{ mol}$$

$$\frac{\text{jumlah mol H}_2}{\text{koefisien reaksi H}_2} = \frac{2}{3} \text{ mol} = 0,67 \text{ mol}$$

Sehingga H_2 merupakan pereaksi pembatasnya karena habis bereaksi.

- b. Karena pada N_2 hanya 0,67 mol yang dipakai dalam reaksinya maka:
jumlah mol N_2 bersisa sebanyak $1 - 0,67 \text{ mol} = 0,33 \text{ mol}$
- c. Jumlah mol NH_3

$$= \frac{\text{koefisien mol NH}_3}{\text{koefisien pereaksi pembatas}} \times \text{jumlah mol pereaksi pembatas}$$

$$= \frac{2}{3} \times 2 \text{ mol} = 1,33 \text{ mol.}$$

Kata Kunci

Pereaksi pembatas

Contoh persamaan reaksi pada **Contoh 4.22** merupakan reaksi nonstoikiometris. Penentuan jumlah mol zat hasil reaksi berdasarkan pada jumlah mol zat pereaksi yang habis bereaksi. Pereaksi yang habis bereaksi (pereaksi pembatas) adalah pereaksi yang jumlah molnya terkecil, yaitu H_2 . Oleh karena itu, jumlah mol NH_3 dihitung berdasarkan jumlah mol H_2 .

Soal Penguasaan Materi 4.6

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

- Suatu senyawa mengandung 14,3% massa oksigen dan 85,7% massa karbon. Tentukan rumus empirisnya jika diketahui A_r , C = 12 dan O = 16.
- Suatu senyawa memiliki rumus molekul CH_3 . Jika molekul tersebut memiliki massa molekul relatif 30. Tentukan rumus molekulnya.
- Suatu senyawa memiliki komposisi massa sebagai berikut:
54% C; 10% H; dan 36% O
Jika M_r senyawa tersebut 266 g/mol. Tentukan:
a. rumus empiris;
b. rumus molekul; dan
c. massa C, H, dan O jika massa senyawa 28 gram.
- Pemanasan 26,4 g $\text{MgSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ menghasilkan 12 g MgSO_4 . Tentukan jumlah molekul air yang terkandung dalam kristal $\text{MgSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Diketahui M_r $\text{MgSO}_4 = 120$ dan M_r $\text{H}_2\text{O} = 18$.
- Perhatikan persamaan reaksi berikut.
 $4 \text{Fe} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3$
Jika 2 mol Fe direaksikan dengan 4 mol O_2 . Tentukan:
a. pereaksi pembatas;
b. jumlah mol Fe_2O_3 ; dan
c. jumlah mol tersisa.

Rangkuman

- Hukum Kekekalan Massa (Hukum Lavoisier) menyatakan bahwa massa zat-zat sebelum dan sesudah reaksi adalah sama.
- Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust) menyatakan bahwa perbandingan massa zat yang bereaksi pada suatu senyawa adalah selalu tetap dengan perbandingan tertentu.
- Hukum Kelipatan Perbandingan (Hukum Dalton) menyatakan bahwa jika dua unsur dapat membentuk lebih dari satu senyawa maka perbandingan suatu unsur yang bersenyawa dengan sejumlah tertentu unsur lain merupakan bilangan bulat sederhana.
- Hukum Perbandingan Volume (Hukum Gay Lussac) menyatakan bahwa pada kondisi suhu dan tekanan yang sama, perbandingan volume gas-gas sama dengan perbandingan koefisien dalam reaksi yang sama.

5. Satu mol adalah banyaknya zat yang mengandung partikel sebanyak $6,02 \times 10^{23}$.

$$\text{Mol} = \frac{\text{jumlah partikel}}{6,02 \cdot 10^{23}}$$

6. Massa molar gas adalah massa relatif yang dinyatakan dalam gram.

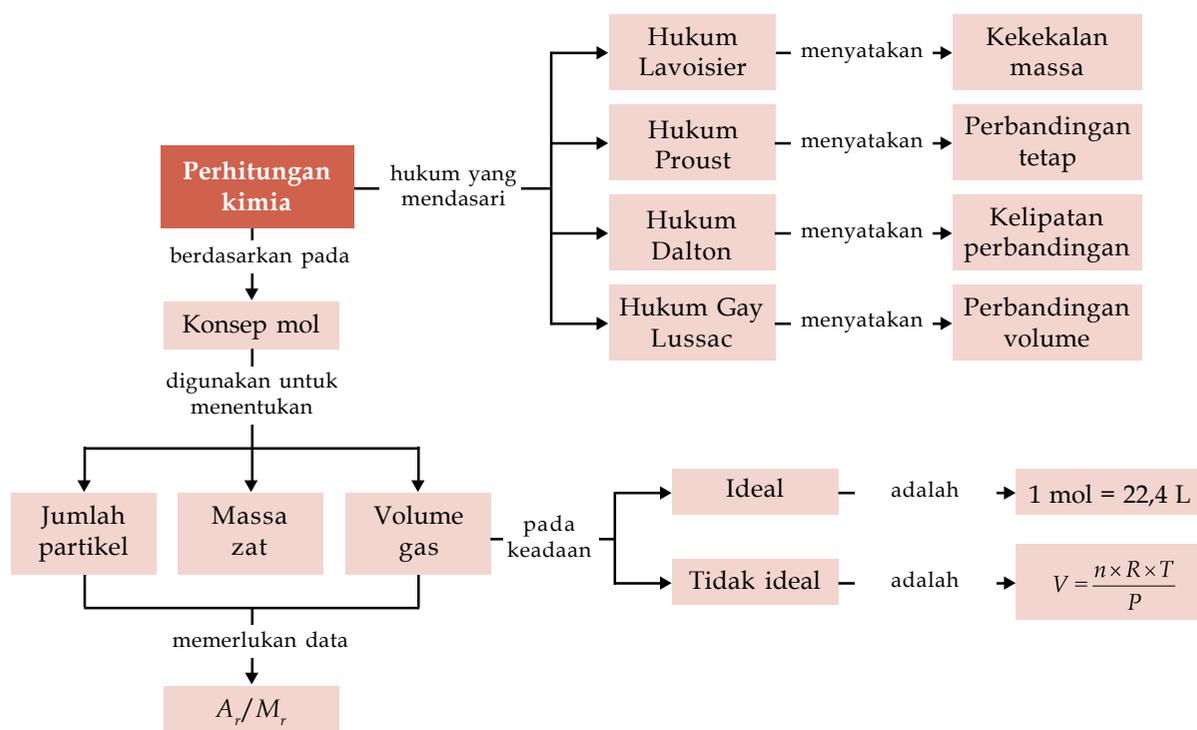
$$\text{Jumlah mol} = \frac{\text{massa}}{\text{massa molar}} = \frac{\text{massa}}{M_r \text{ atau } A_r}$$

7. Volume molar gas adalah volume satu mol gas pada keadaan standar (0°C , 1 atm).

$$PV = nRT$$

8. Senyawa hidrat adalah molekul padatan (kristal) yang mengandung air (H_2O).

Peta Konsep



Kaji Diri

Bagaimana pendapat Anda setelah mempelajari materi **Perhitungan Kimia**? Tidak sulit, bukan? Banyak hal menarik tentang materi Perhitungan Kimia ini. Misalnya, mengetahui dasar-dasar hukum kimia.

Tujuan Anda mempelajari bab ini adalah agar Anda dapat membuktikan dan mengomunikasikan berlakunya hukum-hukum dasar kimia melalui percobaan serta menerapkan konsep mol

dalam menyelesaikan perhitungan kimia. Apakah Anda dapat mencapai tujuan tersebut? Jika Anda mengalami kesulitan dalam mempelajari materi tertentu pada bab ini, bertanyalah kepada guru kimia Anda. Anda pun dapat berdiskusi dengan teman-teman Anda. Belajarlah dengan baik dan pastikan Anda menguasai materi ini.

Evaluasi Materi Bab 4

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan kerjakanlah pada buku latihan Anda.

- Hukum Lavoisier menyatakan bahwa jumlah
 - partikel zat-zat sebelum dan sesudah reaksi sama
 - molekul zat-zat sebelum dan sesudah reaksi sama
 - zat-zat sebelum dan sesudah reaksi sama
 - volume zat-zat sebelum dan sesudah reaksi sama
 - massa zat-zat sebelum dan sesudah reaksi sama
- Hukum yang menyatakan bahwa suatu senyawa kimia selalu memiliki susunan yang tetap adalah hukum
 - Avogadro
 - Gay Lussac
 - Proust
 - Dalton
 - Lavoisier
- Perbandingan massa besi dan belerang dalam besi belerang adalah 7 : 4. Jika 5 g besi tersebut di-reaksikan dengan 2 g belerang maka
 - terbentuk 7 g besi belerang
 - semua besi habis bereaksi
 - semua besi dan belerang habis bereaksi
 - masih terdapat sisa 1,5 g besi
 - masih terdapat sisa 1,5 g belerang
- Perbandingan massa hidrogen dengan massa oksigen dalam pembentukan air adalah 1 : 8. Jika massa hidrogen yang di-reaksikan 5 gram, massa oksigen yang diperlukan adalah
 - 0,04 gram
 - 0,4 gram
 - 4 gram
 - 40 gram
 - 400 gram
- Perbandingan massa N : H dalam NH_3 adalah 14 : 3. Jika hidrogen yang terdapat dalam $\text{NH}_3 = 3$ gram, massa NH_3 adalah
 - 14 gram
 - 1,4 gram
 - 1,7 gram
 - 17 gram
 - 3 gram
- Perbandingan massa kalsium dan massa oksigen membentuk kalsium oksida adalah 5 : 2. Jika 10 gram kalsium di-reaksikan dengan 5 gram oksigen, kalsium oksida yang terbentuk
 - 5 gram
 - 50 gram
 - 10 gram
 - 14 gram
 - 15 gram
- Dari pasangan-pasangan senyawa berikut ini, pasangan manakah yang dapat digunakan untuk menunjukkan hukum kelipatan perbandingan
 - NaCl dan KCl
 - NO_2 dan NO
 - AgNO_3 dan Ag_2S
 - PbO_2 dan MnO_2
 - H_2O dan K_2O
- Unsur Y membentuk tiga macam oksida yang berikatan dengan 1 mol Y. Tiap oksida tersebut adalah $1, \frac{4}{3}$, dan 2. Rumus berikut yang menyatakan rumus oksida tersebut adalah
 - $\text{YO}, \text{Y}_2\text{O}_3, \text{YO}_2$
 - $\text{Y}_2\text{O}_2, \text{Y}_2\text{O}_4, \text{YO}_4$
 - $\text{YO}, \text{Y}_3\text{O}_4, \text{YO}_2$
 - $\text{YO}, \text{Y}_4\text{O}_3, \text{Y}_2\text{O}$
 - $\text{Y}_2\text{O}_2, \text{Y}_2\text{O}_3, \text{YO}_4$
- Perbandingan massa karbon dengan oksigen dalam CO adalah 3 : 8. Jika 10 g karbon di-reaksikan dengan 10 g oksigen maka hasil akhir reaksi yang didapat adalah
 - 11 g CO dan 9 g sisa C
 - 13 g CO dan 7 g sisa C
 - 13 g CO dan 2 g sisa C
 - 13,75 g CO dan 6,25 g sisa C
 - 20 g CO
- Sebanyak 5 liter gas hidrogen di-reaksikan dengan gas klorin dan menghasilkan gas hidrogen klorida (HCl) maka volume gas HCl yang dihasilkan pada P dan T yang sama adalah
 - 5 liter
 - 10 liter
 - 2 liter
 - 20 liter
 - 25 liter
- Sebanyak 50 cm^3 suatu oksida nitrogen terurai menghasilkan 100 cm^3 gas NO dan 25 cm^3 gas oksigen. Rumus oksida nitrogen tersebut adalah
 - N_2O
 - NO_2
 - N_2O_3
 - N_2O_4
 - N_2O_5
- Untuk oksidasi sempurna 1 liter campuran yang terdiri atas 60% metana (CH_4) dan 40% etana (C_2H_6), dibutuhkan O_2 murni sebanyak
 - 2,4 liter
 - 2,6 liter
 - 2,8 liter
 - 3,0 liter
 - 3,2 liter
- Jika 750 cm^3 gas hidrogen di-reaksikan dengan gas nitrogen untuk membentuk amonia.
 $\text{N}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{g})$
Volume gas amonia yang dihasilkan adalah
 - 150 cm^3
 - 250 cm^3
 - 500 cm^3
 - 750 cm^3
 - 1000 cm^3
- Bilangan Avogadro menyatakan jumlah
 - atom dalam 1 g suatu unsur
 - molekul dalam 1 g suatu senyawa
 - molekul gas dalam 1 L gas
 - atom dalam 1 mol suatu senyawa
 - partikel dalam 1 mol suatu zat

15. Pada suhu dan tekanan yang sama, setiap gas yang volumenya sama mengandung jumlah molekul yang sama banyak. Pernyataan ini dikemukakan oleh
 A. Gay Lussac D. Proust
 B. Avogadro E. Lavoisier
 C. Dalton
16. Jika bilangan Avogadro sama dengan 6×10^{23} , air sebanyak 0,5 mol mengandung
 A. $0,5 \times 18 \times 6 \times 10^{23}$ molekul
 B. $\frac{0,5}{18} \times 6 \times 10^{23}$ molekul
 C. $0,5 \times 6 \times 10^{23}$ molekul
 D. $0,5 \times 18$ molekul
 E. $\frac{18}{0,5} \times 6 \times 10^{23}$ molekul
17. Jumlah molekul 5 L nitrogen pada T dan P tertentu adalah $2,4 \times 10^{23}$ molekul. Jumlah atom He terdapat dalam 10 L gas He pada T dan P tersebut adalah (tetapan Avogadro 6×10^{23}).
 A. $1,2 \times 10^{23}$ atom D. $4,8 \times 10^{23}$ atom
 B. $2,4 \times 10^{23}$ atom E. $5,4 \times 10^{23}$ atom
 C. $2,7 \times 10^{23}$ atom
18. Pada suhu dan tekanan yang tetap 1 mol gas oksigen bervolume 50 dm³. Jumlah atom dalam 10 dm³ gas metana pada suhu dan tekanan tersebut adalah....
 A. 6×10^{23} D. 6×10^{23}
 B. $1,2 \times 10^{23}$ E. $1,2 \times 10^{24}$
 C. 3×10^{23}
19. Jumlah atom yang terdapat dalam satu mol NH₃ sama dengan jumlah atom dalam
 A. 1 mol O₂ D. $\frac{1}{2}$ mol NO₂
 B. $\frac{1}{4}$ mol PCl₅ E. $\frac{1}{3}$ mol CO₂
 C. 4 mol Fe
20. Sebanyak 5,6 liter gas CO₂ pada STP memiliki jumlah molekul sebanyak
 A. $1,5 \times 10^{23}$ D. $6,5 \times 10^{23}$
 B. 6×10^{23} E. 4×10^{23}
 C. 3×10^{23}
21. Sebanyak 2×10^{23} molekul CH₃COOH memiliki massa (A_r C = 12 ; H = 1 ; O = 16)
 A. 10 g D. 40 g
 B. 20 g E. 60 g
 C. 30 g
22. Pada suhu dan tekanan yang sama, massa 2 L gas X adalah setengah kali massa 1 L gas SO₂ (M_r = 64). M_r gas X adalah
 A. 16 D. 64
 B. 32 E. 80
 C. 48
23. Jumlah molekul dari 2,8 g CO (M_r = 28) sama dengan jumlah molekul dalam
 A. 2 g H₂ (A_r H = 1)
 B. 3,2 g O₂ (A_r O = 16)
 C. 1,4 g I₂ (A_r I = 127)
 D. 4 g CO₂ (A_r C = 12 O = 16)
 E. 7 g O₂ (A_r O = 16)
24. Pada keadaan standar, 1,12 L gas X massanya 1,5 g. Massa molekul relatif gas X adalah
 A. 16 D. 34
 B. 24 E. 80
 C. 30
25. Jika massa 0,5 L gas H₂S pada suhu dan tekanan tertentu adalah 0,68 gram dan massa 2 L gas X pada suhu dan tekanan yang sama adalah 3,52 g, massa molekul relatif gas X adalah (A_r H = 1; S = 32)
 A. 28 D. 64
 B. 30 E. 32
 C. 44
26. Pada suhu dan tekanan tertentu, 0,5 L gas NO (M_r = 30) massanya 1,5 g. Jika pada suhu dan tekanan yang sama 49 g KClO₃ (M_r = 122,5) dipanaskan, dengan reaksi: KClO₃(s) → KCl(s) + O₂(g). Volume gas oksigen yang dihasilkan adalah
 A. 2 L D. 8 L
 B. 4 L E. 12 L
 C. 6 L
27. Suatu oksida nitrogen mengandung 36,37% massa oksigen (A_r N = 14; O = 16). Rumus empiris oksida nitrogen tersebut adalah
 A. NO D. N₂O₃
 B. N₂O E. N₂O₅
 C. NO₂
28. Suatu senyawa hidrokarbon mengandung 94,1% massa karbon dan 5,9% massa hidrogen. Rumus empiris senyawa ini adalah
 A. CH D. C₈H₆
 B. C₃H₂ E. C₅H
 C. C₅H₄
29. Pembakaran hidrokarbon menghasilkan 220 g CO₂ dan 45 g H₂O. Rumus empiris senyawa tersebut adalah
 A. CH D. CH₃
 B. CH₂ E. C₂H₅
 C. C₂H
30. Suatu senyawa memiliki rumus empiris CH₂. Jika massa molekul relatif senyawa tersebut 70, rumus molekulnya adalah
 A. C₂H₄ D. C₅H₁₀
 B. C₃H₆ E. C₆H₁₂
 C. C₄H₈



B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar:

- Jelaskan Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust) disertai contohnya.
- Natrium klorida diperoleh dari tiga sumber. masing-masing cuplikan memberikan data sebagai berikut:
 - 6,4 g natrium klorida mengandung 3,88 g klorin;
 - 20,0 g natrium klorida mengandung 12,36 g klorin;
 - 10,6 g natrium klorida mengandung 6,252 g klorin.
 Tentukan bahwa data ini sesuai dengan Hukum Proust.
- Perbandingan massa karbon dan hidrogen pada senyawa metana adalah 3 : 1. Jika metana yang dihasilkan adalah 36 gram, tentukan massa karbon dan hidrogen yang bereaksi.
- Tembaga membentuk dua macam oksida yang masing-masing mengandung 20,1% dan 11,2% oksigen. Tunjukkan bahwa data ini sesuai dengan Hukum Kelipatan Perbandingan.
- Suatu oksida dari belerang sebanyak 8 gram mengandung 4 g belerang, sedangkan 16 g oksida yang lain mengandung 6,4 g belerang. Tunjukkan bahwa data ini sesuai dengan Hukum Kelipatan Perbandingan.
- Pada tekanan dan suhu standar, 2 liter nitrogen bereaksi dengan 3 liter gas oksigen dan terbentuk 2 liter gas N_xO_y . Tentukan rumus N_xO_y .
- Suatu senyawa gas C_3H_8 sebanyak 5 liter tepat habis dibakar dengan gas oksigen menghasilkan CO_2 dan uap air pada suhu dan tekanan yang sama.
 - Tuliskan persamaan reaksi lengkapnya.
 - Tentukan volume gas oksigen yang diperlukan.
 - Tentukan volume gas CO_2 yang dihasilkan.
 - Tentukan volume uap air yang dihasilkan.
- Hitung banyaknya atom yang terdapat dalam:
 - 4 g belerang ($A_r S = 32$)
 - 5 g kalsium ($A_r Ca = 40$)
 - 5,6 g besi ($A_r Fe = 56$)
 - 2,7 g aluminium ($A_r Al = 27$)
- Pada pembakaran sempurna 1 liter gas asetilena C_2H_2 . Jika diukur pada P, T yang sama, berapa udara (yang mengandung 20% oksigen) yang diperlukan.
- Berapa banyaknya molekul yang terdapat dalam:
 - 1,12 liter gas oksigen
 - 5,6 liter gas nitrogen
- Hitung volume gas berikut jika diukur pada $0^\circ C$ dan 1 atm.
 - 8 g gas SO_2 ($M_r = 64$)
 - 16 g gas CO_2 ($M_r = 44$)
- Pada suhu dan tekanan tertentu, volume 10 gram gas NO ($M_r = 30$) sama dengan 1 liter. Hitung volume 22 g gas CO_2 ($M_r = 44$) jika diukur pada suhu dan tekanan yang sama.
- Pada keadaan standar, berapakah massa dari gas-gas berikut?
 - 2 liter gas N_2 ($M_r = 28$)
 - 11,2 liter gas NO ($M_r = 30$)
- Suatu senyawa, setelah dianalisis ternyata mengandung unsur Pb dan O. Jika ternyata didapatkan unsur Pb sebanyak 104 g dan unsur O sebanyak 32 g pada senyawa itu, tentukan rumus empiris senyawa.
- Reaksi $2 Al(s) + 3 H_2SO_4(aq) \rightarrow Al_2(SO_4)_3(aq) + 3 H_2(g)$. Jika 2,7 g Al ($A_r = 27$) direaksikan dengan 0,1 mol H_2SO_4 . Tentukan pereaksi pembatas dan jumlah mol hasil reaksi.

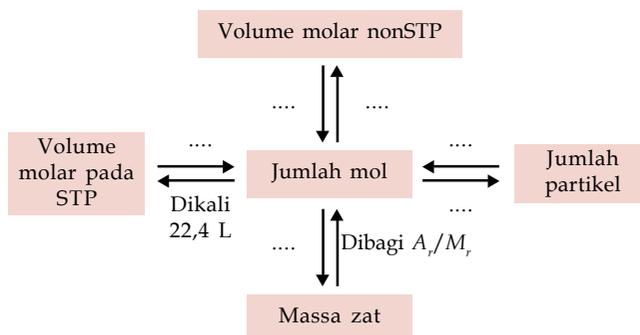
Soal Tantangan

- Pada suatu percobaan diperoleh data sebagai berikut.

Senyawa	Perbandingan Massa (g)	
	Belerang	Oksigen
SO	32	16
SO ₂	32	32
SO ₃	32	48

Apakah yang dapat Anda simpulkan dari data tabel tersebut? Apakah data percobaan tersebut sesuai dengan Hukum Dalton?

- Lengkapilah titik-titik pada bagan berikut.



Evaluasi Materi Semester 1

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan kerjakanlah pada buku latihan Anda.

1. Apabila unsur-unsur disusun menurut kenaikan massa atom relatifnya, ternyata unsur yang ke-8 menunjukkan persamaan sifat dengan unsur yang ke-1, unsur yang ke-9 menunjukkan persamaan sifat dengan unsur yang ke-2 dan seterusnya. Pernyataan ini ditemukan oleh
A. J.W. Dobereiner
B. D.I. Mendeleev
C. A.R. Newland
D. Lothar Meyer
E. Wilhelm Rontgen
2. Kali pertama yang mengemukakan sistem periodik dalam bentuk tabel adalah
A. J.W. Dobereiner
B. D.I. Mendeleev
C. A.R. Newland
D. Lothar Meyer
E. Wilhelm Rontgen
3. Pernyataan yang *salah* mengenai sistem periodik bentuk panjang adalah
A. terdiri atas 7 periode
B. terdiri atas 8 golongan A
C. periode 1 terdiri atas 2 unsur
D. golongan IIA terdiri atas 18 unsur
E. antara golongan IIA dan golongan IIIA terdapat unsur transisi
4. Unsur-unsur yang terletak dalam golongan IA disebut
A. alkali
B. alkali tanah
C. halogen
D. transisi
E. gas mulia
5. Unsur-unsur berikut ini memiliki sifat yang mirip, *kecuali*
A. H
B. He
C. Ne
D. Ar
E. Kr
6. Unsur yang *tidak* termasuk alkali tanah adalah
A. Be
B. Mg
C. Ca
D. S
E. Ba
7. Kelompok unsur yang terletak pada periode ke-3 adalah
A. Li, C, dan O
B. Mg, Ca, dan Al
C. Al, Si, dan Cl
D. Be, Na, dan Mg
E. Li, Na, dan K
8. Unsur-unsur gas mulia dalam sistem periodik terletak pada golongan
A. IA
B. IIA
C. VIIIA
D. IB
E. VIIB
9. Unsur-unsur dalam satu golongan memiliki
A. proton yang sama
B. elektron yang sama
C. elektron valensi yang sama
D. jari-jari atom yang sama
E. jumlah kulit yang sama
10. Unsur-unsur dalam satu periode memiliki
A. proton yang sama
B. elektron yang sama
C. elektron valensi yang sama
D. jari-jari atom yang sama
E. jumlah kulit yang sama
11. Suatu unsur dengan 3 kulit dan elektron valensi 5 pada sistem periodik unsur terletak dalam
A. golongan IIIA, periode 5
B. golongan VA, periode 3
C. golongan VIIIA, periode 5
D. golongan VA, periode 8
E. golongan VIIIA, periode 3
12. Suatu unsur memiliki konfigurasi elektron 2 8 8 1. Dalam sistem periodik terletak pada
A. periode 1, golongan IVA
B. periode 4, golongan IVA
C. periode 4, golongan IA
D. periode 1, golongan IA
E. periode 2, golongan IVA
13. Diketahui unsur-unsur dengan nomor atom sebagai berikut $_{11}\text{Na}$, $_{19}\text{K}$, $_{13}\text{Al}$, $_{17}\text{Cl}$. Unsur yang memiliki jari-jari atom paling panjang adalah
A. Ca
B. K
C. Cl
D. Al
E. Na
14. Energi ionisasi suatu unsur adalah sifat yang menyatakan
A. energi minimum yang diperlukan untuk melepaskan satu elektron dari satu atom netral dalam wujud gas
B. energi minimum yang diperlukan untuk menarik satu elektron pada pembentukan ion negatif
C. energi yang dibebaskan untuk menarik satu elektron pada pembentukan ion negatif
D. besarnya kecenderungan menarik elektron pada satu ikatan
E. besarnya kecenderungan menarik elektron membentuk ion negatif
15. Unsur Mg memiliki nomor atom 12 dan unsur P memiliki nomor atom 15. Pernyataan yang *tidak tepat* untuk kedua unsur tersebut adalah
A. kedua unsur tersebut terletak pada periode yang sama
B. jari-jari atom Mg lebih panjang dari jari-jari unsur P



- C. energi ionisasi unsur P lebih besar dari energi ionisasi unsur Mg
D. afinitas elektron unsur P lebih besar dari afinitas elektron unsur Mg
E. keelektronegatifan unsur Mg lebih besar dari keelektronegatifan unsur P
16. Di antara unsur-unsur ${}_{3}\text{Li}$, ${}_{9}\text{Be}$, ${}_{11}\text{Na}$, ${}_{15}\text{P}$, dan ${}_{19}\text{K}$ yang memiliki energi ionisasi terbesar adalah
A. Li
B. Be
C. Na
D. P
E. K
17. Pernyataan *tidak tepat* untuk unsur-unsur yang terletak dalam satu golongan dari atas ke bawah adalah
A. energi ionisasi bertambah
B. jari-jari atom bertambah
C. sifat logam bertambah
D. afinitas elektron berkurang
E. keelektronegatifan bertambah
18. Unsur-unsur yang terletak pada satu periode dari kiri ke kanan
A. energi ionisasi bertambah
B. jari-jari atom bertambah
C. sifat logam bertambah
D. afinitas elektron berkurang
E. keelektronegatifan berkurang
19. Jari-jari atom unsur Li, Na, K, Be, dan B secara acak (tidak berurutan) dalam satuan angstrom (\AA) adalah 2,01; 1,23; 1,57; 0,80; dan 0,89 maka jari jari atom K sama dengan
A. 0,80
B. 0,89
C. 1,23
D. 1,57
E. 2,01
20. Grafik yang menggambarkan kecenderungan sifat unsur dalam satu golongan adalah
A.
B.
C.
D.
E.
21. Diketahui nomor atom H = 1, C = 6, N = 7, O = 8, P = 15 dan Cl = 17. Senyawa berikut mengikuti aturan oktet, *kecuali*
A. CHCl_3
B. NH_3
C. H_2O
D. CH_4
E. PCl_5
22. Unsur X memiliki nomor atom = 20. Unsur Y memiliki nomor atom = 9. Senyawa yang terbentuk dari kedua unsur ini memiliki rumus
A. XY
B. X_2Y
C. XY_2
D. X_2Y_3
E. XY_3
23. Nomor atom unsur P, Q, R, dan S adalah 6, 9, 11, dan 18. Pasangan unsur-unsur yang diharapkan dapat membentuk ikatan ion adalah
A. P dan Q
B. R dan Q
C. Q dan S
D. S dan R
E. P dan S
24. Unsur X memiliki struktur atom dengan 1 elektron pada kulit terluarnya dan unsur Y memiliki afinitas elektron yang besar maka ikatan X-Y merupakan ikatan
A. semipolar
B. kovalen koordinasi
C. homopolar
D. ion
E. kovalen
25. Ikatan antaratom mencakup
A. ikatan nonlogam
B. ikatan atom
C. ikatan kovalen
D. ikatan van der Waals
E. ikatan hidrogen
26. Keelektronegatifan H, Br, dan F masing-masing 2,1; 2,8; dan 4,0. Deret senyawa berikut ini yang tersusun dengan urutan kepolaran meningkat adalah
A. BrF, HF, HBr
B. HF, BrF, HBr
C. BrF, HBr, HF
D. HBr, HF, BrF
E. HBr, BrF, HF
27. Pasangan senyawa berikut yang merupakan pasangan senyawa yang memiliki ikatan kovalen adalah
A. KCl dan HCl
B. H_2S dan Na_2S
C. PCl_3 dan FeCl_3
D. CH_4 dan NH_3
E. H_2O dan Na_2O
28. Unsur A yang bernomor atom 38 bersenyawa dengan unsur B yang bernomor atom 53. Senyawa dan ikatan yang terbentuk adalah
A. AB_2 , ion
B. AB_2 , kovalen
C. A_2B_3 , kovalen
D. A_2B , ion
E. A_2B , kovalen
29. Deret senyawa berikut ini tergolong senyawa kovalen, *kecuali*
A. HF, HCl, HI
B. BH_3 , BF_3 , CO_2
C. H_2O , NH_3 , CO_2
D. Li_2O , CaO, MgO
E. IF_3 , CCl_4 , ClF_3



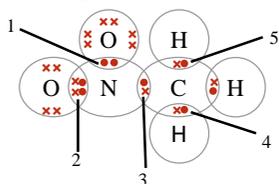
30. Empat unsur M, N, Q, dan R dengan nomor atom berturut-turut 6, 11, 17, dan 19. Pasangan unsur yang dapat membentuk ikatan kovalen nonpolar adalah

- A. M dan R D. M dan Q
B. N dan R E. Q dan R
C. N dan Q

31. Ikatan kovalen koordinasi terdapat pada

- A. H_2O D. HF
B. NH_4^+ E. C_2H_4
C. CH_4

32. Rumus elektron valensi molekul nitrometana digambarkan sebagai berikut



Pasangan elektron ikatan yang menyatakan ikatan kovalen koordinasi adalah

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

33. Berdasarkan soal no. 32, pasangan elektron ikatan yang menyatakan ikatan kovalen rangkap adalah

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

34. Partikel dasar dalam atom terdiri atas

- A. proton, elektron, dan positron
B. proton, neutron, dan nukleon
C. proton, elektron, dan neutron
D. positron, nukleon, dan elektron
E. neutron, nukleon, dan elektron

35. Berikut ini yang membuktikan model atom Thomson *tidak* tepat adalah percobaan

- A. sinar katode
B. hamburan sinar α pada lempeng tipis emas
C. spektrum atom hidrogen
D. tetes minyak milikan
E. sinar kanal

36. Kesimpulan bahwa muatan elektron $-1,60 \times 10^{-19} C$ diperoleh dari tetesan minyak dikemukakan oleh

- A. Sir Humphry
B. Robert Milikan
C. J.J. Thomson
D. James Chadwick
E. William Crookes

37. Pada hakikatnya percobaan Rutherford adalah

- A. penemuan proton
B. penemuan neutron
C. penemuan inti atom
D. penemuan elektron
E. penemuan positron

38. Notasi yang benar untuk proton, elektron, dan neutron berturut-turut adalah

- A. ${}^1_1P; {}^{-1}_1e; {}^1_1n$ D. ${}^1_1P; {}^1_1e; {}^1_0n$
B. ${}^1_1P; {}^1_1e; {}^0_1n$ E. ${}^1_1P; {}^0_1e; {}^0_1n$
C. ${}^0_1P; {}^0_1e; {}^1_1n$

39.

Jumlah Atom	Jumlah Proton	Jumlah Elektron	Jumlah Neutron
K	7	7	7
L	7	8	8
M	8	8	8
N	8	8	9

Pasangan yang merupakan isoton adalah atom-atom

- A. K dan L D. L dan N
B. K dan M E. M dan N
C. L dan M

40. Kelemahan penyusunan atom dengan teori oktaf adalah

- A. terdapat beberapa atom yang memiliki massa lebih tinggi berada pada urutan yang lebih rendah
B. urutan kenaikan massa atom tidak kontinu
C. beberapa unsur yang menurut hitungan terdapat pada suatu kelompok, tetapi sifatnya tidak sama.
D. penyusunan berdasarkan kenaikan massa atom banyak kelemahannya
E. sistem oktaf hanya berlaku pada unsur dengan nomor massa kecil

41. Berikut ini merupakan ciri yang ditunjukkan oleh sistem periodik unsur modern, *kecuali*

- A. terdapat 18 golongan
B. terdapat 8 periode
C. periode terbanyak berisi 32 unsur
D. golongan terbanyak berisi 9 unsur
E. terdapat golongan transisi luar dan transisi dalam

42. Kelompok unsur dengan nomor atom berikut ini yang memiliki elektron valensi sama adalah

- A. 11, 18, 37, 52 D. 13, 18, 31, 38
B. 12, 19, 38, 53 E. 14, 18, 30, 39
C. 12, 20, 38, 56

43. Pernyataan yang benar mengenai keteraturan sifat periodik dalam satu periode adalah

- A. dari kiri ke kanan afinitas elektron bertambah besar
B. dari kiri ke kanan jari-jari atom semakin besar
C. dari kiri ke kanan potensial ionisasi semakin besar
D. dari kiri ke kanan keelektronegatifan semakin kecil
E. dari kiri ke kanan afinitas elektron semakin kecil



44. Di antara ion poliatomik berikut ini yang berupa kation adalah
- A. SO_3^{2-} D. NH_4^+
 B. CO_3^{2-} E. NO_3^-
 C. SO_4^{2-}
45. Senyawa dengan rumus molekul berikut ini yang terdapat ikatan rangkap dua adalah
- A. Cl_2 D. CH_4
 B. N_2 E. C_2H_4
 C. NH_3
46. Volume hidrogen yang bergabung dengan 24 liter oksigen untuk menghasilkan uap air adalah
- A. 24 liter D. 12 liter
 B. 22,4 liter E. 44,8 liter
 C. 48 liter
47. Sebanyak 10 cm^3 hidrokarbon tepat bereaksi dengan 50 cm^3 oksigen menghasilkan 30 cm^3 karbon-dioksida. Jika volume semua gas diukur pada suhu dan tekanan yang sama, rumus hidrokarbon tersebut adalah
- A. CH_4 D. C_3H_6
 B. C_2H_6 E. C_3H_8
 C. C_3H_4
48. Volume gas oksigen pada *STP* yang bereaksi dengan 12,8 g gas SO_2 untuk membentuk gas SO_3 ($A_r \text{ S} = 32$; $\text{O} = 16$) adalah
- A. 1,12 L D. 4,48 L
 B. 2,24 L E. 5,6 L
 C. 3,36 L
49. Suatu oksida logam M tersusun atas 60 gram logam M ($A_r = 60$) dan 24 g oksigen ($A_r = 16$). Rumus empiris oksida logam tersebut adalah
- A. MO D. M_3O_2
 B. M_2O_3 E. M_5O_2
 C. MO_2
50. Suatu molekul terbentuk dari unsur C dan H yang memiliki M_r 30 dan mengandung 70% massa C. senyawa tersebut adalah ($A_r \text{ C} = 12$, $\text{H} = 1$)
- A. CH_4 D. C_2H_6
 B. C_2H_4 E. C_3H_6
 C. C_3H_5

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar:

- Jelaskan kelemahan dari Teori Atom Rutherford.
- Terletak pada golongan dan periode berapakah unsur-unsur berikut ini:
 - ${}_{11}^{23}\text{Na}$
 - ${}_{13}^{27}\text{Al}$
 - ${}_{16}^{32}\text{S}$
 - ${}_{17}^{35}\text{Cl}$
 - ${}_{19}^{39}\text{K}$
 - ${}_{20}^{40}\text{Ca}$
- Lengkapilah tabel berikut.

Atom Ion	Nomor Massa	Nomor Atom	Jumlah		
			p	e	n
Atom natrium	23	11	...	...	...
Ion kalsium	40	...	20	...	...
Ion klorida	...	17	...	...	20
Atom aluminium	27	...	...	...	14
Ion aluminium	...	...	13	...	14
Ion hidrogen	...	...	1	...	0

Keterangan:
 p = proton,
 e = elektron,
 n = neutron.
- Tuliskan struktur Lewis untuk unsur-unsur berikut ini.

a. Na	e. P
b. Mg	f. S
c. Al	g. Cl
d. C	h. Ar
- Jelaskan percobaan yang dapat membuktikan bahwa suatu senyawa termasuk kovalen atau ionik.
- Di antara senyawa-senyawa berikut, tentukan mana yang termasuk ionik dan mana yang termasuk kovalen.
 - Karbon dioksida
 - Asam klorida
 - Magnesium klorida
 - Magnesium oksida
 - Air
 - Etanol
- Hitunglah oksigen yang diperlukan untuk pembakaran sempurna 1 liter campuran yang terdiri atas 70% gas metana (CH_4) dan 30% gas etana (C_2H_6).
- Tentukan rumus molekul senyawa dengan rumus empiris CH_2 yang massa molekul relatifnya 42.
- Hitunglah banyaknya molekul yang terdapat dalam:
 - 9 g air ($M_r \text{ H}_2\text{O} = 18$)
 - 10 g CaCO_3 ($M_r = 100$)
- Sebanyak 10 L gas nitrogen direaksikan dengan 50 L gas hidrogen menghasilkan amonia. Tuliskan persamaan reaksinya. Senyawa apa saja yang ada pada akhir reaksi dan berapa volumenya?



5

B a b 5

Daya Hantar Listrik dan Reaksi Redoks



Sumber: griya-asih.microaid.net

Pada bab ini, Anda akan diajak untuk dapat memahami sifat-sifat larutan nonelektrolit dan elektrolit, serta reaksi oksidasi-reduksi, dengan cara mengidentifikasi sifat larutan nonelektrolit dan elektrolit berdasarkan data hasil percobaan. Kemudian, Anda juga harus mampu menjelaskan perkembangan konsep reaksi oksidasi-reduksi dan hubungannya dengan tata nama senyawa serta penerapannya.

Jika Anda berangkat ke sekolah, Anda biasanya menggunakan alat transportasi, seperti mobil, bus, atau sepeda motor. Apakah Anda tahu kendaraan yang Anda gunakan memakai larutan kimia untuk menghasilkan tenaga listrik?

Suatu kendaraan bermotor biasanya menggunakan aki untuk menghidupkan mesin. Aki ini dapat menghantarkan listrik sehingga pada malam hari Anda juga dapat menggunakan kendaraan karena penerangan lampu yang dihasilkan aki.

Pernahkah terpikirkan oleh Anda mengapa air dapat mengalirkan arus listrik? Ketika Anda mempelajari tentang ikatan kimia, Anda mengenal senyawa ionik dan senyawa kovalen polar. Kedua senyawa tersebut dapat menghantarkan arus listrik. Tahukah Anda apa yang menyebabkannya dapat menghantarkan listrik? Pada bab ini, Anda akan mempelajari sebab suatu senyawa dapat menghantarkan arus listrik.

- A. Sifat Hantar Listrik**
- B. Konsep Reaksi Redoks**
- C. Penerapan Konsep Larutan Elektrolit dan Reaksi Redoks**

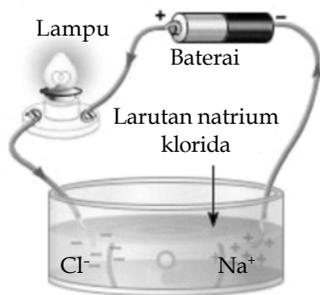


Soal Pramateri

1. Mengapa air ledeng dapat menghantarkan arus listrik?
2. Reaksi apakah yang terjadi pada saat logam besi mengalami pengamatan?
3. Apakah yang dimaksud dengan larutan elektrolit?
4. Temukanlah arti kata dari reduktor dan oksidator.

Kata Kunci

- Larutan Elektrolit
- Larutan nonelektrolit



Alat uji elektrolit

Gambar 5.1

Rangkaian alat uji daya hantar listrik larutan.

A Sifat Hantar Listrik

Mobil, bus, dan sepeda motor merupakan alat transportasi yang banyak digunakan. Salah satu bagian yang berperan penting dalam kendaraan adalah aki. Alat yang berfungsi untuk menghidupkan mesin ini mengandung larutan asam sulfat yang merupakan suatu larutan elektrolit. Larutan elektrolit dapat menghantarkan arus listrik. Sifat inilah yang menyebabkan larutan asam sulfat dapat menghidupkan mesin kendaraan. Selain asam sulfat, larutan-larutan apa sajakah yang dapat menghantarkan arus listrik? Mengapa larutan elektrolit dapat menghantarkan arus listrik? Adakah hubungan antara ikatan kimia dan larutan elektrolit? Untuk mengungkap rahasia tersebut, lakukanlah penyelidikan berikut.

Selidikilah 5.1

Sifat Larutan Elektrolit

Tujuan

Menyelidiki sifat-sifat larutan elektrolit

Alat dan Bahan

1. Batu baterai 1,5 volt 2 buah
2. Kabel tembaga 1 meter
3. Lampu 1 watt
4. Larutan garam dapur 1 M
5. Larutan asam asetat 1 M
6. Larutan asam klorida 1 M
7. Larutan gula 5%
8. Dudukan baterai
9. Dudukan lampu
10. Gelas kimia 7 buah
11. Larutan alkohol 5%
12. Larutan amonia 1 M
13. Larutan natrium hidroksida 1 M

Sebelum melakukan percobaan, carilah informasi mengenai bahan-bahan kimia yang akan Anda gunakan meliputi sifat, penggunaan, dan penanganannya.

Langkah Kerja

1. Rangkailah alat-alat seperti **Gambar 5.1**.
2. Tuangkan larutan garam dapur ke dalam gelas kimia hingga volume gelas kimia berisi $\frac{3}{4}$ -nya.
3. Sentuhkan ujung kabel A dan ujung kabel B ke dalam larutan dalam gelas kimia.
4. Amati yang terjadi pada lampu dan larutan.
5. Lakukan langkah nomor 2-4 untuk 6 larutan lainnya.
6. Catat hasil pengamatan di dalam buku latihan Anda seperti contoh tabel berikut.

Larutan Uji	Hasil Pengamatan				
	Nyala Lampu			Gelembung	
	Terang	Redup	Tidak Menyala	Ada	Tidak Ada
Larutan garam dapur 1 M					
Larutan asam asetat 1 M					
Larutan asam klorida 1 M					
Larutan gula 5%					
Larutan alkohol 1 M					
Larutan natrium hidroksida 1 M					

Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Larutan mana sajakah yang dapat menghantarkan arus listrik?
2. Larutan mana sajakah yang tidak dapat menghantarkan arus listrik?
3. Apakah perbedaan sifat antara larutan yang dapat menghantarkan arus listrik dan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik?
4. Mengapa larutan elektrolit dapat menghantarkan arus listrik?
5. Gambarkanlah struktur ikatan kimia dari senyawa-senyawa yang terlarut dalam larutan-larutan yang dapat menghantarkan arus listrik.

Kerjakanlah secara berkelompok dan diskusikan hasil yang diperoleh.

Apa yang Anda peroleh dari penyelidikan tersebut? Untuk memahami lebih lanjut, pelajari penjelasan berikut.

1. Perbedaan Sifat antara Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit

Berdasarkan hasil pengamatan **Selidikilah 5.1**, ada larutan yang dapat menyalakan lampu dan yang tidak dapat menyalakan lampu. Di antara larutan yang dapat menyalakan lampu, ada yang nyala lampunya terang dan yang nyala lampunya redup. Nyala lampu merupakan ciri bahwa larutan tersebut dapat menghantarkan arus listrik. Dengan demikian, larutan elektrolit dan nonelektrolit dapat dibedakan dengan mengamati nyala lampu. Suatu larutan dikatakan larutan elektrolit jika larutan tersebut dapat menyalakan lampu. Sebaliknya, suatu larutan dikatakan larutan nonelektrolit jika larutan tersebut tidak dapat menyalakan lampu. Larutan elektrolit dapat dibagi dua, yaitu elektrolit kuat dan elektrolit lemah.

Apakah perbedaan antara larutan elektrolit kuat dan elektrolit lemah? Nyala lampu elektrolit kuat terang, sedangkan nyala lampu elektrolit lemah redup.

Perbedaan antara larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit dapat juga diamati dari ada tidaknya gelembung. Larutan elektrolit akan menghasilkan gelembung gas, sedangkan larutan nonelektrolit tidak menghasilkan gelembung gas.

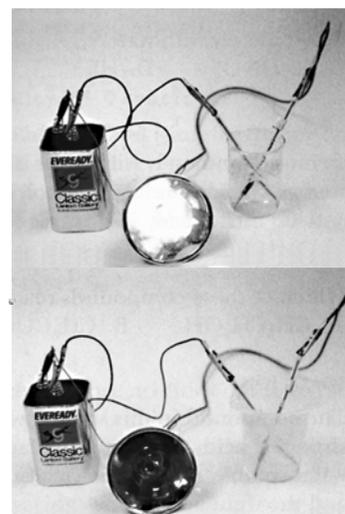
Dapatkan Anda menyebutkan contoh-contoh dari larutan elektrolit kuat, elektrolit lemah, dan nonelektrolit? Pelajari tabel berikut.

Tabel 5.1 Contoh-Contoh Larutan Elektrolit Kuat, Elektrolit Lemah, dan Nonelektrolit

Larutan	Elektrolit Kuat	Elektrolit Lemah	Nonelektrolit
Larutan garam dapur	3		
Larutan asam asetat		3	
Larutan asam klorida	3		
Larutan gula 5%			3
Larutan alkohol		3	
Larutan natrium hidroksida	3		

2. Penyebab Larutan Elektrolit Dapat Menghantarkan Arus Listrik

Untuk mengetahui penyebab larutan elektrolit dapat menghantarkan arus listrik, Anda harus memahami terlebih dahulu konsep reaksi disosiasi (penguraian senyawa menjadi ion dalam larutan). Ketika suatu senyawa dilarutkan ke dalam air, ada tiga kemungkinan yang dapat terjadi, yaitu



Sumber: *Introductory Chemistry*, 1997

Gambar 5.2

Perbedaan sifat antara larutan elektrolit dan nonelektrolit dapat diamati menggunakan uji nyala lampu.

Anda Harus

Ingat

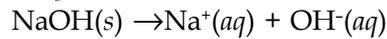
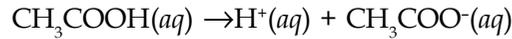
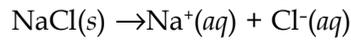
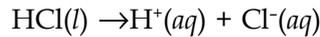
- Elektrolit kuat: nyala lampu terang dan banyak gelembung gas.
- Elektrolit lemah: nyala lampu redup dan sedikit gelembung gas.
- Nonelektrolit: lampu tidak menyala dan tidak ada gelembung gas.

You Must Remember

- *Strong electrolyte solution: the lightbulb is brightly lit and a lot of gas bubble.*
- *Weak electrolyte solution: the lightbulb is dimly lit and a little gas bubble.*
- *Nonelectrolyte solutions: the lightbulb is not lit and no gas bubble.*



terdisosiasi (terurai) sempurna, terdisosiasi sebagian, dan tidak terdisosiasi. Senyawa elektrolit kuat akan terdisosiasi sempurna, senyawa elektrolit lemah hanya terdisosiasi sebagian, sedangkan senyawa nonelektrolit tidak terdisosiasi. Suatu senyawa yang mengalami disosiasi, baik sempurna maupun sebagian terurai menjadi ion-ion penyusunnya (ion positif dan ion negatif). Reaksi-reaksi disosiasi pada senyawa elektrolit dapat dituliskan sebagai berikut.



Daya hantar listrik berhubungan dengan ion-ion dalam larutan. Aliran arus listrik berbentuk pergerakan partikel berupa partikel elektron maupun ion. Ketika dilewatkan ke dalam larutan elektrolit, arus listrik akan dihantarkan oleh ion-ion dalam larutan sehingga lampu dapat menyala. Semakin banyak ion-ion dalam larutan, daya hantar larutan semakin kuat. Itulah sebabnya nyala lampu larutan elektrolit kuat lebih terang daripada larutan elektrolit lemah.

Tahukah Anda, mengapa larutan nonelektrolit tidak dapat menghantarkan arus listrik? Ketika dilarutkan ke dalam air, larutan-larutan nonelektrolit seperti larutan gula dan alkohol tidak terurai menjadi ion-ionnya. Larutan nonelektrolit terurai menjadi molekul-molekulnya.

Kata Kunci

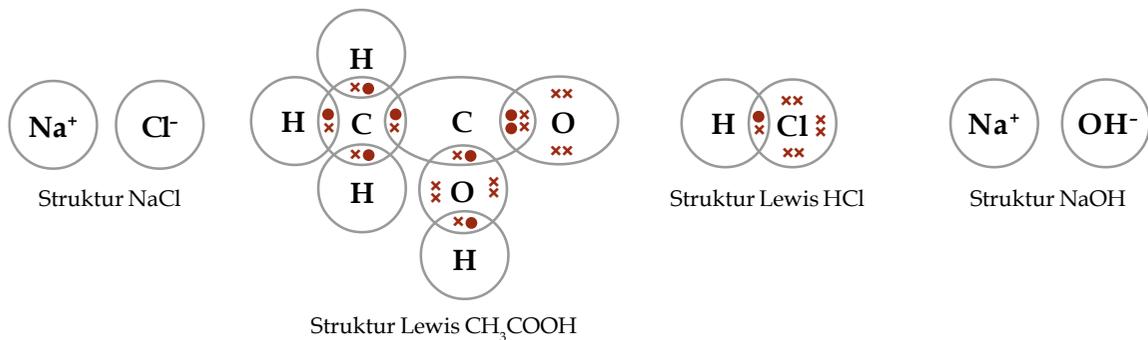
- Daya hantar listrik
- Ionisasi

Tantangan Kimia

Temukanlah contoh-contoh senyawa yang termasuk elektrolit kuat, elektrolit lemah, dan nonelektrolit, masing-masing empat senyawa. Diskusikanlah hasil yang Anda peroleh bersama teman Anda.

3. Hubungan antara Sifat Hantar Listrik dan Jenis Ikatan Kimia

Pada bab mengenai Ikatan Kimia, Anda telah mempelajari mengenai ikatan ion dan ikatan kovalen. Senyawa yang memiliki ikatan ion disebut senyawa ionik, sedangkan senyawa yang memiliki ikatan kovalen disebut senyawa kovalen. Senyawa kovalen terbagi dua, yaitu senyawa kovalen polar dan nonpolar. Dengan menggambarkan struktur Lewis ketujuh senyawa yang diuji dalam **Selidikilah 5.1**, Anda dapat mengetahui hubungan antara sifat daya hantar listrik dan jenis ikatan kimia.



Senyawa yang merupakan senyawa ionik adalah garam dapur (NaCl). Adapun asam asetat (CH_3COOH), asam klorida (HCl), natrium hidroksida (NaOH), dan amonium hidroksida (NH_4OH) merupakan contoh-contoh senyawa kovalen polar. Bagaimana dengan larutan gula dan alkohol? Kedua senyawa tersebut termasuk senyawa kovalen nonpolar. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa senyawa ionik dan kovalen polar merupakan senyawa elektrolit, sedangkan senyawa kovalen nonpolar merupakan senyawa nonelektrolit.

Soal Penguasaan Materi 5.1

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Larutan NaOH dan HCl merupakan larutan elektrolit lemah atau kuat? Jelaskan.
2. Apakah padatan NaCl dapat menghantarkan listrik? Jelaskan.
3. Suatu senyawa diketahui memiliki ikatan kovalen. Senyawa ini tidak dapat menghantarkan listrik. Apakah jenis ikatan kovalen yang dimiliki senyawa ini?

B Konsep Reaksi Redoks

Jika Anda membelah buah apel, kemudian membiarkannya di ruang terbuka, buah apel tersebut akan berubah warna menjadi kecokelat-cokelatan. Tahukah Anda, mengapa hal tersebut dapat terjadi? Perubahan warna pada buah apel diakibatkan reaksi oksidasi yang dialami senyawa kimia yang terkandung dalam buah apel.

Suatu reaksi oksidasi biasanya disertai oleh reaksi reduksi sehingga lazim disebut reaksi redoks. Apakah reaksi reduksi oksidasi itu? Konsep reaksi redoks dapat ditinjau dari tiga konsep, yaitu penggabungan dan pelepasan oksigen, pelepasan dan penerimaan elektron, serta peningkatan dan penurunan bilangan oksidasi. Agar Anda memahami perbedaan ketiga konsep reaksi redoks tersebut, lakukanlah penyelidikan berikut.

Selidikilah 5.2

Reaksi Reduksi Oksidasi

Tujuan

Menyelidiki perbedaan konsep-konsep reaksi redoks

Alat dan Bahan

Reaksi-reaksi redoks

Langkah Kerja

1. Pelajarilah contoh-contoh reaksi redoks dalam tabel berikut.

Peristiwa	Persamaan Reaksi Kimia
Pengarangan logam	$4 \text{Fe}(s) + 3 \text{O}_2(g) \rightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3(s)$
Isolasi logam besi	$2 \text{Fe}_2\text{O}_3(s) + 3 \text{C}(s) \rightarrow 2 \text{Fe}(s) + 3 \text{CO}_2(g)$
Reaksi logam Mg dan gas klorin	$\text{Mg}(s) + \text{Cl}_2(g) \rightarrow \text{MgCl}_2(s)$

2. Bandingkanlah posisi logam Fe dan senyawa Fe_2O_3 pada reaksi pengarangan logam besi dan isolasi logam besi.
3. Gambarkanlah pembentukan ikatan pada MgCl_2 .
4. Dengan memanfaatkan tabel periodik, tentukanlah bilangan oksidasi atom Mg pada logam Mg dan MgCl_2 serta bilangan oksidasi atom Cl pada Cl_2 dan MgCl_2 .

Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Pada reaksi manakah logam Fe mengikat oksigen?
2. Pada reaksi manakah Fe_2O_3 melepaskan oksigen?
3. Pada reaksi antara logam Mg dan gas klorin, atom manakah yang menyerahkan elektron?
4. Pada reaksi antara logam Mg dan gas klorin, atom manakah yang menerima elektron?
5. Pada reaksi antara logam Mg dan gas klorin, bilangan oksidasi atom manakah yang mengalami peningkatan?
6. Pada reaksi antara logam Mg dan gas klorin, bilangan oksidasi atom manakah yang mengalami penurunan?

Kerjakanlah secara berkelompok dan diskusikan hasil yang diperoleh.

Kata Kunci

- Bilangan oksidasi
- Oksidasi
- Reduksi

Legenda Kimia

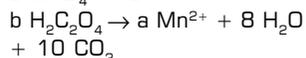
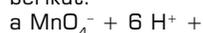


Henry Bessemer (1813–1898) adalah seorang insinyur asal Inggris. Dengan menggunakan prinsip reduksi oksidasi, Bessemer membuat suatu alat konversi bijih besi menjadi baja. Dengan menggunakan alat tersebut, pemurnian bijih besi menjadi lebih mudah karena hampir seluruh pengotor dapat dihilangkan dalam satu proses pemurnian.

Sumber: Jendela IPTEK: Kimia, 1997

Kupas Tuntas

Perhatikan reaksi redoks berikut.



Harga a dan b berturut-turut adalah

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

Pembahasan

Menyamakan jumlah unsur dan jumlah ion sebelum dan sesudah reaksi dengan mengisi koefisien reaksinya. Jadi, nilai a dan b berturut-turut adalah (C) 2 dan 5.

UN 2003

Kata Kunci

- Oksidator
- Pelepasan oksigen
- Penerimaan elektron
- Pengikatan oksigen
- Penyerahan elektron
- Reduktor



Sumber: Dokumentasi Penerbit

Gambar 5.3

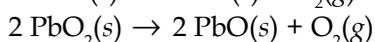
Buah apel yang dipotong menjadi berwarna cokelat di udara terbuka. Tahukah Anda apa yang terjadi?

Bagaimana membedakan konsep-konsep redoks? Pelajarilah penjelasan berikut.

1. Konsep Redoks Berdasarkan Pengikatan dan Pelepasan Oksigen

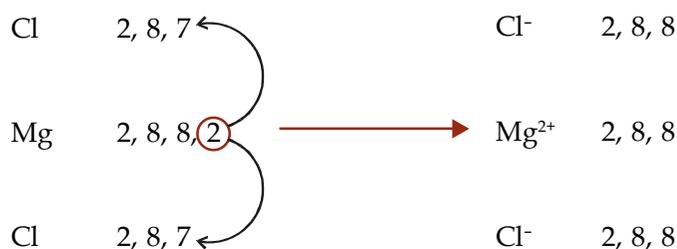
Pada peristiwa pengarat besi, logam Fe bereaksi dengan oksigen membentuk karat besi (Fe_2O_3). Artinya, pada reaksi ini logam Fe mengikat oksigen agar membentuk Fe_2O_3 . Pengarat logam besi merupakan contoh reaksi oksidasi. Berdasarkan hal tersebut, reaksi oksidasi adalah reaksi pengikatan oksigen oleh suatu zat.

Bagaimana dengan peristiwa pada isolasi bijih besi menjadi logam besi? Pada peristiwa ini, bijih besi melepaskan oksigen. Artinya, bijih besi kehilangan oksigen. Mengacu pada fakta ini, reaksi reduksi adalah reaksi pelepasan oksigen oleh suatu zat. Contoh lain reaksi reduksi menurut konsep ini adalah sebagai berikut.

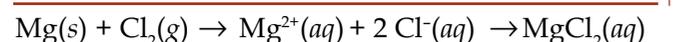
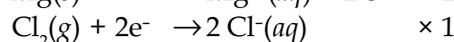


2. Konsep Redoks Berdasarkan Penyerahan dan Penerimaan Elektron

Atom Mg memiliki konfigurasi elektron 2 8 2 sehingga elektron valensinya 2. Adapun konfigurasi elektron atom Cl adalah 2 8 7 sehingga elektron valensinya adalah 7. Untuk mencapai kestabilannya, atom Mg harus melepaskan 2 elektron, sedangkan atom Cl membutuhkan 1 elektron. Jadi, atom Mg memberikan masing-masing 1 elektron kepada 2 atom Cl sehingga 1 atom Mg mengikat 2 atom Cl. Setelah melepaskan 2 elektron, atom Mg menjadi ion Mg^{2+} . Adapun atom Cl menjadi ion Cl^- setelah menerima 1 elektron. Senyawa yang terbentuk adalah MgCl_2 .



Reaksi kimia yang terjadi pada pembentukan ikatan MgCl_2 dapat juga dituliskan melalui tahapan berikut.



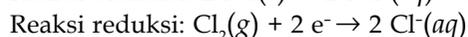
$\text{Mg}(s) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(aq) + 2 e^-$ merupakan reaksi oksidasi, sedangkan $\text{Cl}_2(aq) + 2 e^- \rightarrow 2 \text{Cl}^-(aq)$ merupakan reaksi reduksi. Berdasarkan pada contoh ini, reaksi oksidasi adalah reaksi pelepasan elektron, sedangkan reaksi reduksi adalah reaksi penerimaan elektron. Zat yang mengalami reaksi oksidasi disebut reduktor, sedangkan zat yang mengalami reaksi reduksi disebut oksidator. Jadi, Mg merupakan reduktor dan Cl_2 merupakan oksidator. Ingin lebih memahami konsep reaksi redoks berdasarkan penerimaan dan pelepasan elektron? Pelajarilah contoh soal berikut.

Contoh 5.1

Tentukanlah reaksi oksidasi, reaksi reduksi, oksidator, dan reduktor pada reaksi-reaksi berikut.

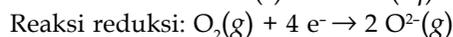


Jawab



Reduktor: Na

Oksidator: Cl_2



Reduktor: Ca

Oksidator: O_2

3. Konsep Redoks Berdasarkan Peningkatan dan Penurunan Bilangan Oksidasi

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

Tabel 5.2 Nilai Bilangan Oksidasi Berdasarkan Aturan

No.	Aturan	Contoh
1.	Bilangan oksidasi atom dalam bentuk unsur bebasnya sama dengan 0.	Bilangan oksidasi atom Na, Mg, Fe, C, H_2 , O_2 , Cl_2 , P_4 , $\text{S}_8 = 0$
2.	Bilangan oksidasi ion monoatom sama dengan muatan ionnya.	Bilangan oksidasi $\text{K}^+ = 1$ Bilangan oksidasi $\text{Na}^+ = +1$ Bilangan oksidasi $\text{Mg}^{2+} = +2$ Bilangan oksidasi $\text{Al}^{3+} = +3$ Bilangan oksidasi $\text{Cl}^- = -1$ Bilangan oksidasi $\text{S}^{2-} = -2$ Bilangan oksidasi $\text{Fe}^{3+} = +3$ Bilangan oksidasi $\text{Cu}^{2+} = +2$
3.	Jumlah bilangan oksidasi atom-atom dalam senyawa netral sama dengan 0, sedangkan jumlah bilangan oksidasi atom-atom dalam ion poliatom sama dengan muatan ionnya.	Jumlah bilangan oksidasi $\text{NaCl} = 0$ Jumlah bilangan oksidasi $\text{MgO} = 0$ Jumlah bilangan oksidasi $\text{NH}_4^+ = +1$ Jumlah bilangan oksidasi $\text{NO}_3^- = -1$ Jumlah bilangan oksidasi $\text{SO}_4^{2-} = -2$ Jumlah bilangan oksidasi $\text{PO}_4^{3-} = -3$
4.	Jika berikatan dengan atom nonlogam, bilangan oksidasi atom H = +1.	Bilangan oksidasi H dalam HCl dan $\text{H}_2\text{S} = +1$
5.	Jika berikatan dengan atom logam, bilangan oksidasi atom H = -1.	Bilangan oksidasi H dalam NaH dan $\text{MgH}_2 = -1$



- | | | |
|-----|--|---|
| 6. | Bilangan oksidasi atom O selalu -2, kecuali dalam senyawa biner fluorida, peroksida, dan superoksida. | Bilangan oksidasi O dalam Na_2O , MgO , dan $\text{H}_2\text{O} = -2$
Bilangan oksidasi O dalam $\text{OF}_2 = +2$
Bilangan oksidasi O dalam $\text{H}_2\text{O}_2 = -1$

Bilangan oksidasi O dalam $\text{KO}_2 = -\frac{1}{2}$ |
| 7. | Bilangan oksidasi atom logam golongan IA, IIA, dan IIIA dalam senyawanya sesuai dengan nomor golongannya. | Bilangan oksidasi Na dalam $\text{NaCl} = +1$
Bilangan oksidasi Mg dalam $\text{MgCl}_2 = +2$
Bilangan oksidasi Al dalam $\text{AlCl}_3 = +3$ |
| 8. | Bilangan oksidasi atom F dalam senyawanya selalu = -1 | Bilangan oksidasi F dalam NaF dan $\text{BrF} = -1$ |
| 9. | Jika berikatan dengan atom logam, bilangan oksidasi atom nonlogam dalam senyawa binernya sama dengan muatan ionnya. | Bilangan oksidasi S dalam $\text{H}_2\text{S} = -2$
Bilangan oksidasi Cl dalam $\text{KCl} = -1$ |
| 10. | Jika berikatan dengan atom nonlogam, bilangan oksidasi atom nonlogam yang lebih elektronegatif dalam senyawa binernya sama dengan muatan ionnya. | Bilangan oksidasi Cl dalam $\text{ICl} = -1$ karena Cl lebih elektronegatif dibandingkan dengan I. |



Sumber: My Pals are Here, 2004

Gambar 5.4

Baterai merupakan contoh barang yang bekerja berdasarkan reaksi redoks.

Dengan menggunakan aturan tersebut, bilangan oksidasi atom-atom yang terlibat dalam reaksi antara logam Mg dan gas klorin (atom Mg dan Cl) dapat diketahui. Bilangan oksidasi atom Mg dalam bentuk bebasnya = 0, sedangkan dalam bentuk senyawa $\text{MgCl}_2 = +2$. Bilangan oksidasi atom Cl dalam gas $\text{Cl}_2 = 0$, sedangkan dalam bentuk senyawa $\text{MgCl}_2 = -1$. Jadi, bilangan oksidasi atom Mg mengalami peningkatan dari 0 menjadi +2, sedangkan bilangan oksidasi atom Cl mengalami penurunan dari 0 menjadi -1.

Suatu atom dikatakan mengalami reaksi oksidasi (reduktor) jika mengalami peningkatan bilangan oksidasi dan dikatakan mengalami reaksi reduksi (oksidator) jika mengalami penurunan bilangan oksidasi. Dengan demikian, Mg merupakan reduktor, sedangkan Cl_2 merupakan oksidator.

Agar Anda lebih memahami konsep redoks berdasarkan peningkatan dan penurunan bilangan oksidasi, pelajailah contoh soal berikut.

Contoh 5.2

Tentukan reduktor dan oksidator dalam reaksi-reaksi berikut.

- $\text{Na}(s) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{NaOH}(aq) + \text{H}_2(g)$
- $\text{Mg}(s) + \text{H}_2\text{S}(g) \rightarrow \text{Mg}_2\text{S}(s) + \text{H}_2(g)$
- $\text{Al}(s) + \text{Cl}_2(g) \rightarrow \text{AlCl}_3(g)$

Jawab

- Atom-atom yang terlibat dalam reaksi redoks adalah Na dan H.
Bilangan oksidasi Na dalam Na = 0
Bilangan oksidasi Na dalam NaOH = +1
Bilangan oksidasi Na mengalami peningkatan dari 0 menjadi +1 (reaksi oksidasi).
Bilangan oksidasi H dalam $\text{H}_2\text{O} = +1$
Bilangan oksidasi H dalam $\text{H}_2 = 0$
Bilangan oksidasi H mengalami penurunan dari +1 menjadi 0 (reaksi reduksi).
Jumlah bilangan oksidasi biloks atom-atom dalam NaOH = 0.

- Biloks Na + biloks O + biloks H = 0
 $+1 + -2 + \text{biloks H} = 0$
 Biloks H = +1
 Jadi, yang berperan sebagai reduktor adalah **Na**, dan oksidator adalah **H₂O**.
- b. Atom-atom yang terlibat dalam reaksi redoks adalah Mg dan H.
 Bilangan oksidasi Mg dalam bentuk bebasnya = 0
 Bilangan oksidasi Mg dalam Mg₂S = +2
 Bilangan oksidasi Mg mengalami peningkatan dari 0 menjadi +2 (reaksi oksidasi).
 Bilangan oksidasi H dalam H₂S = +1
 Bilangan oksidasi H dalam H₂ = 0
 Bilangan oksidasi H mengalami penurunan dari +1 menjadi 0 (reaksi reduksi).
 Jadi, yang berperan sebagai reduktor adalah **Mg**, dan oksidator adalah **H₂S**.
- c. Atom-atom yang terlibat dalam reaksi redoks adalah Al dan Cl.
 Bilangan oksidasi Al dalam bentuk bebasnya = 0
 Bilangan oksidasi Al dalam AlCl₃ = +3
 Bilangan oksidasi Mg mengalami peningkatan dari 0 menjadi +3 (reaksi oksidasi).
 Bilangan oksidasi Cl dalam Cl₂ = 0
 Bilangan oksidasi Cl dalam AlCl₃ = -1
 Bilangan oksidasi Cl mengalami penurunan dari 0 menjadi -1 (reaksi reduksi).
 Jadi, yang berperan sebagai reduktor adalah **Al**, dan oksidator adalah **Cl₂**.

Tantangan Kimia

Baterai mengalami reaksi redoks. Tuliskanlah oleh Anda, reaksi redoks pada baterai. Kemudian, sebutkan manakah yang merupakan oksidator dan manakah yang merupakan reduktornya.

Buktikanlah oleh Anda

Logam dapat mengalami oksidasi sehingga menjadi berkarat. Jika Anda memiliki uang logam atau benda yang terbuat dari tembaga yang sudah kusam dan menghitam, Anda dapat menjadikannya mengilap kembali. Caranya, campurkanlah satu sendok makan garam dapur dan 100 mL asam cuka ke dalam mangkuk plastik. Kemudian, rendamlah uang logam atau benda logam tersebut selama 5–10 menit. Hasilnya dapat Anda buktikan sendiri.

Soal Penguasaan Materi 5.2

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

- Apakah perbedaan antara konsep redoks berdasarkan pengikatan dan pelepasan oksigen dengan konsep redoks berdasarkan penyerahan dan penerimaan elektron? Jelaskan.
- Apakah perbedaan antara konsep redoks berdasarkan penyerahan dan penerimaan elektron dengan konsep redoks berdasarkan peningkatan dan penurunan bilangan oksidasi? Jelaskan.
- Tentukan bilangan oksidasi atom-atom berikut yang dicetak tebal dalam senyawanya.
 - H₂SO₄
 - LiF
 - MgO
 - NaO₂
- Tentukan reaksi oksidasi dan reaksi reduksi pada reaksi redoks berikut.
 - $2 \text{Na}(s) + \text{H}_2(g) \rightarrow 2 \text{NaH}(g)$
 - $\text{Al}(s) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(s)$
- Tentukan reduktor dan oksidator pada reaksi redoks berikut.
 - $\text{K}(s) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{KOH}(aq) + \text{H}_2(g)$
 - $\text{Ca}(s) + \text{Cl}_2(g) \rightarrow \text{CaCl}_2(s)$
 - $\text{Al}(s) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(s)$



C Penerapan Konsep Larutan Elektrolit dan Reaksi Redoks

Anda telah mempelajari konsep larutan elektrolit dan reaksi reduksi oksidasi. Apakah manfaat dari konsep-konsep yang telah Anda pelajari tersebut?

1. Penerapan Konsep Redoks dalam Memberi Nama Senyawa

Pada Bab 3 mengenai Tata Nama dan Persamaan Reaksi Kimia, Anda telah mempelajari cara memberi nama senyawa kimia. Senyawa kimia diberi nama berdasarkan muatan dan jenis unsur-unsur penyusunnya, misalnya NaCl (natrium klorida), $MgCl_2$ (magnesium klorida), dan CO_2 (karbon dioksida).

Bagaimana dengan senyawa yang unsur penyusunnya memiliki nilai bilangan oksidasi lebih dari satu, seperti Fe dan Cu? Fe memiliki dua nilai bilangan oksidasi, yaitu +2 dan +3, sedangkan nilai bilangan oksidasi Cu adalah +1 dan +2. Jika unsur logam tersebut berikatan dengan unsur nonlogam akan membentuk lebih dari satu jenis senyawa. Untuk itu, penulisan kedua senyawa yang terbentuk dibedakan dengan cara menuliskan muatannya dengan angka Romawi dalam tanda kurung. Angka Romawi ditulis di belakang nama unsur yang bersangkutan. Berikut contoh penulisan nama untuk senyawa yang terbentuk antara Fe dan Cl.

$FeCl_2$ = besi(II) klorida

$FeCl_3$ = besi(III) klorida

Agar lebih memahami hal ini, pelajailah contoh-contoh soal berikut.

Contoh 5.3

Tuliskan nama senyawa berikut.

- Cu_2O dan CuO
- PbS dan PbS_2

Jawab

- Cu memiliki dua bilangan oksidasi, yaitu +1 dan +2 sehingga

Cu_2O = tembaga(I) oksida

CuO = tembaga(II) oksida

Jadi, Cu_2O adalah **tembaga(I) oksida** dan CuO adalah **tembaga(II) oksida**.

- Pb memiliki dua bilangan oksidasi, yaitu +2 dan +4 sehingga

PbS = timbal(II) sulfida

PbS_2 = timbal(IV) sulfida

Jadi, PbS adalah **timbal(II) sulfida** dan PbS_2 adalah **timbal(IV) sulfida**.

Aturan yang berlaku untuk senyawa ion berlaku juga untuk senyawa kovalen yang salah satu unsur penyusunnya memiliki bilangan oksidasi lebih dari satu. Untuk lebih jelasnya, pelajailah contoh soal berikut.

Contoh 5.4

Tuliskan nama senyawa berikut.

- NO dan N_2O_3
- P_2O_5 dan P_2O_3

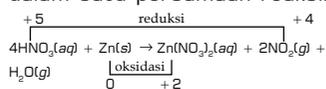
Kupas Tuntas

Dari persamaan reaksi di bawah ini, yang merupakan persamaan reaksi redoks adalah

- $Na_2CO_3(aq) + 2 HCl(aq) \rightarrow 2 NaCl(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$
- $2 KOH(aq) + SO_3(aq) \rightarrow K_2SO_4(aq) + H_2O(l)$
- $ZnS(s) + 2 HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2S(g)$
- $Al_2O_3(s) + 2 NaOH(aq) \rightarrow 2 NaAlO_2(aq) + H_2O(g)$
- $4 HNO_3(aq) + Zn(s) \rightarrow Zn(NO_3)_2(aq) + 2 NO_2(g) + H_2O(g)$

Pembahasan

Reaksi redoks adalah reaksi oksidasi dan reduksi yang berlangsung bersama-sama dalam satu persamaan reaksi.



Jadi, yang merupakan persamaan reaksi redoks adalah (E).

UN 2002

Jawab

- a. N memiliki empat bilangan oksidasi, yaitu 2, 3, 4, dan 5 sehingga:
NO = nitrogen(II) oksida
N₂O₃ = nitrogen(III) oksida
Jadi, NO adalah **nitrogen(II) oksida** dan N₂O₃ adalah **nitrogen(III) oksida**.
- b. P memiliki tiga bilangan oksidasi, yaitu 3, 4 dan 5 sehingga:
P₂O₅ = fosfor(V) oksida
P₂O₃ = fosfor(III) oksida
Jadi, P₂O₅ adalah **fosfor(V) oksida** dan P₂O₃ adalah **fosfor(III) oksida**.

2. Penerapan Konsep Larutan Elektrolit dan Konsep Redoks dalam Mengatasi Masalah Lingkungan

Berdirinya pabrik-pabrik menimbulkan dilema bagi pemerintah dan masyarakat. Di satu sisi, keberadaan pabrik membantu pemerintah mengurangi angka pengangguran. Akan tetapi, adanya pabrik justru menimbulkan masalah bagi lingkungan. Air limbah pabrik yang tidak diolah atau diolah secara tidak benar dapat merusak lingkungan karena air limbah mengandung zat pencemar, seperti senyawa organik dan logam berat. Ada beberapa cara pengolahan limbah, di antaranya pengolahan secara fisika, kimia, dan biologi.

Buktikanlah oleh Anda

Carilah informasi dari situs internet mengenai cara menangani masalah limbah dengan menggunakan konsep larutan elektrolit dan konsep redoks.

Kerjakan secara berkelompok dan presentasikan hasilnya di depan kelas.

a. Pengolahan Secara Fisika

Pada umumnya, sebelum dilakukan pengolahan lanjutan terhadap air buangan, bahan-bahan tersuspensi berukuran besar dan yang mudah mengendap atau bahan-bahan yang terapung disisihkan terlebih dahulu. Penyaringan (*screening*) merupakan cara yang efisien dan murah untuk menyisihkan bahan tersuspensi yang berukuran besar. Bahan tersuspensi yang mudah mengendap dapat disisihkan secara mudah dengan proses pengendapan.

Proses flotasi banyak digunakan untuk menyisihkan bahan-bahan yang mengapung seperti minyak dan lemak agar tidak mengganggu proses pengolahan berikutnya. Flotasi juga dapat digunakan sebagai cara penyisihan bahan-bahan tersuspensi (*clarification*) atau pemekatan lumpur endapan (*sludge thickening*) dengan memberikan aliran udara ke atas (*air flotation*).

Proses filtrasi di dalam pengolahan air buangan biasanya dilakukan untuk mendahului proses adsorpsi atau proses *reverse osmosis*-nya. Tujuannya untuk menyisihkan sebanyak mungkin partikel tersuspensi dari dalam air agar tidak mengganggu proses adsorpsi atau menyumbat membran yang digunakan dalam proses osmosis.

Proses adsorpsi dengan karbon aktif dilakukan untuk menghilangkan senyawa aromatik (misalnya: fenol) dan senyawa organik terlarut lainnya terutama jika diinginkan untuk menggunakan kembali air buangan tersebut.

Teknologi membran (*reverse osmosis*) biasanya diaplikasikan untuk unit-unit pengolahan kecil, terutama jika pengolahan ditujukan untuk menggunakan kembali air yang diolah. Biaya instalasi dan operasinya sangat mahal.

Fakta

Kimia

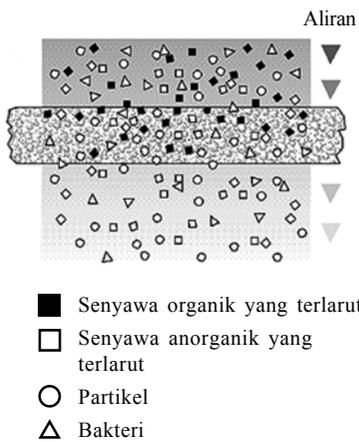
Minuman Elektrolit

Tahukah Anda tentang minuman elektrolit? Minuman elektrolit mengandung garam natrium dan kalium yang digunakan untuk mengisi kembali cairan tubuh setelah terjadi dehidrasi yang disebabkan oleh latihan berat, dioforesis, diare, muntah, dan kelaparan. Memberikan air murni kepada penderita dehidrasi bukanlah cara yang tepat untuk mengembalikan jumlah cairan dalam tubuh, karena air murni mencairkan/mengencerkan garam dalam sel-sel tubuh dan memengaruhi reaksi kimia yang terjadi pada sel-sel tersebut.

Anda dapat membuat sendiri minuman elektrolit di rumah. Minuman elektrolit dan minuman berenergi dapat dibuat dengan menggunakan proporsi gula, garam, dan air dengan tepat.

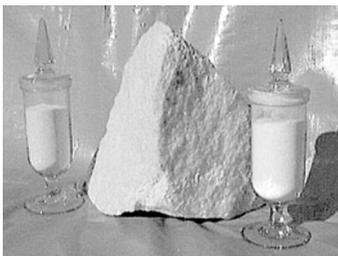
Kata Kunci

- Adsorpsi
- Flotasi
- Penyaringan
- *Reverse osmosis*



Gambar 5.5

Proses adsorpsi dengan karbon aktif



Sumber: www2s.biglobe.ne.jp

Gambar 5.6

Kapur yang dilarutkan dalam air dapat mengendapkan logam berat dan senyawa fosfor.

Kata Kunci

- Biodegradable
- Pengendapan

b. Pengolahan Secara Kimia

Pengolahan air buangan secara kimia biasanya dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (koloid), logam-logam berat, senyawa fosfor, dan zat organik beracun. Proses ini dilakukan dengan cara menambahkan bahan kimia tertentu ke dalam air limbah. Penyaringan bahan-bahan tersebut pada prinsipnya berlangsung melalui perubahan sifat bahan-bahan tersebut, yaitu dari tidak dapat diendapkan menjadi mudah diendapkan (flokulasi-koagulasi), baik dengan atau tanpa reaksi oksidasi-reduksi dan juga berlangsung sebagai hasil reaksi oksidasi.

Pengendapan bahan tersuspensi yang tidak mudah larut dilakukan dengan menambahkan elektrolit yang memiliki muatan yang berlawanan dengan muatan koloidnya agar terjadi netralisasi muatan koloid tersebut, sehingga akhirnya dapat diendapkan. Agar terjadi pengendapan logam-logam berat atau senyawa fosfor, air diberi perlakuan khusus terlebih dahulu dengan pengondisian pH air. Penyisihan logam berat dan senyawa fosfor dilakukan dengan menambahkan larutan alkali (misalnya air kapur) sehingga membentuk endapan hidroksida dari logam-logam tersebut atau endapan hidroksiapatit.

Penghilangan bahan-bahan organik beracun seperti fenol dan sianida pada konsentrasi rendah dapat dilakukan dengan mengoksidasinya dengan klor (Cl_2), kalsium permanganat, aerasi, ozon hidrogen peroksida. Pada dasarnya kita dapat memperoleh efisiensi tinggi dengan pengolahan secara kimia, akan tetapi biaya pengolahan menjadi mahal karena memerlukan bahan kimia.

c. Pengolahan Secara Biologi

Semua air buangan yang *biodegradable* dapat diolah secara biologi. Pengolahan limbah cair dengan proses biologi umumnya digunakan untuk menghilangkan bahan-bahan organik terlarut dan koloidal yang membutuhkan biaya yang cukup mahal untuk menghilangkannya. Dalam beberapa dasawarsa telah berkembang berbagai metode pengolahan biologi dengan segala modifikasinya.

Pada dasarnya, reaktor pengolahan secara biologi dapat dibedakan atas dua jenis, yaitu:

1. reaktor pertumbuhan tersuspensi (*suspended growth reactor*);
2. reaktor pertumbuhan lekat (*attached growth reactor*).

Jika menggunakan reaktor pertumbuhan tersuspensi, mikroorganisme tumbuh dan berkembang dalam keadaan tersuspensi. Proses lumpur aktif yang banyak dikenal berlangsung dalam reaktor jenis ini. Proses lumpur aktif merupakan proses aerobik, pada proses ini mikroba tumbuh dalam flok (lumpur) yang terdispersi, pada flok inilah akan terjadi proses degradasi. Proses lumpur aktif berlangsung dalam reaktor dengan pencampuran sempurna dilengkapi dengan umpan balik (*recycle*) lumpur dan cairannya.

Di dalam reaktor pertumbuhan lekat, mikroorganisme tumbuh di atas media pendukung dengan membentuk lapisan tipis untuk melekatkan dirinya. Berbagai modifikasi telah banyak dikembangkan selama ini, antara lain:

1. *trickling filter*,
2. cakram biologi,
3. filter terendam, dan
4. reaktor fluidisasi.

Seluruh modifikasi ini dapat menghasilkan efisiensi penurunan BOD sekitar 80%–90%. Ditinjau dari segi lingkungan di mana berlangsung proses penguaraian secara biologi, proses ini dapat dibedakan menjadi dua jenis:

1. proses aerob, yang berlangsung dengan hadirnya oksigen;
2. proses anaerob, yang berlangsung tanpa adanya oksigen.

Apabila BOD air buangan tidak melebihi 400 mg/L, proses aerob masih dapat dianggap lebih ekonomis dibandingkan proses anaerob. Pada BOD lebih tinggi dari 4.000 mg/L, proses anaerob menjadi lebih ekonomis.

Kata Kunci

- Aerob
- Anaerob
- Mikroorganisme

Soal Penguasaan Materi 5.3

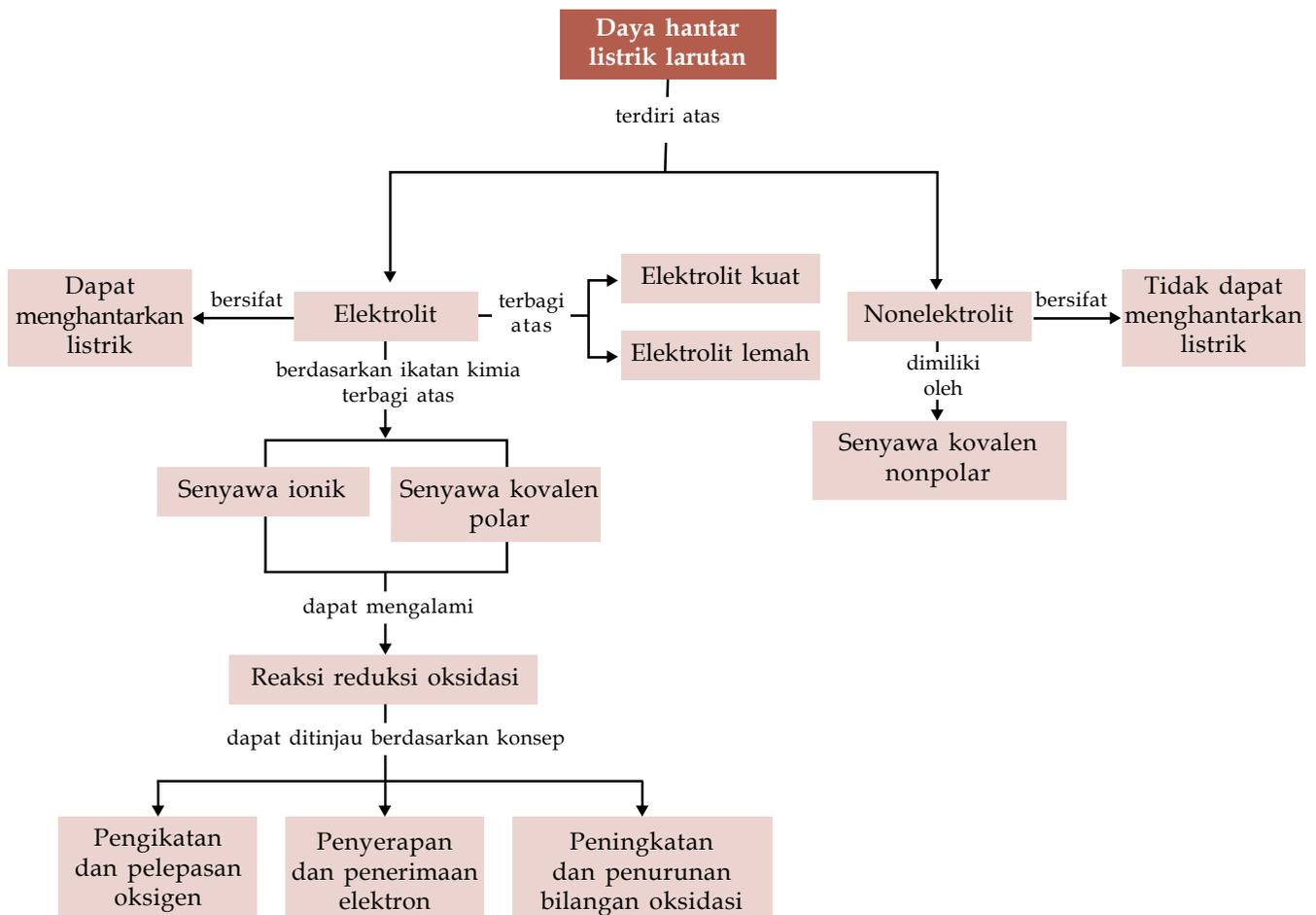
Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Tuliskan bilangan oksidasi dari unsur yang dicetak tebal berikut.
 - a. **besi**(II) sulfat
 - b. **mangan**(III) oksida
2. Tuliskan nama senyawa berikut.
 - a. MnSO_4
 - b. CoCl_3
3. Bagaimana mekanisme kerja larutan elektrolit dalam pengolahan air limbah secara kimia? Jelaskan.

Rangkuman

1. Sifat dari larutan ditentukan oleh jenis zat terlarutnya sehingga ada larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit.
- | Sifat Senyawa | Jenis Senyawa |
|------------------|---|
| Elektrolit kuat | - Senyawa ionik
- Senyawa kovalen polar yang terhidrolisis sempurna atau hampir sempurna |
| Elektrolit lemah | - Senyawa kovalen polar yang terhidrolisis sebagian |
| Nonelektrolit | - Senyawa kovalen sebagian yang tidak terhidrolisis |
2. Elektrolit kuat adalah larutan yang memiliki daya hantar listrik yang baik, sedangkan elektrolit lemah adalah larutan elektrolit yang memiliki daya hantar listrik yang buruk.
 3. Konsep redoks berdasarkan pengikatan dan pelepasan oksigen.
 - a. Reaksi oksidasi adalah reaksi pengikatan oksigen oleh suatu unsur/senyawa.
 - b. Reaksi reduksi adalah reaksi pelepasan oksigen oleh suatu unsur/senyawa.
 4. Konsep redoks berdasarkan penyerahan dan penerimaan elektron.
 - a. Oksidasi adalah pelepasan elektron
 - b. Reduksi adalah penerimaan elektron
 5. Konsep redoks berdasarkan peningkatan dan penurunan bilangan oksidasi.
 - a. Oksidasi adalah peningkatan bilangan oksidasi.
 - b. Reduksi adalah penurunan bilangan oksidasi.
 - c. Bilangan oksidasi adalah muatan yang dimiliki atom jika atom tersebut berikatan dengan atom lain.
 6. Larutan elektrolit dapat mengatasi masalah lingkungan dengan tiga cara pengolahan, yaitu pengolahan secara fisika, secara kimia, serta biologi.
 - a. Pengolahan secara fisika: proses flotasi, proses filtrasi, proses adsorpsi, dan proses *reverse osmosis*.
 - b. Pengolahan secara kimia: penambahan bahan kimia tertentu pada limbah dan pengoksidasian limbah.
 - c. Pengolahan secara biologi: *oxidation ditch*, kontak-stabilisasi dan proses penguaraian secara aerob maupun anaerob.

Peta Konsep



Kaji Diri

Bagaimana pendapat Anda setelah mempelajari materi **Daya Hantar Listrik dan Reaksi Redoks**? Menarik, bukan? Banyak hal menarik tentang materi Daya Hantar Listrik dan Reaksi Redoks ini. Misalnya, Anda dapat membedakan antara larutan elektrolit dan nonelektrolit.

Tujuan Anda mempelajari bab ini adalah agar Anda mampu mengidentifikasi sifat larutan elektrolit dan nonelektrolit berdasarkan data hasil percobaan, kemudian Anda juga harus

mampu menjelaskan perkembangan konsep reaksi oksidasi reduksi dan hubungannya dengan tata nama senyawa serta penerapannya. Apakah Anda dapat mencapai tujuan tersebut? Jika Anda mengalami kesulitan dalam mempelajari materi tertentu pada bab ini, bertanyalah kepada guru Kimia Anda. Anda pun dapat berdiskusi dengan teman-teman Anda. Belajarlah dengan baik dan pastikan Anda menguasai materi ini.

Evaluasi Materi Bab 5

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan kerjakanlah pada buku latihan Anda.

1. Data hasil pengujian daya hantar listrik beberapa larutan adalah sebagai berikut.

Larutan	Nyala Lampu	Gelembung Gas
I	Tidak menyala	Ada
II	Menyala	Ada
III	Tidak menyala	Tidak ada
IV	Tidak Menyala	Tidak ada
V	Tidak menyala	Sedikit

Berdasarkan dari data tersebut, yang merupakan larutan elektrolit adalah larutan

- I, II dan III
 - I, II dan V
 - II, III dan IV
 - II, III dan V
 - I, III, dan V
2. Berdasarkan percobaan daya listrik oleh sekelompok siswa di sebuah laboratorium menghasilkan data pengamatan sebagai berikut.

Larutan	Nyala Lampu	Gelembung Gas
Air tawar	Padam	Lambat
Air laut	Terang	Cepat
Air danau	Padam	Agak cepat
Air hujan	Padam	Agak cepat
Air sungai	Padam	Lambat

Setelah dilakukan pengamatan maka kesimpulan yang tepat dari data tersebut adalah

- air merupakan elektrolit lemah
 - air bukan larutan elektrolit
 - air dari berbagai sumber adalah elektrolit
 - daya hantar air laut adalah yang paling lemah
 - daya hantar air hujan lebih kecil daripada air sungai
3. Larutan disebut sebagai larutan elektrolit karena
- mengandung zat terlarut dengan konsentrasi yang pekat
 - mengandung senyawa-senyawa ion
 - memiliki zat terlarut yang berupa padatan
 - mengandung ion-ion yang dapat bergerak bebas
 - mengandung air sebagai pelarut
4. Ciri-ciri yang tepat untuk larutan elektrolit adalah
- tidak dapat menghantarkan arus dan terdapat gelembung gas
 - menyebabkan lampu menyala tanpa adanya gelembung gas
 - memerahkan lakmus biru
 - dapat menghantarkan arus listrik dan menimbulkan nyala lampu
 - membirukan lakmus merah

5. Beberapa larutan yang dapat menghantarkan arus listrik adalah....

- asam, basa, dan garam
- asam, glukosa, dan anorganik
- basa, alkohol, dan minyak
- garam, minyak, dan parfum
- garam, basa, dan minyak

6. Suatu alasan yang dapat menjelaskan penyebab kemampuan larutan elektrolit menghantarkan arus listrik adalah

- memiliki molekul-molekul organik
- harus selalu mengandung air
- mengandung senyawa-senyawa anorganik
- mengandung ion-ion yang dapat bergerak bebas
- mengandung gas

7. Berikut ini adalah pasangan yang termasuk senyawa kovalen dan bersifat elektrolit adalah

- KCl dan NH_3
- H_2SO_4 dan HCl
- KOH dan NaCl
- KBr dan PCl_5
- $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dan CCl_4

8. Daya hantar listrik terbesar akan diberikan oleh larutan

- H_2SO_4 0,1 M
- CH_3COOH 0,05 M
- HCl 0,1 M
- CH_3COOH 0,1 M
- H_2SO_4 0,05 M

9. Berikut ini yang *bukan* syarat untuk terjadinya reaksi oksidasi adalah

- meningkatnya bilangan oksidasi
- pelepasan elektron
- pengikatan oksigen
- bertambahnya bilangan oksidasi
- penerimaan elektron

10. Salah satu contoh dari reaksi reduksi adalah

- pernapasan
- karat besi
- fotosintesis
- pembakaran
- perubahan warna cokelat pada irisan buah apel ketika dibiarkan di udara

11. Logam yang bilangan oksidasinya +6 terdapat pada ion

- MnO_4^-
- VCl_3
- CrO_4^{2-}
- $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$
- NH_4^+



12. Vanadium dengan bilangan oksidasi +2 terdapat pada senyawa
- VCl_3
 - $VOSO_4$
 - $K_4V(CN)_6$
 - VCO_3
 - VO_2
13. Perhatikan reaksi berikut: $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2 HCl(g)$
Reaksi redoks tersebut dapat berlangsung. Pada reaksi tersebut yang berperan sebagai oksidator adalah
- HCl
 - Cl_2
 - Cl_2 dan H_2
 - H_2
 - Cl_2 dan HCl
14. Pada reaksi
 $MnO_2(s) + 2 H_2SO_4(aq) + 2 NaI(aq) \rightarrow MnSO_4(aq) + Na_2SO_4(aq) + 2 H_2O(l) + I_2(s)$, yang berperan sebagai reduktor adalah
- $MnSO_4$
 - MnO_2
 - H_2SO_4
 - NaI
 - I_2
15. Nama senyawa dari $Ba(OH)_2$ adalah
- barium hidrida
 - natrium hidroksida
 - barium hidrat
 - barium hidroksida
 - barium dihidroksida

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar:

- Mengapa larutan elektrolit dapat menghantarkan arus listrik? Jelaskan.
- Tentukan oksidator dan reduktor dengan 3 cara (penerimaan/pelepasan elektron, kenaikan/penurunan bilangan oksidasi, dan pengikatan/pelepasan oksigen) dari persamaan reaksi berikut.
 - $ClO_2(aq) + H_2O(l) \rightarrow HClO_3(aq) + HCl(aq)$
 - $(NH_4)_2Cr_2O_7(aq) \rightarrow N_2(g) + 4 H_2O(l) + Cr_2O_3(s)$
 - $Mg(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow MgSO_4(aq) + Cu(s)$
- Berilah nama terhadap senyawa berikut ini:
 Al_2SO_4 , H_3PO_4 , $HClO_4$, NaBr, dan $MgCl_2$.
- Kelompokkanlah reaksi-reaksi berikut ini ke dalam reaksi redoks atau bukan redoks.
 - $NaOH(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow NaHSO_4(aq) + H_2O(l)$
 - $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2 HCl(g)$
- Pada reaksi redoks:
 $MnO_2(s) + 2 H_2SO_4(aq) + 2 NaI(aq) \rightarrow MnSO_4(aq) + Na_2SO_4(aq) + 2 H_2O(l) + I_2(s)$
Tentukanlah yang berperan sebagai oksidator pada reaksi tersebut.

Soal Tantangan

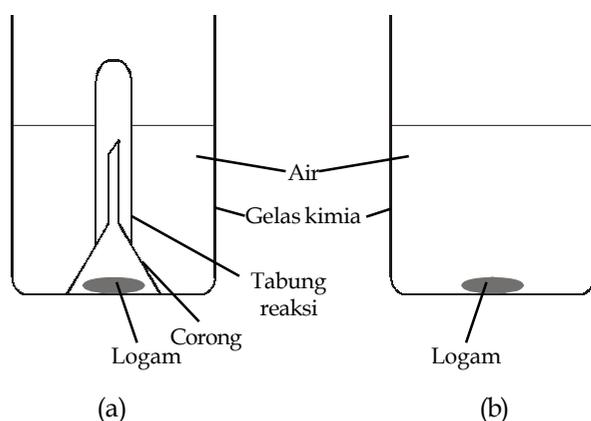
- Saat ini banyak produk minuman yang menawarkan air minum dengan kandungan berbagai zat elektrolit di dalamnya. Apa pendapat Anda jika kita sering mengonsumsi minuman tersebut?
- Tumpahan minyak mentah di pengeboran lepas pantai menyebabkan pencemaran air laut sehingga mengganggu ekosistem laut. Menurut pendapat Anda, tindakan apakah yang paling tepat untuk mengatasi masalah tersebut?



Kegiatan Semester 2

Reaksi-reaksi kimia banyak terjadi di dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu reaksi kimia yang dapat diamati adalah reaksi pengkaratan pada logam. Pengkaratan pada logam merupakan hasil dari reaksi redoks yang terjadi pada logam yang disebabkan oleh keadaan lingkungan seperti udara yang lembap dan oksigen. Pada Kegiatan Semester 2 ini, Anda akan diberi kesempatan untuk menguji pengaruh air dan oksigen terhadap pengkaratan logam besi (Fe) dan seng (Zn). Berikut ini langkah-langkah kegiatan yang harus Anda ikuti.

1. Rangkailah alat seperti gambar berikut.



- a. Sediakanlah 4 buah gelas kimia, rangkailah 2 buah alat seperti pada gambar (a) dan (b).
 - b. Masukkanlah logam besi dan seng pada masing-masing alat.
2. Biarkanlah selama 5-7 hari dan amatilah perubahan yang terjadi pada setiap harinya.
 3. Buatlah tabel pengamatan seperti berikut untuk setiap logam.

Kondisi	Hari ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
Air							
Air + oksigen							

4. Susunlah laporan kegiatan dari hasil eksperimen Anda. Penyusunan laporan meliputi:
 - a. Pendahuluan
Bab ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian dan tujuan penelitian.
 - b. Alat dan Bahan
Bab ini memuat seluruh alat dan bahan yang digunakan selama penelitian.
 - c. Metode Penelitian
Metode atau cara penelitian dapat Anda uraikan secara ringkas dalam bab ini.



d. Teori

Bab ini meliputi teori-teori yang mendasari kegiatan yang diambil dari berbagai sumber.

e. Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini Anda dapat menguraikan fakta-fakta dan data yang Anda peroleh selama eksperimen. Pembahasan dilengkapi dengan reaksi-reaksi kimia yang terjadi.

f. Kesimpulan

Pada bab ini Anda dapat mengutarakan kesimpulan yang dapat Anda ambil dari hasil kegiatan eksperimen.

g. Daftar Pustaka

Sumber-sumber pustaka yang Anda dapatkan dimuat dalam daftar pustaka.

Kegiatan Semester 2 ini dikerjakan secara berkelompok antara 3–5 orang. Jika Anda menemukan kesulitan selama pelaksanaan kegiatan, Anda dapat mendiskusikannya dengan guru kimia. Presentasikanlah hasil kegiatan Anda di kelas dan diskusikanlah bersama kelompok lain.



B a b 6

Hidrokarbon



Sumber: www.carrara.jp

Pada bab ini, Anda akan diajak untuk dapat memahami sifat-sifat senyawa organik atas dasar gugus fungsi dan senyawa makromolekul, dengan cara mendeskripsikan kekhasan atom karbon dalam membentuk senyawa hidrokarbon serta menggolongkan senyawa hidrokarbon berdasarkan strukturnya dan hubungannya dengan sifat senyawa.

Pernahkah Anda melihat intan? Intan merupakan salah satu batu mulia. Intan dapat diolah menjadi berlian yang sangat indah. Tidak heran jika berlian banyak digunakan sebagai perhiasan. Bukan hanya itu, intan juga dapat digunakan sebagai mata bor karena sifatnya yang keras dan tidak mudah patah. Sifat intan seperti itu tidak terlepas dari struktur molekul yang dimiliki intan. Tahukah Anda, bagaimana struktur molekul dari intan?

Intan tersusun atas atom-atom karbon yang membentuk struktur geometri tetrahedral. Intan hanyalah satu contoh senyawa karbon. Selain intan, masih banyak senyawa karbon lainnya. Jumlahnya mencapai lebih dari 10 juta. Atom karbon dapat berikatan dengan banyak atom lain. Atom karbon paling banyak berikatan dengan atom hidrogen membentuk senyawa hidrokarbon. Masih ingatkah Anda pada senyawa metana atau CH_4 ? Metana merupakan senyawa kovalen nonpolar dan merupakan senyawa hidrokarbon yang digunakan sebagai bahan bakar. Senyawa hidrokarbon sangat banyak ditemukan di alam. Bensin, solar, minyak tanah, lilin, karbohidrat, dan lemak merupakan contoh senyawa-senyawa hidrokarbon.

Pada bab ini, Anda akan mempelajari pengelompokan senyawa hidrokarbon, isomer senyawa hidrokarbon, dan jenis-jenis reaksi hidrokarbon. Anda juga akan menemukan beberapa contoh senyawa hidrokarbon yang sering ditemukan sehari-hari. Selamat mempelajari.

- A. Mengenal Senyawa Hidrokarbon**
- B. Keunikan Senyawa Karbon**
- C. Pengelompokan Senyawa Hidrokarbon**
- D. Titik Didih dan Keisomeran Senyawa Hidrokarbon**
- E. Reaksi-Reaksi Senyawa Hidrokarbon**

Soal Pramateri

1. Carilah materi di sekeliling Anda yang merupakan senyawa karbon.
2. Apakah yang disebut dengan senyawa karbon?
3. Mengapa atom karbon dapat membentuk senyawa yang sifatnya berbeda satu sama lain?
4. Bagaimana jika atom karbon berikatan dengan atom hidrogen?



Sumber: www.bali.com

Gambar 6.1

Kerak hitam pada roti bakar mengandung karbon.

Kata Kunci

Senyawa karbon

A Mengetahui Senyawa Hidrokarbon

1. Senyawa Karbon

Jika Anda membeli roti bakar, biasanya terbentuk kerak hitam di permukaan roti. Apakah yang menyebabkan timbulnya kerak tersebut? Kegiatan **Selidikilah 6.1** berikut akan membantu Anda menemukan jawabannya.

Selidikilah 6.1

Identifikasi Senyawa Karbon

Tujuan

Mengidentifikasi senyawa karbon

Alat dan Bahan

Data senyawa karbon dan bukan karbon

Langkah Kerja

1. Amatilah tabel berikut.

Senyawa			
Karbon		Bukan Karbon	
Contoh	Rumus Kimia	Contoh	Rumus Kimia
Batu kapur	CaCO_3	Asam klorida	HCl
Urea	$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$	Bijih besi	Fe_2O_3
Sukrosa	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	Bauksit	Al_2O_3
Gas alam	CH_4	Garam dapur	NaCl

2. Carilah perbedaan dan persamaan antara senyawa karbon dan senyawa bukan karbon.

Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Apakah ciri-ciri senyawa karbon?
2. Benda apa saja yang termasuk senyawa karbon?

Diskusikan hasil yang Anda peroleh dengan teman Anda.

Dari penyelidikan tersebut, apakah Anda sudah bisa membedakan yang mana senyawa karbon dan yang mana senyawa bukan karbon? Untuk lebih jelasnya, pelajirlah penjelasan berikut.

Sesuai dengan namanya, senyawa karbon adalah senyawa kimia yang mengandung unsur karbon. Senyawa karbon dapat berasal dari makhluk hidup maupun bukan makhluk hidup. Gambar berikut menunjukkan beberapa contoh senyawa karbon.



Sumber: *Sains Discovery*, 2000

2. Cara Menguji Adanya Unsur C, H, dan O dalam Suatu Senyawa

Amati kembali **Gambar 6.2**. Dari gambar tersebut, Anda dapat mengetahui unsur-unsur yang terkandung dalam senyawa karbon. Selain mengandung unsur C, senyawa karbon juga mengandung unsur lainnya, seperti H, O, dan N. Tahukah Anda, bagaimana cara menguji adanya unsur C, H, dan O dalam senyawa karbon? Mari, melakukan kegiatan berikut.

Selidikilah 6.2

Keberadaan Unsur C, H, dan O dalam Senyawa Karbon

Tujuan

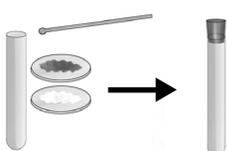
Menguji keberadaan unsur C, H, dan O dalam senyawa karbon

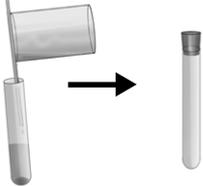
Alat dan Bahan

1. Tabung reaksi
2. Statif dan klem
3. Tutup gabus
4. Pipa kaca
5. Larutan air kapur
6. Kertas kobalt
7. Gula pasir
8. Tembaga(II) oksida/CuO

Sebelum melakukan percobaan, carilah informasi mengenai bahan-bahan kimia yang akan Anda gunakan meliputi sifat, penggunaan, dan penanganannya.

Langkah Kerja

1.  Masukkan 2 sendok spatula gula pasir dan 2 sendok spatula serbuk CuO ke dalam tabung reaksi. Kemudian, tabung reaksi ditutup dengan gabus.

2.  Tuangkan larutan air kapur ke dalam tabung reaksi lainnya hingga volumenya $\frac{1}{3}$ dari tabung reaksi. Kemudian, tabung reaksi ditutup dengan gabus.

3.  Susunlah alat-alat seperti gambar di samping.

4. Panaskan tabung perlahan-lahan hingga terjadi reaksi. Amati perubahan yang terjadi pada tabung air kapur.

Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Apakah rumus kimia gula pasir?
2. Senyawa apakah yang dihasilkan dari pembakaran senyawa karbon?
3. Bagaimanakah cara menguji adanya unsur C?
4. Bagaimanakah cara menguji adanya unsur H?
5. Bagaimanakah cara menguji adanya unsur O?

Kerjakanlah secara berkelompok dan diskusikan hasil yang diperoleh.

Bandingkanlah hasil pengujian Anda dengan penjelasan berikut untuk mengetahui pembuktian adanya unsur C, H, dan O di dalam sampel.

Tantangan Kimia

Carilah 10 contoh senyawa karbon beserta rumus kimianya.



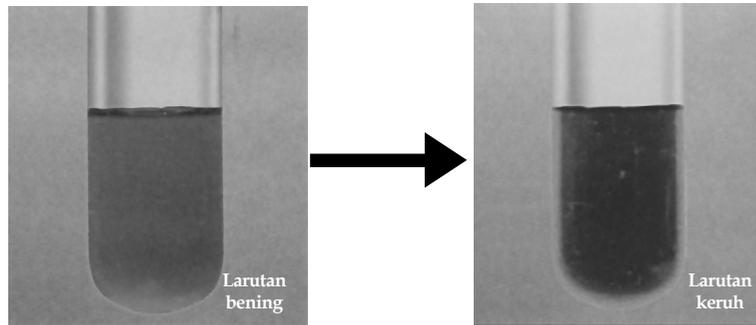
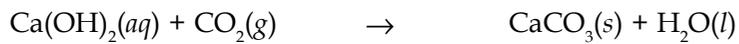
a. Reaksi Pembakaran Senyawa Karbon Menghasilkan CO₂ dan H₂O

Gula pasir/ sukrosa merupakan contoh senyawa karbon. Gula pasir memiliki rumus kimia C₁₂H₂₂O₁₁. Jika dibakar, gula pasir akan menghasilkan CO₂ dan H₂O dengan persamaan reaksi sebagai berikut.

$$C_{12}H_{22}O_{11}(s) + 12 O_2(g) \rightarrow 12 CO_2(g) + 11 H_2O(g)$$

b. Cara Menguji Keberadaan Unsur C, H, dan O

Untuk mengetahui adanya unsur C, H, dan O, Anda dapat melakukan uji air kapur dan uji kertas kobalt. Uji air kapur bertujuan untuk menguji keberadaan gas CO₂. Adanya gas CO₂ berarti menunjukkan bahwa senyawa tersebut mengandung C dan O. Uji air kapur dilakukan dengan cara melewatkan gas CO₂ yang terbentuk ke dalam larutan kapur. Larutan kapur yang awalnya bening akan berubah menjadi keruh.



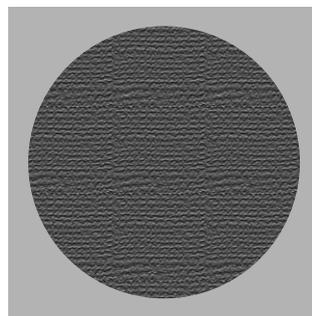
Sumber: Chemistry (McMurry), 2001

Gambar 6.3
Larutan kapur sebelum dan sesudah uji air kapur.

Adapun uji kertas kobalt digunakan untuk menguji adanya H₂O. Adanya H₂O berarti menunjukkan adanya unsur H dan O. Pengujian menggunakan kertas kobalt ini dilakukan dengan cara menyentuhkan kertas kobalt kepada uap air hasil pembakaran senyawa karbon. Jika bereaksi dengan uap air, kertas kobalt yang berwarna biru akan berubah warna menjadi merah jambu.

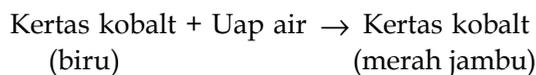
Kata Kunci

- Uji air kapur
- Uji kertas kobalt



Sumber: Chemistry (McMurry), 2001

Gambar 6.4
Kertas kobalt yang digunakan pada uji H₂O.



Soal Penguasaan Materi 6.1

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Tuliskan contoh senyawa karbon yang sering ditemukan dalam kehidupan sehari-hari.
2. Tuliskan reaksi pembakaran senyawa karbon dalam pertanyaan nomor 1.
3. Uji apakah yang digunakan untuk menguji keberadaan unsur C, H, dan O?

B Keunikan Senyawa Karbon

Sebagian besar senyawa kimia yang terdapat di alam ini merupakan senyawa karbon. Hal ini dapat terjadi karena sifat atom karbon yang sangat unik. Bagaimanakah sifat atom karbon? Untuk mengetahuinya, lakukanlah kegiatan berikut.

Selidikilah 6.3

Keunikan Atom Karbon

Tujuan

Menyelidiki keunikan atom karbon

Alat dan Bahan

Tabel Periodik Unsur

Langkah Kerja

1. Gambarkan struktur Lewis atom C.
2. Gambarkan struktur Lewis atom O.
3. Gambarkan struktur Lewis atom H.
4. Gambarkan senyawa yang dapat terbentuk antara atom C dan atom H.
5. Gambarkan ikatan yang terjadi antara atom C dan atom O.
6. Gambarkan ikatan yang dapat terbentuk antara atom C dan atom C.

Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Berapakah elektron valensi atom C?
2. Berapakah jumlah atom yang dapat diikat atom C?
3. Apakah yang terjadi jika atom C berikatan dengan atom O?
4. Apakah yang terjadi jika atom C berikatan dengan atom H?
5. Apakah yang terjadi jika atom C berikatan dengan atom C?

Diskusikan hasil yang Anda peroleh dengan teman Anda.

Kata Kunci

Hidrokarbon

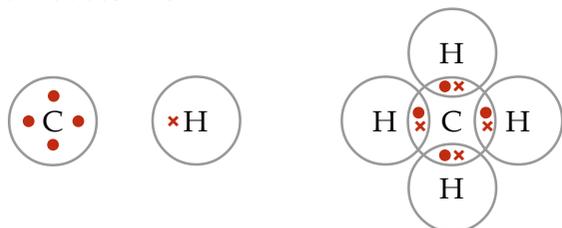
Pelajarilah penjelasan berikut untuk mengetahui keunikan dari atom karbon dan bandingkanlah dengan penelitian Anda pada kegiatan Selidikilah 6.3.

1. Atom C Dapat Berikatan dengan Atom H Membentuk Hidrokarbon

Pada bab 2, Anda telah mempelajari struktur Lewis suatu atom. Atom C yang berkonfigurasi elektron: $2\ 4$ memiliki elektron valensi 4. Struktur Lewis atom C dapat digambarkan sebagai berikut.



Berdasarkan struktur Lewisnya, berapakah jumlah atom H yang dapat diikat atom C?



Atom C dapat mengikat 4 atom H membentuk CH_4 . Senyawa yang terbentuk antara atom C dan atom H disebut hidrokarbon.



Fakta Kimia

Kotoran Kerbau dan Sampah Organik sebagai Sumber Energi Alternatif

Saat ini, Indonesia telah melirik sumber energi alternatif, yaitu kotoran kerbau dan sampah organik. Sampah organik sisa-sisa kotoran sayuran dan kotoran kerbau mengandung gas metana (CH₄), sisanya karbon dioksida dan amonia. Gas metana ini dapat dipakai sebagai sumber energi alternatif pengganti dari kompor gas. Gas alternatif dari bahan organik tersebut dinamakan biogas.

2. Atom C Dapat Berikatan dengan Atom O Membentuk Karboksida

Apa yang terjadi jika atom C dan atom O bereaksi? Jawabannya dapat diketahui dengan melihat struktur Lewis kedua atom. Berikut struktur Lewis atom C dan atom O.

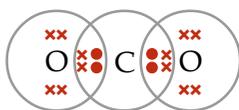


Struktur Lewis atom C



Struktur Lewis atom O

Atom C memiliki 4 elektron valensi, sedangkan atom O memiliki 6 elektron valensi. Untuk mencapai kestabilannya, atom C memerlukan 4 elektron, sedangkan atom O memerlukan 2 elektron. Keempat elektron yang diperlukan atom C berasal dari sumbangan 2 atom O yang masing-masing menyumbangkan 2 elektron untuk digunakan bersama. Demikian juga dengan atom O yang memerlukan 2 elektron. Setiap atom O mendapatkan sumbangan 2 elektron dari atom C untuk digunakan bersama.



atau $O=C=O$

Struktur Lewis atom CO₂

Senyawa yang terbentuk dari hasil reaksi antara atom C dan atom O dinamakan senyawa karboksida.

Buktikanlah oleh Anda

Lempengan marmer terbentuk secara alami dari kalsium karbonat. Jika asam hipoklorit ditambahkan pada lempengan marmer, busa dari gas karbon dioksida akan terbentuk. Asam akan bereaksi dengan permukaan marmer yang sudah ditumbuk menjadi serbuk. Buktikan oleh Anda dengan mereaksikan serbuk marmer dengan suatu asam. Apakah terbentuk gelembung gas yang membuktikan adanya unsur C dan O dalam reaksi tersebut?

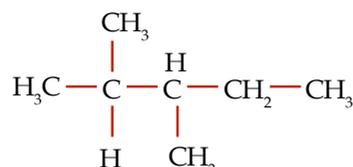
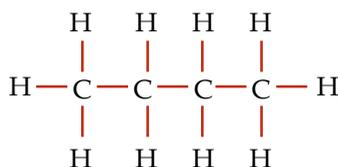
Kerjakan secara berkelompok dan presentasikan hasilnya di depan kelas.

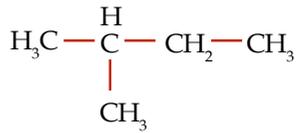
Kata Kunci

- Karboksida
- Rantai karbon

3. Antaratom C Dapat Saling Berikatan Membentuk Rantai Atom C

Atom C memiliki 4 elektron valensi yang memungkinkannya berikatan dengan sesama atom C lainnya. Itulah keunikan atom C sehingga dapat membentuk rantai karbon yang panjang. Berikut ini contoh-contoh senyawa karbon rantai panjang.



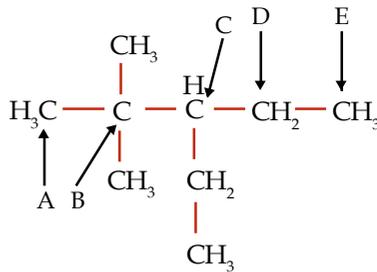


Berdasarkan jumlah atom C yang diikat, ada 4 kemungkinan posisi atom C dalam rantai karbon, yaitu atom C primer, atom C sekunder, atom C tersier, dan atom C kuarterner. Apakah perbedaan antara 4 jenis atom C tersebut?

Atom C primer adalah atom C yang hanya mengikat 1 atom C lainnya, atom C sekunder adalah atom C yang mengikat 2 atom C lainnya, atom C tersier adalah atom C yang mengikat 3 atom C lainnya, sedangkan atom C kuarterner adalah atom C yang mengikat 4 atom C lainnya. Untuk lebih jelasnya, perhatikanlah contoh soal berikut.

Contoh 6.1

Perhatikan struktur senyawa hidrokarbon berikut.



Struktur 2, 2-dimetil-3-etilpentana

Atom C yang diberi tanda panah manakah yang merupakan:

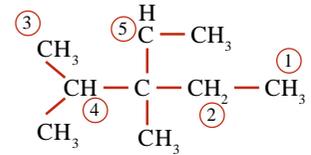
- atom C primer,
- atom C sekunder,
- atom C tersier, dan
- atom C kuarterner.

Jawab

- atom C primer: A dan E
- atom C sekunder: D
- atom C tersier: C
- atom C kuarterner: B

Kupas Tuntas

Dari rumus berikut:



Atom C–primer, C–sekunder, dan C–tersier berturut-turut ditunjukkan oleh nomor

- 5–4–2
- 4–2–1
- 3–2–4
- 1–3–2
- 1–2–5

Pembahasan

Atom C primer = atom C yang mengikat 1 atom C yang lain.
Atom C sekunder = atom C yang mengikat 2 atom C.
Atom C tersier = atom C yang mengikat 3 atom C.
Yang termasuk atom C primer adalah C₁ dan C₅, atom C sekunder adalah C₂, atom C tersier adalah atom C₃.
Jadi, Atom C–primer, C–sekunder, dan C–tersier berturut-turut adalah (C) 3–2–4.

UN 2002

Kata Kunci

- Atom C kuarterner
- Atom C primer
- Atom C sekunder
- Atom C tersier

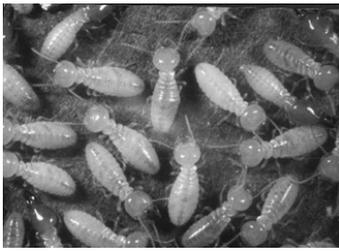
Soal Penguasaan Materi 6.2

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

- Apakah yang menyebabkan atom C dapat membentuk rantai C panjang?
- Apakah perbedaan antara atom C primer, sekunder, tersier, dan kuarterner?
- Apakah nama senyawa yang terbentuk dari hasil reaksi antara atom C dan atom O?
- Apakah nama senyawa yang terbentuk dari hasil reaksi antara atom C dan atom H?



C Pengelompokan Senyawa Hidrokarbon



Sumber: Chemistry (Chang), 2002

Gambar 6.5

Rayap merupakan sumber alami metana.

Senyawa hidrokarbon banyak ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya, gas elpiji, parafin, bensin, plastik, dan gas karbida. Senyawa-senyawa hidrokarbon yang sedemikian banyaknya itu dapat dikelompokkan ke dalam alkana, alkena, dan alkuna. Apakah yang menjadi dasar pengelompokan tersebut? Apakah perbedaan antara alkana, alkena, dan alkuna? Bagaimana cara memberi nama senyawa hidrokarbon? Marilah, kita selidiki.

Selidikilah 6.4

Perbedaan antara Alkana, Alkena, dan Alkuna

Tujuan

Menyelidiki perbedaan antara alkana, alkena, dan alkuna

Alat dan Bahan

Data struktur dan rumus kimia senyawa

Langkah Kerja

- Amatilah tabel berikut.
 - Senyawa Alkana

Struktur	Rumus Kimia	Nama
$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$	CH_4	Metana
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	C_2H_6	Etana
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \quad | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | \quad | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	C_3H_8	Propana

- Senyawa Alkena

Struktur	Rumus Kimia	Nama
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \end{array}$	C_2H_4	Etena
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{H} \\ | \quad \quad | \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	C_3H_6	Propena
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \quad | \quad | \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	C_4H_8	Butena

Kata Kunci

- Alkana
- Alkena
- Alkuna

c. Senyawa Alkuna

Struktur	Rumus Kimia	Nama
$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	C_2H_2	Etuna
$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$	C_3H_4	Propuna
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	C_4H_6	Butuna

Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Adakah hubungan antara akhiran nama senyawa dengan jenis ikatan?
2. Adakah hubungan antara awalan nama senyawa dengan jumlah atom C?
3. Bagaimanakah cara memberi nama senyawa alkana?
4. Apakah rumus umum dari alkana?
5. Bagaimanakah cara memberi nama senyawa alkena?
6. Apakah rumus umum dari alkena?
7. Bagaimanakah cara memberi nama senyawa alkuna?
8. Apakah rumus umum dari alkuna?

Diskusikan hasil yang Anda peroleh dengan teman Anda.

Untuk mengetahui perbedaan antara alkana, alkena, dan alkuna, perhatikanlah penjelasan berikut.

1. Penamaan Senyawa Hidrokarbon Berhubungan dengan Jenis Ikatan dan Jumlah Atom C

Jika diperhatikan secara saksama, perbedaan yang paling mencolok antara alkana, alkena, dan alkuna adalah jenis ikatannya. Senyawa alkana memiliki ikatan tunggal, sedangkan alkena dan alkuna berikatan rangkap. Alkena berikatan rangkap dua, sedangkan alkuna berikatan rangkap tiga. Senyawa hidrokarbon yang berikatan tunggal disebut hidrokarbon jenuh. Lawan dari hidrokarbon jenuh adalah hidrokarbon tak jenuh. Istilah hidrokarbon tak jenuh ini diberikan untuk senyawa hidrokarbon yang memiliki ikatan rangkap. Jadi, alkena dan alkuna termasuk hidrokarbon tak jenuh.

Selain kejenuhan senyawa, senyawa hidrokarbon juga dapat digolongkan berdasarkan tata namanya. Penamaan senyawa hidrokarbon bergantung pada jenis ikatan dan jumlah atom karbonnya. Awalan senyawa hidrokarbon ditentukan berdasarkan jumlah atom C-nya. Untuk lebih jelasnya, perhatikanlah tabel berikut.

Tabel 6.1 Penamaan Hidrokarbon Berdasarkan Jumlah Atom C-nya

Jumlah Atom C	Awalan Nama
1	Meta-
2	Eta-
3	Propa-
4	Buta-
5	Penta-
6	Heksa-

Kata Kunci

- Hidrokarbon jenuh
- Hidrokarbon tak jenuh

Anda Harus

Ingat

Senyawa alkana merupakan hidrokarbon jenuh, sedangkan senyawa alkena dan alkuna merupakan hidrokarbon tak jenuh.

You Must Remember

The alkanes are known as saturated hydrocarbons while alkenes and alkynes are classified as unsaturated hydrocarbons.



7	Hepta-
8	Okta-
9	Nona-
10	Deka-

Adapun akhiran nama senyawa hidrokarbon ditentukan berdasarkan jenis ikatannya. Tabel berikut menjelaskan hubungan antara jenis ikatan dan akhiran nama senyawa hidrokarbon.

Tabel 6.2 Hubungan Jenis Ikatan dan Akhiran Senyawa Karbon

Jenis Ikatan	Akhiran Nama
Tunggal (—)	-ana
Rangkap dua (==)	-ena
Rangkap tiga (≡)	-una

2. Tata Nama Senyawa Alkana

Berdasarkan penjelasan mengenai hubungan antara penamaan senyawa hidrokarbon dan jumlah atom C serta jenis ikatan. Berikut langkah-langkah penamaan senyawa alkana.

Aturan Penamaan Senyawa Alkana

1. Periksa jenis ikatannya, jika memiliki ikatan tunggal, berarti senyawa tersebut merupakan senyawa alkana.
2. Hitung jumlah atom C-nya.
3. Tuliskan awalan berdasarkan jumlah atom C-nya dan diakhiri dengan akhiran **-ana**.



Sumber: gfx.dagbladet.no

Gambar 6.6

Bensin mengandung campuran n-heptana dan oktana sehingga bensin termasuk senyawa alkana.

Kata Kunci

Ikatan tunggal

Untuk lebih jelasnya, pelajari contoh soal berikut.

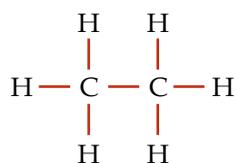
Contoh 6.2

Tentukan nama senyawa hidrokarbon berikut.

- a. C_2H_6
- b. C_4H_{10}
- c. C_5H_{12}

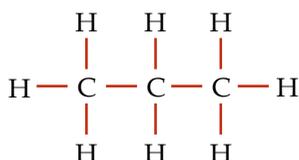
Jawab

- a. Struktur kimia C_2H_6 dapat digambarkan sebagai berikut.



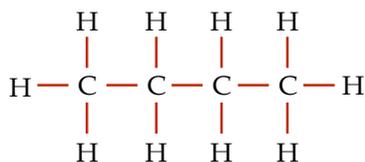
C_2H_6 memiliki ikatan tunggal (**-ana**) dengan jumlah atom C sebanyak 2 (**eta**). Jadi, C_2H_6 memiliki nama **etana**.

- b. Struktur kimia C_3H_8 dapat digambarkan sebagai berikut.



C_3H_8 memiliki ikatan tunggal (-ana) dengan jumlah atom C sebanyak 3 (propa-). Jadi, C_3H_8 memiliki nama **propana**.

c. Struktur kimia C_4H_{10} dapat digambarkan sebagai berikut.



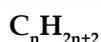
C_4H_{10} memiliki ikatan tunggal (-ana) dengan jumlah atom C sebanyak 4 (buta). Jadi, C_4H_{10} memiliki nama **butana**.

Dengan cara yang sama, penamaan senyawa-senyawa alkana lainnya dapat ditentukan. Tabel berikut menunjukkan penamaan senyawa alkana.

Tabel 6.3 Penamaan Senyawa Alkana

Rumus Molekul	Jumlah Atom C	Nama
CH_4	1	Metana
C_2H_6	2	Etana
C_3H_8	3	Propana
C_4H_{10}	4	Butana
C_5H_{12}	5	Pentana
C_6H_{14}	6	Heksana
C_7H_{16}	7	Heptana
C_8H_{18}	8	Oktana
C_9H_{20}	9	Nonana
$C_{10}H_{22}$	10	Dekana

Perhatikan rumus molekul senyawa-senyawa alkana pada tabel. Ternyata, selisih antara alkana yang jumlah atom C-nya berbeda 1 selalu sama, yaitu $-CH_2$ atau 14 satuan massa atom sehingga membentuk suatu deret yang disebut deret homolog (deret sepancaran). Berdasarkan deret homolog senyawa alkana, senyawa alkana memiliki rumus umum sebagai berikut.



Contoh 6.3

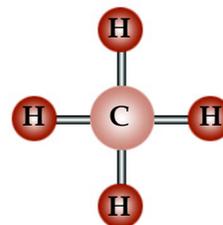
Suatu senyawa alkana memiliki jumlah atom C sebanyak 6 buah. Tentukan rumus molekul dan namanya.

Jawab

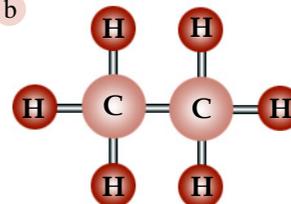
Senyawa alkana memiliki rumus umum C_nH_{2n+2} sehingga alkana yang memiliki 6 atom C akan memiliki rumus molekul C_6H_{14} . Senyawa ini memiliki nama **heksana**.

Berdasarkan rumus strukturnya, senyawa alkana dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu rantai lurus dan rantai bercabang. Berikut beberapa contoh senyawa alkana rantai bercabang.

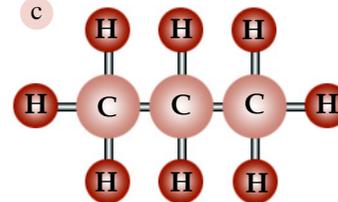
a



b



c



Gambar 6.7

Struktur molekul (a) metana, (b) etana, dan (c) propana.

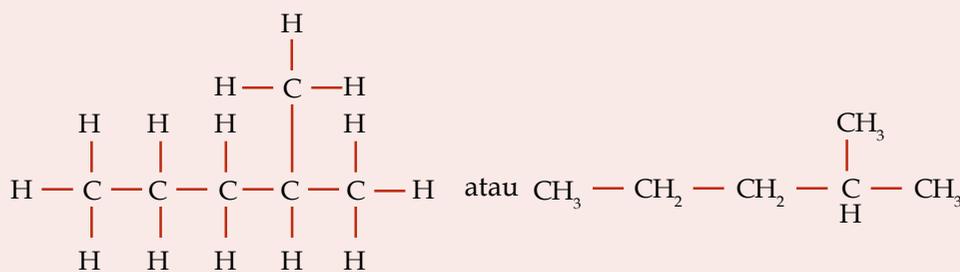
Anda Harus

Ingat

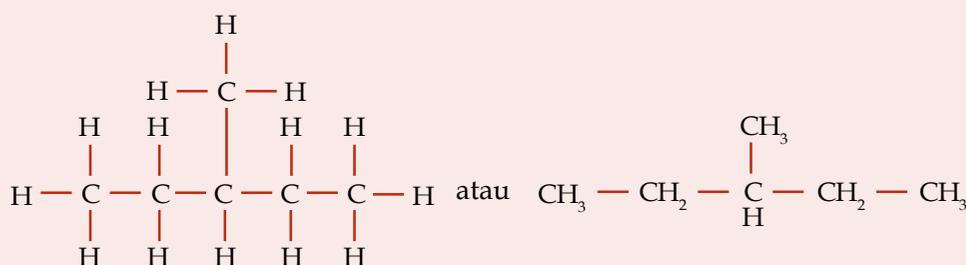
Alkana rantai lurus diberi nama dengan cara menghitung jumlah atom karbonnya dan menambahkan akhiran -ana. Kecuali untuk empat senyawa pertama, yaitu metana, etana, propana, dan butana.

You Must Remember

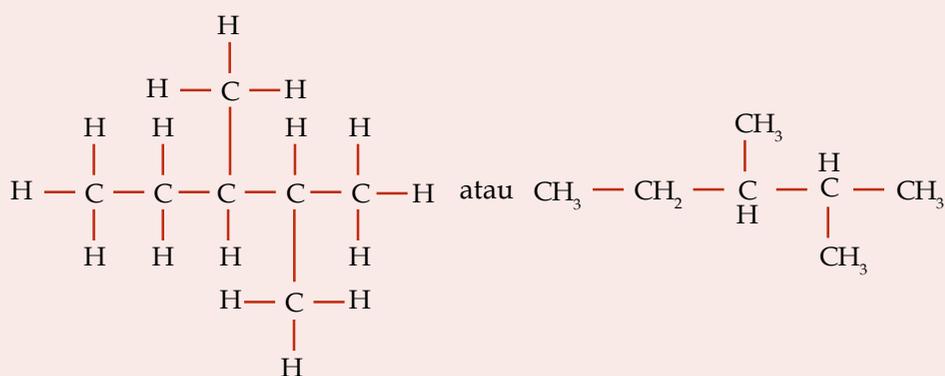
Straight-chain alkanes are named by counting the number of carbon atoms in the chain and adding the family suffix -ane. With the exception of the first four compounds, methane, ethane, propane, and butane.



Struktur 2-metilpentana



Struktur 3-metilpentana

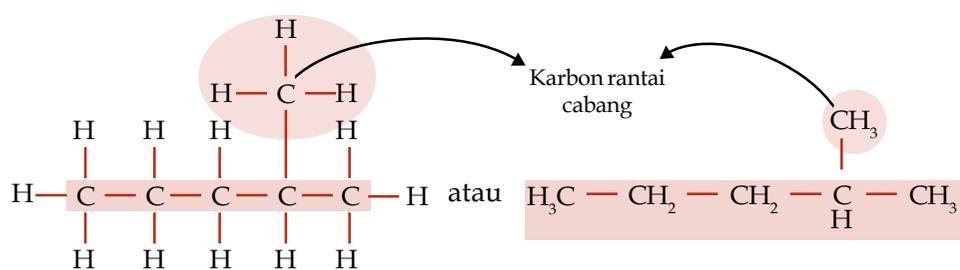


Struktur 2,3-dimetilpentana

Kata Kunci

- Rantai cabang
- Rantai induk

Suatu rantai karbon bercabang terdiri atas rantai induk dan rantai cabang. Rantai induk adalah rantai karbon yang paling panjang, sedangkan rantai cabang merupakan gugus alkil yang menempel pada satu atau lebih atom C dalam rantai induk. Perhatikan gambar berikut.



Struktur 2-metilpentana

Aturan penamaan senyawa alkana yang telah Anda pelajari hanya berlaku untuk alkana yang memiliki rantai lurus. Bagaimana dengan senyawa alkana yang memiliki rantai cabang? Berikut ini adalah aturan penamaan senyawa alkana yang memiliki rantai cabang.

Aturan Penamaan Senyawa Alkana Rantai Bercabang

1. Periksa jenis ikatannya, jika memiliki ikatan tunggal, berarti senyawa tersebut merupakan senyawa alkana.
2. Tentukan rantai induk dan rantai cabangnya.
3. Beri nomor pada rantai induk sedemikian rupa sehingga rantai cabang menempel pada atom C yang bernomor paling kecil.
4. Rantai induk diberi nama sesuai aturan penamaan senyawa alkana rantai lurus.
5. Rantai cabang diberi nama sesuai jumlah atom C dan struktur gugus alkil.

Struktur Gugus Alkil	Jumlah Atom C	Nama
— CH_3	1	Metil
$\text{— CH}_2\text{— CH}_3$	2	Etil
$\text{— CH}_2\text{— CH}_2\text{— CH}_3$	3	Propil
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{— C — CH}_3 \\ | \\ \text{H} \end{array}$	3	Isopropil
$\text{— CH}_2\text{— CH}_2\text{— CH}_2\text{— CH}_3$	4	Butil
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{— C — CH}_2\text{— CH}_3 \\ | \\ \text{H} \end{array}$	4	Sek-butil
$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{— CH}_2\text{— C — CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$	4	Isobutil
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{— C — CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$	4	Tersier-butil
$\text{— CH}_2\text{— CH}_2\text{— CH}_2\text{— CH}_2\text{— CH}_3$	5	Amil
$\text{— CH}_2\text{— CH}_2\text{— CH}_2\text{— CH}_2\text{— CH}_2\text{— CH}_3$	6	Heksil

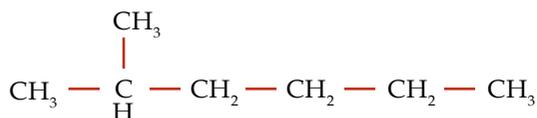
6. Tuliskan nomor cabang, diikuti tanda (-), nama rantai cabang yang menyambung dengan nama rantai lurus.

Agar lebih memahaminya, pelajari contoh soal berikut.

Contoh 6.4

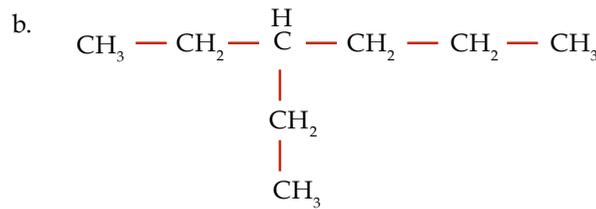
Tentukan nama senyawa alkana berikut.

a.



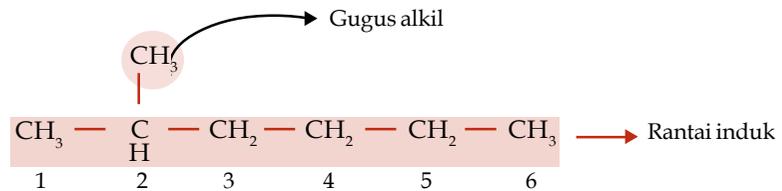
Tantangan Kimia

Buatlah struktur senyawa-senyawa alkana rantai bercabang dengan rantai induk empat atom karbon dengan rantai cabang metil, isopropil, dan tersier butil. Diskusikanlah dengan teman Anda.



Jawab

- a. jumlah atom C pada rantai induk : 6 (heksana)
jumlah atom C pada rantai cabang : 1 (metil)
Penomoran rantai:

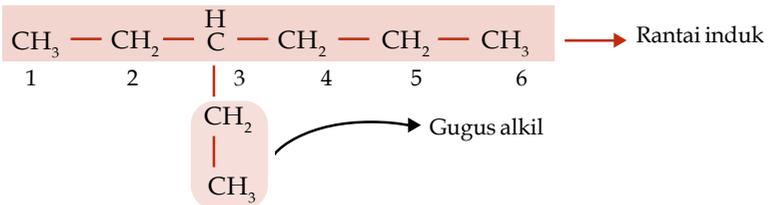


Rantai induk = heksana

Gugus alkil = 2-metil

Jadi, nama senyawa ini adalah **2-metilheksana**.

- b. jumlah atom C pada rantai induk : 6 (heksana)
jumlah atom C pada rantai cabang : 2 (etil)
Penomoran rantai:



Rantai induk = heksana

Gugus alkil = 3-etil

Jadi, nama senyawa ini adalah **3-etilheksana**.

Tantangan Kimia

Apakah menurut Anda nama senyawa 3-etilbutana benar? Buktikanlah dengan menuliskan strukturnya.

Jika ada senyawa alkana yang memiliki rantai cabang lebih dari 1, bagaimanakah cara penamaannya?

Aturan Penamaan Senyawa Alkana Rantai Bercabang Lebih dari 1

1. Periksa jenis ikatannya, jika memiliki ikatan tunggal, berarti senyawa tersebut merupakan senyawa alkana.
2. Tentukan rantai induk dan jumlah rantai cabangnya.
3. Beri nomor pada rantai induk sedemikian rupa sehingga salah satu rantai cabang menempel pada atom C yang paling kecil.
4. Rantai induk diberi nama sesuai aturan penamaan senyawa alkana rantai lurus.
5. Rantai cabang diberi nama sesuai jumlah atom C dan struktur gugus alkil.
6. Tuliskan nomor cabang 1 diikuti tanda (-) nama gugus alkil rantai cabang 1, nomor cabang 2 diikuti tanda (-) nama gugus alkil rantai cabang 2, ditulis bersambung dengan nama rantai lurus. Nama alkil disusun berdasarkan abjad.
7. Jika rantai cabang memiliki gugus alkil yang sama, rantai cabang diberi nama sesuai jumlah atom C dan jumlah rantai cabangnya.



4. Jika jumlah atom C senyawa alkena lebih dari 3, beri nomor setiap atom sedemikian rupa sehingga nomor paling kecil terletak pada atom C yang terikat ikatan rangkap dua. Kemudian, penamaan senyawa diawali oleh nomor atom C pertama yang terikat ke ikatan rangkap 2, diikuti tanda (-) dan nama rantai induk.

Contoh 6.6

Tentukan nama senyawa hidrokarbon berikut.

- $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$
- $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2$
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$
- $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$

Jawab

- $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ memiliki atom C sebanyak 2 buah (eta-). Dengan demikian, senyawa ini memiliki nama **etena**.
- $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2$ memiliki atom C sebanyak 3 buah (propa-). Dengan demikian, senyawa ini memiliki nama **propena**.
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$ memiliki atom C sebanyak 4 buah (buta-) posisi ikatan rangkap 2 terletak pada atom C nomor 1 sehingga senyawa ini memiliki nama **1-butena**.
- $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$ memiliki atom C sebanyak 4 buah (buta-) posisi ikatan rangkap 2 terletak pada atom C nomor 2 sehingga senyawa ini memiliki nama **2-butena**.

Seperti halnya senyawa alkana, senyawa alkena pun ada yang memiliki rantai cabang. Aturan penamaannya mirip dengan penamaan rantai alkana bercabang.

Aturan Penamaan Senyawa Alkena Rantai Bercabang

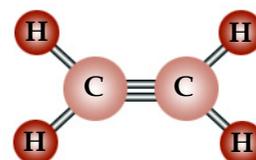
- Periksa jenis ikatannya, jika memiliki ikatan rangkap dua, berarti senyawa tersebut merupakan senyawa alkena.
- Tentukan rantai induk dan rantai cabangnya. Rantai induk ditentukan dari rantai atom C terpanjang yang mengandung ikatan rangkap dua.
- Beri nomor setiap atom sedemikian rupa sehingga nomor paling kecil terletak pada atom C yang terikat ikatan rangkap dua.
- Rantai induk diberi nama sesuai aturan penamaan senyawa alkena rantai lurus.
- Rantai cabang diberi nama sesuai jumlah atom C dan struktur gugus alkil.
- Urutan penulisan nama senyawa sama dengan urutan penulisan nama senyawa alkana.

Agar lebih memahami hal ini, pelajari contoh soal berikut.

Contoh 6.7

Tentukan nama senyawa hidrokarbon berikut.

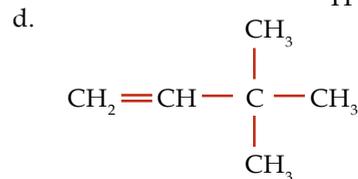
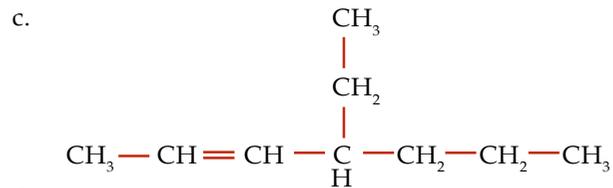
- $$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2 = \text{C} - \text{CH}_3 \end{array}$$
- $$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{C} = \text{CH} - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$



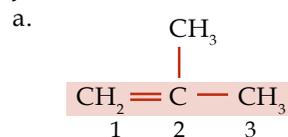
Gambar 6.8 / Struktur molekul etena (etilen)

Kata Kunci

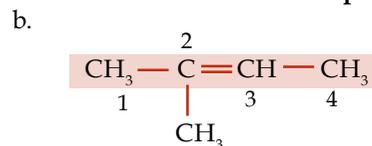
Ikatan rangkap dua



Jawab

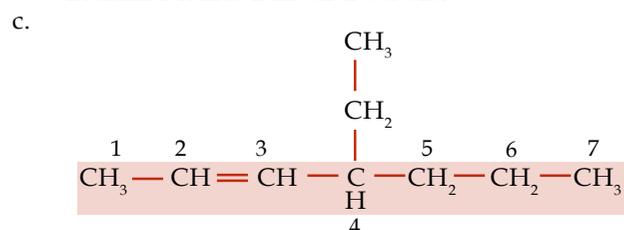


Jumlah atom C pada rantai induk = 3 sehingga nama rantai induk adalah **propena**.
Jumlah atom C pada rantai cabang = 1 sehingga nama rantai cabang adalah **metil**.
Rantai cabang terikat pada atom C nomor 2. Dengan demikian, senyawa ini memiliki nama **2-metil-propena**.



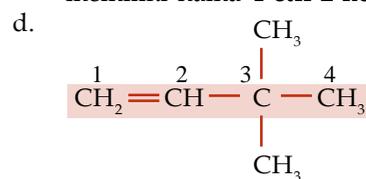
Jumlah atom C pada rantai induk = 4 dan ikatan rangkap 2 terikat pada atom C nomor 2 sehingga nama rantai induk adalah **2-butena**.

Jumlah atom C pada rantai cabang = 1 sehingga nama rantai cabang adalah **metil**.
Rantai cabang terikat pada atom C nomor 2. Dengan demikian, senyawa ini memiliki nama **2-metil-2-butena**.



Jumlah atom C pada rantai induk = 7 dan ikatan rangkap 2 terikat pada atom C nomor 2 sehingga nama rantai induk adalah **2-heptena**.

Jumlah atom C pada rantai cabang = 2 sehingga nama rantai cabang adalah **etil**.
Rantai cabang terikat pada atom C nomor 4. Dengan demikian, senyawa ini memiliki nama **4-etil-2-heptena**.



Jumlah atom C pada rantai induk = 4 dan ikatan rangkap 2 terikat pada atom C nomor 1 sehingga nama rantai induk adalah **1-butena**.

Jumlah rantai cabang = 2 (**di**).

Jumlah atom C pada rantai cabang = 1 sehingga nama rantai cabang adalah **metil**.
Kedua rantai cabang terikat pada atom C nomor 3. Dengan demikian, senyawa ini memiliki nama **3,3-dimetil-1-butena**.

Kata Kunci

Alkena rantai bercabang

Bagaimana jika senyawa alkena tersebut memiliki ikatan rangkap dua lebih dari satu? Berikut aturan penamaannya.

Aturan Penamaan Senyawa Alkena yang Memiliki Ikatan Rangkap Dua Lebih dari Satu

1. Periksa jenis ikatannya, jika memiliki ikatan rangkap dua, berarti senyawa tersebut merupakan senyawa alkena.
2. Hitung jumlah atom C-nya.
3. Hitung jumlah ikatan rangkap duanya.
4. Jika jumlah ikatan rangkap duanya = 2, nama senyawa diakhiri dengan akhiran **-diena**. Jika jumlah ikatan rangkap duanya = 3, nama senyawa diakhiri dengan akhiran **-triena**.
5. Beri nomor setiap atom sedemikian rupa sehingga nomor paling kecil terletak pada dua atau tiga atom C pertama yang terikat ikatan rangkap dua. Kemudian, penamaan senyawa diawali oleh nomor atom C pertama dan kedua/ketiga yang terikat ke ikatan rangkap 2, diikuti tanda (-) dan nama rantai induk.
6. Jika terdapat rantai cabang, penamaan rantai cabang seperti penamaan senyawa alkena.

Agar lebih memahami hal ini, pelajailah contoh soal berikut.

Contoh 6.8

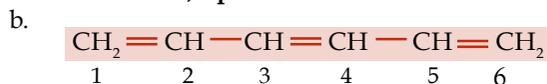
Tentukanlah nama senyawa hidrokarbon berikut.

- a. $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$
- b. $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$
- c.
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2 = \text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3 \end{array}$$

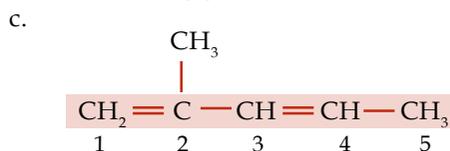
Jawab



Jumlah atom C pada rantai induk = 5, tidak memiliki rantai cabang, dan ikatan rangkap 2 terikat pada atom C nomor 1 dan 3 sehingga senyawa ini bernama **1,3-pentadiena**.



Jumlah atom C pada rantai induk = 6, tidak memiliki rantai cabang, dan ikatan rangkap 2 terikat pada atom C nomor 1, 3, dan 5 sehingga senyawa ini bernama **1,3,5-heksatriena**.



Jumlah atom C pada rantai induk = 5.

Jumlah atom C pada rantai cabang = 1 sehingga nama rantai cabang adalah **metil**. Ikatan rangkap 2 terikat pada atom C nomor 1 dan 3.

Rantai cabang terikat pada atom C nomor 2.

Dengan demikian, senyawa ini memiliki nama **2-metil-1,3-pentadiena**.

Kata Kunci

- Diena
- Triena



Senyawa alkena juga membentuk deret homolog. Alkena tergolong hidrokarbon tak jenuh yang mengandung satu ikatan rangkap dua antara dua atom C yang berurutan. Alkena memiliki 2 atom H lebih sedikit dari alkana dengan jumlah atom C yang sama. Oleh karena itu, rumus umum alkena adalah



4. Tata Nama Senyawa Alkuna

Secara umum, penamaan alkuna tidak jauh beda dengan penamaan alkana dan alkena. Perbedaannya terletak pada akhiran nama senyawa. Berikut langkah-langkah memberi nama senyawa alkuna.

Aturan Penamaan Senyawa Alkuna

1. Periksa jenis ikatannya, jika memiliki ikatan rangkap tiga, berarti senyawa tersebut merupakan senyawa alkuna.
2. Hitung jumlah atom C-nya.
3. Tuliskan awalan berdasarkan jumlah atom C-nya dan diakhiri dengan akhiran **-una**.
4. Jika jumlah atom C senyawa alkuna lebih dari 3, beri nomor setiap atom sedemikian rupa sehingga nomor paling kecil terletak pada atom C yang terikat ikatan rangkap tiga. Kemudian, penamaan senyawa diawali oleh nomor atom C pertama yang terikat ke ikatan rangkap 3, diikuti tanda (-) dan nama rantai induk.

Kata Kunci

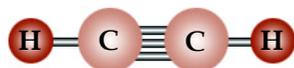
Ikatan rangkap tiga

Untuk lebih jelasnya, pelajari contoh soal berikut.

Contoh 6.9

Tentukan nama senyawa hidrokarbon berikut.

- a. $CH \equiv CH$
- b. $CH_3 - C \equiv CH$
- c. $CH_3 - CH_2 - C \equiv CH$
- d. $CH_3 - C \equiv C - CH_3$



Gambar 6.9

Struktur molekul etuna (asetilen)

Jawab

- a. $CH \equiv CH$ memiliki atom C sebanyak 2 buah (eta-). Dengan demikian, senyawa ini memiliki nama **etuna**.
- b. $CH_3 - C \equiv CH$ memiliki atom C sebanyak 3 buah (propa-). Dengan demikian, senyawa ini memiliki nama **propuna**.
- c. $CH_3 - CH_2 - C \equiv CH$ atom C sebanyak 4 buah (buta-). Posisi ikatan rangkap 3 terletak pada atom C nomor 1 sehingga senyawa ini memiliki nama **1-butuna**.
- d. $CH_3 - C \equiv C - CH_3$ memiliki atom C sebanyak 4 buah (buta-). Posisi ikatan rangkap 3 terletak pada atom C nomor 2 sehingga senyawa ini memiliki nama **2-butuna**.

Seperti halnya senyawa alkana dan alkena, senyawa alkuna pun ada yang memiliki rantai cabang. Aturan penamaannya mirip dengan penamaan rantai alkana dan alkena bercabang.

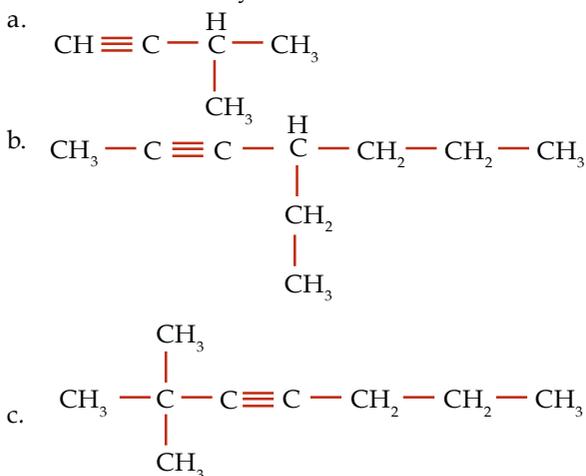
Aturan Penamaan Senyawa Alkuna Rantai Bercabang

1. Periksa jenis ikatannya, jika memiliki ikatan rangkap tiga, berarti senyawa tersebut merupakan senyawa alkuna.
2. Tentukan rantai induk dan rantai cabangnya. Rantai induk ditentukan dari rantai atom C terpanjang yang mengandung ikatan rangkap tiga.
3. Beri nomor setiap atom sedemikian rupa sehingga nomor paling kecil terletak pada atom C yang terikat ikatan rangkap tiga.
4. Rantai induk diberi nama sesuai aturan penamaan senyawa alkuna rantai lurus.
5. Rantai cabang diberi nama sesuai jumlah atom C dan struktur gugus alkil.
6. Urutan penulisan nama senyawa sama dengan urutan penulisan nama senyawa alkana dan alkena.

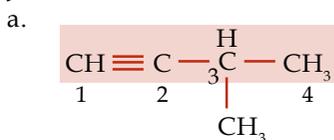
Agar lebih memahami hal ini, pelajari contoh soal berikut.

Contoh 6.10

Tentukan nama senyawa hidrokarbon berikut.

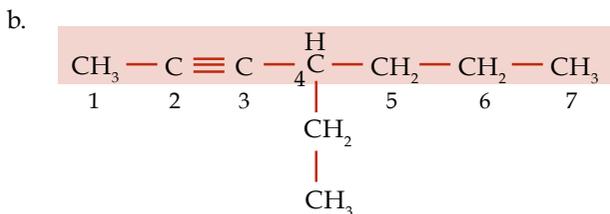


Jawab



Jumlah atom C pada rantai induk = 4 dan ikatan rangkap tiga terikat pada atom C nomor 1 sehingga nama rantai induk adalah **1-butuna**.

Jumlah atom C pada rantai cabang = 1 sehingga nama rantai cabang adalah **metil**. Rantai cabang terikat pada atom C nomor 3. Dengan demikian, senyawa ini memiliki nama **3-metil-1-butuna**.



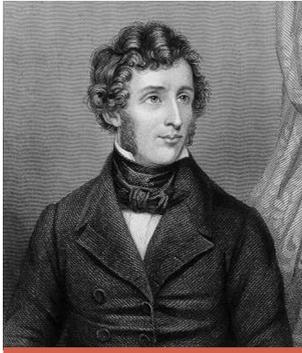
Jumlah atom C pada rantai induk = 7 dan ikatan rangkap tiga terikat pada atom C nomor 2 sehingga nama rantai induk adalah **2-heptuna**.

Jumlah atom C pada rantai cabang = 2 sehingga nama rantai cabang adalah **etil**. Rantai cabang terikat pada atom C nomor 4. Dengan demikian, senyawa ini memiliki nama **4-etil-2-heptuna**.

Kata Kunci

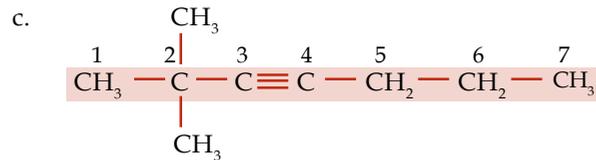
Alkuna rantai bercabang

Legenda Kimia



Fredrich Wohler (1800–1882) merupakan kimiawan yang sangat cemerlang dalam berbagai bidang. Wohler merupakan orang pertama yang mengisolasi aluminium, berilium, boron, silikon, dan titanium. Wohler menjadi terkenal karena keberhasilannya dalam sintesis urea, pada 1828. Penemuannya ini menjadi penemuan pertama senyawa organik yang berasal dari senyawa anorganik. Pada masa itu, kebanyakan kimiawan meyakini bahwa zat-zat kimia yang berasal dari makhluk hidup seperti urea akan sangat berbeda dibanding zat-zat kimia yang diturunkan dari mineral-mineral.

Sumber: clendening.kumc.edu



Jumlah atom C pada rantai induk = 7 dan ikatan rangkap tiga terikat pada atom C nomor 3 sehingga nama rantai induk adalah **3-heptuna**.

Jumlah rantai cabang = 2 (**di**).

Jumlah atom C pada setiap rantai cabang = 1 sehingga nama rantai cabang adalah **metil**.

Rantai cabang terikat pada atom C nomor 2. Dengan demikian, senyawa ini memiliki nama **2,2-dimetil-3-heptuna**.

Bagaimana jika senyawa alkuna tersebut memiliki ikatan rangkap tiga lebih dari satu? Berikut ini aturannya.

Aturan Penamaan Senyawa Alkuna yang Ikatan Rangkap Tiganya lebih dari Satu

1. Periksa jenis ikatannya, jika memiliki ikatan rangkap tiga, berarti senyawa tersebut merupakan senyawa alkuna.
2. Hitung jumlah atom C-nya.
3. Hitung jumlah ikatan rangkap tiganya.
4. Jika jumlah ikatan rangkap tiganya = 2, nama senyawa diakhiri dengan akhiran **-diuna**. Jika jumlah ikatan rangkap tiganya = 3, nama senyawa diakhiri dengan akhiran **-triuna**.
5. Beri nomor setiap atom sedemikian rupa sehingga nomor paling kecil terletak pada dua atau tiga atom C pertama yang terikat ikatan rangkap dua. Kemudian, penamaan senyawa diawali oleh nomor atom C pertama dan kedua/ketiga yang terikat ke ikatan rangkap tiga, diikuti tanda (-) dan nama rantai induk.
6. Jika terdapat rantai cabang, penamaan rantai cabang serupa dengan penamaan senyawa alkuna.

Contoh 6.11

Tentukan nama senyawa hidrokarbon berikut.

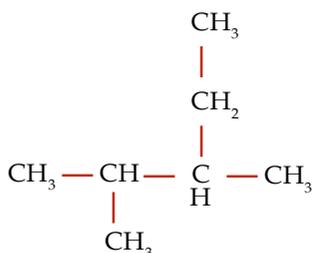
- a. $\text{CH} \equiv \text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$
- b. $\text{CH} \equiv \text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$
- c. $\begin{array}{ccccccc} \text{CH} & \equiv & \text{C} & - & \text{C} & \equiv & \text{C} & - & \text{H} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_3 \\ & & & & & & & & | & & & & \\ & & & & & & & & \text{CH}_3 & & & & \end{array}$

Jawab

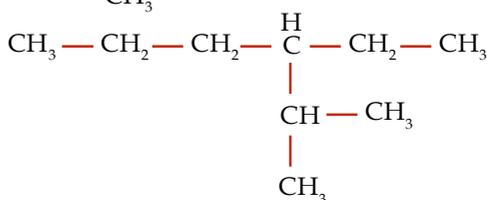
- a. $\begin{array}{cccccc} \text{CH} & \equiv & \text{C} & - & \text{C} & \equiv & \text{C} & - & \text{CH}_3 \\ 1 & & 2 & & 3 & & 4 & & 5 \end{array}$

Jumlah atom C pada rantai induk = 5, tidak memiliki rantai cabang, dan ikatan rangkap 3 terikat pada atom C nomor 1 dan 3 sehingga senyawa ini bernama **1,3-pentadiuna**.

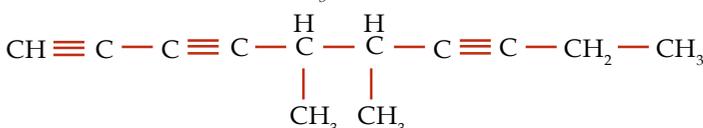
h.



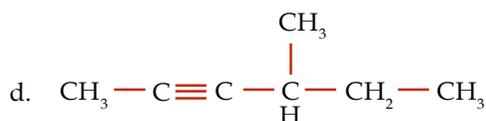
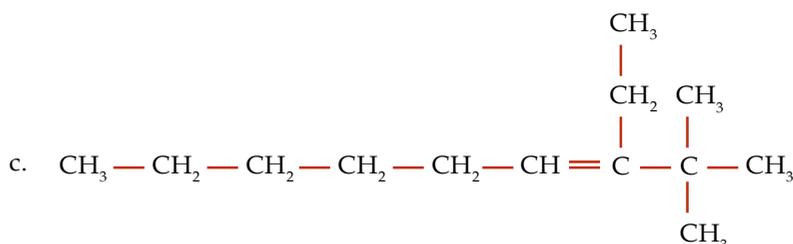
i.



j.



2. Berilah nama pada senyawa hidrokarbon berikut:



3. Gambarlah rumus struktur dari senyawa hidrokarbon berikut:

a. 4-etil-2-heptena

b. 2,3-dimetil-5-etiloktana

c. 5-isobutilnonana

d. 3-isopropil-1,6-dekadiena

D Titik Didih dan Keisomeran Senyawa Hidrokarbon

Gas elpiji dan bensin merupakan contoh bahan bakar yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Gas elpiji digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak, sedangkan bensin sebagai bahan bakar kendaraan bermotor. Jika Anda mengamati wujud kedua bahan bakar tersebut, Anda akan menemukan perbedaan. Gas elpiji berwujud gas, sedangkan bensin berwujud cair. Apakah yang menyebabkan perbedaan wujud tersebut? Bahan bakar manakah yang titik didihnya lebih tinggi? Selidikilah dengan melakukan kegiatan berikut.

Selidikilah 6.5

Hubungan Titik Didih dengan Massa Molekul Relatif dan Struktur

Tujuan

Menyelidiki hubungan titik didih dengan massa molekul relatif dan struktur

Alat dan Bahan

Data titik didih dan M_r senyawa hidrokarbon

Langkah Kerja

1. Amati tabel berikut. Kemudian, tuliskan struktur-strukturnya dalam buku latihan Anda.

Senyawa	Jumlah Atom C	M_r	Struktur	Titik Didih
Metana	1	16	...	-161
Etana	2	30	...	-89
n-propana	3	44	...	-44
n-butana	4	58	...	-0,5
n-pentana	5	72	...	36
n-heksana	6	86	...	68
n-heptana	7	100	...	98
n-oktana	8	114	...	125
Isopentana	5	72	...	28
Neopentana	5	72	...	9

2. Buatlah grafik antara M_r dan Titik Didih untuk senyawa-senyawa berikut. Metana, etana, n-propana, n-butana, n-pentana, n-heksana, n-heptana, n-oktana.
3. Buatlah grafik antara jumlah rantai cabang dan titik didih untuk pentana, isopentana, dan neopentana.

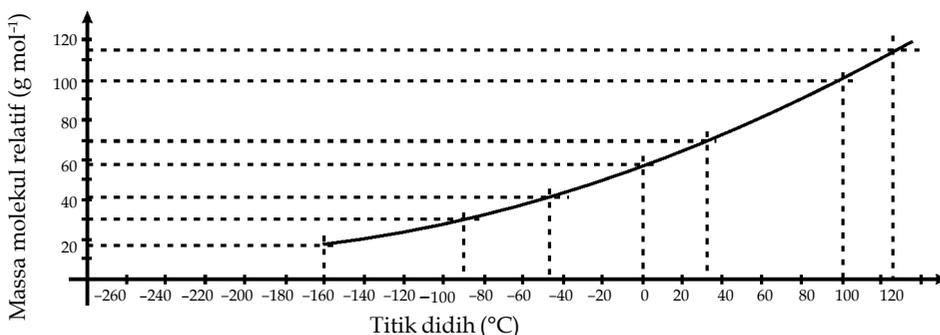
Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Adakah hubungan antara M_r dan titik didih?
2. Senyawa apa saja yang berwujud gas pada suhu kamar?
3. Senyawa apa saja yang berwujud cair pada suhu kamar?
4. Apakah persamaan dan perbedaan antara n-pentana, isopentana, dan neopentana?
5. Disebut apakah senyawa yang memiliki rumus molekul sama, tetapi strukturnya berbeda?
6. Adakah hubungan antara jumlah rantai cabang dan titik didih?

Kerjakan secara berkelompok dan diskusikan hasil yang diperoleh.

1. Titik Didih Senyawa Hidrokarbon Dipengaruhi Massa Molekul Relatifnya dan Struktur Molekulnya

Berdasarkan data pada tabel **Selidikilah 6.5**, terlihat bahwa semakin banyak jumlah atom karbon maka jumlah massa molekul relatif juga semakin besar dan titik didih dari senyawa karbon tersebut semakin tinggi. Perhatikan grafik antara massa molekul relatif beberapa senyawa terhadap titik didihnya.



Sumber: Dokumentasi Penerbit

Gambar 6.10

Tabung gas elpiji mengandung hidrokarbon, yaitu propana (C_3H_8) yang berbentuk gas.

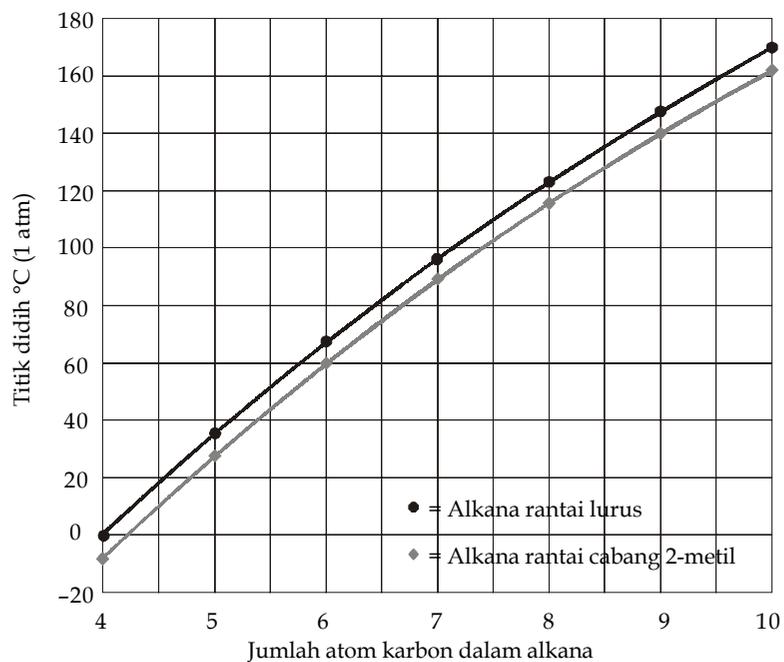
Gambar 6.11

Grafik antara massa molekul relatif terhadap titik didihnya.



Pada suhu kamar, senyawa metana, etana, propana, dan butana berwujud gas. Adapun senyawa pentana, heksana, heptana, oktana, dan dekana berwujud cair. Adakah senyawa alkana yang berwujud padat? Senyawa alkana yang memiliki jumlah atom lebih dari 17 berwujud padat. Wujud suatu senyawa hidrokarbon dipengaruhi oleh titik didih dan titik lelehnya. Bagaimana dengan pengaruh dari struktur molekulnya?

Senyawa alkana yang memiliki rantai cabang, seperti isopentana dan neopentana memiliki titik didih yang lebih kecil dibandingkan dengan senyawa yang memiliki rantai karbon lurus. Senyawa alkana ini memiliki rumus molekul sama, namun struktur molekulnya bisa berbeda, ada yang rantai karbon lurus ada juga rantai karbon bercabang. Perhatikan grafik antara rantai lurus dan bercabang terhadap titik didihnya.



Gambar 6.12

Grafik titik didih alkana rantai lurus dan isomer rantai cabang 2-metil-nya.

Sumber: *Organic Chemistry*, 1996

Berdasarkan grafik tersebut, terlihat bahwa semakin banyak rantai cabang pada senyawa hidrokarbon, titik didihnya akan lebih kecil.

2. Keisomeran Senyawa Hidrokarbon

Pada senyawa hidrokarbon, rumus kimia menunjukkan jumlah atom karbon dan setiap unsur yang terdapat dalam satu molekul senyawa. Rumus kimia senyawa propana adalah C_3H_8 , rumus kimia ini menunjukkan bahwa setiap molekul propana terdiri atas tiga atom karbon dan enam atom hidrogen.

Rumus struktur molekul adalah rumus kimia yang menunjukkan cara atom-atom diikatkan antara satu sama lain dengan ikatan kovalen dalam struktur molekul senyawa tersebut.

Keisomeran senyawa hidrokarbon adalah suatu fenomena, karena dua atau lebih senyawa hidrokarbon memiliki rumus kimia yang sama, tetapi memiliki struktur molekul yang berbeda. Struktur-struktur molekul yang berbeda tetapi rumus kimianya sama ini disebut isomer. Terdapat 4 jenis isomer, yaitu isomer rangka, isomer posisi, isomer fungsi, dan isomer geometri. Isomer rangka dan isomer posisi sering disebut isomer struktur.

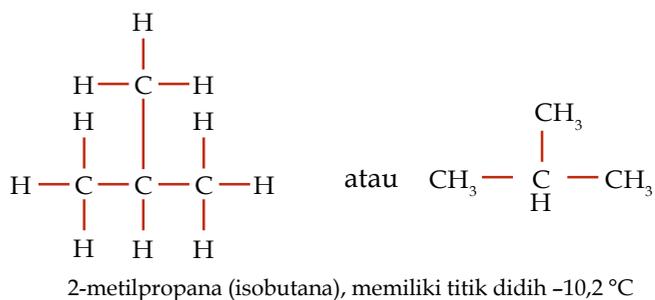
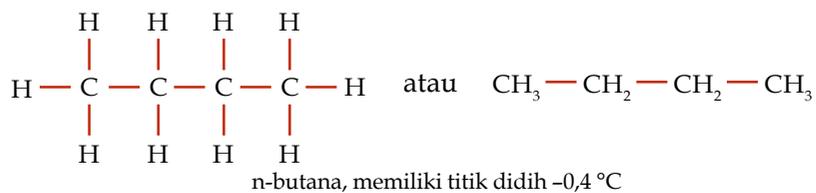
Kata Kunci

- Isomer fungsi
- Isomer geometri
- Isomer posisi
- Isomer rangka



a. Keisomeran Senyawa Alkana

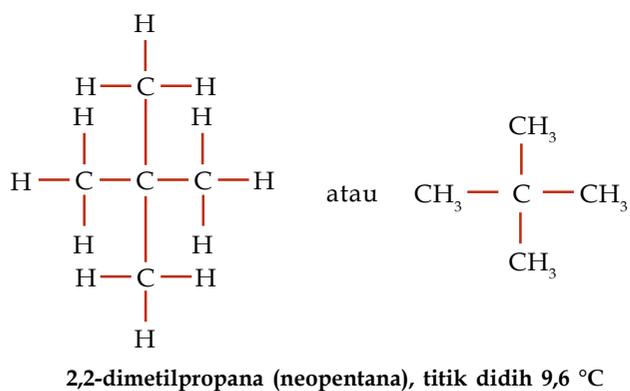
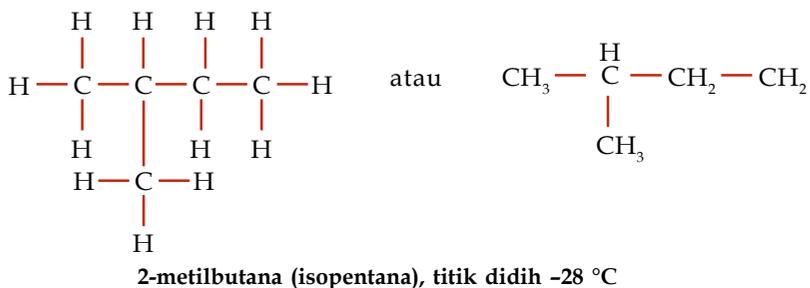
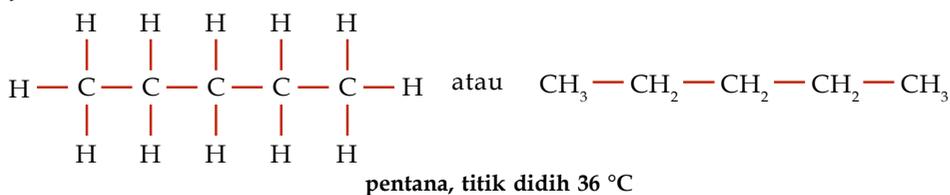
Pada senyawa alkana, keisomeran dimulai dari senyawa dengan rumus kimia C_4H_{10} . Jenis isomernya, yaitu isomer struktur. Perhatikan dua isomer yang dimiliki C_4H_{10} serta titik didihnya.



Contoh 6.13

Senyawa alkana C_5H_{12} memiliki 3 isomer. Tuliskanlah struktur isomer dan tata nama senyawanya.

Jawab



Anda Harus

Ingat

Pada penamaan n-nama senyawa karbon (n berarti normal), yang artinya struktur senyawa tersebut merupakan senyawa karbon rantai lurus, misalnya pada struktur n-propana berikut.



You Must Remember

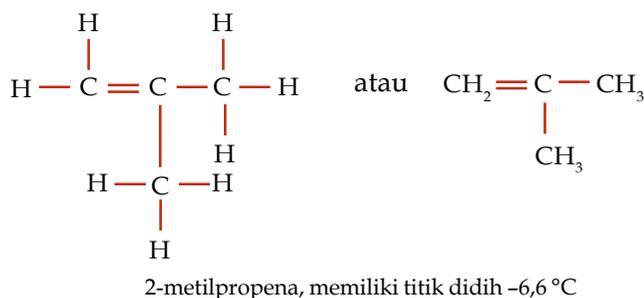
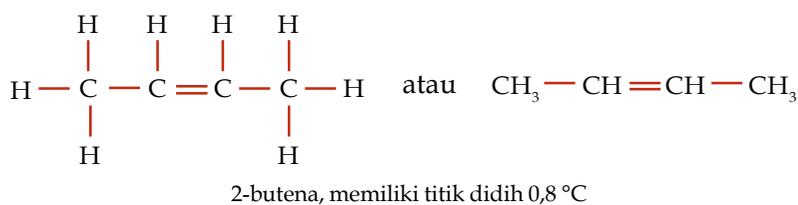
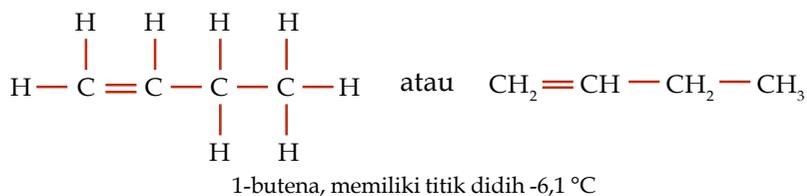
n-hydrocarbons (*n* stands for normal), is a straight-chain hydrocarbon because the carbon atoms are joined along one line as *n*-propane structure.





b. Keisomeran Senyawa Alkena

Pada senyawa alkena, keisomeran dimulai dari senyawa dengan rumus kimia C_4H_8 . Jenis isomernya, yaitu isomer struktur, isomer fungsi, dan isomer geometri. Pada pembahasan berikut akan dijelaskan mengenai isomer struktur saja, isomer fungsi dan isomer posisi akan Anda pelajari di Kelas XII. Perhatikan tiga isomer struktur yang dimiliki senyawa alkena C_4H_8 .



Kupas Tuntas

Manakah dari rumus kimia berikut ini termasuk kelompok golongan alkena dan alkuna ...

- A. C_2H_4 dan C_2H_6
- B. C_3H_6 dan C_4H_8
- C. C_5H_{10} dan CH_4
- D. C_4H_8 dan C_3H_4
- E. C_2H_2 dan C_5H_8

Pembahasan

Rumus umum alkena adalah



Rumus umum alkuna adalah



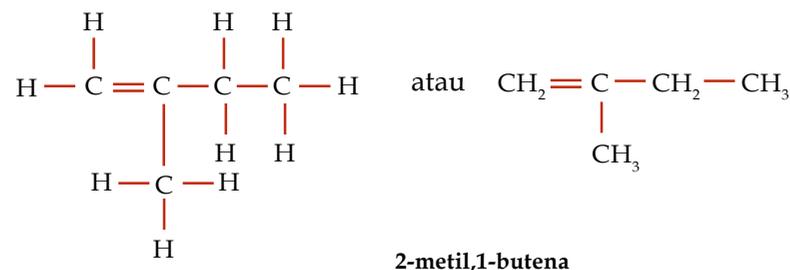
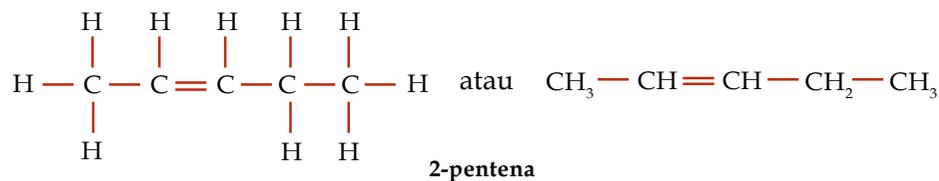
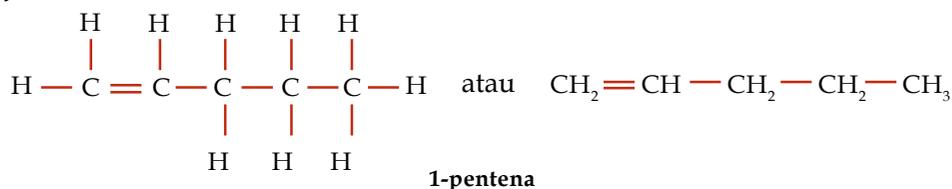
Jadi, golongan alkena dan alkuna adalah (D) C_4H_8 dan C_3H_4 .

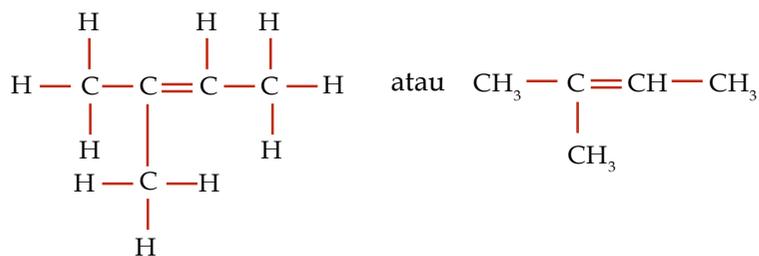
UN 2003

Contoh 6.14

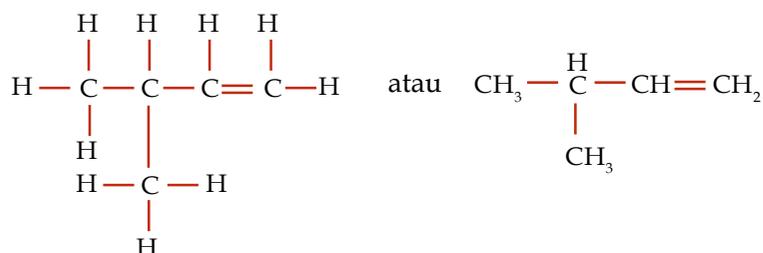
Senyawa alkena C_5H_{10} memiliki 5 isomer. Tuliskanlah struktur isomer dan tata nama senyawanya.

Jawab





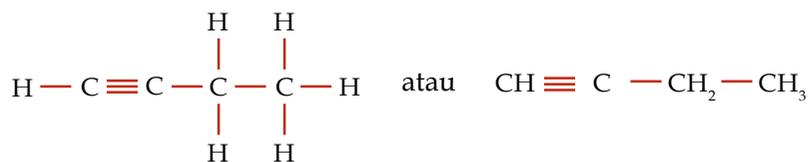
2-metil,2-butena



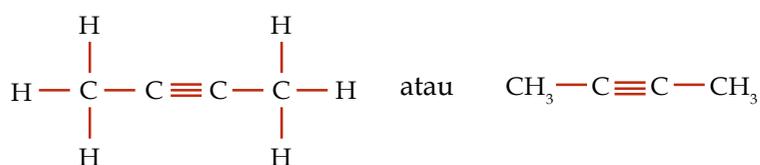
3-metil,1-butena

c. Keisomeran Senyawa Alkuna

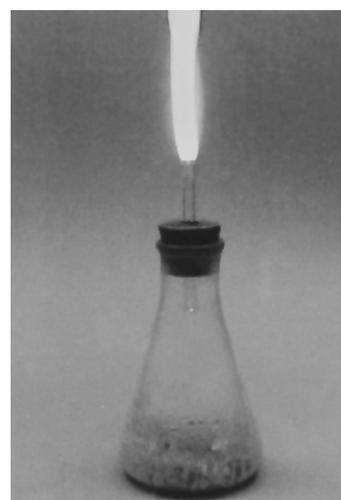
Pada senyawa alkuna, keisomeran dimulai dari senyawa butuna dengan rumus kimia C_4H_6 . Jenis isomernya, yaitu isomer struktur dan isomer fungsi. Pada pembahasan berikut akan dijelaskan mengenai isomer struktur senyawa alkuna. Perhatikan dua isomer yang dimiliki butuna (C_4H_6).



1-butuna



2-butuna



Sumber: Chemistry (Chang), 2002

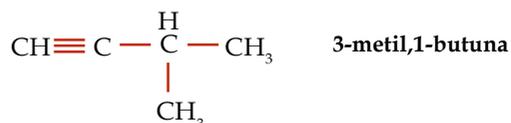
Gambar 6.13

Gas asetilen (C_2H_2) dibuat dengan mereaksikan kalsium karbida (CaC_2) dengan air. Tahukah Anda kegunaan dari gas asetilen?

Contoh 6.15

Senyawa alkuna C_5H_8 memiliki 3 isomer. Tuliskanlah struktur isomer dan tata nama senyawanya.

Jawab



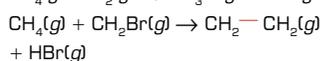
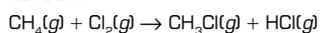
Soal Penguasaan Materi 6.4

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Senyawa C_6H_{14} memiliki 5 isomer. Tuliskan rumus struktur isomer-isomernya dan tata nama masing-masing isomer.
2. Senyawa C_7H_{16} memiliki 9 isomer. Tuliskan rumus struktur isomer-isomernya dan tata nama masing-masing isomer.
3. Tentukan jumlah isomer dari senyawa berikut.
 - a. C_6H_{12}
 - b. C_6H_{10}
 - c. C_5H_{10}

Kupas Tuntas

Diketahui reaksi senyawa karbon:



Kedua reaksi tersebut termasuk jenis reaksi

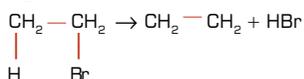
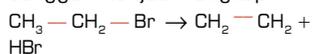
- A. adisi dan substitusi
- B. adisi dan eliminasi
- C. substitusi dan adisi
- D. substitusi dan eliminasi
- E. eliminasi dan adisi

Pembahasan

Reaksi substitusi: reaksi penukaran unsur. Contoh:



Reaksi eliminasi: perubahan senyawa jenuh menjadi tak jenuh, pembentukan ikatan tunggal menjadi rangkap.



Jadi, reaksi tersebut termasuk reaksi (D) substitusi dan eliminasi.

UN 2003

Kata Kunci

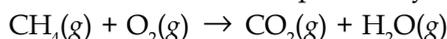
- Reaksi adisi
- Reaksi eliminasi
- Reaksi oksidasi
- Reaksi substitusi

E Reaksi-Reaksi Senyawa Hidrokarbon

Pada senyawa-senyawa hidrokarbon (alkana, alkena, alkuna) dapat terjadi reaksi-reaksi, seperti reaksi oksidasi, reaksi adisi, reaksi substitusi, dan reaksi eliminasi. Pada subbab ini, Anda akan mempelajari reaksi-reaksi tersebut.

1. Reaksi Oksidasi pada Senyawa Hidrokarbon

Suatu senyawa alkana yang bereaksi dengan oksigen menghasilkan karbon dioksida dan air disebut dengan reaksi pembakaran. Perhatikan persamaan reaksi oksidasi pada senyawa hidrokarbon berikut.



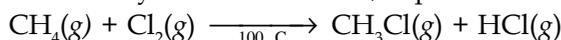
Reaksi pembakaran tersebut, pada dasarnya merupakan reaksi oksidasi. Pada senyawa metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2) mengandung satu atom karbon. Kedua senyawa tersebut harus memiliki bilangan oksidasi nol maka bilangan oksidasi atom karbon pada senyawa metana adalah -4 , sedangkan bilangan oksidasi atom karbon pada senyawa karbon dioksida adalah $+4$.

Bilangan oksidasi atom C pada senyawa karbon dioksida meningkat (mengalami oksidasi), sedangkan bilangan oksidasi atom C pada senyawa metana menurun.

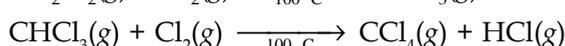
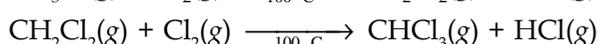
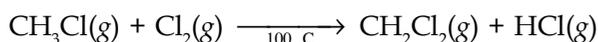
2. Reaksi Substitusi pada Senyawa Hidrokarbon

Reaksi substitusi merupakan reaksi penggantian gugus fungsi (atom atau molekul) yang terikat pada atom C suatu senyawa hidrokarbon.

Pada reaksi halogenasi alkana, atom hidrogen yang terikat pada atom C senyawa alkana digantikan dengan atom halogen. Ketika campuran metana dan klorin dipanaskan hingga $100^\circ C$ atau radiasi oleh sinar UV maka akan dihasilkan senyawa klorometana, seperti reaksi berikut.



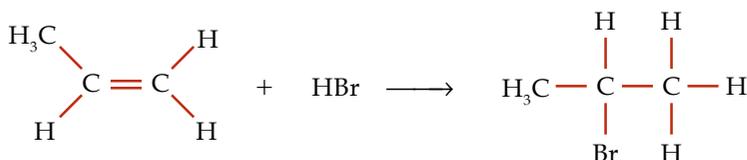
Jika gas klorin masih tersedia dalam campuran, reaksinya akan berlanjut seperti berikut.



Reaksi substitusi tersebut digunakan dalam pembuatan senyawa diklorometana. Jika reaksi dilakukan pada senyawa etana, reaksi akan menghasilkan dikloroetana. Diklorometana digunakan untuk pengelupasan cat, sedangkan triklorometana digunakan untuk *dry-clean*.

3. Reaksi Adisi pada Senyawa Hidrokarbon

Jika senyawa karbon memiliki ikatan rangkap dua (alkena) atau rangkap tiga (alkuna) dan pada atom-atom karbon tersebut berkurang ikatan rangkapnya, kemudian digantikan dengan gugus fungsi (atom atau molekul). Reaksi tersebut dinamakan *reaksi adisi*. Perhatikan reaksi antara 1-propena dengan asam bromida menghasilkan 2-bromopropena sebagai berikut.



Hidrokarbon yang memiliki ikatan rangkap dua atau rangkap tiga merupakan senyawa tak jenuh. Pada senyawa tak jenuh ini memungkinkan adanya penambahan atom hidrogen. Ketika suatu senyawa tak jenuh direaksikan dengan hidrogen halida maka akan menghasilkan produk tunggal.

Tantangan Kimia

Carilah informasi mengenai senyawa karbon tetraklorida (CCl_4) dari media internet. Gunakanlah kata-kata kunci CFC, karbon tetraklorida, dan *refrigerant*.

4. Reaksi Eliminasi pada Senyawa Hidrokarbon

Reaksi eliminasi merupakan reaksi kebalikan dari reaksi adisi. Reaksi eliminasi melibatkan pelepasan atom atau gugus atom dari sebuah molekul membentuk molekul baru. Contoh reaksi eliminasi adalah eliminasi etil klorida menghasilkan etana dan asam klorida.



Reaksi eliminasi terjadi pada senyawa jenuh (tidak memiliki ikatan rangkap) dan menghasilkan senyawa tak jenuh (memiliki ikatan rangkap).

Soal Penguasaan Materi 6.5

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Jelaskan reaksi oksidasi pada alkana.
2. Jelaskan reaksi-reaksi yang terjadi pada alkana, alkena, dan alkuna.
3. Jelaskan perbedaan reaksi adisi, reaksi substitusi, dan reaksi eliminasi.

Rangkuman

1. Senyawa karbon adalah senyawa kimia yang mengandung unsur karbon. Senyawa karbon dikenal juga sebagai senyawa organik.
2. Karakteristik atom karbon adalah atom karbon memiliki elektron valensi 4 sehingga atom karbon dapat mengikat 4 gugus fungsi untuk membentuk senyawa organik.
3. Ada 4 kemungkinan posisi atom karbon, yaitu atom C sekunder, atom C tersier, dan atom C kuarterner.
4. Senyawa hidrokarbon merupakan senyawa yang paling sederhana dari senyawa organik. Senyawa hidrokarbon terdiri atas atom C dan atom H.
5. Senyawa hidrokarbon dibedakan dari jenis ikatannya terdiri atas ikatan tunggal dan ikatan rangkap. Alkana memiliki ikatan tunggal, sedangkan alkena dan alkuna berikatan rangkap. Alkena memiliki ikatan rangkap dua, sedangkan alkuna memiliki ikatan rangkap tiga.
6. Senyawa hidrokarbon memiliki empat jenis isomer, yaitu isomer rangka, posisi, fungsional, dan geometri.
7. Alkana merupakan hidrokarbon alifatik jenuh yang memiliki ikatan tunggal ($\text{C} - \text{C}$). Alkena merupakan hidrokarbon alifatik tak jenuh yang memiliki ikatan rangkap dua ($\text{C} = \text{C}$). Alkuna merupakan hidrokarbon tak jenuh dengan ikatan rangkap tiga ($\text{C} \equiv \text{C}$).
8. Titik didih senyawa hidrokarbon dipengaruhi massa molar relatifnya dan struktur molekulnya. Semakin banyak jumlah atom karbon maka jumlah massa molekul relatif juga semakin besar dan titik didih dari senyawa karbon tersebut semakin besar pula.
9. Senyawa hidrokarbon dapat mengalami reaksi oksidasi, substitusi, adisi, dan eliminasi.

Peta Konsep



Kaji Diri

Bagaimana pendapat Anda setelah mempelajari materi **Hidrokarbon**? Menarik, bukan? Banyak hal menarik tentang materi Hidrokarbon ini. Misalnya, Anda dapat menggolongkan senyawa hidrokarbon berdasarkan struktur kimianya.

Tujuan Anda mempelajari bab ini adalah agar Anda mampu mendeskripsikan kekhasan atom karbon dalam membentuk senyawa hidrokarbon serta menggolongkan senyawa hidro-

karbon berdasarkan strukturnya dan hubungannya dengan sifat senyawa. Apakah Anda dapat mencapai tujuan tersebut? Jika Anda mengalami kesulitan dalam mempelajari materi tertentu pada bab ini, bertanyalah kepada guru kimia Anda. Anda pun dapat berdiskusi dengan teman-teman Anda. Belajarlah dengan baik dan pastikan Anda menguasai materi ini.

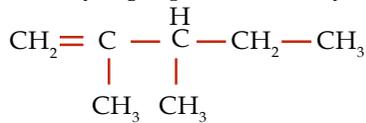
Evaluasi Materi Bab 6

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan kerjakanlah pada buku latihan Anda.

1. Uji iodoform digunakan pada senyawa-senyawa karbon yang memiliki gugus fungsi

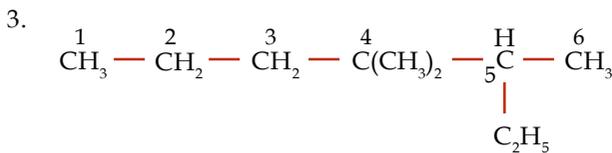
- A. $\text{CH}_3\text{CH}_2 - \text{Br}$ dan $\text{CH}_3 - \text{COOH}$
- B. $\text{CH}_3 - \text{COOH}$ dan $\text{CH}_3\text{CH}_2 - \text{CH}_3$
- C. $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$ dan $\text{CH}_3\text{CH}_2 - \text{Br}$
- D. $\text{CH}_3 - \text{COOH}$ dan $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$
- E. $\text{CH}_3\text{CH}_2 - \text{CH}_3$ dan $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$

2. Nama yang tepat untuk senyawa



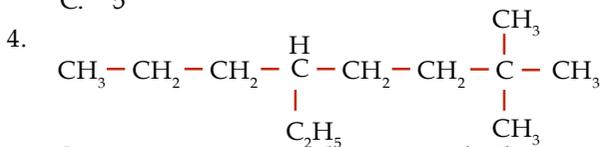
adalah

- A. 2,3-metil-1-pentena
- B. 2,3-dimetil-1-pentena
- C. 2,3-dimetilpentena
- D. 2-metil-3-metilpentena
- E. 2-metil-3-metil-1-pentena



Berdasarkan strukturnya, senyawa ini mengandung atom karbon tersier yaitu pada atom C nomor

- A. 3
- B. 4
- C. 5
- D. 2
- E. 6



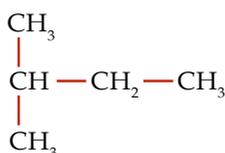
Senyawa ini mengandung atom karbon primer, sekunder, dan tersier secara berturut-turut sebanyak

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

5. Hidrokarbon dengan rumus C_6H_{10} dapat digolongkan dalam deret homolog

- A. alkana dan sikloalkana
- B. alkadiena dan alkana
- C. alkuna dan sikloalkana
- D. alkadiena dan alkuna
- E. alkana dan sikloalkana

6. Nama senyawa berikut ini adalah



A. 1,1-dimetilpropana

B. isobutana

C. isoheksana

D. 2-metilbutana

E. 2-metilpropana

7. Berdasarkan data telah didapat bahwa metana dan etana memiliki titik didih yang berbeda. Metana memiliki t.d -162°C dan etana $-88,5^\circ\text{C}$. Kesimpulan yang dapat diambil adalah

- A. semakin panjang rantai struktur maka titik didih semakin meningkat
- B. semakin panjang rantai struktur maka titik didih semakin menurun
- C. alkana mudah larut dalam pelarut nonpolar
- D. alkana lebih ringan dibandingkan air
- E. kenaikan titik didih karena ikatan hidrogen

8. Berikut ini data titik didih beberapa senyawa:

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	t.d. 69°C
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	t.d. 98°C
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$	t.d. 126°C
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$	t.d. 151°C
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_3$	t.d. 174°C

Pernyataan berikut ini yang benar adalah

- A. alkana memiliki titik didih yang selalu berbeda-beda
- B. alkana memiliki titik didih yang selalu naik
- C. percabangan dalam bagian molekul hidrokarbon menurunkan titik didih
- D. Kenaikan titik didih alkana tidak ditentukan oleh ikatan hidrogen
- E. Percabangan dalam bagian hidrokarbon molekul meningkatkan titik didih

9. Berikut adalah isomer pentena, *kecuali*

- A. 2-metil-1-butena
- B. 3-metil-1-butena
- C. 2-butena
- D. 2,3-dimetil-butena
- E. 2-metil-2-butena

10. Terdapat senyawa C_4H_8 yaitu senyawa alkana. Senyawa ini memiliki isomer sebagai berikut

- A. 5 alkana dan 2 sikloalkana
- B. 3 alkana dan 2 sikloalkana
- C. 2 alkana dan 1 sikloalkana
- D. 1 alkana dan 1 alkadiena
- E. 1 alkana

11. Hasil adisi HBr terhadap 2-metil-2-butena adalah

- A. 1-bromo-3-metilbutana
- B. 3-bromo-2-metilbutana
- C. 2-bromo-2-metilbutana
- D. 2-bromo-3-metilbutana
- E. 3-bromo-2-metilbutana

B a b 7

Minyak Bumi dan Petrokimia



Pada bab ini, Anda akan diajak untuk dapat memahami sifat-sifat senyawa organik atas dasar gugus fungsi dan senyawa makromolekul, dengan cara menjelaskan proses pembentukan dan teknik pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi serta kegunaannya.

Pada bab 6, Anda telah mempelajari tentang senyawa hidrokarbon. Masih ingatkah Anda contoh-contoh senyawa tersebut? Sekadar mengingatkan, minyak bumi merupakan senyawa hidrokarbon yang sering kita temukan dalam keseharian.

Anda tentu sering melihat kegiatan seperti yang ditunjukkan pada gambar. Gambar tersebut menunjukkan proses pengisian bahan bakar kendaraan bermotor di stasiun pengisian bahan bakar. Kendaraan bermotor biasanya menggunakan bahan bakar minyak untuk mengoperasikan kendaraannya. Ada yang menggunakan premium, pertamax, pertamax plus, dan solar. Jenis-jenis bahan bakar minyak tersebut berasal dari sumber yang sama, yaitu minyak bumi. Selain dijadikan bahan bakar, minyak bumi juga dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan serat sintetis. Di antaranya dapat Anda temukan beberapa produk sehari-hari, seperti kain sintetis, pipa paralon, aspal, dan plastik.

Pada bab ini, Anda akan diajak untuk menemukan fakta mengenai penggunaan minyak bumi dalam kehidupan sehari-hari beserta dampaknya.

- A. Pembentukan dan Pengolahan Minyak Bumi**
- B. Penggunaan Minyak Bumi dan Dampaknya**

Soal Pramateri

1. Dari manakah asal minyak bumi?
2. Komponen-komponen apa sajakah yang terkandung dalam minyak bumi?
3. Metode apakah yang digunakan untuk mengolah minyak bumi menjadi bahan bakar?
4. Produk apa sajakah yang Anda ketahui berasal dari minyak bumi?



Sumber: snandi.net

Gambar 7.1

Minyak tanah merupakan bahan bakar rumah tangga yang sering digunakan setiap hari.

A Pembentukan dan Pengolahan Minyak Bumi

Bahan-bahan seperti minyak tanah, gas elpiji, bensin, minyak pelumas, dan minyak solar tentu sudah tidak asing lagi bagi Anda. Bahan-bahan tersebut banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Dari manakah bahan-bahan tersebut berasal? Jawabannya adalah minyak bumi. Apakah minyak bumi itu dan dari mana asalnya? Jika Anda melakukan kegiatan berikut, Anda akan menemukan jawabannya.

Selidikilah 7.1

Pembentukan dan Pengolahan Minyak Bumi

Tujuan

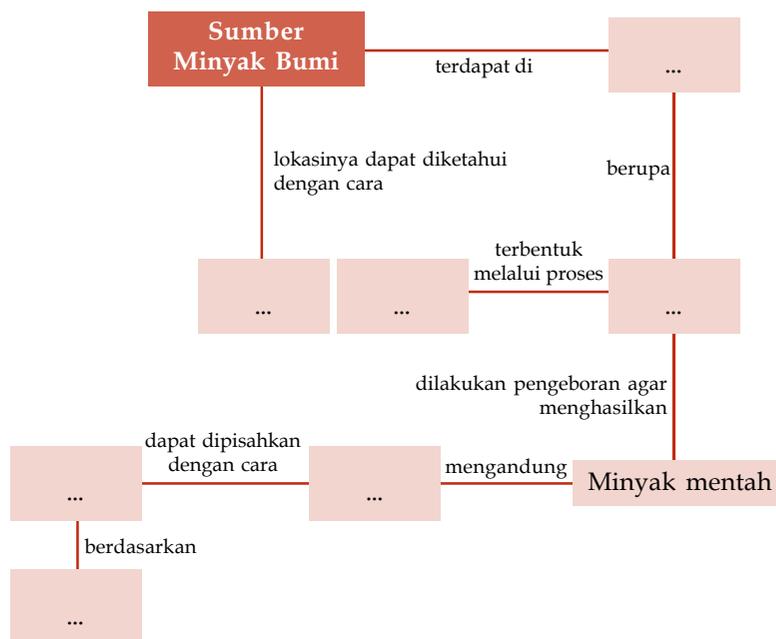
Mencari informasi pembentukan dan pengolahan minyak bumi

Alat dan Bahan

Majalah, surat kabar, buku, dan media internet

Langkah Kerja

1. Carilah informasi mengenai tahapan pembentukan minyak bumi dan pengolahannya sehingga menghasilkan produk-produk minyak bumi melalui studi kepustakaan dari berbagai media, seperti majalah, surat kabar, buku, dan media internet. Gunakan kata kunci berikut: minyak bumi (*petroleum*), distilasi (*distillation*), *cracking*, eksplorasi minyak bumi, eksploitasi, dan hidrokarbon.
2. Lengkapi peta konsep berikut berdasarkan informasi yang Anda peroleh.



Jawablah pertanyaan berikut untuk menarik kesimpulan.

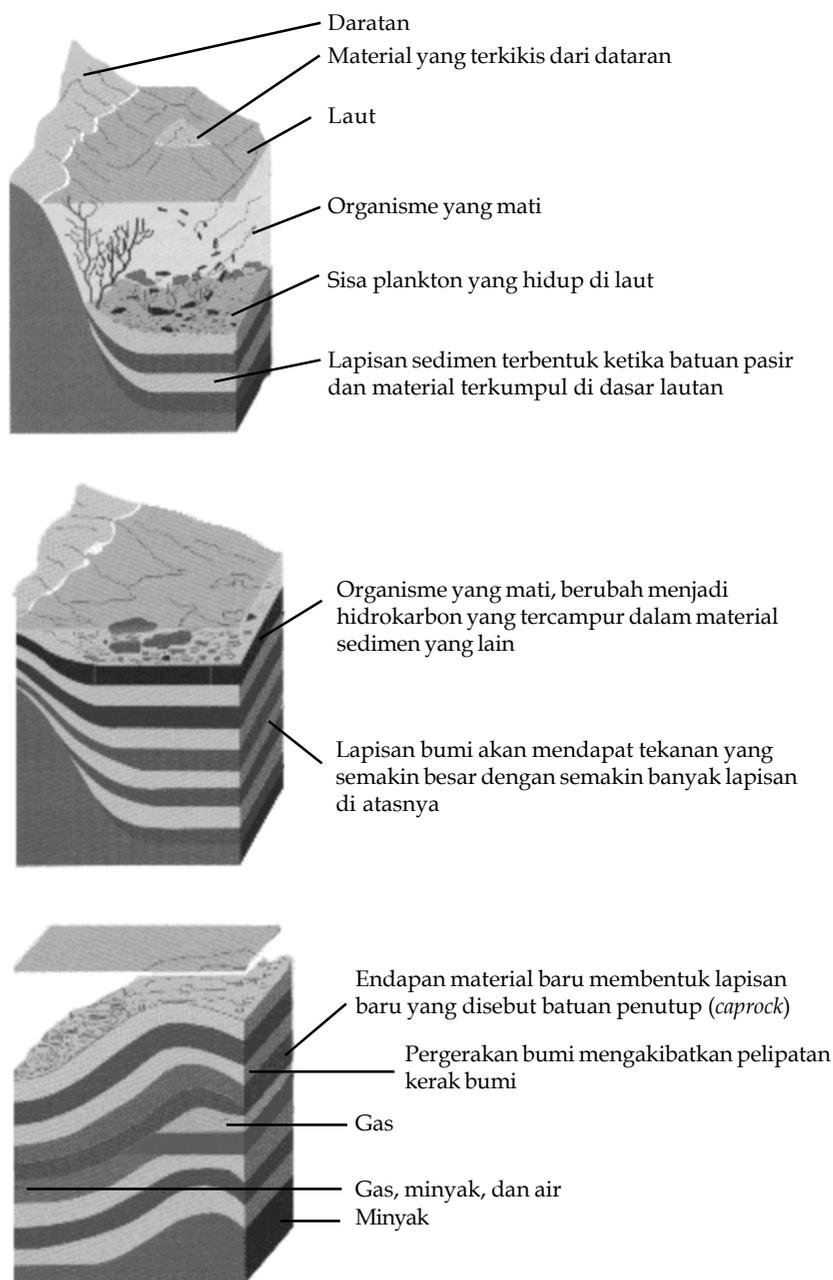
1. Dari manakah minyak bumi berasal?
2. Bagaimanakah proses pembentukan minyak bumi di dasar bumi?
3. Bagaimanakah cara mengetahui adanya sumber minyak bumi di dasar bumi?
4. Bagaimanakah bentuk minyak bumi yang dihasilkan dari proses pengeboran?
5. Komponen apa saja yang terkandung dalam minyak mentah?
6. Bagaimana cara memisahkan komponen-komponen yang terkandung dalam minyak mentah?

Kerjakanlah secara berkelompok dan diskusikan hasil yang diperoleh.

Informasi apa yang Anda dapatkan dari kegiatan tersebut? Untuk mengetahui asal minyak bumi dan komponen apa saja yang terkandung dalam minyak bumi, pelajarilah penjelasan berikut.

Minyak bumi berasal dari sisa-sisa fosil hewan yang telah melapuk di dasar bumi selama jutaan tahun. Minyak bumi disebut juga sebagai bahan bakar yang tidak dapat diperbarui karena jika kita menggunakan minyak bumi kita harus menunggu selama jutaan tahun untuk mendapatkannya kembali.

Minyak bumi mentah berasal dari makhluk-makhluk laut yang mati sekitar 150 juta tahun yang lalu. Makhluk-makhluk ini terkubur di bawah lapisan pasir dan lumpur pada dasar laut. Organisme mati ini tidak terurai oleh bakteri seperti biasanya karena keterbatasan oksigen bahkan tanpa oksigen dalam proses penguraiannya. Peningkatan suhu dan tekanan secara perlahan akan mengubah organisme mati tersebut menjadi minyak. Gas alam juga terkadang dapat ditemukan bersamaan dengan minyak bumi. Perhatikan gambar berikut.



Kata Kunci

- Fosil
- Minyak bumi

Gambar 7.2

Sumber minyak bumi merupakan sisa-sisa fosil hewan selama jutaan tahun.

Kata Kunci

- Eksploitasi
- Minyak mentah

Proses pengolahan fosil hewan menjadi minyak melewati beberapa tahap yang cukup panjang. Mula-mula, para ahli melakukan eksplorasi, yaitu kegiatan yang bertujuan memperoleh informasi mengenai kondisi geologi untuk menemukan dan mendapatkan perkiraan cadangan minyak bumi. Pada umumnya, mereka membuat peta topografi dengan pemotretan dari udara. Setelah daerah-daerah yang akan diselidiki ditetapkan, para ahli bumi (geologi) mencari contoh-contoh batu atau lapisan batu yang muncul dari permukaan karang atau tebing-tebing untuk diperiksa di laboratorium. Selanjutnya, kegiatan dilanjutkan dengan melakukan penyelidikan geofisika. Caranya dengan membuat gempa kecil atau getaran-getaran di bawah tanah (kegiatan seismik). Gelombang-gelombang getaran dari ledakan ini turun ke bawah dan memantul kembali ke permukaan bumi. Dengan cara ini, lokasi yang mengandung minyak bumi dapat diperkirakan secara ilmiah.



Sumber: *My Pals are Here*, 2004

Gambar 7.3

Lokasi pengeboran minyak yang berada di lepas pantai.

Anda Harus Ingat

Dalam minyak tanah terdapat campuran gas, cairan, padatan, dan pengotor.

You Must Remember

Kerosine contain mixture of gas, fluid, solid, and impurities.

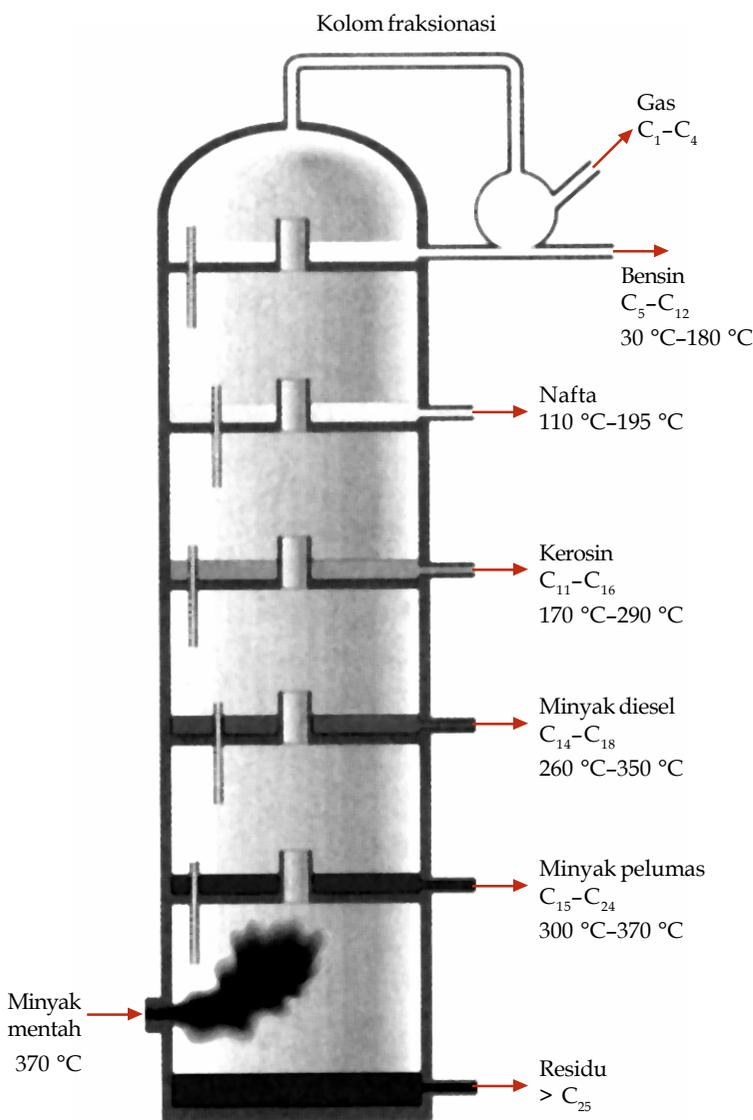
Setelah menentukan lokasi yang diperkirakan mengandung minyak bumi, tahapan selanjutnya adalah melakukan kegiatan eksploitasi. Eksploitasi adalah rangkaian kegiatan yang bertujuan untuk menghasilkan minyak bumi. Kegiatan ini terdiri atas pengeboran dan penyelesaian sumur, pembangunan sarana pengangkutan, penyimpanan, dan pengolahan untuk pemisahan dan pemurnian minyak. Pengeboran sumber minyak bumi menghasilkan minyak mentah yang harus diproses lagi. Selain minyak mentah, terdapat juga air dan senyawa pengotor lainnya. Zat-zat selain minyak mentah dipisahkan terlebih dahulu sebelum dilakukan proses selanjutnya.

Kandungan utama minyak mentah hasil pengeboran merupakan campuran dari berbagai senyawa hidrokarbon. Adapun senyawa lain, seperti sulfur, nitrogen, dan oksigen hanya terdapat dalam jumlah sedikit. Tabel berikut menunjukkan persentase komposisi senyawa yang terkandung dalam minyak mentah (*crude oil*).

Tabel 7.1 Persentase Komposisi Senyawa dalam Minyak Bumi Mentah

Kelompok	Unsur
Karbon	84%
Hidrogen	14%
Sulfur	Antara 1 hingga 3%
Nitrogen	Kurang dari 1%
Oksigen	Kurang dari 1%
Logam	Kurang dari 1%
Garam	Kurang dari 1%

Campuran hidrokarbon dalam minyak mentah terdiri atas berbagai senyawa hidrokarbon, misalnya senyawa alkana, aromatik, naftalena, alkena, dan alkuna. Senyawa-senyawa ini memiliki panjang rantai dan titik didih yang berbeda-beda. Semakin panjang rantai karbon yang dimilikinya, semakin tinggi titik didihnya. Agar dapat digunakan untuk berbagai keperluan, komponen-komponen minyak mentah harus dipisahkan berdasarkan titik didihnya. Metode yang digunakan adalah distilasi bertingkat. Menurut Anda, adakah metode pemisahan selain distilasi? Gambar berikut menunjukkan fraksi-fraksi hasil pengolahan menggunakan metode distilasi bertingkat.



Sumber: Chemistry (Chang), 2002.

Proses pengolahan minyak mentah menjadi fraksi-fraksi minyak bumi yang bermanfaat dilakukan di kilang minyak (*oil refinery*). Di Indonesia terdapat sejumlah kilang minyak, antara lain:

1. kilang minyak Cilacap, Jawa Tengah (Kapasitas 350 ribu barel/hari);
2. kilang minyak Balongan, Jawa Tengah (Kapasitas 125 ribu barel/hari);
3. kilang minyak Balikpapan, Kalimantan Timur (Kapasitas 240 ribu barel/hari);
4. kilang minyak Dumai, Riau;
5. kilang minyak Plaju, Sumatra Selatan;
6. kilang minyak Pangkalan Brandan, Sumatra Utara; dan
7. kilang minyak Sorong, Papua.

Legenda Kimia



Thomas Hancock (1786–1865) dan Charles Macintosh (1766–1843) menggunakan nafta dari hasil distilasi bertingkat minyak bumi untuk melarutkan karet. Tanpa kenal menyerah, ia terus melakukan penelitian sampai mendapatkan suatu larutan karet. Larutan karet ini kemudian digunakan untuk menghasilkan kain tahan air. Kain ini digunakan dalam pembuatan mantel yang terkenal dengan nama *macintosh*.

Sumber: Jendela IPTEK, 1997

Gambar 7.4

Fraksi-fraksi pengolahan metode distilasi bertingkat pada minyak bumi mentah



Minyak bumi yang berasal dari Indonesia memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan minyak bumi dari negara Timur Tengah karena memiliki kadar belerang yang lebih rendah.

Soal Penguasaan Materi 7.1

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Buatlah diagram alir untuk menjelaskan tahap-tahap pembentukan minyak bumi.
2. Berdasarkan Gambar 7.4, lengkapi tabel berikut.

Komponen Hidrokarbon	Jumlah Atom Karbon	Titik Didih
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Kata Kunci

- Gas elpiji
- Kerosin
- Minyak tanah

B Penggunaan Minyak Bumi dan Dampaknya

Pada pembahasan sebelumnya, Anda telah mengetahui fraksi-fraksi hasil pengolahan minyak bumi. Tahukah Anda, digunakan untuk apa sajakah produk-produk yang dapat diperoleh dari pengolahan fraksi-fraksi minyak bumi? Anda akan mengetahuinya jika melakukan kegiatan berikut.

Selidikilah 7.2

Penggunaan Minyak Bumi dan Dampaknya

Tujuan

Mencari informasi penggunaan produk-produk minyak bumi dalam kehidupan sehari-hari beserta dampak yang ditimbulkannya

Alat dan Bahan

Majalah, surat kabar, buku, media internet

Langkah Kerja

1. Amati produk-produk minyak bumi yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari.
2. Carilah informasi mengenai kegunaan dan dampaknya bagi lingkungan.
3. Lengkapi tabel berikut berdasarkan informasi yang Anda peroleh.

Produk	Berasal dari Fraksi	Kegunaan	Dampak bagi Lingkungan
Minyak tanah			
Gas elpiji			
Bensin			
Solar			
Plastik			

Tantangan Kimia

Carilah informasi mengenai perbedaan antara solar, bensin, minyak tanah, dan gas elpiji dari buku atau situs internet. Diskusikan hasilnya dengan teman Anda.

Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Digunakan untuk apa sajakah produk-produk minyak bumi?
2. Apakah perbedaan antara premium dan pertamax?
3. Apakah dampak dari penggunaan minyak bumi sebagai bahan bakar?

Kerjakanlah secara berkelompok dan diskusikan hasil yang diperoleh.

Informasi apa yang Anda dapatkan dari kegiatan **Selidikilah 7.2**? Untuk mengetahui penggunaan minyak bumi dan dampak penggunaannya, pelajaryliah penjelasan berikut.

1. Penggunaan Minyak Bumi Sebagai Bahan Bakar

Sebagian besar produk minyak bumi digunakan sebagai bahan bakar, baik bahan bakar di rumah tangga, industri maupun bahan bakar kendaraan. Bahan bakar minyak yang digunakan di rumah tangga adalah minyak tanah dan gas elpiji. Minyak tanah berasal dari fraksi kerosin, sedangkan gas elpiji berasal dari fraksi gas.



Gambar 7.5 /
Pemakaian bahan bakar minyak di rumah tangga
a) kompor gas menggunakan gas elpiji,
b) kompor minyak menggunakan minyak tanah.

Kata Kunci /
Bilangan oktan

Selain digunakan sebagai bahan bakar kompor, minyak bumi juga digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor. Produk-produk minyak bumi yang digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor adalah bensin dan minyak solar. Bensin mengandung sekitar ratusan jenis hidrokarbon dengan jumlah rantai karbon antara 5 hingga 10. Minyak solar digunakan sebagai bahan bakar untuk kendaraan bermesin diesel.

Ada tiga jenis bensin yang beredar di pasaran, yaitu premium, pertamax, dan pertamax plus. Apakah perbedaan antara premium dan pertamax? Kedua jenis bahan bakar ini dibedakan dari bilangan oktannya. Bilangan oktan menyatakan jumlah ketukan pada mesin yang dihasilkan bensin. Semakin besar nilai bilangan oktannya, semakin sedikit jumlahnya. Artinya, semakin besar bilangan oktan, semakin baik kualitas bensin. Nilai bilangan oktan dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$\text{Bilangan Oktan} = (\% \text{ isooktana} \times 100) + (\% \text{ n-heptana} \times 100)$$

Pertamax memiliki bilangan oktan yang lebih besar dari premium. Bilangan oktan pertamax adalah 94, sedangkan premium hanya 88. Bilangan oktan dapat ditingkatkan melalui berbagai cara, di antaranya dengan menambahkan TEL (*tetra ethyl lead*), MTBE (*methyl tertier buthyl ether*), dan HOMC (*high octane mogas component*). Penambahan zat-zat ini dapat meningkatkan bilangan oktan antara 3–5 poin.

2. Penggunaan Minyak Bumi Sebagai Bahan Baku Industri Petrokimia

Selain sebagai bahan bakar, minyak bumi dapat juga dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan produk-produk lainnya. Misalnya, plastik, bahan peledak, detergen, nilon, urea, dan metanol. Produk-produk dari

Fakta
Kimia
Gasohol (gasoline alcohol)

Gasohol adalah bahan bakar campuran antara bensin dan alkohol. Salah satu jenis gasohol adalah gasohol BE-10 yang terdiri atas 90% bensin dan 10% bioetanol. Gasohol BE-10 merupakan hasil penelitian tim peneliti Balai Besar Teknologi Pati (B2PT) di Lampung. Bahan dasar pembuatan bioetanol adalah tanaman berpati seperti singkong yang banyak ditemukan di Indonesia.

Kandungan etanol pada gasohol BE-10 dapat meningkatkan kualitas bahan bakar. Oleh karena etanol mengandung 35% oksigen, etanol dapat meningkatkan efisiensi pembakaran. Selain itu, etanol juga ramah lingkungan karena emisi gas buangnya rendah kadar karbon monoksida, nitrogen oksida, dan polutan lainnya.

Sumber: www.tempo.co.id



minyak bumi tersebut dinamakan petrokimia. Suatu industri petrokimia dapat terbuat dari senyawa alkena (olefin), benzena dan turunannya (aromatik), dan gas sintetis. Bahan baku untuk industri petrokimia ini dihasilkan dari fraksi-fraksi hasil pengolahan minyak bumi. Untuk lebih jelasnya, amatilah tabel berikut.

Tabel 7.2 Bahan Baku dan Produk yang Dihasilkan Industri Petrokimia

No.	Bahan Baku Petrokimia	Contoh	Asal Fraksi Minyak Bumi	Produk yang Dihasilkan
1	Senyawa alkena	Etena	Fraksi gas	Polietena, etanol, polivinilklorida
		Propilena	Fraksi gas	Polipropilena
		2-metil propilena	Fraksi gas	MTBE
2	Senyawa benzena dan turunannya (aromatik)	Benzena	Fraksi nafta	Detergen, bahan peledak
3	Gas sintetis	Metana	Fraksi gas	Metanol, urea

Kata Kunci

- Petrokimia
- Zat aditif
- Zat pencemar

Kupas

Tuntas

Zat yang ditambahkan untuk menaikkan bilangan oktan bensin adalah

- normal oktana
- timbal
- timbal oksida
- dietil timbal
- tetra etil timbal(IV)

Pembahasan

Untuk menaikkan bilangan oktan bensin biasanya di tambahkan TEL (*tetra ethyl lead* = tetra etil timbal(IV)).

Jadi, zat yang ditambahkan adalah (E) tetra etil timbal(IV).

UN 2003

Buktikanlah oleh Anda

Banyak macam-macam plastik yang dibuat di industri. Ada yang tahan panas seperti teflon, ada pula plastik yang dapat diregangkan seperti pada pembungkus kabel. Buktikan oleh Anda bahwa bahan baku pembuatan plastik merupakan sumber dari minyak bumi. Bersama kelompok Anda, carilah informasi dari berbagai media mengenai bahan baku, proses pembuatan, contoh produk plastik, dan kegunaannya. *Kerjakan secara berkelompok dan presentasikan hasilnya di depan kelas.*

3. Dampak Pembakaran Produk Minyak Bumi

Di balik manfaatnya untuk membuat kehidupan manusia menjadi lebih baik dan mudah, minyak bumi ternyata menyimpan dampak yang merugikan lingkungan. Dampak tersebut ditimbulkan oleh penggunaan minyak bumi sebagai bahan bakar. Ada dua jenis pembakaran minyak bumi, yakni pembakaran sempurna dan pembakaran tidak sempurna. Pada pembakaran sempurna, hidrokarbon akan bereaksi dengan oksigen membentuk gas karbon dioksida dan air. Jika dalam bahan bakar tersebut mengandung nitrogen, sulfur, atau besi, pembakaran sempurna akan menghasilkan nitrogen dioksida, sulfur dioksida, dan besi(III) oksida. Adapun pada pembakaran tidak sempurna, hidrokarbon yang bereaksi dengan oksigen menghasilkan gas karbon dioksida, gas karbon monoksida, air, dan beberapa senyawa lain seperti nitrogen oksida.

Gas-gas seperti karbon dioksida, karbon monoksida, nitrogen dioksida, sulfur dioksida, dan besi(III) oksida mencemari lingkungan. Selain akibat pembakaran sempurna ataupun tidak sempurna, pencemaran lingkungan akibat penggunaan bahan bakar disebabkan juga oleh penambahan zat aditif (*tetra ethyl lead*/TEL) pada bensin untuk meningkatkan bilangan oktan. Apakah akibat dari adanya gas-gas pencemar tersebut terhadap lingkungan dan kesehatan? Perhatikan tabel berikut.

Tabel 7.3 Dampak Penggunaan Bahan Bakar Kendaraan terhadap Manusia dan Lingkungan

No.	Zat Pencemar	Dampak yang Ditimbulkan
1.	Karbon dioksida	Pemanasan global
2.	Karbon monoksida	Menimbulkan sakit kepala dan gangguan pernapasan
3.	Sulfur dioksida	Menimbulkan iritasi saluran pernapasan, iritasi mata, batuk, dan hujan asam
4.	Nitrogen oksida	Menghasilkan asap kabut yang menyebabkan tumbuhan layu dan gangguan pernapasan
5.	Timbal	Iritasi kulit, gatal-gatal, mata perih, infeksi saluran pernapasan, memicu serangan jantung, merusak ginjal dan memengaruhi kemampuan otak

Tantangan Kimia

Minyak bumi termasuk ke dalam sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui. Kemukakan pendapat Anda mengenai hal tersebut. Bersama kelompok Anda buatlah tulisan mengenai sumber energi alternatif.

Soal Penguasaan Materi 7.2

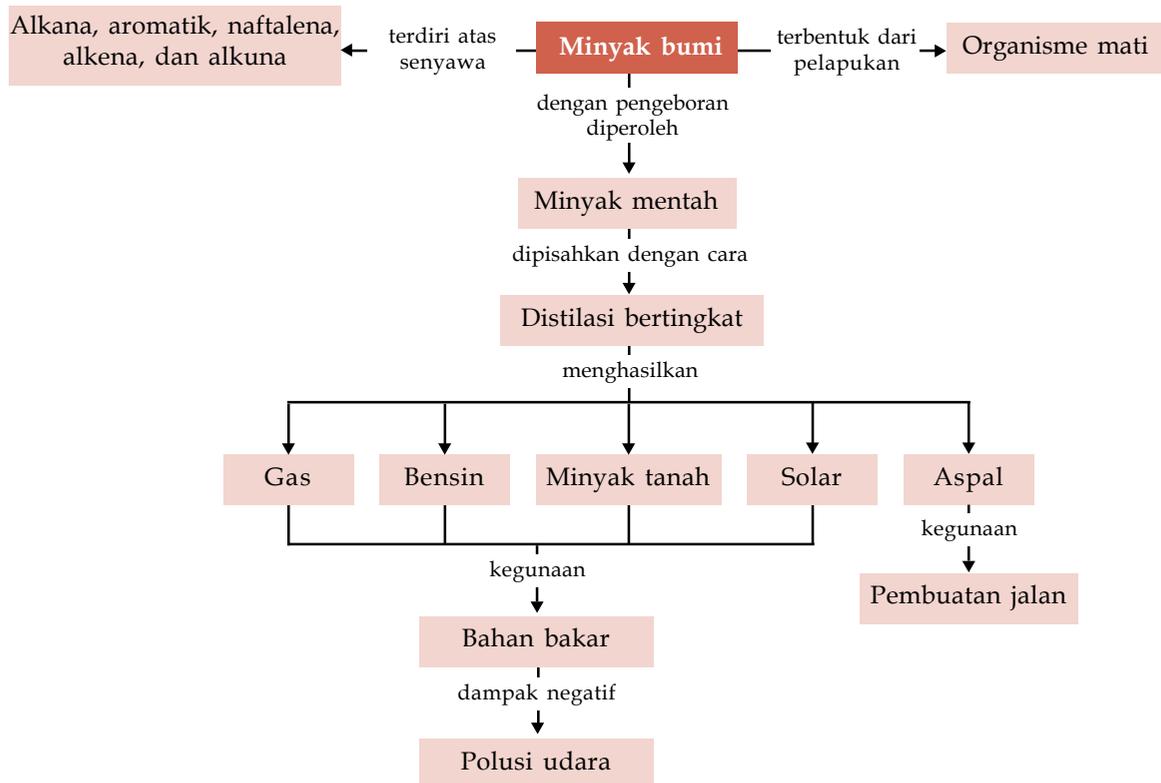
Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Tuliskanlah kegunaan bensin beserta dampaknya.
2. Apakah perbedaan antara pembakaran sempurna dan tidak sempurna?
3. Bagaimana cara menghitung bilangan oktan?

Rangkuman

1. Minyak bumi berasal dari sisa fosil hewan yang telah melapuk di dasar bumi selama jutaan tahun.
2. Campuran senyawa hidrokarbon dalam minyak mentah terdiri atas alkana, aromatik, naftalena, alkena, dan alkuna.
3. Minyak mentah diolah dan dipisahkan dengan metode distilasi bertingkat yang menghasilkan fraksi-fraksi berdasarkan perbedaan titik didih dari fraksi-fraksi tersebut.
4. Minyak bumi banyak digunakan sebagai bahan bakar dan bahan baku pada industri petrokimia.
5. Bilangan oktan bensin menyatakan kemampuan bensin mengatasi ketukan piston dalam mesin kendaraan bermotor.

Peta Konsep



Kaji Diri

Bagaimana pendapat Anda setelah mempelajari materi **Minyak Bumi dan Petrokimia**? Menarik, bukan? Banyak hal menarik tentang materi Minyak Bumi dan Petrokimia ini. Misalnya, Anda dapat mengetahui sumber minyak bumi dan kegunaannya.

Tujuan Anda mempelajari bab ini adalah agar Anda mampu menjelaskan proses pembentukan dan teknik pemisahan fraksi-

fraksi minyak bumi dan serta kegunaannya. Apakah Anda dapat mencapai tujuan tersebut? Jika Anda mengalami kesulitan dalam mempelajari materi tertentu pada bab ini, bertanyalah kepada guru kimia Anda. Anda pun dapat berdiskusi dengan teman-teman Anda. Belajarlah dengan baik dan pastikan Anda menguasai materi ini.

Evaluasi Materi Bab 7

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan kerjakanlah pada buku latihan Anda.

- Berikut ini *bukan* termasuk fraksi minyak bumi adalah
 - solar
 - bensin
 - minyak tanah
 - minyak atsiri
 - nafta
- Di alam ini, hasil degradasi tumbuhan dan hewan merupakan campuran berbagai senyawa karbon, baik alifatik maupun aromatik yang dapat membentuk
 - gas alam
 - minyak bumi
 - batubara
 - etana
 - metana
- Fraksi minyak bumi berikut yang tersusun menurut bertambahnya titik didih adalah
 - parafin, bensin, nafta
 - kerosin, *olefin*, kokas
 - solar, *gasoline*, pelumas
 - bensin, kerosin, solar
 - bensin, solar, kerosin
- Fraksi minyak bumi yang dihasilkan pada suhu 170–290 °C adalah
 - pelumas
 - bensin
 - metana
 - minyak tanah
 - nafta
- Bensin merupakan salah satu fraksi dari minyak bumi dengan kandungan senyawa
 - pentana dan metana
 - oktana dan heptana
 - butana dan propana
 - metana dan butana
 - propana dan butana
- Untuk menaikkan bilangan oktan sebagai peningkatan kualitas bensin, biasanya bensin diberi zat aditif. Berikut ini yang *bukan* zat aditif peningkat bilangan oktan adalah
 - benzena
 - t-butil metil eter
 - tetra etil timbal
 - heptana
 - MTBE
- Komponen utama gas elpiji (LPG) yang dipergunakan untuk bahan bakar kompor gas adalah
 - propana dan butana
 - metana dan etana
 - butana dan heksana
 - butana dan pentana
 - heptana dan oktana
- Melalui proses pemecahan dan petrokimia dari minyak diesel dapat dibuat bahan-bahan yang dapat digunakan sehari-hari. Berikut ini yang *bukan* produk petrokimia adalah
 - pelarut cat, glikol, plastik
 - gliserin, detergen, karet sintetis
 - plastik, serat sintetis, gliserin
 - detergen, glikol, karet alam
 - pelarut cat, plastik, gliserin
- Logam berat yang dapat membahayakan kesehatan dikarenakan penggunaan TEL sebagai zat aditif peningkat bilangan oktan adalah
 - Sn
 - Mg
 - Sb
 - Pb
 - Hg
- Berikut ini yang *bukan* dampak negatif akibat pembakaran bensin tidak sempurna di antaranya adalah
 - terbentuknya jelaga
 - menghasilkan CO
 - mengganggu sistem pernapasan
 - mengganggu pengangkutan gas oksigen ke seluruh tubuh
 - mengganggu proses pencernaan dalam tubuh
- Polutan udara yang dihasilkan dari reaksi pembakaran tidak sempurna pada kendaraan bermotor adalah
 - karbon dioksida
 - karbon monoksida
 - belerang trioksida
 - nitrogen monoksida
 - hidrogen fluorida
- Cemaran gas karbon monoksida di udara sangat berbahaya bagi manusia karena
 - bersifat korosif
 - mengurangi kadar O₂ di udara
 - menyebabkan kanker paru-paru
 - merusak lapisan ozon
 - mudah bereaksi dengan hemoglobin
- Bilangan oktan suatu bensin adalah 80, artinya bensin tersebut memiliki
 - 80% n-heptana, 20% isoaktana
 - 80% n-heptana, 20% pentana
 - 80% isooktana, 20% pentana
 - 80% isooktana, 20% n-heptana
 - 80% pentana, 20% n-heptana



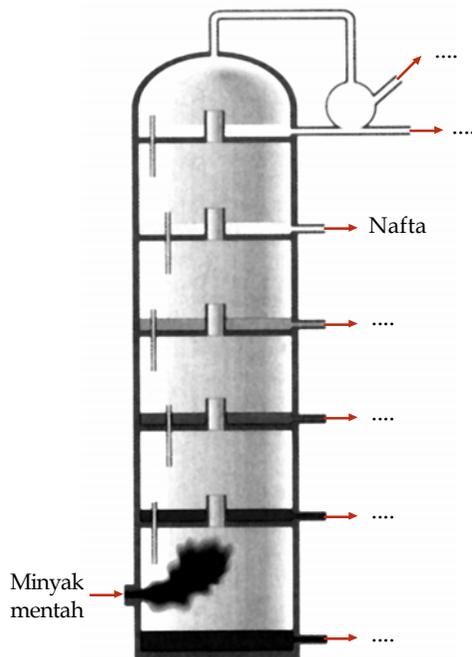
14. Fraksi minyak bumi bensin pada proses distilasi bertingkat dihasilkan pada suhu ...
- A. 30 °C - 180 °C
 - B. 110 °C - 195 °C
 - C. 170 °C - 290 °C
 - D. 260 °C - 350 °C
 - E. 300 °C - 370 °C
15. Dalam minyak mentah (*crude oil*) terkandung berbagai campuran hidrokarbon. Senyawa yang terbanyak adalah ...
- A. senyawa aromatik dan senyawa hidrokarbon
 - B. senyawa ester dan alkohol
 - C. senyawa naftalena dan senyawa hidrokarbon
 - D. senyawa eter dan asam karboksilat
 - E. senyawa aromatik dan eter

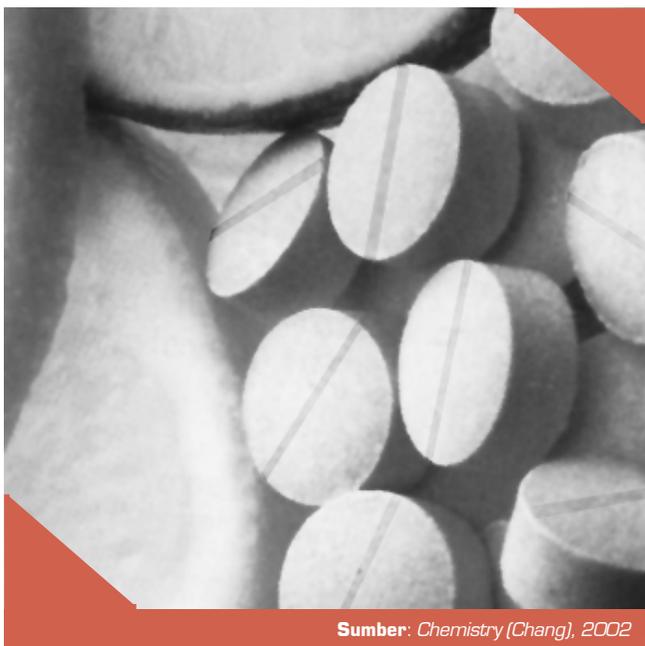
B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar:

1. Hasil pengeboran minyak bumi merupakan minyak mentah (*crude oil*) yang berwarna hitam dan kental. Sebutkan dan jelaskan senyawa-senyawa hidrokarbon yang tergolong komponen penyusun minyak mentah tersebut.
2. Pada kendaraan bermotor yang menggunakan bensin sebagai bahan bakar seringkali mengalami pembakaran bensin yang tidak sempurna dan memberi dampak negatif terhadap lingkungan. Mengapa penggunaan bahan bakar dapat memberi efek negatif terhadap lingkungan? Jelaskan dampak negatif yang dapat memberi pengaruh buruk terhadap lingkungan tersebut.
3. Jelaskan perbedaan kualitas bensin berdasarkan bilangannya.
4. Bagaimanakah proses pembentukan minyak bumi dan gas alam? Jelaskan.
5. Jelaskan dasar dan teknik pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi.

Soal Tantangan

1. Lengkapilah fraksi-fraksi yang dihasilkan pada kolom pemisahan minyak mentah dengan cara distilasi pada gambar berikut.
2. Kendaraan bermotor atau alat transportasi pada umumnya menggunakan bahan bakar minyak bumi. Saat ini, jumlah alat transportasi semakin bertambah. Adapun bahan bakar yang tersedia semakin berkurang. Apakah saran Anda untuk mengatasi masalah tersebut?





Sumber: Chemistry (Chang), 2002

B a b 8

Senyawa Organik dalam Kehidupan Sehari-hari

Pada bab ini, Anda akan diajak untuk dapat memahami sifat-sifat senyawa organik atas dasar gugus fungsi dan senyawa makromolekul, dengan cara menjelaskan kegunaan dan komposisi senyawa kimia dalam kehidupan sehari-hari, misalnya dalam bidang pangan, sandang, papan, perdagangan, seni, dan estetika.

Pada bab 6 dan 7, Anda telah mempelajari senyawa hidrokarbon golongan alkana, alkena, dan alkuna. Perlu Anda ketahui, senyawa organik tidak hanya senyawa alkana, alkena, dan alkuna saja. Misalnya, rasa asam pada buah jeruk atau tablet vitamin C berasal dari senyawa kimia tertentu. Senyawa tersebut adalah asam askorbat yang merupakan senyawa organik. Asam askorbat berperan dalam menghambat reaksi oksidasi yang berlebihan dalam tubuh dan memelihara fungsi normal sel.

Hingga kini, telah dikenal ribuan senyawa organik. Senyawa-senyawa organik tersebut merupakan turunan senyawa alkana, di antaranya keton, alkohol, haloalkana, eter, asam karboksilat, dan ester. Senyawa organik selain alkana dan turunannya, seperti alkena dan alkuna, umumnya berupa senyawa benzena dan makromolekul. Kita dapat membedakan dan mengelompokkan ribuan senyawa organik tersebut dari struktur dan gugus fungsinya. Anda akan mempelajari sifat-sifat dan tata nama senyawa-senyawa organik yang telah disebutkan tadi di Kelas XII.

Di Kelas X ini, Anda akan dikenalkan terlebih dahulu dengan beberapa senyawa organik yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya senyawa organik yang terdapat dalam makanan yang Anda makan, pakaian yang Anda pakai setiap hari, dan obat-obatan yang Anda pakai atau minum ketika sakit.

- A. Kegunaan Senyawa Organik di Bidang Pangan**
- B. Kegunaan Senyawa Organik di Bidang Kesehatan**
- C. Kegunaan Senyawa Organik di Bidang Pertanian dan Industri**

Soal Pramateri

1. Temukanlah materi-materi organik yang biasa Anda gunakan sehari-hari.
2. Apakah senyawa organik itu?
3. Carilah informasi mengenai komposisi senyawa organik pada bahan-bahan yang biasa Anda temukan.

Kata Kunci

- Nutrisi
- Senyawa organik

Kupas Tuntas

Karbohidrat merupakan sumber energi bagi manusia. Dalam tubuh, karbohidrat diubah menjadi

- A. disakarida
- B. glukosa
- C. protein
- D. galaktosa
- E. fruktosa

Pembahasan

Karbohidrat di dalam tubuh akan diuraikan oleh enzim menjadi molekul sederhana berupa (B) glukosa.

SPMB 2002

Gambar 8.1

Berbagai jenis makanan yang mengandung senyawa organik

A Kegunaan Senyawa Organik di Bidang Pangan

Kegiatan yang Anda lakukan sehari-hari tidak dapat dilepaskan dari senyawa kimia, terutama senyawa organik. Contoh sederhananya adalah makanan yang Anda konsumsi setiap hari. Ya, jangan terkejut jika sebenarnya makanan yang Anda makan tersebut merupakan senyawa organik. Tidak percaya? Lakukanlah kegiatan berikut.

Selidikilah 8.1

Komposisi Senyawa Organik dalam Makanan

Tujuan

Menyelidiki komposisi senyawa organik dalam makanan

Alat dan Bahan

Kemasan makanan

Langkah Kerja

1. Tuliskanlah daftar makanan yang biasanya Anda konsumsi setiap hari. kemudian, carilah informasi mengenai senyawa kimia yang terkandung dalam setiap makanan.
2. Kumpulkan kemasan makanan, kemudian datalah komposisi bahan-bahan yang terkandung dalam makanan tersebut.

Jawablah pertanyaan berikut untuk menarik kesimpulan.

1. Senyawa organik apa saja yang terkandung dalam makanan?
2. Apakah fungsi dari setiap senyawa kimia tersebut?

Diskusikan hasil yang Anda peroleh dengan teman Anda.

Bagaimana hasil penyelidikan Anda mengenai komposisi senyawa organik dalam makanan? Apakah Anda telah mengetahui kegunaan dari senyawa organik yang terdapat dalam makanan? Mari, menyimak penjelasan berikut.

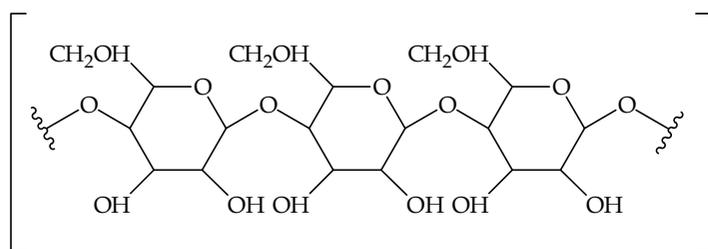
Setiap makanan yang Anda makan pasti mengandung senyawa organik. Nasi yang Anda makan adalah karbohidrat yang merupakan suatu senyawa makromolekul. Tempe mengandung protein, daging mengandung lemak, sedangkan sayuran dan buah-buahan mengandung vitamin.



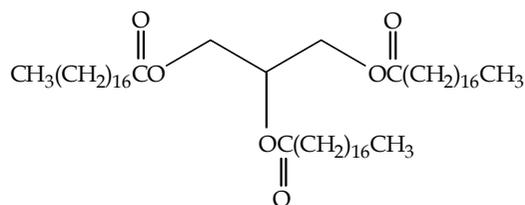
Sumber: Dokumentasi Penerbit

Tahukah Anda, apakah fungsi dari senyawa-senyawa organik tersebut? Senyawa-senyawa organik yang terkandung dalam makanan, seperti karbohidrat, lemak, protein, dan vitamin berfungsi sebagai sumber nutrisi (nutrisi). Selain empat jenis senyawa tersebut, nutrisi lain yang terkandung dalam makanan adalah air dan mineral. Air dan mineral juga merupakan senyawa kimia, tetapi bukan termasuk senyawa karbon. Sifat-sifat dari

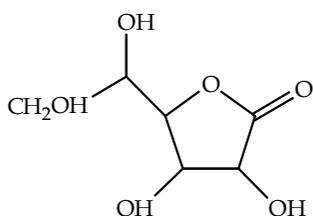
senyawa organik yang terkandung dalam makanan dipengaruhi oleh struktur kimianya. Berikut ini beberapa contoh struktur senyawa kimia dalam makanan yang berfungsi sebagai nutrisi.



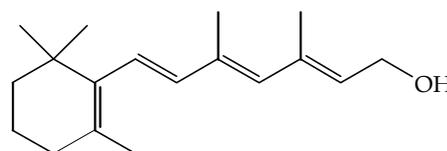
Struktur amilum



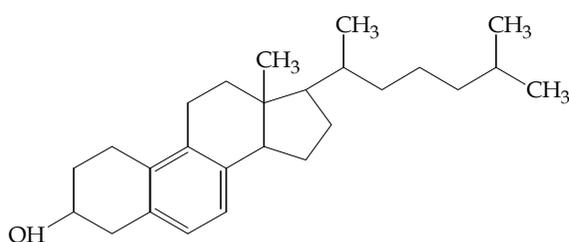
Struktur trigliserida



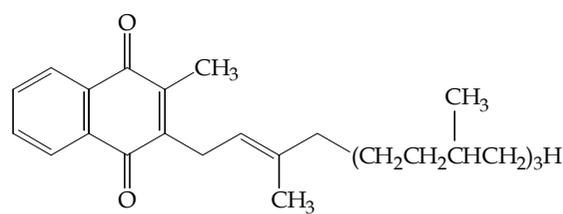
Struktur vitamin C (asam askorbat)



Struktur vitamin A



Struktur vitamin D3

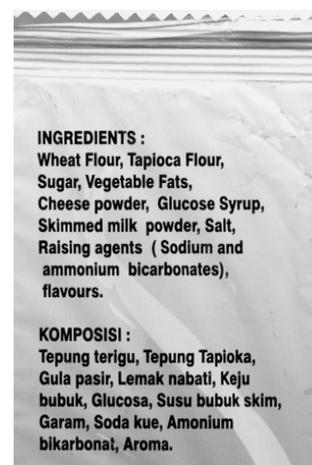


Struktur vitamin K

Selain sebagai nutrisi, ada juga senyawa organik dalam makanan yang berfungsi sebagai zat aditif makanan (bahan tambahan makanan). Pernahkah Anda memasak kari ayam? Makanan khas Indonesia ini menggunakan kunyit sebagai bahan pewarna alami untuk membuat warna kari ayam menjadi lebih menarik. Selain kunyit, bahan-bahan lain yang biasa digunakan sebagai pewarna alami adalah daun pandan untuk memberikan warna hijau pada makanan serta memberikan aroma yang khas pada makanan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 722/Menkes/Per/IX/1988, bahan tambahan makanan diartikan sebagai bahan yang ditambahkan dan dicampurkan pada saat pengolahan makanan untuk meningkatkan mutu. Berdasarkan fungsinya, bahan tambahan makanan dapat dikelompokkan menjadi bahan pengawet, bahan pewarna, pemanis, penyedap rasa, antioksidan, pengemulsi, pengental, penstabil, dan pengatur keasaman. Bahan tambahan makanan yang biasa digunakan dalam makanan dapat Anda ketahui dari komposisi bahan yang tertera dalam kemasan makanan. Perhatikan **Gambar 8.2**.

Bahan tambahan yang digunakan makanan dapat berupa bahan alami atau bahan buatan. Bahan alami maupun bahan buatan tersebut merupakan senyawa kimia, sebagian besar merupakan senyawa organik. Dosis bahan tambahan makanan buatan yang digunakan dalam makanan ini dibatasi dan mengacu kepada peraturan yang ditetapkan pemerintah. Tabel berikut ini menjelaskan contoh-contoh senyawa organik yang digunakan sebagai bahan tambahan makanan.



Sumber: Dokumentasi Penerbit

Gambar 8.2

Kemasan makanan mencantumkan komposisi bahan yang mengandung senyawa organik dan anorganik.

Anda Harus Ingat

Protein, enzim, dan vitamin merupakan senyawa organik yang terdapat dalam makanan. Ketiga zat ini berperan penting dalam metabolisme tubuh.

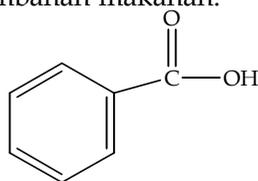
You Must Remember

Protein, enzyme, and vitamin are organic compound in food. These three compound play important role in body metabolism.

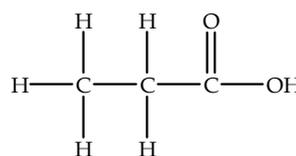
Tabel 8.1 Contoh-Contoh Senyawa Organik dalam Bahan Tambahan Makanan

Jenis Bahan Tambahan Makanan	Contoh
Bahan pengawet	Asam benzoat, asam propionat, Na-sorbat, K-sorbat, asam cuka, etilen oksida, propilen oksida
Bahan pewarna	Annatto, kurkumin, karoten, klorofil, eritrosin (FD&C No. Red 3), brilliant blue FCF, fast green FCF, sunset yellow FCF, tartrazin, indigokarmin
Pemanis	Fruktosa, Na-siklamat, sakarin, aspartam, acesulfam, sorbitol, neotam
Penyedap rasa	Monosodium glutamate
Antioksidan	Tokoferol, butil hidroksi toluen (BHT), butil hidroksi anilin (BHA), propilgallate (PG), asam sitrat

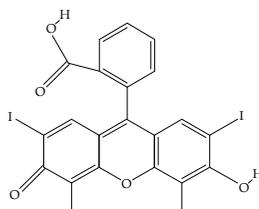
Sebagaimana telah diketahui, bahan tambahan yang digunakan makanan dapat berupa bahan alami dan bahan buatan, di mana kedua-duanya merupakan senyawa kimia. Bahan tersebut dapat berupa senyawa organik, atau senyawa anorganik. Bagaimana cara mengetahui bahwa bahan tambahan makanan tersebut termasuk senyawa organik atau anorganik? Lihat saja rumus molekul kimianya. Senyawa organik mengandung atom karbon, sedangkan senyawa anorganik tidak mengandung atom karbon. Berikut ini beberapa contoh struktur senyawa organik yang digunakan sebagai bahan tambahan makanan.



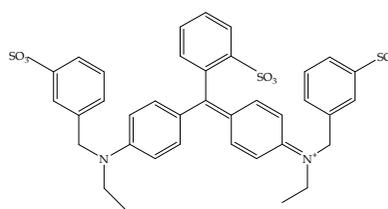
Struktur asam benzoat



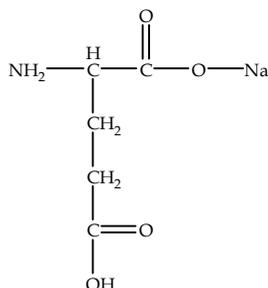
Struktur asam propionat



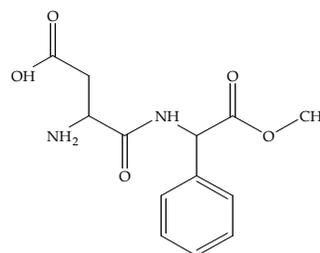
Struktur FCF



Struktur eritrosin



Struktur MSG
(Monosodium glutamate)



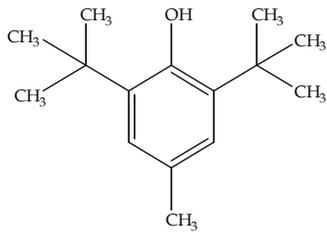
Struktur aspartam

Informasi Nilai Gizi	
Takaran saji : 1 sachet (30g)	
Jumlah saji per kemasan : 1	
Jumlah per saji :	
Kalori 135	Kalori dari lemak 36
% AKG*	
Total Lemak 4 g	7%
Lemak jenuh 1 g	5%
Kolesterol 1 mg	0%
Natrium 112 mg	5%
Total Karbohidrat 24 g	7%
Serat makanan 1 g	4%
Gula 13 g	
Protein 1 g	2%
Vitamin A 619 IU	31%
Vitamin B1 0.16 mg	13%
Vitamin B2 0.13 mg	10%
Vitamin B6 0.24 mg	18%
Asam Folat 66 mcg	17%
Vitamin B12 0.58 mcg	24%
Vitamin D 1.31 mcg	26%
Vitamin E 2.01 mg	20%
Kalsium 169 mg	23%
*% AKG berdasarkan diet 2000 kalori	

Sumber: Dokumentasi Penerbit

Gambar 8.3

Komposisi bahan dan gizi pada kemasan suatu makanan



Struktur BHT
(Butylated hydroxytoluene)

Buktikanlah oleh Anda

Amatilah komposisi bahan dalam kemasan makanan pada **Gambar 8.3**. Berdasarkan gambar tersebut, tuliskan nama senyawa organik, struktur kimia, serta kegunaannya bagi tubuh.

Kerjakan secara berkelompok dan presentasikan hasilnya di depan kelas.

Soal Penguasaan Materi 8.1

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Apakah fungsi senyawa kimia dalam makanan?
2. Tuliskanlah senyawa organik yang digunakan sebagai bahan pewarna makanan.
3. Tuliskanlah senyawa organik yang digunakan sebagai bahan pengawet makanan.

B Kegunaan Senyawa Organik di Bidang Kesehatan

Apakah Anda pernah merasakan sakit kepala? Apa yang Anda lakukan untuk meredakan nyeri yang Anda derita? Banyak cara yang dapat dilakukan, salah satu yang umum dilakukan orang adalah meminum obat sakit kepala yang dijual bebas di warung-warung. Tahukah Anda, apakah yang menyebabkan obat sakit kepala tersebut dapat meringankan sakit kepala Anda? Khasiat yang dimiliki obat sakit kepala tidak terlepas dari senyawa kimia yang dikandungnya. Amatilah **Gambar 8.4** berikut.

Obat Pusing

Tiap tablet mengandung :

Propifenazon	150 mg
Parasetamol	250 mg
Deksklorfeniramina Maleat	1 mg
Kafeina	50 mg

Aturan pemakaian :
Dewasa dan anak di atas 12 tahun : 2-3 X sehari 1 tablet

Farmakologi :
Kombinasi Propifenazon dan Parasetamol dalam Obat Pusing merupakan kombinasi yang saling memperkuat khasiat analgetik (meringankan rasa sakit). Obat Pusing mempunyai efek untuk meringankan rasa sakit.

Indikasi :
Meringankan sakit kepala dan sakit gigi.

Sumber: Dokumentasi Penerbit

Gambar 8.4

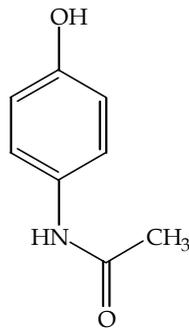
Parasetamol tercantum sebagai salah satu komposisi pada kemasan obat.



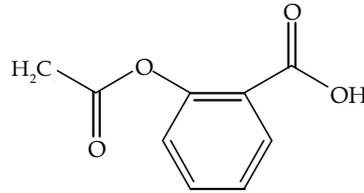
Pada **Gambar 8.4** tersebut, dapatkah Anda menduga senyawa kimia apa yang terkandung dalam obat sakit kepala? Parasetamol merupakan senyawa kimia organik yang banyak digunakan dalam obat sakit kepala karena bersifat analgesik (menghilangkan sakit). Senyawa organik lain yang bersifat analgesik adalah aspirin dan antalgin.

Kata Kunci

- Analgesik
- Anestetik



Struktur molekul parasetamol



Struktur molekul aspirin

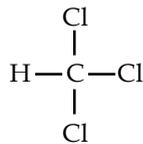


Sumber: www.vet.ed.ac.uk

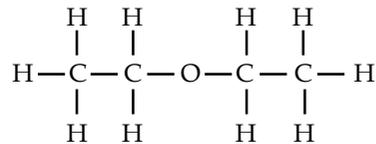
Gambar 8.5

Obat bius dapat menghilangkan rasa sakit pada orang yang sedang dioperasi bedah.

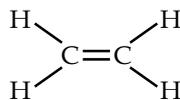
Selain sebagai obat kepala, senyawa organik banyak digunakan di bidang kesehatan sebagai obat bius dalam operasi bedah. Dengan menggunakan obat bius, pasien tidak merasakan sakit saat organ tubuhnya dibedah. Senyawa organik yang digunakan sebagai obat bius, di antaranya kloroform (CHCl_3), dietil eter ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$), etilena (C_2H_4), dan halotena ($\text{F}_3\text{CCHBrCl}$). Di beberapa negara, dietileter sudah tidak digunakan lagi sebagai obat bius karena memiliki efek samping yaitu menyebabkan gangguan pada saluran pernapasan. Mari, kita lihat struktur kimia dari senyawa-senyawa tersebut pada gambar berikut.



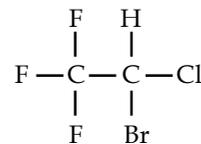
Struktur molekul kloroform



Struktur molekul dietil eter



Struktur molekul etilena



Struktur molekul halotena

Negara-negara beriklim tropis seperti Indonesia, kaya akan keanekaragaman hayatinya. Banyak tanaman Indonesia yang diakui sebagai tanaman obat terhadap suatu penyakit. Di antaranya, kunyit dan lidah buaya sebagai obat maag, daun muda jambu batu sebagai obat sakit perut, bawang putih untuk menurunkan kolesterol, dan daun sirih sebagai antiseptik.

Soal Penguasaan Materi 8.2

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Tuliskanlah senyawa organik yang digunakan sebagai obat sakit kepala.
2. Tuliskanlah senyawa organik yang digunakan sebagai obat bius.

C Kegunaan Senyawa Organik di Bidang Pertanian dan Industri

Bidang pertanian dan industri juga tidak mau ketinggalan dalam memanfaatkan senyawa organik. Berikut adalah pemanfaatan senyawa organik di bidang pertanian dan industri.

1. Bidang Pertanian

Di bidang pertanian, senyawa organik digunakan sebagai pembasmi hama tanaman (pestisida). Hama yang menyerang tanaman pertanian biasanya berasal dari serangga, tikus, dan jamur sehingga nama jenis-jenis pembasmi hama disesuaikan dengan sumber hamanya. Insektisida digunakan untuk membasmi serangga, rodentisida untuk membasmi tikus, sedangkan fungisida untuk membasmi serangan jamur. Pestisida jenis DDT saat ini sudah tidak digunakan lagi. Selain menyebabkan efek karsinogen, DDT juga menyebabkan hama menjadi tahan terhadap pestisida ini. Saat ini tengah dikembangkan pemanfaatan pestisida alami oleh para ilmuwan. Contohnya, zat aktif pada pohon nimba yang disebut dengan azadirachtin dapat digunakan sebagai pestisida alami. Senyawa organik apa saja yang digunakan sebagai pestisida? Perhatikan contoh-contoh pestisida pada tabel berikut.

Kata Kunci

- Fungisida
- Insektisida
- Pestisida
- Rodentisida
- Zat warna

Tantangan Kimia

Carilah informasi bersama kelompok Anda mengenai pupuk yang sering digunakan di daerah Anda., kemudian tuliskan struktur-struktur kimia dari bahan pupuk tersebut. Presentasikan hasilnya di depan kelas.

Tabel 8.2 Jenis Pestisida yang Terdaftar/Diizinkan untuk Tanaman Pisang, Mangga, dan Rambutan

No.	Sasaran	Nama Pestisida	
		Bahan Aktif	Formulasi
1.	Pisang <ul style="list-style-type: none"> • Hama <ul style="list-style-type: none"> - Trips (<i>Chaetanaphothrips signipennis</i>) - Penggulung daun (<i>Erionota thrax</i>) - Nematoda (<i>Radhopolus similes</i>) - Nematoda (<i>Meloidogyne sp</i>) • Penyakit <ul style="list-style-type: none"> - Bercak daun sigatoka (<i>Cercospora musicola</i>) - Bercak daun sigatoka (<i>Mycosphaerella spp.</i>) - Layu bakteri (<i>Pseudomonas solanacearum</i>) • Gulma <ul style="list-style-type: none"> - Gulma berdaun lebar - Gulma berdaun sempit - Gulma golongan teki 	<ul style="list-style-type: none"> - Klofiripos - Triklorfon - Fenamifos dan kadusafos - Karbofuran - Klorotaronil - Heksakonazol, siprokanazol, tridemorf, mankozeb, tebukonazol, difenokonazol, metil tiofanat, dan mankozeb. - Dazomet - Ametrin, isopropil amina glifosat, dan monoamonium glifosat. - Ametrin dan parakuat diklorida. - Ametrin 	<ul style="list-style-type: none"> - Dursban 1 PE - Dipterex 95 SP - Nemacur 10 G dan Rugdy 10 G - Petrofur 3 G - Daconil 500 F, Daconil 75 WP, dan Tilt 250 EC - Anvil 50 SC, Alto 240 ULV, Calixin 750 EC, Dithane 430 F, Folicur 250 EO, Score 250 EO, Topsin 500 F, Topsin M 70 WP, dan Vondozeb 420 SC. - Bazamid G - Amexone 80 W, Amexone 500 F, Gesapax 500 F, dan Polado 240/105 AS. - Polaris 200/8 A, Amexone 80 WP, Amexone 500 F, Gesapax 80 WP, Gesapax 500 F, Gramoxone*, dan Paracol*. - Gesapax 500 F, dan Gesapax 50 WP.



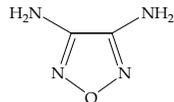
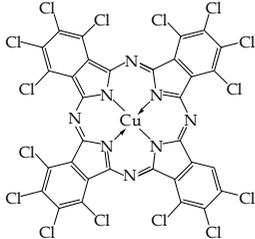
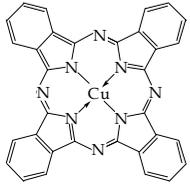
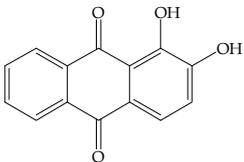
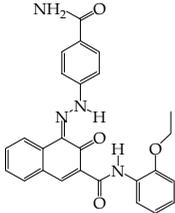
2.	Mangga • Hama - Lalat buah (<i>Dacus spp.</i>)	- Metil eugenol	- Petrogenol 800
3.	Rambutan • Hama - Ulat daun rambutan	- Beta sipermetrin	- Beta 15 EC

Sumber: www.deptan.go.id

2. Bidang Industri

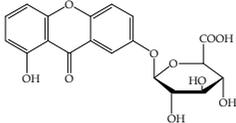
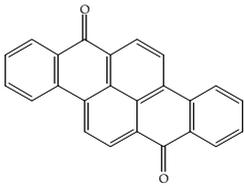
Industri yang memanfaatkan senyawa organik, baik bahan baku maupun produk akhir, di antaranya industri tekstil, cat, dan plastik. Industri tekstil menggunakan senyawa organik sebagai zat pewarna dan bahan baku kain. Zat pewarna juga digunakan dalam industri cat. Dalam industri tekstil dan cat, zat pewarna digunakan untuk mewarnai produk yang dihasilkan. Tabel berikut menginformasikan beberapa contoh senyawa organik yang digunakan sebagai zat pewarna beserta struktur kimia dan warna yang dihasilkannya.

Tabel 8.3 Contoh-Contoh Senyawa Organik dalam Zat Pewarna

Zat Pewarna	Struktur Kimia	Warna yang Dihasilkan	Industri yang Menggunakannya
Dinitroaniline orange		Jingga	Cat
Cu phtalocyanine green		Hijau	Cat, tinta, cat lukis
Phthalocyanine blue BN (Copper phthalocyanine blue)		Biru	Cat, tinta, cat lukis
Alizarin red (1,2- dihidroksi- antrakuinon)		Merah	Cat
Pigment red 170		Merah	Otomotif

Kata Kunci

Polimer

Indian yellow (Euxanthic acid)		Kuning	Cat lukis
Vat yellow 4		Kuning	Tekstil

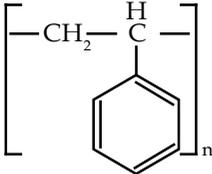
Buktikanlah oleh Anda

Kol merah dapat digunakan sebagai pewarna alami. Ekstrak perasan kol merah jika dicampurkan dengan berbagai larutan akan menghasilkan warna yang bervariasi. Buatlah air perasan kol merah dan semprotkan pada kain atau kertas, kemudian teteskan larutan *baking soda*, cuka, dan air jeruk. Buktikanlah warna yang dihasilkan.

Kerjakan secara berkelompok dan presentasikan hasilnya di depan kelas.

Adapun bahan baku kain merupakan senyawa kimia yang termasuk kelompok polimer. Plastik berbahan baku produk industri petrokimia juga merupakan polimer. Polimer yang digunakan sebagai bahan baku kain, di antaranya poliester dan nilon. Berikut ini beberapa contoh perkakas yang mengandung plastik.

Tabel 8.4 Contoh-Contoh Benda yang Mengandung Bahan Plastik

Perkakas	Senyawa Polimer	Struktur Kimia
Sampul keping VCD  Sumber: Dokumentasi Penerbit	Polipropilena (PP)	$[-CH_2 - CH_2 - CH_2 -]_n$
Penggorengan teflon  Sumber: Chemistry for You, 2001	Politetrafluoroetena (Teflon)	$[-CF_2 - CF_2 -]_n$
Styrofoam  Sumber: www.path.cam.ac.uk	Polistirena (PS)	

Legenda Kimia



William Henry Perkin (1838–1907) membuat revolusi terhadap industri kimia dengan membuat warna buatan. Awalnya dia mencoba membuat obat kina dari anilin, tetapi yang diperoleh adalah senyawa lengket berwarna hitam. Ketika Henry mencuci zat tersebut dengan alkohol, dia menemukannya larut dan memberikan warna ungu gelap. Dari larutan ini Henry memperoleh kristal berwarna ungu muda. Pewarna sintesis baru ini dibeli oleh industri-industri tekstil dan dinamakan *mauve* (warna ungu muda).

Sumber: Jendela IPTEK, 1997

Fakta Kimia

Struktur Molekul Plastik

Semua plastik termasuk ke dalam satu dari dua kategori (termoplastik atau termoset), bergantung pada bagaimana plastik ini apabila dipanaskan. Bahan-bahan termoplastik, seperti polietilen, menjadi lunak setiap dipanaskan sehingga dapat dibentuk ulang. Sebaliknya, plastik jenis termoset tidak akan lunak kembali setelah pemanasan pertama. Pada pemanasan pertama, molekul-molekul plastik membentuk ikatan silang yang menyebabkan strukturnya menjadi kaku. Karena sifatnya tersebut, plastik jenis termoset digunakan sebagai bahan dasar komponen-komponen listrik.

Sumber: Jendela Iptek: Kimia, 1997

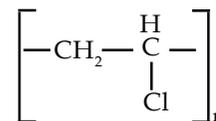


Pipa



Sumber: Dokumentasi Penerbit

Polivinilklorida (PVC)



Bahan-bahan seperti bahan pewarna dan bahan plastik banyak dijadikan suatu produk seni dan estetika yang digunakan dan dimanfaatkan orang. Produk-produk tersebut diperdagangkan sehingga masyarakat dapat menggunakan dan memanfaatkannya.

Soal Penguasaan Materi 8.3

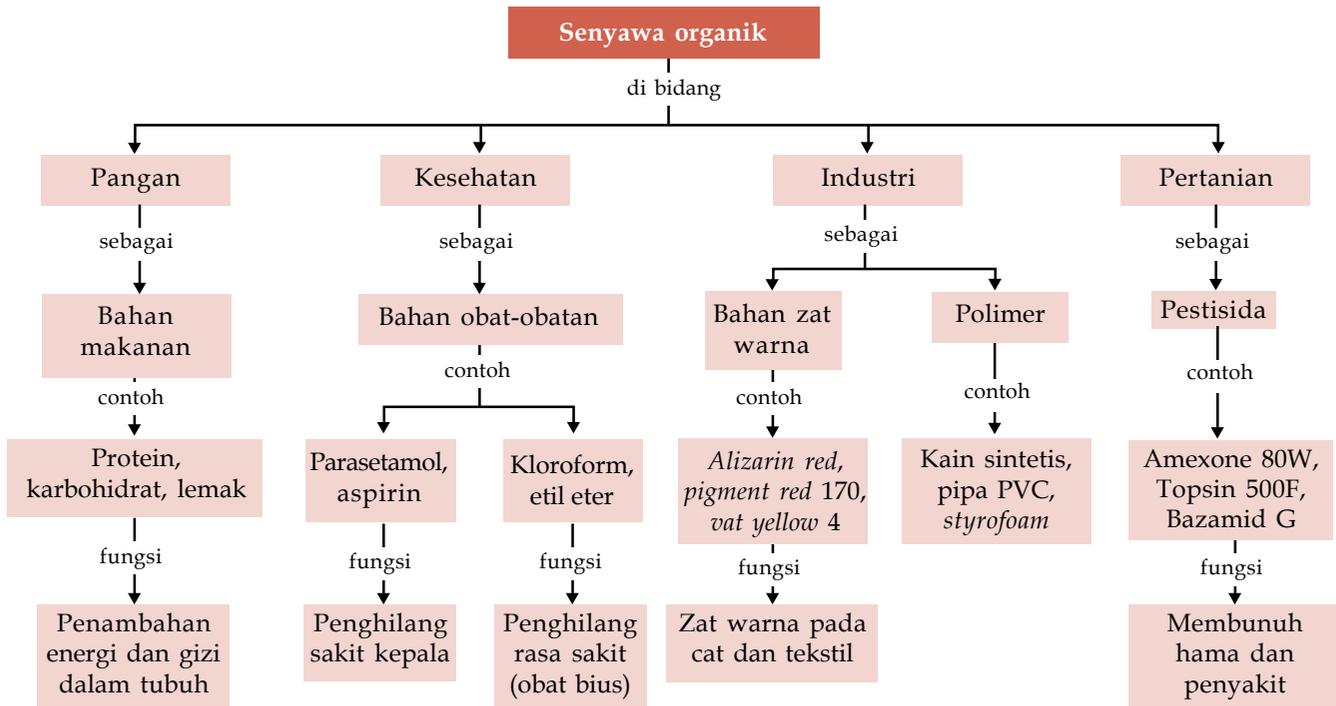
Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Tuliskanlah contoh senyawa organik yang digunakan sebagai zat pewarna.
2. Tuliskanlah beberapa perkakas yang terbuat dari plastik beserta nama senyawanya.

Rangkuman

1. Ada 4 jenis senyawa yang terkandung dalam makanan, yaitu karbohidrat, lemak, protein, dan vitamin. Sifat-sifat dari senyawa organik yang terkandung dalam makanan dipengaruhi oleh struktur kimianya.
2. Bahan tambahan pada makanan dikelompokkan berdasarkan kegunaannya, yaitu bahan pengawet, bahan pewarna, pemanis, penyedap rasa, antioksidan, pengemulsi, pengental, penstabil, dan pengatur keasaman.
3. Bahan kimia senyawa organik banyak digunakan sebagai bahan obat sakit kepala karena bersifat analgesik, misalnya parasetamol dan aspirin.
4. Senyawa organik lainnya juga banyak digunakan sebagai obat bius karena sifatnya yang dapat menghilangkan sakit, misalnya kloroform dan etil eter.

Peta Konsep



Kaji Diri

Bagaimana pendapat Anda setelah mempelajari materi **Senyawa Organik dalam Kehidupan Sehari-hari**? Menarik, bukan? Banyak hal menarik tentang materi Senyawa Organik dalam Kehidupan Sehari-hari ini. Misalnya, mengetahui komposisi suatu senyawa organik dalam makanan dan obat-obatan.

Tujuan Anda mempelajari bab ini adalah agar Anda dapat menjelaskan kegunaan dan komposisi senyawa kimia dalam

kehidupan sehari-hari, misalnya dalam bidang pangan, sandang, papan, perdagangan, seni, dan estetika. Apakah Anda dapat mencapai tujuan tersebut? Jika Anda mengalami kesulitan dalam mempelajari materi tertentu pada bab ini, bertanyalah kepada guru kimia Anda. Anda pun dapat berdiskusi dengan teman-teman Anda. Belajarlah dengan baik dan pastikan Anda menguasai materi ini.

Evaluasi Materi Bab 8

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan kerjakanlah pada buku latihan Anda.

1. Senyawa organik dalam makanan yang berfungsi sebagai nutrisi adalah
 - A. asam benzoat
 - B. asam askorbat
 - C. monosodium glutamat
 - D. *alizarin red*
 - E. asam propionat
2. Sakarin merupakan senyawa organik yang digunakan dalam makanan sebagai
 - A. pengawet
 - B. penyedap rasa
 - C. antioksidan
 - D. pemanis
 - E. pewarna
3. Amatilah keterangan pada kemasan mi berikut.

KOMPOSISI Mi: tepung terigu, tapioka, minyak tumbuhan, garam, natrium karbonat, kalium karbonat, tartrazin CI 19140, sunset yellow 15985. **Bumbu:** garam, mononatrium glutamat, gula, daun bawang, perasa sapi, bubuk lada, bubuk bawang putih, bubuk seledri, vitamin.

Senyawa kimia (mononatrium glutamat) dalam kemasan mi tersebut berfungsi sebagai
 - A. pengawet
 - B. penyedap rasa
 - C. antioksidan
 - D. pemanis
 - E. pewarna
4. Aspirin digunakan sebagai obat sakit kepala karena bersifat
 - A. analgesik
 - B. anestetik
 - C. antipiretik
 - D. antihistamin
 - E. antiseptik
5. Di antara senyawa organik berikut yang *tidak* digunakan sebagai obat bius adalah
 - A. kloroform
 - B. etil eter
 - C. halotena
 - D. *chlordan*
 - E. etilena
6. Jenis pembasmi hama yang digunakan untuk membasmi tikus adalah
 - A. insektisida
 - B. herbisida
 - C. bakterisida
 - D. fungisida
 - E. rodentisida
7. Berikut ini senyawa organik yang digunakan sebagai pestisida, *kecuali*
 - A. aldrin
 - B. *chlordan*
 - C. DDT
 - D. tokoferol
 - E. diazinon
8. Wadah keping CD terbuat dari senyawa organik yang bernama
 - A. polistirena
 - B. polipropilena
 - C. propilgalat
 - D. poliester
 - E. poliakrilat
9. Senyawa organik berikut yang memberikan warna merah adalah
 - A. karbazol dioksin violet
 - B. *Cu phtalocyanine green*
 - C. *1,2-dihydroxyanthraquinone*
 - D. *euxanthic acid*
 - E. kurkumin
10. Senyawa organik yang digunakan sebagai bahan pakaian adalah
 - A. nilon
 - B. tiamin
 - C. malation
 - D. riboflavin
 - E. alizarin
11. Senyawa berikut yang digunakan sebagai zat aditif dalam makanan adalah
 - A. asam askorbat
 - B. sakarin
 - C. diazinon
 - D. kloroform
 - E. dietil eter
12. Zat kimia yang *bukan* merupakan pewarna makanan adalah
 - A. karoten
 - B. kurkumin
 - C. indigokarmin
 - D. *sunset yellow*
 - E. alizarin red
13. Kloroform sering digunakan dalam bidang kesehatan, yaitu sebagai zat
 - A. antipiretik
 - B. antihistamin
 - C. antioksidan
 - D. anestetik
 - E. analgesik

14. Polimer berikut yang termasuk ke dalam polimer buatan adalah
- amilum
 - selulosa
 - polistiren
 - getah karet
 - wol
15. Zat pewarna yang memberikan warna kuning pada cat adalah
- sunset yellow* FCF
 - karoten
 - indigokarmin
 - Indian yellow*
 - eritrosin

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar:

- Setelah beberapa hari, makanan dapat menjadi bau dan busuk yang disebabkan oleh mikroba, seperti bakteri, kapang, dan khamir. Aktivitas mikroba tersebut dapat dicegah dengan menambahkan bahan pengawet. Tuliskanlah dua contoh senyawa organik yang berfungsi sebagai pengawet makanan.
- Beberapa perusahaan obat sakit kepala sering mempromosikan bahwa produk obat sakit kepala mereka manjur untuk menghilangkan sakit kepala. Apakah senyawa organik yang terkandung dalam obat tersebut?
- Jelaskanlah jenis-jenis dan kegunaan pestisida yang biasa digunakan di bidang pertanian.
- Apakah yang menyebabkan perbedaan sifat senyawa-senyawa organik? Jelaskan.
- Tuliskanlah lima senyawa polimer yang digunakan sebagai bahan baku perkakas.

Soal Tantangan

- Baru-baru ini, telah ditemukan penyalahgunaan zat warna tekstil sebagai pewarna makanan. Apakah saran Anda terhadap masalah tersebut?
- Dalam peningkatan produksi dan kualitas pertanian, petani biasanya menggunakan pestisida untuk mencegah hama. Akan tetapi, penggunaannya yang tidak tepat dapat menimbulkan masalah terhadap lingkungan.
 - Mengapa kita perlu membaca petunjuk penggunaan pada label pestisida?
 - Mengapa pengendalian hama dengan pestisida harus dilakukan jauh dari sumber air?
 - Ketika penyemprotan pestisida, kita harus menghindari penyemprotan yang menantang arah angin. Mengapa?

Evaluasi Materi Semester 2

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan kerjakanlah pada buku latihan Anda.

- Elektrolit memiliki sifat antara lain
 - tidak menghantarkan arus listrik
 - dalam keadaan padat menghantarkan arus listrik
 - dalam pelarut bukan air menghantarkan arus listrik
 - dalam pelarut air tidak menghantarkan arus listrik
 - lelehannya dapat menghantarkan arus listrik

- Pasangan senyawa berikut yang termasuk elektrolit adalah
 - natrium klorida dan alkohol
 - natrium hidroksida dan gula
 - gliserin dan asam klorida
 - natrium klorida dan asam klorida
 - kalium hidroksida dan glukosa

- Berikut ini hasil percobaan daya hantar listrik dari beberapa larutan.

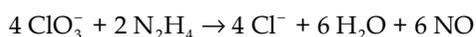
Zat	Lampu	Pengamatan Lain
1	Nyala terang	Banyak gelembung
2	Nyala redup	Banyak gelembung
3	Tidak menyala	Sedikit gelembung
4	Tidak menyala	Tidak ada gelembung

Dari data tersebut, pasangan yang digolongkan elektrolit kuat dan elektrolit lemah berturut-turut adalah

- 1 dan 2
 - 1 dan 3
 - 1 dan 4
 - 2 dan 4
 - 3 dan 4
- Kelompok senyawa berikut yang semuanya merupakan elektrolit kuat adalah
 - HCl, HNO₃, KOH, NaBr
 - CuI₂, H₂S, Mg(OH)₂, H₃PO₄
 - HgSO₄, NH₄OH, H₂CO₃, CH₃COOH
 - NaOH, K₂SO₄, HCN, Al(OH)₃
 - CH₃COONa, Fe(OH)₃, HBr, CaCl₂

- Daya hantar listrik terbesar akan diberikan oleh larutan
 - HCl 0,1 M
 - H₂SO₄ 0,1 M
 - H₂SO₄ 0,05 M
 - CH₃COOH 0,1 M
 - CH₃COOH 0,05 M

- Pada reaksi berikut:



yang bertindak sebagai oksidator adalah

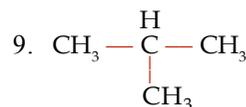
- ClO₃⁻
- N₂H₄
- Cl⁻
- H₂O
- NO

- Reaksi berikut adalah reaksi redoks, kecuali

- $2 \text{Al}(s) + 3 \text{H}_2\text{O}(g) \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(s) + 3 \text{H}_2(g)$
- $2 \text{CuO}(s) + \text{C}(s) \rightarrow 2 \text{Cu}(s) + \text{CO}_2(g)$
- $\text{ZnO}(s) + 2 \text{HNO}_3(aq) \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2(aq) + \text{H}_2\text{O}(g)$
- $\text{Mg}(s) + 2 \text{FeCl}_3(aq) \rightarrow \text{MgCl}_2(aq) + 2 \text{FeCl}_2(aq)$
- $2 \text{Na}(s) + 2 \text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow 2 \text{NaOH}(aq) + \text{H}_2(g)$

- C₂H₆ dan C₃H₁₀ merupakan senyawa hidrokarbon yang berturut-turut memiliki nama

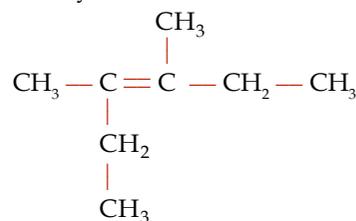
- metana dan butana
- metana dan etana
- propana dan metana
- etana dan propana
- butana dan etana



Senyawa ini memiliki nama

- 1-metilpropana
- 2-metilpropana
- 2-etilpropana
- isopropilpropana
- neopentana

- Nama senyawa berikut ini adalah



- 2-etil-3-metil-2-pentena
- 2-etil-3-metil-2-propana
- 2-etil-3-metil-2-butena
- 3,4-dimetil-3-pentena
- 3,4-dimetil-3-pentena

- Di antara senyawa berikut yang memiliki daya adisi adalah

- CH₃CH(CH₃)₂
- CH₃(CH₂)C(CH₃)₃
- CH₃CH₂CH(CH₃)₂
- CH₃CH₂C(CH₃)₃
- CH₃(CH)₂CH₃

12. Senyawa propana adalah hasil reaksi antara propena dengan gas hidrogen. Reaksi tersebut merupakan reaksi
- substitusi
 - adisi
 - eliminasi
 - oksidasi
 - polimerisasi
13. Hasil reaksi yang dominan dari 2-metil-2-butena dengan HCl adalah
- 2-kloro-2-metil butana
 - 3-kloro-2-metil butana
 - 2-kloro-3-metil butana
 - 3-kloro-3-metil butana
 - 2-kloro-1-metil butana
14. Nama yang tepat untuk senyawa $\text{CH}_3-\overset{\text{H}}{\underset{\text{Br}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ adalah
- Bromo propana
 - 1-bromo propana
 - 1-bromo butana
 - 2-bromo propana
 - Bromo butana
15. Perbedaan antara 2-butena dan 1,2-butadiena, yaitu dalam hal
- posisi ikatan rangkap
 - banyaknya atom karbon
 - banyaknya rantai cabang
 - rantai utama
 - jumlah ikatan rangkap
16. Senyawa pentena dengan rumus molekul C_5H_{10} memiliki isomer rantai sebanyak
- 2
 - 3
 - 4
 - 5
 - 6
17. Senyawa *cis*-3-metilheksena dengan *trans*-3-metilheksena merupakan 2 senyawa yang saling berisomer....
- | | |
|-----------|-------------|
| A. rantai | D. geometri |
| B. posisi | E. polimeri |
| C. optik | |
18. Senyawa dengan rumus struktur:
- $$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{C}_2\text{H}_5 \\ | \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$$
- memiliki nama
- 1,1,1-trietil-2-butuna
 - 4,4,4-trietil-2-butuna
 - 2,2-etil-4-heksuna
 - 2,2-dietil-4-heksuna
 - 4,4-dietil-2-heksuna
19. Pentana adalah hasil penjumlahan senyawa pentuna. Pernyataan berikut ini yang benar adalah
- diperlukan 1 mol H_2
 - diperlukan 2 mol H_2
 - diperlukan 2 mol katalis Ni
 - diperlukan 2 mol klorin
 - diperlukan 3 mol bromin
20. Di antara senyawa berikut ini yang tidak memiliki isomer struktur adalah
- pentuna
 - 2-pentuna
 - heksuna
 - 2-heksuna
 - heptuna
21. Proses pemisahan minyak bumi dilakukan dengan cara
- kristalisasi
 - kondensasi
 - filtrasi
 - kromatografi
 - distilasi
22. Fraksi minyak bumi hasil distilasi bertingkat yang memiliki titik didih paling rendah adalah
- LPG
 - LNG
 - bensin
 - solar
 - aspal
23. Berikut ini adalah bahan bakar fosil, *kecuali*
- batubara
 - minyak bumi
 - bensin
 - alkohol
 - minyak disel
24. Proses *knocking* atau ketukan pada mesin disebabkan oleh
- pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna
 - pembakaran bahan bakar yang tidak tepat waktu
 - pembakaran yang kelebihan bahan bakar sehingga tidak sempurna
 - pengapian kendaraan yang tidak baik sehingga tidak efisien
 - proses ausnya mesin karena pemakaian yang berlebihan.
25. Bensin premium dengan kadar oktan (bilangan oktan) 80 memiliki komposisi
- 20% n-heptana dan 80% isooktana
 - 20% isooktana dan 80% n-heptana
 - 20% n-heksana dan 80% isooktana
 - 20% isooktana dan 80% isoheksana
 - 20% n-pentana dan 80% isooktana



B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar:

- Berilah nama senyawa-senyawa berikut ini.
 - $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5) - (\text{CH}_2)_2 - \text{C}(\text{CH}_3)_3$
 - $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{C}(\text{CH}_3)_3$
 - $\text{CH} \equiv \text{C} - (\text{CH}_2)_2 - \text{C}(\text{CH}_3) - \text{CH}(\text{CH}_3)_2$
- Jelaskanlah perbedaan senyawa organik dan anorganik.
- Tuliskan rumus struktur senyawa berikut ini.
 - 4,4-dietil-3,5,5,6-tetrametilheptena
 - 3,3,4,5-tetrametilheksena
 - 3,3-dimetil-4-propilheptuna
- Tentukan jumlah isomer dari:
 - heksana
 - butena
 - pentuna
- Tuliskan reaksi dari:
 - adisi senyawa butena dengan gas hidrogen
 - adisi 2-pentena dengan asam klorida



Evaluasi Materi Akhir Tahun

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan kerjakanlah pada buku latihan Anda.

- Crookes menggunakan alat yang disebut tabung sinar katode atau tabung Crookes. Alat tersebut menghasilkan
 - temuan elektron
 - temuan proton
 - temuan neutron
 - temuan atom
 - temuan partikel
- Konfigurasi elektron dari atom kalsium dengan nomor atom 20 adalah
 - ${}_{20}\text{Ca} = 2\ 8\ 8\ 3$
 - ${}_{20}\text{Ca} = 2\ 8\ 8\ 1$
 - ${}_{20}\text{Ca} = 2\ 8\ 8\ 2$
 - ${}_{20}\text{Ca} = 2\ 8\ 8\ 4$
 - ${}_{20}\text{Ca} = 2\ 8\ 8\ 5$
- Sifat-sifat berikut ini yang *bukan* merupakan sifat dari logam alkali adalah
 - terdapat dalam keadaan bebas di alam
 - unsur yang sangat reaktif
 - ionnya bermuatan positif satu
 - bereaksi dengan oksigen di udara
 - senyawanya mudah larut dalam air
- Konfigurasi unsur B : 2 8 8 7. Unsur tersebut dalam sistem periodik terletak pada
 - golongan VIB, periode 4
 - golongan VIB, periode 5
 - golongan VIIB, periode 5
 - golongan VIIB, periode 4
 - golongan VIIIB, periode 4
- Suatu unsur berada dalam golongan IVA dan periode 5. Unsur tersebut memiliki nomor atom
 - 31
 - 32
 - 48
 - 49
 - 50
- Pernyataan yang *salah* mengenai sifat periodik unsur-unsur dalam satu golongan dari atas ke bawah adalah
 - energi ionisasi semakin kecil
 - jari-jari atom semakin kecil
 - keelektromagnetifan semakin kecil
 - afinitas elektron semakin kecil
 - sifat logam semakin besar
- Suatu unsur dengan nomor atom 9 akan memiliki sifat kimia yang mirip dengan unsur bernomor atom
 - 10
 - 18
 - 36
 - 48
 - 53
- Unsur X mempunyai konfigurasi elektron 2 8 2 2, sedangkan unsur Y : 2 8 18 7. Jika X dan Y membentuk senyawa, rumusnya adalah
 - XY_2
 - X_2Y
 - X_2Y_3
 - X_2Y_5
 - X_2Y_7
- Jika unsur X memiliki struktur atom dengan satu elektron pada kulit terluarnya, sedangkan unsur Y memiliki afinitas elektron yang besar maka ikatan X - Y adalah ikatan
 - ion
 - kovalen
 - semipolar
 - logam
 - kovalen koordinasi
- Ikatan yang terdapat dalam molekul Cl_2 adalah ikatan
 - kovalen polar
 - kovalen nonpolar
 - elektrovalen
 - kovalen koordinasi
 - van der Waals
- Unsur-unsur pembentuk senyawa berikut yang memiliki beda keelektronegatifan terbesar adalah
 - H - Br
 - H - N
 - H - F
 - H - Cl
 - H - I
- Unsur Z dengan 7 elektron valensi akan mencapai konfigurasi elektron yang stabil dengan cara
 - melepas 7 elektron
 - melepas 5 elektron
 - melepas 4 elektron
 - melepas 3 elektron
 - melepas 1 elektron
- Rumus kimia untuk hidrogen peroksida adalah
 - H_2O
 - H_2PO_4
 - H_2O_2
 - HO_2
 - H_3O
- Massa molekul relatif dari etanol adalah
Diketahui A_r C = 12, H = 1, dan O = 16
 - 42
 - 43
 - 44



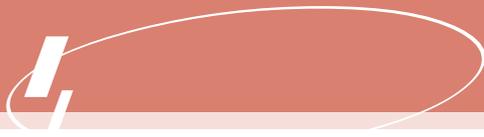
- D. 45
E. 46
15. Diketahui suatu molekul memiliki rumus empirik CH_2 . Jika M_r zat tersebut 56 maka rumus molekulnya adalah
A. C_2H_{14}
B. C_4H_8
C. C_4H_{10}
D. C_6H_{12}
E. C_6H_{14}
16. Perhatikan persamaan reaksi berikut
 $2\text{X}(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{SO}_3(g)$
Rumus kimia untuk X adalah
A. S_2
B. H_2S
C. H_2O
D. SO_2
E. H_2SO_4
17. Di antara persamaan reaksi berikut, persamaan reaksi yang sudah setara adalah
A. $\text{H}_2\text{S}(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l) + \text{SO}_2(g)$
B. $\text{SO}_2(g) + 2\text{O}_2(g) \rightarrow \text{SO}_3(g)$
C. $2\text{C}_4\text{O}(s) + 2\text{C}(s) \rightarrow \text{Cu}(s) + 4\text{CO}_2(g)$
D. $\text{CH}_4(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(g)$
E. $\text{HCl}(aq) + \text{NaNO}_3(aq) \rightarrow \text{HNO}_3(aq) + \text{NaCl}(s)$
18. $\text{PCl}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{H}_3\text{PO}_4$
Koefisien reaksi pada persamaan reaksi tersebut adalah
A. 1 - 4 - 5 - 1
B. 2 - 8 - 10 - 2
C. 8 - 3 - 2 - 10
D. 8 - 2 - 10 - 2
E. 2 - 10 - 8 - 2
19. Hidrogen dan oksigen bereaksi membentuk air dengan perbandingan massa H : massa O = 1 : 8. Jika diketahui massa hidrogen yang bereaksi sebanyak 15 gram, massa air yang dihasilkan adalah
A. 135 g
B. 120 g
C. 100 g
D. 80 g
E. 15 g
20. Jika N dan O membentuk senyawa-senyawa NO_2 , NO , dan N_2O maka perbandingan nitrogennya adalah
A. 3 : 4 : 6
B. 4 : 3 : 6
C. 3 : 4 : 12
D. 3 : 6 : 12
E. 4 : 6 : 12
21. Jika bilangan Avogadro sama dengan 6×10^{23} molekul maka 1,5 mol air mengandung
A. $1,5 \times 18 \times 6 \times 10^{23}$ molekul air
B. $1,5 \times 6 \times 10^{23}$ molekul air
C. $1,5 \times 18$ molekul air
D. $\frac{1,5}{18} \times 6 \times 10^{23}$ molekul air
E. $\frac{18}{1,5} \times 6 \times 10^{23}$ molekul air
22. Secara teoretis, banyaknya cuplikan dengan kadar 80% yang dapat menghasilkan 8 gram SO_3 adalah ($A_r \text{ O} = 16, \text{ S} = 32$)
A. 3 gram
B. 4 gram
C. 5 gram
D. 6 gram
E. 8 gram
23. Suatu tabung berisi gas metana, CH_4 ($M_r = 16$) yang ditimbang pada suhu dan tekanan tertentu. Tabung itu dikosongkan, kemudian diisi dengan gas oksigen pada suhu dan tekanan yang sama. Massa gas metana tersebut adalah
A. $\frac{1}{5}$ kali berat oksigen
B. 5 kali berat oksigen
C. $\frac{1}{2}$ kali berat oksigen
D. 2 kali berat oksigen
E. sama dengan berat oksigen
24. Larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik karena mengandung zat terlarut yang tidak dapat terionisasi adalah
A. larutan elektrolit
B. larutan nonelektrolit
C. larutan asam
D. larutan basa
E. larutan penyangga
25. Di antara senyawa berikut, di dalam air bersifat elektrolit lemah dan berikatan kovalen adalah
A. NaCl
B. NH_4Cl
C. NaOH
D. CCl_4
E. CH_3COONa
26. Pada reaksi redoks : $\text{Ca}(s) + \text{N}_2(g) \rightarrow \text{CaN}_2(s)$, bilangan oksidasi N pada pereaksi dan hasil reaksi adalah
A. 0 dan +1
B. -1 dan +1
C. 0 dan -1
D. +1 dan +1
E. -1 dan -1
27. Persamaan reaksi berikut *bukan* merupakan reaksi redoks adalah
A. $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7(aq) \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}(l) + \text{Cr}_2\text{O}_3(s)$
B. $\text{CuCO}_3(s) + \text{H}_2\text{SO}_4(aq) \rightarrow \text{CuSO}_4(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) + \text{CO}_2(g)$
C. $\text{Mg}(s) + \text{CuSO}_4(aq) \rightarrow \text{MgSO}_4(aq) + \text{Cu}(s)$
D. $\text{H}_2\text{S}(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l) + 3\text{Cl}_2(g) \rightarrow \text{SO}_2(g) + 6\text{HCl}(aq)$
E. $\text{Sn}(s) + 4\text{HNO}_3(aq) \rightarrow \text{SnO}_2(s) + 4\text{NO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(l)$



28. Bilangan oksidasi Ni dalam ion $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{3-}$ adalah
- 2
 - 3
 - 5
 - +2
 - +5
29. Penamaan senyawa yang tepat pada senyawa berikut
- $$\text{berikut } \text{CH}_2 = \underset{\begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3 \end{array}}{\text{C}} - \overset{\text{H}}{\underset{\begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3 \end{array}}{\text{C}}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$$
- adalah
- 2-metil-3-metil pentena
 - 2-metil-3-metil-2-pentena
 - 2,3-metil-1-pentena
 - 2,3-dimetil-1-pentena
 - 2,3-trimetil-1-pentena
30. Rumus molekul berikut yang *tidak* menyatakan lebih dari satu senyawa adalah
- CH_4
 - $\text{C}_2\text{H}_7\text{Br}$
 - $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
 - $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$
 - $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$
31. Rumus molekul yang merupakan suatu alkena adalah
- CH_4
 - C_2H_6
 - C_3H_8
 - C_4H_8
 - C_3H_6
32. Dikloropropana ($\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2$) mempunyai jumlah isomer struktur sebanyak
- enam
 - lima
 - empat
 - tiga
 - dua
33. Senyawa yang *bukan* isomer dari oktana adalah
- 2-metil heptana
 - 2, 3-dimetil heksana
 - 2, 3, 4,-trimetil pentana
 - 2, 2-dimetil pentana
 - 2, 2, 3, 3-tetrametil butana
34. Senyawa berikut yang *bukan* merupakan fraksi minyak bumi adalah
- alkana, alkena
 - kerosin, pelumas
 - solar, aspal
 - bensin, metana
 - heptana, tetraetiltimbal
35. Mesin kendaraan bermotor dapat menghasilkan asap yang membahayakan kesehatan manusia karena mengandung
- karbon dioksida
 - karbon monoksida
 - estilin
 - amoniak
 - ozon
36. Hasil samping produksi sabun dalam industri adalah
- alkohol
 - ester
 - glikol
 - gliserol
 - NaOH
37. Polivinil klorida adalah plastik hasil polimerisasi dari
- $\text{ClHC} = \text{CHCl}$
 - $\text{ClHC} = \text{CCl}_2$
 - $\text{Cl}_2\text{C} = \text{CCl}_2$
 - $\text{H}_2\text{C} = \text{CHCl}$
 - $\text{H}_2\text{C} = \text{CCl}_2$
38. Senawa berikut yang *bukan* monomer untuk pembuatan plastik adalah
- stirena
 - propilena
 - vinil klorida
 - tetrafluoro etilena
 - isoprena
39. Zat berikut yang *bukan* merupakan bahan pengawet adalah
- garam dapur
 - alkohol
 - sendawa
 - gula
 - anti oksidan
40. Pembuatan margarin dari minyak nabati berdasarkan reaksi
- polimerisasi ikatan rangkap
 - adisi hidrogen
 - penyabunan ester
 - pengeraman
 - esterifikasi

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar:

- Struktur atom dan model atom mengalami perkembangan berdasarkan fakta atau gejala yang ditemukan di alam. Bagaimanakah struktur dan model atom yang dikembangkan oleh Rutherford dan Bohr?
- Bagaimanakah penempatan unsur-unsur dalam sistem periodik? Hubungkan oleh Anda dengan konfigurasi elektron dan nomor atom unsur-unsur.



3. Gambarkan dengan struktur Lewis pembentukan senyawa: nitrogen dan hidrogen (NH_3); karbon dan oksigen (CO_2); karbon dan klorin (CCl_4).
4. Tentukan berat air yang dihasilkan jika terdapat 0,5 mol gas propana dalam oksigen berlebih.
5. Setarakan reaksi berikut menjadi persamaan reaksi yang lengkap.
 - a. $\text{Al}(s) + \text{H}_2\text{SO}_4(aq) \rightarrow \text{Al}(\text{SO}_4)_3(aq) + \text{H}_2(g)$
 - b. $\text{Ca}(s) + \text{N}_2(aq) \rightarrow \text{Ca}_3\text{N}_2(aq)$
 - c. $\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(g)$
 - d. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(aq) + \text{HCl}(aq) \rightarrow \text{NaCl}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) + \text{SO}_2(g) + \text{S}(s)$
 - e. $\text{La}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3(s) \rightarrow \text{La}_2\text{O}(s) + \text{CO}(g) + \text{CO}_2(g)$
6. Tentukan manakah reaksi yang merupakan reaksi redoks dan identifikasi reduktor dan oksidatornya.
 - a. $\text{CaCO}_3(aq) + 2\text{H}^+(aq) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) + \text{CO}_2(g)$
 - b. $\text{Cl}_2(g) + 2\text{OH}^-(aq) \rightarrow \text{Cl}^-(aq) + \text{ClO}^-(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$
 - c. $2\text{CrO}_4^{2-}(aq) + 2\text{H}^+(aq) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l) + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(aq)$
 - d. $\text{NaCl}(aq) + \text{Ba}(\text{OH})_2(aq) \rightarrow \text{BaCl}_2(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$
 - e. $\text{TiCl}_4(aq) + 2\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{TiO}_2(aq) + 4\text{HCl}(aq)$
7. Batuan marmer mengandung CaCO_3 76% berat. Jika 75 gram marmer direaksikan dengan HCl, berapakah massa gas klorin yang terbentuk?
8. Jelaskan proses pembentukan minyak bumi, proses pengolahannya, dan manfaat dari minyak bumi.
9. Jelaskan secara ringkas perbedaan antara zat aditif dan zat adiktif.
10. Tuliskan rumus struktur dari alkuna berikut.
 - a. 4-metil-2-nonuna
 - b. 2, 2-dimetil-4-oktuna
 - c. 5-dekuna
 - d. 2, 3, 6-trimetil-4-dekuna
 - e. 3-etil-4-metil-heptuna



Apendiks 1

Kunci Jawaban

Bab 1

Soal Penguasaan Materi 1.1

- Cara penyusunannya:
 - Lavoisier berdasarkan kemiripan sifat
 - Mendeleev berdasarkan kenaikan massa atom
 - Moseley berdasarkan kenaikan nomor atom
- Keduanya disusun berdasarkan kenaikan massa atom.
- Mendeleev: disusun berdasarkan kenaikan massa atom sedangkan Meyer berdasarkan kurva perbandingan volume terhadap massa atom.
 - Meyer: disusun berdasarkan kurva perbandingan volume terhadap massa atom.

Soal Penguasaan Materi 1.2

- Golongan IVA
- Periode keempat
-

No.	Unsur	Lambang	Golongan	Periode
1.	Natrium	Na	IA	3
2.	Klor	Cl	VIIA	3
3.	Telurium	Te	VIA	5
4.	Barium	Ba	IIA	2
5.	Galium	Ga	IIIA	4

Soal Penguasaan Materi 1.3

- Proton : bermuatan positif, bermassa 1 sma
Elektron : bermuatan negatif, tidak bermassa
Neutron : tidak bermuatan, bermassa 1 sma
- Isotop : unsur dengan nomor atom sama
Isobar : unsur dengan nomor massa sama
Isoton : unsur dengan jumlah neutron sama
- Na; 11; 23; 2 8 1; 1; IA; 3
 - He; 2; 4; 2; 2; VIIIA; 1
 - Si; 14; 28; 2 8 4; 4; IVA; 3
 - P; 15; 30; 2 8 5; 5; VA; 3
 - Be; 4; 9; 2 2; 2; IIA; 2

Soal Penguasaan Materi 1.4

- Jari-jari atom : jarak inti atom ke lintasan terluar
Energi ionisasi : energi yang diperlukan untuk melepaskan satu elektron valensi
Afinitas elektron : energi yang dibutuhkan untuk membentuk ion negatif
Keelektronegatifitas : nilai kecenderungan suatu atom untuk menarik elektron dalam pembentukan ikatan kimia.
- Jari-jari atom terbesar Rb dan terkecil Ga.

Soal Penguasaan Materi 1.5

- Dalton : atom tidak dapat dibagi lagi, tidak menyinggung sifat listrik atom.
Thomson : atom terdiri atas partikel subatom yang bermuatan.

- Keduanya sama-sama menyatakan atom terbagi menjadi partikel subatom yang bermuatan.
- Teori atom Bohr menyatakan elektron bergerak mengelilingi atom dengan lintasan tertentu setiap lintasan memiliki tingkat energi tertentu. Selain itu, Bohr menerangkan dengan jelas garis spektrum garis atom hidrogen.

Evaluasi Materi Bab 1

A. Pilihan ganda

- B
- D
- C
- D
- A
- B
- C
- E
- C
- A
- A
- A
- C
- A
- C

B. Esai

- ${}_{11}^{23}\text{Na}^+$ $p = 11$ $n = 12$ $e = 10$
 - ${}_{12}^{24}\text{Mg}^{2+}$ $p = 12$ $n = 12$ $e = 10$
 - ${}_{7}^{14}\text{N}^{3-}$ $p = 7$ $n = 7$ $e = 10$
 - ${}_{8}^{16}\text{O}^{2-}$ $p = 8$ $n = 8$ $e = 10$
- Karena unsur golongan VIIA hanya memerlukan 1 elektron tambahan untuk mencapai kestabilan sehingga energi yang dilepaskannya besar.
- ${}_{9}\text{F} = 2\ 7$ golongan VIIA, periode 2
 ${}_{13}\text{Al} = 2\ 8\ 3$ golongan IIIA, periode 3
 ${}_{7}\text{N} = 2\ 5$ golongan VA, periode 2
 ${}_{15}\text{P} = 2\ 8\ 5$ golongan VA, periode 3
 ${}_{19}\text{K} = 2\ 8\ 8\ 1$ golongan IA, periode 4
- Mendeleev: berdasarkan kenaikan massa atom sedangkan Meyer: berdasarkan perbandingan volume terhadap massa atom.
- Jumlah proton = 30
Jumlah elektron = 28
Jumlah neutron = 35

Soal Tantangan

- Karena dari atas ke bawah, nomor atom semakin kecil sehingga jumlah elektron terluar semakin sedikit dan semakin dekat ke inti atom sehingga energi yang diperlukan untuk melepas elektron terluar semakin besar.
 - Karena nomor atom Al lebih rendah dari Mg sehingga Al memiliki jumlah elektron yang lebih banyak dan semakin banyak subkulit yang terisi. Elektron terluar Al menjadi lebih jauh dari inti atom sehingga energi ionisasinya lebih kecil.

2.

Unsur	Konfigurasi Elektron	Jumlah Kulit	Elektron Terluar = Golongan
Al	2 8 3	3	8 = IIIA
P	2 8 5	3	5 = VA
Ar	2 8 8	3	8 = VIIIA

Dari konfigurasi elektron Al, P, dan Ar dapat dilihat bahwa ketiganya menempati jumlah kulit yang sama yaitu 3 (periode = 3). Elektron terluar dari ketiganya berbeda menunjukkan golongannya.

Bab 2

Soal Penguasaan Materi 2.1

- Karena kulit terluarnya telah terisi penuh
- Untuk mencapai kestabilan dan membentuk ion positif
- Untuk mencapai kestabilan dan membentuk ion negatif
- Unsur Mg terletak pada periode ke-2 sedangkan He pada periode ke-1. Jadi, berbeda dengan helium kulit terluar Mg belum terisi penuh.
- Ba
 - Li
 - Br
 - O
 - Ar

Soal Penguasaan Materi 2.2

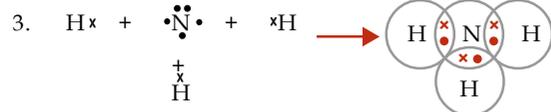
- Karena satu elektron pada atom Na telah lepas membentuk ion Na^+
- Karena atom Cl menangkap satu elektron membentuk ion Cl^- .
- Titik didih tinggi karena interaksi elektrostatis. Rapuh karena senyawa ion tersusun atas beberapa lapisan.
- | | | | |
|----|------------|--------------------|---------|
| Ca | 2, 8, 8, 2 | Ca^{2+} : | 2, 8, 8 |
| O | 2, 6 | O^{2-} : | 2, 8 |
 - | | | | |
|----|------------|-----------------|-------|
| K | 2, 8, 8, 1 | K^+ : | 2 8 8 |
| Cl | 2, 8, 7 | Cl^- : | 2 8 8 |
 - | | | | |
|----|---------|--------------------|-------|
| Cl | 2, 8, 7 | Cl^- : | 2 8 8 |
| Mg | 2, 8, 2 | Mg^{2+} : | 2 8 |
| Cl | 2, 8, 7 | Cl^- : | 2 8 8 |
 - | | | | |
|----|---------|--------------------|-----|
| Al | 2, 8, 3 | Al^{3+} : | 2 8 |
| O | 2, 6 | O^{2-} : | 2 8 |
| O | 2, 6 | O^{2-} : | 2 8 |
| O | 2, 6 | O^{2-} : | 2 8 |
| A | 2, 3, 3 | Al^{3+} : | 2 8 |

Soal Penguasaan Materi 2.3

- $\text{Cl} \cdot + \cdot \text{Cl} \rightarrow \text{Cl} - \text{Cl}$
 $\text{O} \cdot + \cdot \text{O} \rightarrow \text{O} = \text{O}$
 $\text{N} \cdot + \cdot \text{N} \rightarrow \text{N} \equiv \text{N}$

Jadi, yang berikatan kovalen tunggal adalah Cl_2

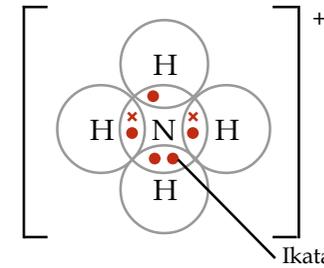
- $\text{H} \cdot + \cdot \text{O} \cdot + \cdot \text{H} \rightarrow \text{H} - \text{O} - \text{H}$



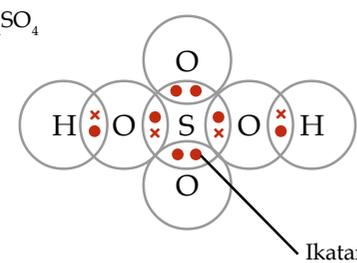
Soal Penguasaan Materi 2.4

- Perbedaan keelektronegatifan
- Pada senyawa kovalen polar terdapat beda keelektronegatifan antaratomnya sehingga menimbulkan polarisasi. Sebaliknya, pada senyawa kovalen nonpolar tidak terjadi polarisasi.
- Senyawa polar : H_2O , HCl , NH_3 , dan HBr
Senyawa nonpolar : H_2 , N_2 , O_2 , CCl_4 , dan BF_3

Soal Penguasaan Materi 2.5

- NH_4^+


Ikatan kovalen koordinasi

- H_2SO_4


Ikatan kovalen koordinasi

- Ikatan antaratom logam. Elektron valensi dari atom-atom logam bergerak dengan cepat mengelilingi inti atom sehingga ikatannya sangat kuat.
- Karena tidak ada serah terima elektron maupun pemakaian elektron bersama.

Soal Penguasaan Materi 2.6

- Senyawa ion memiliki titik leleh dan titik didih yang lebih tinggi dibandingkan senyawa kovalen
- Senyawa NaCl : tidak dapat, karena padatan senyawa ion tidak menghantarkan arus listrik.
Alkohol 100% : tidak dapat, karena senyawa kovalen.
Logam Cu : dapat, karena memiliki ikatan logam.
- Pelarut yang bersifat polar dapat melarutkan senyawa-senyawa polar (berikatan ion atau kovalen polar), sedangkan pelarut non polar dapat melarutkan senyawa nonpolar.

Evaluasi Materi Bab 2

A. Pilihan ganda

- B
- D
- A
- C
- A
- A
- B
- C
- C
- B
- B
- E
- E
- C
- A



6. a. HCl
b. HBr
c. HNO₃
d. H₂SO₄
e. H₃PO₄
7. a. NaOH
b. Ca(OH)₂
c. Mg(OH)₂
d. NH₄OH
e. Al(OH)₃
8. Na⁺ : NaBr, NaNO₃, Na₂SO₃, Na₃PO₄
NH₄⁺ : NH₄Br, NH₄NO₃, (NH₄)₂SO₃, (NH₄)₃PO₄
Ca²⁺ : CaBr₂, Ca(NO₃)₂, CaSO₄, Ca₃(PO₄)₂
Zn²⁺ : ZnBr₂, Zn(NO₃)₂, ZnSO₃, Zn₃(PO₄)₂
Al³⁺ : AlBr₃, Al(NO₃)₃, Al₂(SO₃)₃, AlPO₄
9. a. kalium hidroksida
b. barium hidroksida
c. tembaga(II) hidroksida
d. litium hidroksida
e. aluminium hidroksida
10. a. $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
b. $2 \text{HgO}(\text{s}) \rightarrow 2 \text{Hg}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$
c. $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NH}_3(\text{g})$
d. $\text{P}_2\text{O}_5(\text{s}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 \text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq})$
e. $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
f. $\text{Mg}(\text{s}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MgCl}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$
g. $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3 \text{C}(\text{s}) \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{s}) + 3 \text{CO}(\text{g})$
h. $2 \text{FeS}(\text{s}) + \frac{7}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2 \text{SO}_2(\text{g})$
i. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{aq}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
j. $2 \text{Al}(\text{s}) + 2 \text{KOH}(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 \text{KAlO}_2(\text{aq}) + 3 \text{H}_2(\text{g})$
k. $3 \text{Cu}(\text{s}) + 8 \text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow 3 \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2 \text{NO}(\text{g})$
l. $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$
m. $\text{Ag}(\text{s}) + 2 \text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{AgNO}_3(\text{aq}) + 2 \text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Soal Tantangan

1. a. NaBr, Li₂S, KI
b. CO₂, N₂O₃, HCl
c. H₃PO₄, HSCN, Zn(OH)₂
d. HCl, H₃PO₄, HSCN
e. Zn(OH)₂
2. Persamaan reaksi b

Bab 4

Soal Penguasaan Materi 4.1

1. Dengan cara penimbangan massa zat-zat yang bereaksi dan massa hasil reaksi. Hasil yang diperoleh, total massa keduanya sama.
2. 24 g
3. Ca = 1,2 g
C = 0,36 g
O = 1,44 g

4. Perbandingan O pada SO₂ dan SO₃ = 2 : 3
Perbandingan Cl pada FeCl₂ dan FeCl₃ = 2 : 3
5. H₂ = 60 L
O₂ = 30 L
6. O₂ = 20 L
CO₂ = 10 L
H₂O = 20 L

Soal Penguasaan Materi 4.2

1. O₂ = 20 L
CO₂ = 12 L
H₂O = 16 L
2. 52,5 L

Soal Penguasaan Materi 4.3

- a. $2 \text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + 7 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4 \text{CO}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- b. Jumlah molekul O₂ = 31,5 × 10²³
- c. Jumlah molekul CO₂ = 1,8 × 10²⁴
- d. Jumlah molekul H₂O = 13,5 × 10²³
- e. V O₂ = 21 L
- f. V CO₂ = 12 L
- g. V H₂O = 18 L

Soal Penguasaan Materi 4.4

1. Mol Na = 10 mol
2. Mol Ag = 0,05 mol
3. Mol NH₃ = 4,25 mol
4. 7,525 × 10²³ molekul HCl

Soal Penguasaan Materi 4.5

1. a. 0,1 mol
b. 0,5 mol
c. 2 mol
d. 2 mol
2. a. 268,8 L
b. 336 L
c. 291,2 L
d. 537,6 L
3. a. 2 mol
b. 2,5 mol
c. 1,25 mol
d. 0,714 mol
4. 0,1 mol dan 2,24 L
5. m H₂O = 216,72 gr
V H₂O = 269,7 L

Soal Penguasaan Materi 4.6

1. C₈O
2. C₂H₆
3. a. C₂H₅O
b. C₁₂H₃₀O₆
c. C = 15,12 g, H = 2,8 g, O = 10,64 g
4. 8 molekul air
5. a. Fe
b. 1 mol
c. 2,5 mol O₂

Evaluasi Materi Bab 4

A. Pilihan ganda

- | | | |
|-------|-------|-------|
| 1. E | 11. A | 21. B |
| 2. C | 12. B | 22. A |
| 3. C | 13. C | 23. B |
| 4. D | 14. E | 24. C |
| 5. D | 15. A | 25. C |
| 6. D | 16. C | 26. C |
| 7. B | 17. D | 27. C |
| 8. D | 18. B | 28. D |
| 9. D | 19. C | 29. A |
| 10. B | 20. A | 30. D |

B. Esai

1. Hukum Proust:
Pada setiap reaksi kimia, massa zat-zat yang bereaksi adalah sama dengan massa produk reaksi.

Sumber	Na (%)	Cl (%)
a	39,38	60,62
b	38,2	61,80
c	41,02	58,59

3. Massa C = 27 gram
Massa H = 9 gram

Oksida Tembaga	Na	Cl
I	79,9	20,1
II	88,8	11,2

5. Perbandingan antara belerang dan oksigen yaitu:

$$\begin{matrix} \text{S} & : & \text{O} \\ 1 & : & 1,5 \end{matrix}$$

$$\text{Senyawa I} = 4 : 4 = 1 : 1$$

$$\text{Senyawa II} = 6,4 : 9,6 = 1 : 1,5$$

Perbandingan O = 1 : 1,5 = 2 : 3 merupakan bilangan bulat dan sederhana.

6. NH_3

7. a. $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3 \text{CO}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
b. 25 L O_2
c. 15 L
d. 20 L H_2O

8. a. $7,5 \times 10^{22}$ atom S
b. $7,5 \times 10^{22}$ atom Ca
c. $6,02 \times 10^{22}$ atom Fe
d. 6×10^{22} atom Al

9. 12,5 L

10. a. 3×10^{22} molekul O_2
b. $1,5 \times 10^{23}$ molekul N_2

11. a. 2,8 L
b. 8,1 L

12. V $\text{CO}_2 = 1,67$ L

13. a. 2,5 g
b. 15 g

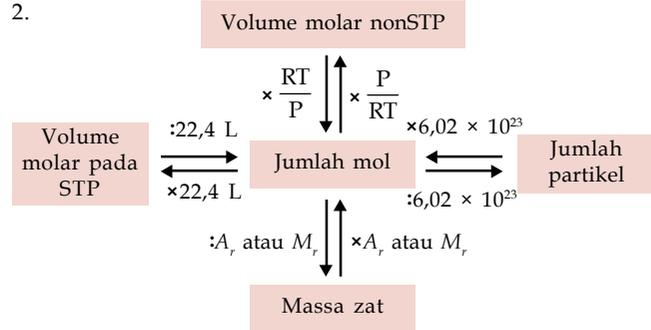
14. PbO_4

15. H_2SO_4 sebagai pereaksi pembatas
 $\text{Al}_2\text{SO}_4 = 0,03$ mol, $\text{H}_2 = 0,1$ mol

Soal Tantangan

1. Percobaan sesuai dengan hukum Dalton karena perbandingan massa belerang maupun massa oksigen merupakan bilangan bulat sederhana.

2.



Evaluasi Materi Semester 1

A. Pilihan ganda

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. C | 11. B | 21. E | 31. B | 41. D |
| 2. B | 12. C | 22. C | 32. A | 42. C |
| 3. D | 13. B | 23. B | 33. B | 43. A |
| 4. A | 14. A | 24. D | 34. C | 44. D |
| 5. A | 15. E | 25. B | 35. B | 45. E |
| 6. D | 16. D | 26. E | 36. B | 46. C |
| 7. C | 17. A | 27. D | 37. C | 47. E |
| 8. C | 18. A | 28. A | 38. E | 48. B |
| 9. C | 19. E | 29. D | 39. C | 49. B |
| 10. E | 20. A | 30. D | 40. E | 50. D |

B. Esai

1. Elektron bermuatan negatif yang beredar mengelilingi inti akan kehilangan energi secara kontinu sehingga akan membentuk lintasan spiral dan akhirnya jatuh ke inti
2. a. golongan IA, periode ke-3
b. golongan IIIA, periode ke-3
c. golongan VIA, periode ke-3
d. golongan VIIA, periode ke-3
e. golongan IA, periode ke-4
f. golongan IIA, periode ke-4
- 3.

Atom / Ion	Nomor Massa	Nomor Atom	Jumlah		
			p	e	n
Atom natrium	23	11	11	11	12
Ion kalsium	40	20	20	18	20
Ion klorida	37	17	17	18	20
Atom aluminium	27	13	13	13	14
Ion aluminium	27	13	13	10	14
Ion hidrogen	1	1	1	0	0

4. a. $\text{Na} \bullet$ e. $\bullet \bullet \bullet \text{P} \bullet \bullet$
b. $\text{Mg} \bullet \bullet$ f. $\bullet \bullet \bullet \text{S} \bullet \bullet \bullet$
c. $\bullet \bullet \text{Al} \bullet$ g. $\bullet \bullet \bullet \text{Cl} \bullet \bullet \bullet$
d. $\bullet \bullet \text{C} \bullet$ h. $\bullet \bullet \bullet \text{Ar} \bullet \bullet \bullet$

5. Uji titik leleh. Senyawa ionik memiliki titik leleh yang tinggi
6. a. kovalen
b. kovalen
c. ionik



- d. ionik
e. kovalen
f. kovalen
7. 2,45 L
8. C_3H_6
9. a. 3×10^{23} molekul air
b. 6×10^{22} molekul $CaCO_3$
10. $N_2 + 3 H_2 \rightarrow 2 NH_3$
Pada akhir reaksi akan diperoleh 20 L H_2 dan 20 L NH_3

Bab 5

Soal Penguasaan Materi 5.1

- Kuat karena keduanya terurai sempurna dalam air
- Tidak, karena padatan NaCl tidak bermuatan
- Kovalen nonpolar

Soal penguasaan Materi 5.2

- Konsep serah terima elektron**
Reduksi adalah reaksi yang menangkap elektron
Oksidasi adalah reaksi yang membebaskan elektron
Konsep serah terima oksigen
Reduksi adalah reaksi yang melepas oksigen
Oksidasi adalah reaksi yang mengikat oksigen
- Konsep serah terima elektron**
Reduksi adalah reaksi yang menangkap elektron
Oksidasi adalah reaksi yang membebaskan elektron
Konsep bilangan oksidasi
Reduksi adalah unsur yang mengalami penurunan biloks
Oksidasi adalah unsur yang mengalami peningkatan biloks
- a. +6 c. +2
b. +1 d. +1
- a. Oksidasi : $2 Na \rightarrow 2 Na^+ + 2 e^-$
Reduksi : $H_2 + 2 e^- \rightarrow 2 H^+$
b. Oksidasi : $Al \rightarrow Al^{3+} + 3 e^-$
Reduksi : $\frac{1}{2} O_2 + 2 e^- \rightarrow O^{2-}$
- a. Reduktor : K
Oksidator : H
b. Reduktor : Ca
Oksidator : Cl
c. Reduktor : Al
Oksidator : O

Soal Penguasaan Materi 5.3

- a. +2
b. +3
- a. mangan (II) sulfat
b. kobalt (III) klorida
- Larutan elektrolit menetralkan koloid bermuatan sehingga kehilangan kestabilan dan mengendap

Evaluasi Materi Bab 5

A. Pilihan ganda

- | | | |
|------|-------|-------|
| 1. B | 6. D | 11. C |
| 2. C | 7. B | 12. C |
| 3. D | 8. A | 13. B |
| 4. D | 9. E | 14. D |
| 5. A | 10. C | 15. D |

B. Esai

- Karena memiliki ion-ion yang bermuatan dan bergerak bebas
- a. oksidator : H_2O reduktor : Cl
b. oksidator : N reduktor : Cr
c. oksidator : Cu reduktor : Mg
- Al_2SO_4 = aluminium sulfat
 H_3PO_4 = asam fosfat
 $HClO_4$ = asam perklorat
NaBr = natrium bromida
 $MgCl_2$ = magnesium klorida
- a. Bukan redoks
b. Redoks
c. Bukan redoks
d. Redoks
- MnO_2

Soal Tantangan

- Mengonsumsi minuman berelektrolit saat tubuh sehat kurang baik karena jumlah elektrolit dalam tubuh sudah seimbang. Sehingga jika ditambah lagi akan mengganggu reaksi kimia dalam sel.
- Minyak mentah merupakan senyawa hidrokarbon yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme. Untuk menanggulangi pencemaran, dapat disemprotkan cairan yang mengandung mikroorganisme yang bisa menguraikan minyak mentah.

Bab 6

Soal Penguasaan Materi 6.1

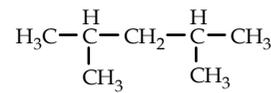
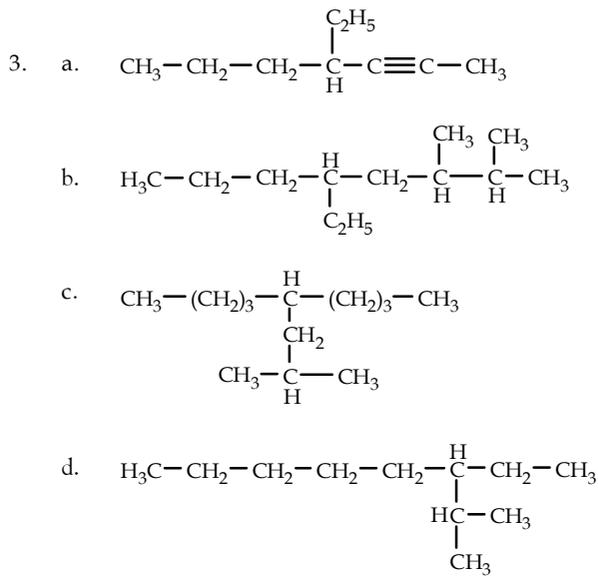
- Gula pasir, gas elpiji, dan alkohol (etanol)
- Gula pasir $C_{12}H_{22}O_{11}$
 $C_{12}H_{22}O_{11}(s) + 12 O_2(g) \rightarrow 12 CO_2(g) + 11 H_2O(l)$
Gas elpiji C_2H_6
 $2 C_2H_6(g) + 7 O_2(g) \rightarrow 4 CO_2(g) + 6 H_2O(g)$
Alkohol C_2H_5OH
 $C_2H_5OH(aq) + 3 O_2(g) \rightarrow 2 CO_2(g) + 3 H_2O(l)$
- Uji air kapur dan uji kertas kobalt

Soal Penguasaan Materi 6.2

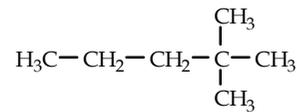
- Karena memiliki 4 elektron valensi sehingga dapat berikatan dengan 1, 2, 3, dan 4 atom karbon lainnya
- Atom C primer = mengikat 1 atom C lain
Atom C sekunder = mengikat 2 atom C lain
Atom C tersier = mengikat 3 atom C lain
Atom C kuarterner = mengikat 4 atom C lain
- Karboksida
- Hidrokarbon

Soal Penguasaan Materi 6.3

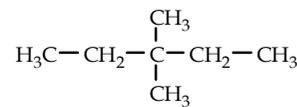
- Alkana : a, d, h, i
Alkena : b, e
Alkuna : c, f, g, j
- a. Pentana
b. 2, 3-heptadiena
c. 3-etil-2, 2-dimetil-3nonena
d. 4-metil-2-heksana



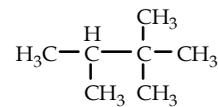
2, 4-dimetil-pentana



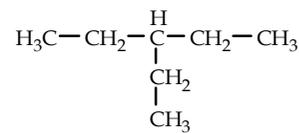
2, 2-dimetil-pentana



3, 3-dimetil-pentana



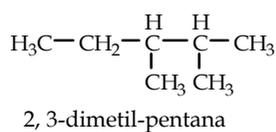
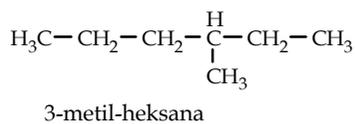
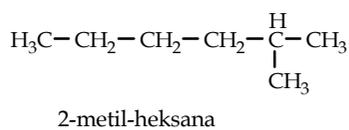
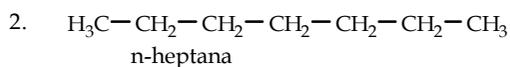
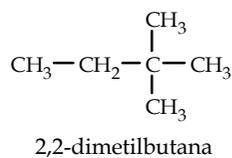
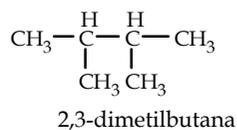
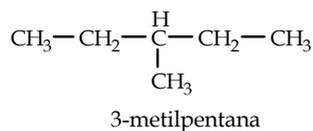
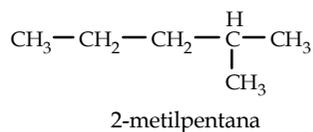
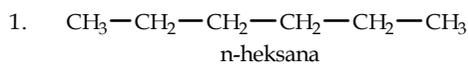
2, 2, 3-trimetil-butana



3-etil-pentana

3. a. 12 isomer
 b. 7 isomer
 c. 6 isomer

Soal Penguasaan Materi 6.4



Soal Penguasaan Materi 6.5

- Reaksi oksidasi pada alkana merupakan reaksi pembakaran alkana. Biloks atom C berubah dari -4 menjadi +4.
- Oksidasi : peningkatan biloks C alkana
 Substitusi : pergantian atom H dengan unsur lain seperti unsur halogen C alkana
 Adisi : penambahan hidrogen dan unsur lain pada ikatan rangkap. Ikatan rangkap tersebut putus dan membentuk alkana atau alkuna.
 Eliminasi : terjadi pada senyawa jenuh dan menghasilkan senyawa tak jenuh (alkena atau alkuna).

Evaluasi Materi Bab 6

A. Pilihan ganda

- | | |
|-------|-------|
| 1. C | 11. B |
| 2. B | 12. D |
| 3. C | 13. A |
| 4. A | 14. B |
| 5. D | 15. D |
| 6. D | |
| 7. A | |
| 8. C | |
| 9. C | |
| 10. B | |

B. Esai

- 5-etil-5 metil-2-heksena
- $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ n-butana
 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\overset{\text{H}}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ 2-metil-butana

Soal Penguasaan Materi 8.3

1. *Dinitroaniline orange* (warna jingga)
Cu phtalocyanine green (warna hijau)
Euxanthic acid (warna kuning)
2. Sampul keping VCD terbuat dari polipropilena.
Penggorengan teflon terbuat dari politetrafluoroetena.
Pipa terbuat dari polivinilklorida.

Evaluasi Materi Bab 8

A. Pilihan ganda

1. B
2. D
3. B
4. A
5. D
6. E
7. D
8. B
9. C
10. A
11. B
12. E
13. D
14. C
15. D

B. Esai

1. Asam benzoat, asam propionat, Na-sorbat, K-sorbat, asam cuka, etilen oksida, propilen oksida
2. Aspirin dan parasetamol
3. Insektisida: pembasmi serangga
Rodentisida: pembasmi tikus
Fungisida: pembasmi jamur
4. Atom penyusun lainnya dan strukturnya
5. a. Polipropilena (PP)
b. Polietena (PE)
c. Politetrafluoroetena (teflon)
d. Polistirena (PS)
e. Polivinilklorida (PVC)

Soal Tantangan

1. Penggunaan pewarna tekstil terhadap bahan makanan merupakan kegiatan yang sangat berbahaya karena dapat mengganggu kesehatan kita seperti gangguan pencernaan, iritasi organ-organ pencernaan bahkan bisa menyebabkan kanker. Oleh karena itu, untuk mencegah agar hal ini tidak terjadi pemerintah perlu membuat peraturan yang tegas tentang pelarangan penggunaan zat pewarna tekstil pada makanan.
2. a. Untuk mengetahui kegunaannya, kadar campurannya, dan langkah-langkah keselamatan.
b. Untuk menghindari pencemaran air yang dapat membunuh kehidupan.
c. Untuk menghindari pestisida itu terkena pengguna.

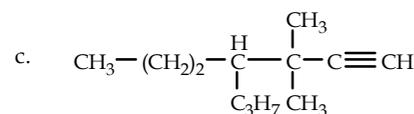
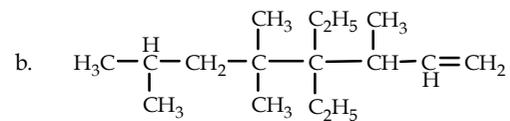
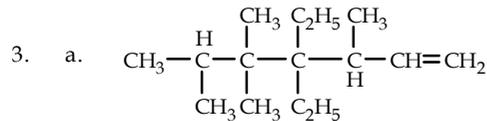
Evaluasi Materi Semester 2

A. Pilihan ganda

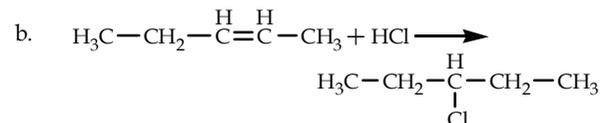
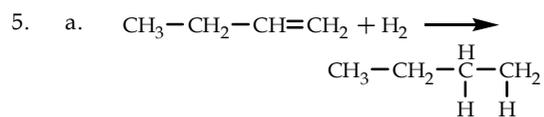
1. E
2. D
3. A
4. A
5. B
6. A
7. C
8. A
9. B
10. E
11. E
12. B
13. B
14. D
15. E
16. D
17. D
18. E
19. B
20. B
21. E
22. A
23. D
24. A
25. A

B. Esai

1. a. 1,1-dimetil-4 etil-heptana
b. 3,4,5,5-tetrametil-2-heksena
c. 5,6-dimetil-1-heptana
2. Senyawa organik mengandung C, O, dan H sedangkan senyawa anorganik tidak mengandung unsur karbon.



4. a. 7 isomer
b. 3 isomer
c. 5 isomer



Evaluasi Materi Akhir Tahun

A. Pilihan ganda

1. A
2. C
3. A
4. D
5. E
6. B
7. E
8. A
9. A
10. B
11. C
12. E
13. C
14. E
15. B
16. D
17. E
18. A
19. A
20. D
21. B
22. B
23. C
24. B
25. D
26. C
27. B
28. D
29. D
30. A
31. E
32. D
33. D
34. E
35. B
36. A
37. A
38. E
39. B
40. E

B. Esai

1. Berdasarkan model atom Rutherford dan Bohr, atom dibangun oleh inti atom dan elektron. Massa atom terpusat pada inti atom sebab dalam inti atom terdapat proton dan neutron, sedangkan elektron berputar mengelilingi inti atom dengan jarak tertentu dari inti. Lintasan-lintasan elektron dalam mengelilingi inti atom dinamakan orbit.
2. Unsur-unsur ditempatkan dalam sistem periodik berdasarkan kenaikan nomor massa dan nomor atom, dalam 1 golongan tersusun atas unsur-unsur dengan jumlah elektron valensi sama dan 1 periode tersusun atas unsur-unsur dengan jumlah kulit sama.

■ | Apendiks 2

Tabel Unsur-Unsur Kimia

Unsur (Inggris)	Unsur (Indonesia)	Simbol	Nomor Atom	Nomor Massa
❖ Actinium	Aktinium	Ac	89	(227)
Aluminium	Aluminium	Al	13	26,98
❖ Americium	Amerisium	Am	95	(243)
Antimony	Antimon	Sb	51	121,8
Argon	Argon	Ar	18	39,95
Arsenic	Arsen	As	33	74,92
❖ Astatine	Astat	At	85	(210)
Barium	Barium	Ba	56	137,3
❖ Berkelium	Berkelium	Bk	97	(247)
Beryllium	Berilium	Be	4	9,012
Bismuth	Bismut	Bi	83	209,0
Boron	Boron	B	5	10,81
Bromine	Bromin	Br	35	79,90
Cadmium	Kadmium	Cd	48	112,4
Calcium	Kalsium	Ca	20	40,08
❖ Californium	Kalifornium	Cf	98	(249)
Carbon	Karbon	C	6	12,01
Cerium	Serium	Ce	58	140,1
Cesium	Sesium	Cs	55	132,9
Chlorine	Klor	Cl	17	35,45
Chromium	Kromium	Cr	24	52,00
Cobalt	Kobalt	Co	27	58,93
Copper	Tembaga	Cu	29	63,55
❖ Curium	Kurium	Cm	96	(247)
Dysprosium	Disprosium	Dy	66	162,5
❖ Einsteinium	Einsteinium	Es	99	(247)
Erbium	Erbium	Er	68	167,3
Europium	Europium	Eu	63	152,0
❖ Fermium	Fermium	Fm	100	(253)
Fluorine	Fluor	F	9	19,00
❖ Francium	Fransium	Fr	87	(223)
Gadolinium	Gadolinium	Gd	64	157,3
Gallium	Galium	Ga	31	69,72
Germanium	Germanium	Ge	32	72,59
Gold	Emas	Au	79	197,0
Hafnium	Hafnium	Hf	72	178,5
Helium	Helium	He	2	4,003
Holmium	Holmium	Ho	67	164,9
Hydrogen	Hidrogen	H	1	1,008



Indium	Indium	In	49	114,8
Iodine	Yodium	I	53	126,9
Iridium	Iridium	Ir	77	192,2
Iron	Besi	Fe	26	55,85
Krypton	Kripton	Kr	36	83,80
Lanthanum	Lantanium	La	57	138,9
✧ Lawrencium	Lawrensium	Lr	103	(257)
Lead	Timbal	Pb	82	207,2
Lithium	Litium	Li	3	6,941
Lutetium	Lutetium	Lu	71	175,0
Magnesium	Magnesium	Mg	12	24,31
Manganese	Mangan	Mn	25	54,94
Mendelevium	Mendelevium	Md	101	(256)
Mercury	Raksa	Hg	80	200,6
Molybdenum	Molibdenum	Mo	42	95,94
Neodymium	Neodimium	Nd	60	144,2
Neon	Neon	Ne	10	20,18
✧ Neptunium	Neptunium	Np	93	(237)
Nickel	Nikel	Ni	28	58,69
Niobium	Niobium	Nb	41	92,91
Nitrogen	Nitrogen	N	7	14,01
✧ Nobelium	Nobelium	No	102	(253)
Osmium	Osmium	Os	76	190,2
Oxygen	Oksigen	O	8	16,00
Palladium	Paladium	Pd	46	106,4
Phosphorus	Fosfor	P	15	30,97
✧ Platinum	Platina	Pt	78	195,1
Plutonium	Plutonium	Pu	94	(242)
✧ Polonium	Polonium	Po	84	(210)
Potassium	Kalium	K	19	39,10
Praseodymium	Praseodimium	Pr	59	140,9
✧ Promethium	Prometium	Pm	61	(147)
Protactinium	Protaktinium	Pa	91	(231)
✧ Radium	Radium	Ra	88	(226)
Radon	Radon	Rn	86	(222)
Rhenium	Renium	Re	75	186,2
Rhodium	Rodium	Rh	45	102,9
Rudibium	Rudibium	Rb	37	85,47
Ruthenium	Rutenium	Ru	44	101,1
Samarium	Samarium	Sm	62	150,4
Scandium	Skandium	Sc	21	44,96
Selenium	Selenium	Se	34	78,96
Silicon	Silikon	Si	14	28,09
Silver	Perak	Ag	47	107,9
Sodium	Natrium	Na	11	22,99
Strontium	Stronsium	Sr	38	87,62
Sulfur	Belerang	S	16	32,07



Tantalum	Tantalum	Ta	73	180,9
Technetium	Teknesium	Tc	43	(99)
Tellurium	Telurium	Te	52	127,6
Terbium	Terbium	Tb	65	158,9
Thallium	Talium	Tl	81	204,4
☛ Thorium	Torium	Th	90	232,0
Thulium	Tulium	Tm	69	168,9
Tin	Timah	Sn	50	118,7
Titanium	Titanium	Ti	22	47,88
Tungsten	Wolfram	W	74	183,9
☛ Uranium	Uranium	U	92	238,0
Vanadium	Vanadium	V	23	50,94
Xenon	Xenon	Xe	54	131,3
Ytterbium	Iterbium	Yb	70	173,0
Yttrium	Itrium	Y	39	88,91
Zinc	Zink	Zn	30	65,39
Zirconium	Zirkonium	Zr	40	91,22

Keterangan: ☛ sifat radioaktif

Sumber: Chemistry (Chang), 2002



■ | Apendiks 3

Tetapan Fisik

Percepatan standar untuk gravitasi bumi	$g = 9,80655 \text{ m/s}^2$ (tepat)
Bilangan Avogrado	$N_0 = 6,022137 \times 10^{23}$
Jari-jari Bohr	$a_0 = 0,52917725 \text{ \AA} = 5,2917725 \times 10^{-11} \text{ m}$
Tetapan Boltzmann	$k_B = 1,38066 \times 10^{-23} \text{ J/K}$
Muatan Elektron	$e = 1,6021773 \times 10^{-19} \text{ C}$
Tetapan Faraday	$F = 96.485,31 \text{ C/mol}$
Massa untuk partikel dasar:	
Elektron	$m_e = 9,109390 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Proton	$m_p = 1,672623 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Neutron	$m_n = 1,674929 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Nisbah massa proton dengan massa elektron	$m_p/m_e = 1836,15270$
Permitivitas vakum	$\epsilon_0 = 8,8541878 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ J/m}$
Tetapan Planck	$h = 6,626076 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Laju cahaya dalam vakum	$c = 2,99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$ (tepat)
Tetapan gas universal	$R = 8,31451 \text{ J/mol K}$ $= 0,0820578 \text{ L atm/mol K}$

Sumber: Kimia Modern, 2001

Apendiks 4

Faktor Konversi

Atmosfer standar	1 atm = $1,01325 \times 10^5$ Pa = $1,01325 \times 10^5$ kg/m s ² (tepat)
Satuan massa atom	1 sma = $1,660540 \times 10^{-27}$ kg 1 sma = $1,492419 \times 10^{-10}$ J = 931,4943 MeV (energi yang setara dari $E = mc^2$)
Kalori	1 kal = 4,184 J (tepat)
Elektron volt	1 eV = $1,6021772 \times 10^{-19}$ J = 96,48531 kJ/mol
Kaki	1 kaki = 12 inci = 0,3048 m (tepat)
Galon (AS)	1 galon = 4 quart = 3,78541 L (tepat)
Liter-atmosfer	1 L atm = 101,325 J (tepat)
Metrik ton	1 metrik ton = 1.000 kg (tepat)
Pound	1 lb = 16 ons = 0,45359237 kg (tepat)

Sumber: Kimia Modern, 2001

Kamus Kimia

A

- aerob:** suatu yang berhubungan dengan adanya unsur oksigen. (115)
- afinitas elektron:** perubahan energi yang terjadi jika suatu atom atau molekul memperoleh elektron membentuk ion negatif. (25)
- alkana:** senyawa hidrokarbon dengan ikatan tunggal. (130)
- alkena:** senyawa hidrokarbon dengan ikatan rangkap dua. (136)
- alkuna:** senyawa hidrokarbon dengan ikatan rangkap tiga. (140)
- anaerob:** suatu proses biologis tanpa adanya oksigen. (115)
- analgesik:** obat dengan sifat penghilang rasa sakit. (172)
- anestetik:** obat dengan sifat membius. (172)
- anion:** ion yang bermuatan negatif.
- anion poliatom:** anion yang terdiri atas beberapa atom. (63)
- antioksidan:** bahan kimia yang berguna untuk mencegah oksidasi pada makanan atau tubuh makhluk hidup. (169)
- asam:** jenis senyawa yang mengandung hidrogen dan berdisosiasi dalam air menghasilkan ion hidrogen positif. (65)
- atom:** bagian terkecil dari suatu unsur yang utuh secara kimia. (15)

B

- basa konjugasi:** spesi yang terbentuk jika suatu asam menerima H^+
- bilangan oksidasi:** ukuran kendali elektron yang dimiliki atom dalam senyawa, lalu dibandingkan dengan unsur murninya. (109)
- bilangan oktan:** bilangan yang merupakan ukuran kemampuan bahan bakar untuk menahan ketukan jika dibakar dalam motor mesin, merupakan persentase isooktana dan n-heptana. (161)
- biodegradable:** mudah terurai secara biologis. (114)

D

- deeksitasi:** perpindahan elektron dari tingkat energi yang lebih tinggi ke tingkat energi yang lebih rendah dengan memancarkan energi. (30)

E

- eksitasi:** perpindahan elektron dari tingkat energi yang rendah ke tingkat energi yang lebih tinggi dengan menyerap energi. (29)
- elektrolisis:** reaksi kimia dengan melewatkan arus listrik melalui elektrolit.
- elektrolit:** cairan yang menghantarkan listrik sebagai akibat adanya ion positif atau negatif. (105)
- elektron valensi:** elektron pada kulit terluar atom yang berperan dalam pembentukan ikatan. (18)
- elektron:** partikel dasar dengan muatan negatif. (15)
- energi ionisasi:** energi yang menyebabkan ionisasi dan diukur dalam elektronvolt atau joule per mol. (25)

F

- fungisida:** senyawa kimia pembasmi jamur. (173)

G

- gas mulia:** unsur-unsur gas monoatomik yang ada dalam golongan VIIIA pada tabel berkala: helium (He), neon (Ne), argon (Ar), kripton (Kr), xenon (Xe), dan radon (Rn). (37)
- gaya antarmolekul:** interaksi antarmolekul dengan cara membentuk ikatan kimia
- golongan:** unsur-unsur dalam tabel periodik dalam kolom yang sama. (13)

H

- senyawa hidrokarbon:** senyawa kimia yang hanya mengandung karbon dan hidrogen. (122)
- hidrokarbon:** senyawa kimia yang hanya mengandung karbon dan hidrogen.
- hidrokarbon jenuh:** senyawa hidrokarbon yang tidak memiliki ikatan rangkap. (129)

hidrokarbon tak jenuh: senyawa hidrokarbon yang memiliki ikatan rangkap. (129)

hidroksida: senyawa logam yang mengandung ion OH⁻ atau mengandung gugus OH⁻ yang terikat pada atom logam. (65)

I

ikatan ion: ikatan kimia yang terbentuk karena adanya pengalihan elektron. (39)

ikatan kovalen koordinasi: ikatan kimia yang terbentuk ketika satu atom menyumbangkan 2 elektron sekaligus. (44)

ikatan kovalen: ikatan kimia yang dibentuk melalui pemakaian elektron valensi bersama. (43)

ikatan logam: ikatan kimia antara atom-atom logam, bukan merupakan ikatan ion maupun ikatan kovalen. (51)

insektisida: senyawa kimia pembasmi serangga. (173)

ion poliatom: ion-ion yang terdiri atas dua atom atau lebih. (63)

ionisasi: pengionan, proses menghasilkan ion. (105)

isobar: satu atau dua atau lebih atom dari unsur yang mempunyai jumlah nukleon yang sama, tetapi berbeda nomor atomnya. (22)

isomer: beberapa senyawa kimia yang mempunyai rumus molekul yang sama tetapi berbeda struktur molekulnya atau berbeda susunan atomnya dalam ruang. (146)

isooktan: alkana rantai cabang dengan rumus C₈H₁₈ atau 2,2,4-trimetilpentana. (161)

isoton: atom-atom dari unsur yang berbeda tetapi mempunyai jumlah neutron yang sama. (22)

isotop: satu atau dua atau beberapa atom dari unsur yang sama yang mempunyai jumlah proton yang sama dalam intinya tetapi berbeda jumlah neutronnya. (22)

J

jari-jari atom: jarak dari inti atom ke elektron terluar (elektron valensi). (25)

K

kaidah oktet: atom stabil dengan delapan elektron pada kulit terluar seperti atom dalam gas mulia. (39)

kalor: panas

karbohidrat: senyawa hidrokarbon yang memiliki gugus fungsional aldehyd atau keton dan mengandung banyak gugus hidroksi.

karboksida: senyawa yang terbentuk dari hasil reaksi antara atom C dan atom O. (126)

katalis: zat tambahan yang dapat mempercepat reaksi tetapi zat tersebut tidak ikut dalam reaksi

katode: elektrode negatif.

keelektronegatifan: disebut juga elektronegatifitas merupakan besaran yang menggambarkan nilai kecenderungan suatu atom untuk menarik elektron dalam pembentukan ikatan kimia. (26)

konduktivitas: daya hantar listrik (53)

konfigurasi elektron: susunan elektron dalam setiap lintasan atom. (18)

L

lintasan stasioner: lintasan elektron yang beredar pada lintasannya dan tidak memancarkan energi. (29)

logam: kelompok unsur kimia yang berwujud padatan mengilap, merupakan penghantar panas dan listrik yang baik. (51)

M

massa atom: satuan massa yang digunakan untuk menyatakan massa atom relatif, setara dengan

$$\frac{1}{12} \text{ massa isotop karbon-12. (7)}$$

massa jenis: massa pada per satuan volume.

massa molar: massa molekul relatif atau massa rumus relatif yang dinyatakan dalam satuan g mol⁻¹. (86)

mol: banyaknya zat yang mengandung satuan dasar di dalam 0,012 kg atom karbon-12. (85)

monomer: satuan terkecil dari polimer. Misal, asam amino merupakan monomer dari protein.

monosakarida: karbohidrat yang terdiri atas satu unit sakarida.

N

neutron: inti atom dengan muatan netral. (16)

n-heptana: alkana rantai lurus dengan rumus C₇H₁₆. (161)



nomor atom: menyatakan banyaknya proton dalam inti atom, dilambangkan Z . (17)

nomor massa: menyatakan jumlah neutron dalam atom jika diselisihkan dengan nomor atom. (18)

nonelektrolit: larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik. (105)

nonlogam: unsur kimia yang merupakan penghantar kalor dan listrik yang buruk serta tidak membentuk ion positif. (37)

O

oksida: senyawa biner yang terbentuk antara unsur dengan oksigen. (7)

oksidasi: pelepasan elektron. (114)

oksidator: unsur atau senyawa yang mengalami reduksi dan menyebabkan unsur lain teroksidasi. (108)

ozon: gas penyusun lapisan atmosfer bumi, tidak berwarna O_3 dan larut dalam air dingin. (44)

P

penyaringan: pemisahan zat dengan prinsip perbedaan ukuran partikel zat. (113)

pereaksi: senyawa atau unsur kimia yang bereaksi. (66)

periode: unsur-unsur tabel periodik dalam baris yang sama. (20)

persamaan reaksi: persamaan kimia yang memberi nama pereaksi-pareaksi dan nama hasil reaksinya. (66)

pestisida: senyawa kimia pembasmi hama tanaman. (173)

petrokimia: industri kimia dengan bahan dasar berasal dari minyak bumi. (162)

polimer: zat dengan molekul besar yang terdiri atas monomer-monomer. (174)

proton: partikel dasar dengan muatan positif. (16)

R

reaksi adisi: reaksi penghilangan ikatan rangkap dan digantikan dengan gugus fungsi (atom atau molekul). (151)

reaksi eliminasi: reaksi pembentukan ikatan rangkap dari ikatan tunggal. (151)

reaksi redoks: reaksi kimia yang melibatkan proses reduksi dan oksidasi. (107)

reaksi substitusi: reaksi penggantian gugus fungsi (atom atau molekul) yang terikat pada atom C suatu senyawa hidrokarbon. (151)

reduksi: penerimaan elektron. (108)

reduktor: unsur atau senyawa yang mengalami oksidasi. (108)

reverse osmosis: osmosis balik, metode untuk memisahkan zat dengan menggunakan membran semipermeabel dan tekanan yang tinggi. (113)

rodentisida: senyawa kimia pembasmi tikus. (173)

rumus molekul: menyatakan jenis dan jumlah molekul yang ada. (89)

rumus empiris: menyatakan perbandingan atom yang paling sederhana. (89)

S

senyawa biner: senyawa yang tersusun atas dua unsur kimia. (60)

senyawa hidrat: molekul padatan (kristal) yang mengandung air. (92)

senyawa ion: senyawa yang terbentuk karena ikatan ion. (112)

senyawa kovalen biner: senyawa biner dari nonlogam dan nonlogam. (92)

senyawa nonpolar: senyawa yang mempunyai molekul tanpa momen dipol permanen. (106)

senyawa organik: senyawa karbon yang biasanya gabungan dari unsur hidrogen, oksigen, nitrogen, dan sulfur. (168)

senyawa polar: senyawa ionik atau molekul dengan momen dipol permanen yang besar. (106)

senyawa poliatom: senyawa ionik yang mengandung ion poliatomik. (63)

sifat fisika: sifat suatu zat yang dapat diamati atau diukur tanpa mengubah komposisi zat tersebut. (7)

sifat kimia: sifat suatu zat berdasarkan reaksinya dengan zat lain. (7)

sifat magnet: sifat suatu zat terhadap daya tarik magnet.

T

tetapan avogadro: menyatakan banyaknya atom atau molekul dalam satu mol zat, nilainya $6,0221367 \times 10^{23}$. (85)

titik didih: suhu pada suatu tekanan udara jenuh suatu cairan sama dengan tekanan atmosfer luar. (42)

titik leleh: suhu pada saat padatan berubah menjadi cair. (52)

U

unsur: zat yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi zat yang lebih sederhana. (7)

V

volume molar: volume satu mol gas pada keadaan standar (0°C, 1atm). (87)

Z

zat aditif: bahan kimia tambahan untuk mendapatkan sifat senyawa yang diharapkan. (169)

Indeks

A

aerasi 114
aerob 115
afinitas elektron 25
air flotation 113
alkali 10
alkana 129
 aturan penamaan 131, 133, 134
 keisomeran 147
 rumus umum 131
 tata nama 130
 turunan senyawa 167
alkena 129, 162
 aturan penamaan 136, 137, 139
 keisomeran 148
 rumus umum 140
 tata nama 136
alkuna
 aturan penamaan 140, 141, 142
 keisomeran 148
 rumus umum 143
 tata nama 140
aluminium sulfat 64
amilum
 struktur 169
anaerob 115
antalgin 175
aqueous 67
Aristoteles 15
aromatik 162
asam benzoat
 struktur 170
asam bromida 65
asam nitrat 65
asam propionat
 struktur 170
asam sulfat 65
aspartam
 struktur 170
aspek kualitatif 67
aspek kuantitatif 67
aspirin 172
 struktur 172
atom 15
 jari-jari atom 25
 massa atom 7, 8, 10, 12, 21
 massa atom relatif 22, 31
 nomor atom 17
 nomor massa 18
atom karbon
 kuarterner 127
 primer 127
 sekunder 127
 tersier 127

attached growth reactor 114
Avogadro, Lorenzo Romano Amedeo Carlo 83
 Hukum 82
 tetapan 85

B

bahan bakar 161
 dampak penggunaan 162
bahan tambahan makanan 169
 alami 169
 antioksidan 169
 buatan 169
 contoh 171
 pemanis 169
 pengatur keasaman 169
 pengawet 169
 pengemulsi 169
 pengental 169
 penstabil 169
 penyedap rasa 169
 pewarna 169
bensin 161
Berzelius, Jons Jakob 8
besi(II) klorida 112
besi(III) klorida 112
BHT
 struktur 171
bilangan oksidasi 109, 112
bilangan oktan 161, 164
biodegradable 114
BOD 114, 115
Bohr, Niels Henrik David 26, 29

C

cakram biologi 115
Carlise, Anthony 79
Cavendish, Henry 79
Chadwick, J 16
clarification 113

D

Dalton, John 7, 15, 26, 27
 Hukum 77
daya hantar listrik 53
DDT
 struktur 173
de Boisbaudran, Lecoq 10
deeksitasi 30
Demokritus 15
deret homolog 131, 140, 143
diatomik 48

diazinon
struktur 173
dietil eter 172
struktur 172
dinitrogen trioksida 62
distilasi bertingkat 159
Dobereiner, Johann 8, 31

E

eka-aluminium 9
eka-boron 9
eka-silikon 9
eksitasi 29
elektrolit kuat 105
elektrolit lemah 105
elektron 15
elektron valensi 18, 38
energi ionisasi 25
eritrosin
struktur 170
etilena 172
struktur 172

F

FCF
struktur 170
filter terendam 115
filtrasi 113
flokulasi-koagulasi 114
fraksi minyak bumi
gas 161
kerosen 161
kerosin 159
minyak diesel 159
minyak pelumas 159
minyak solar 161
nafta 159

G

gas mulia 37
gases 67
Gay Lussac, Joseph Louis- 79, 81
Hukum 79
penerapan hukum 81
Goldstein, Eugen 16
golongan 13, 21

H

halotena 172
struktur 172
Hancock, Thomas 159
hidrogen klorida 62
hidrogen peroksida 114
high octane mogas component 161
Hukum Dasar Kimia 74
Hukum Kekekalan Massa 74
Hukum Kelipatan Perbandingan 77

Hukum Perbandingan Tetap 75
Hukum Perbandingan Volume 79

I

ikatan kimia 39
ion 39, 60
kovalen 43, 60
koordinasi 50
rangkap dua 45
rangkap tiga 44, 46
logam 51
ikatan tunggal 44
industri petrokimia 161
produk 163
intan 121
ion poliatomik 63
anion 64
kation 64
ionisasi 105
isobar 22
isolasi bijih besi 108
isomer 146
isomer fungsi 146
isomer geometri 146
isomer posisi 146
isomer rangka 146
isomer struktur 146
isooktana 161
isoton 22
isotop 22

J

jenis ikatan 129
ikatan rangkap dua 137, 139, 143, 151
ikatan rangkap tiga 140, 141, 142, 151
ikatan tunggal 129, 131, 133, 134, 150, 151

K

kadar unsur 92
kaidah
duplet 39, 47
oktet 39, 47
kalium
fosfat 64
fosfit 64
hidroksida 64
klorida 61
kalsium
hipoklorit 64
klorat 64
klorit 64
perklorat 64
kalsium permanganat 114
karat besi 108
karbohidrat 168
karbon dioksida 32, 112
karbon monoksida 62
keelektronegatifan 26



kegiatan seismik 158
keperiodikan sifat 23
kepolaran 48
kestabilan unsur 36
kilang minyak 159
kloroform 172
 struktur 172
koloid 114
konfigurasi elektron 18, 39
konsep mol 85
Konsep Reaksi Reaksi-Oksidasi 107
Konsep Redoks 108, 113

L

larutan elektrolit 105, 113
 kuat 105
 lemah 105
larutan nonelektrolit 105, 106
lattice 41
Lavoisier, Anthony Laurent 74
 Hukum 74
Lavoisier, Antoine 8
 pengelompokan unsur 8
lemak 168
liquid 67

M

magnesium
 nitrat 64
magnesium klorida 112
makromolekul 167, 168
massa molar 86
massa molar relatif 145
massa molekul relatif 86
Mendeleev, Dmitri Ivanovic 8, 10
mesin diesel 161
methyl tertier buthyl ether 161
Meyer, Lothar 8
Millikan, Robert A. 16
minyak bumi 156
 eksploitasi 158
 eksplorasi 158
 penggunaan 160
minyak mentah 158
model atom
 Bohr 29
 Rutherford 28
 Thomson 27
molekul poliatomik 49
Moseley, Henry 11
MSG
 struktur 172

N

n-heptana 161
natrium 38
 sulfat 64
 sulfit 64

natrium klorida 112
neutron 16
Newlands, John A R 8
 Hukum Oktaf 8
Nicholson, William 79
nilon 174
Nilson, Lars 10
nitrogen oksida 162
nonlogam 37
nonpolar 50, 106
nutrisi 169

O

oil refinery 159
oksidasi-reduksi 114
oksidator 108, 110
oxidation ditch 114

P

parasetamol 172
 struktur 172
partikel penyusun atom 15
partikel tersuspensi 113
pembakaran sempurna 162
pembakaran tidak sempurna 162
pengolahan secara fisika 113
pengolahan secara kimia 114
pereaksi pembatas 93
periode 20
persamaan reaksi kimia
 langkah penulisan 67
 persamaan perkataan 66
 persamaan simbol 66
persamaan reaksi kimia (def) 66
pestisida 173
 fungisida 173
 insektisida 173
 rodentisida 173
peta topografi 158
Planck 29
Plucker, J 15
poliester 174
polimer 174
polipropilena 174
polistirena 175
politetrafluoroetena 174
polivinilklorida 175
propana 45
proses osmosis 113
protein 168
proton 16
Proust, Joseph 76
 Hukum 75

R

rantai atom karbon 126
reaksi oksidasi 107
reaksi reduksi 107



reaksi reduksi oksidasi 107
recycle 114
reduktor 108, 110
reverse osmosis 113
rumus empiris 89
rumus kimia 89
rumus molekul 89
Rutherford, Ernest 11, 28, 30

S

screening 113
Seaborg, Glenn 12
senyawa
 biner 60
 hidrat 92
 kovalen biner 92
 poliatom 63
senyawa anorganik 170
senyawa aromatik 113
senyawa hidrokarbon 122
 keisomeran 146
 penamaan 129
 pengelompokan 128
 reaksi 150
 adisi 151
 eliminasi 151
 oksidasi 150
 pembakaran 124
 substitusi 150
 titik didih 145
senyawa ion 112
senyawa karbon 122
 keunikan 125
senyawa kovalen 44, 112
 nonpolar 48
 polar 49
senyawa kovalen nonpolar 106, 116
senyawa kovalen polar 106
senyawa organik 168, 170, 172
 kegunaan
 bidang kesehatan 171
 bidang pangan 168
 bidang pertanian 173
sifat hantar listrik 104
sifat logam 32
simetris 49
sistem periodik 6
sludge thickening 113
solid 67
struktur atom 15
struktur ion raksasa 41
struktur Lewis 38
struktur molekul 39, 145
suspended growth reactor 114

T

tabel periodik
 Meyer 10
 Modern 12
 Moseley 11
 Mendeleev 12
tata nama senyawa 60
 asam 65
 basa 65
 poliatom 63
terionisasi (terurai) sempurna 105
terionisasi sebagian 105
termoplastik 175
termoset 175
tetra ethyl lead 161, 162
Thomson, J. J 15
titik didih 42
titik leleh 52, 53
transisi elektron 30
triade dobereiner 7
trickling filter 115
trigliserida
 struktur 169

U

uji air kapur 124
uji kertas kobalt 124
unsur logam 112
unsur nonlogam 112

V

vitamin 168
vitamin A
 struktur 169
vitamin C
 struktur 169
vitamin D3
 struktur 169
vitamin K
 struktur 169
volume molar 87

Z

zat warna
 alizarin red 174
 Cu phtalocyanine green 173
 dinitroaniline orange 173
 indian yellow 174
 phthalocyanine blue BN 173
 pigment red 170 174
 vat yellow 174



Daftar Pustaka

- Achmad Hiskia, Tupamahu. 1991. *Penuntun Belajar Kimia: Stoikiometri dan Energetika*. Bandung: PT Citra Aditya Bakti.
- Brady, James E dan Fred Senese . 2004. *Chemistry: Matter and its Changes*. 4th Edition. New York: John Wiley & Sons. Inc.
- Chang, Raymond. 2002. *Chemistry*. 7th Edition. New York: Mc Graw - Hill.
- Drewes, F dan Kristen Milligen. 2000. *How to Study Science*. 3^{id} New York: Mc Graw - Hill.
- Heyworth, Rex. M. 2000. *Science Discovery 1*. Singapore: Pearson Education Asia Pte, Ltd.
- Newmark, Ann.1997. *Jendela IPTEK: Kimia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Newmark, Ann.1997. *Jendela IPTEK: Materi*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Mc Murry, John dan Robert C. Fay. 2001. *Chemistry*. New Jersey: Prentice Hall.
- Millio, Frank R. 1991. *Experiment in General Chemistry*. New York: Sauders College Publishing.
- Murov, Steve dan Stedjee Brian . 2000. *Experiments and Exercises in Basic Chemistry*. 5th Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Petrucci, Ralph H dan Wiliam Harwood. 1997. *General Chemistry Principles and Modern Application*. 7th Edition. New Jersey: Prentice Hall
- Sevenair, John P, *et al*. 1997. *Introductory Chemistry*. Dubuque: Wm. C. Brown Communication.
- Sherman, Alan dan Sharon J. Sherman. 1996. *Basic Concept of Chemistry*. 6th Edition. New Jersey: Houghton Mipplin Company

Sumber lain:

chem-is-try.org

<http://en.wikipedia.org>

www.chemogenesis.com

www.elements multidict.com

www.figuresphotography.nl

www.greatbigstuff.com

www.webelements.com

www.webpub.com







Praktis Belajar Kimia

Membuka wawasan dan cakrawala siswa tentang fakta-fakta kehidupan. Buku ini menghadirkan gagasan-gagasan komunikatif yang dapat mengarahkan siswa untuk berpikir cerdas dan kreatif dalam memecahkan masalah di lingkungan sekitar.



ISBN : 978-979-068-713-4 (No. jil lengkap)
ISBN : 978-979-068-714-1

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 27 tahun 2007 tanggal 25 Juli 2007 Tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran Yang Memenuhi Syarat Kelayakan Untuk Digunakan Dalam Proses Pembelajaran.

Harga Eceran Tertinggi: Rp13.883,-