

MEMAHAMI
KIMIA
SMA/MA

Untuk Kelas X
Semester 1 dan 2

Irvan Permana



Pusat Perbukuan
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional
Dilindungi Undang-undang

Memahami Kimia untuk SMA/MA Kelas X

Penulis : Irvan Permana
Design Cover : Iwan Dharmawan
Ilustrator : Tim Armico

Ukuran Buku : 21,0 x 29,7 cm

540.7

IRV IRVAN Permana

m

Memahami Kimia 1 : SMA/MA Untuk Kelas X, Semester 1 dan 2
/ penulis, Irvan Permana ; editor, Hadyan Sugalayudhana ;
ilustrator, Tim Redaksi. — Jakarta : Pusat Perbukuan,
Departemen Pendidikan Nasional, 2009.
vi, 175 hlm. : ilus ; 25 cm.

Bibliografi : hlm. 161

Indeks : hlm. 163-167

ISBN 978-979-068-176-7 (no. jilid lengkap)

ISBN 978-979-068-177-4

1. Kimia-Studi dan Pengajaran

I. Judul II. Hadyan Sugalayudhana III. Tim Redaksi

**Hak Cipta Buku ini dibeli Departemen Pendidikan Nasional
dari penerbit PT. Intan Pariwara.**

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan
Departemen Pendidikan Nasional
Tahun 2009.

Diperbanyak oleh ...

KATA SAMBUTAN

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

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2007 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 (*download*), 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, Pebruari 2009
Kepala Pusat Perbukuan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan buku pelajaran yang berjudul *Memahami Kimia SMA / MA*. Buku ini disusun sebagai penunjang proses belajar kimia di SMA / MA, khususnya untuk meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan berpikir dan keterampilan proses sains.

Isi buku ini memuat materi kimia untuk dua semester, dilengkapi dengan praktikum, tugas, rangkuman dalam bentuk uraian dan peta konsep, glosarium, serta dilengkapi pula dengan gambar-gambar yang relevan sehingga memudahkan siswa memahami materi.

Buku yang disusun berdasarkan kurikulum yang berlaku ini berusaha untuk memvariasikan pengalaman belajar siswa melalui penggunaan pendekatan pembelajaran yang bervariasi dan berpusat pada siswa, yang ditampilkan dalam bentuk praktikum, tugas, bahan diskusi dan latihan yang bervariasi.

Dalam penulisan buku ini penyusun menyadari masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis menerima saran dan masukan dengan lapang dada.

Akhir kata, semoga buku ini dapat memberikan nilai tambah dan bermanfaat bagi siswa dan pembaca pada umumnya.

Bandung, Juni 2007

Penulis

DAFTAR ISI

KATA SAMBUTAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v

SEMESTER KESATU

BAB 1	STRUKTUR ATOM	1
	A. Partikel Penyusun Atom	2
	B. Nomor Atom dan Nomor Massa	6
	C. Isotop, Isobar, dan Isoton	8
	D. Massa Atom dan Massa Molekul Relatif	10
	E. Konfigurasi Elektron	11
	F. Perkembangan Model Atom	13
	Ringkasan	16
	Glosarium	16
	Soal-soal Latihan Bab 1	17
BAB 2	SISTEM PERIODIK	21
	A. Perkembangan Sistem Periodik	22
	B. Sifat Logam	28
	C. Sifat-sifat Sistem Periodik	29
	Ringkasan	33
	Glosarium	34
	Soal-soal Latihan Bab 2	34
BAB 3	IKATAN KIMIA	41
	A. Susunan Elektron yang Stabil	42
	B. Ikatan Ion	44
	C. Ikatan Kovalen	45
	D. Ikatan Logam	47
	E. Sifat Fisis Senyawa Ion, Senyawa Kovalen, dan Logam	48
	Ringkasan	49
	Glosarium	50
	Soal-soal Latihan Bab 3	50
BAB 4	STOIKIOMETRI	55
	A. Tata Nama Senyawa	56
	B. Persamaan Reaksi	61
	C. Hukum Dasar Kimia	64
	D. Perhitungan Kimia	68
	Ringkasan	78

Glosarium	79
Soal-soal Latihan Bab 4	79
LATIHAN ULANGAN AKHIR SEMESTER 1	85
SEMESTER KEDUA	
BAB 5 LARUTAN ELEKTROLIT DAN NON ELEKTROLIT	93
A. Larutan	94
B. Elektrolit dan Non Elektrolit.....	96
Ringkasan	99
Glosarium	99
Soal-soal Latihan Bab 5	100
BAB 6 REAKSI REDUKSI OKSIDASI (REDOKS)	105
A. Konsep Reaksi Oksidasi dan Reduksi Berdasarkan Penggabungan dan Pelepasan Oksigen	106
B. Konsep Reaksi Oksidasi Reduksi Berdasarkan Pelepasan dan Penerimaan Elektron	106
C. Konsep Reaksi Oksidasi Reduksi Berdasarkan Perubahan Bilangan Oksidasi	107
D. Tata Nama IUPAC Berdasarkan Bilangan Oksidasi	110
Ringkasan	111
Glosarium	112
Soal-soal Latihan Bab 6	112
BAB 7 HIDROKARBON DAN MINYAK BUMI	117
A. Karakteristik Atom Karbon	120
B. Senyawa Hidrokarbon	121
C. Minyak Bumi	136
Ringkasan	146
Glosarium	147
Soal-soal Latihan Bab 7	148
LATIHAN ULANGAN AKHIR SEMESTER 2	153
DAFTAR PUSTAKA	161
INDEKS	163
KUNCI JAWABAN	168

BAB 1

STRUKTUR ATOM

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu:

- menentukan partikel dasar (proton, elektron dan neutron);
- menentukan konfigurasi elektron dan elektron valensi;
- menentukan massa atom relatif berdasarkan tabel periodik;
- mengklasifikasikan unsur ke dalam isotop, isobar, dan isoton;
- menjelaskan perkembangan teori atom untuk menunjukkan kelemahan dan kelebihan masing-masing teori atom berdasarkan fakta eksperimen.



Atom merupakan partikel paling kecil yang masih mempunyai sifat unsur. Menurut para ahli fisika, jari-jari suatu atom sekitar 3 – 15 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9}$ meter). Sampai sekarang belum ada alat yang dapat memperbesar atom sehingga dapat diamati secara jelas. Walaupun atom tidak dapat dilihat dengan jelas, para ahli dapat membuat perkiraan gambaran mengenai atom berdasarkan data eksperimen dan kajian teoretis yang dilakukannya. Perkiraan tentang gambaran atom tersebut dinamakan *model atom*. Itulah sebabnya mengapa model atom telah beberapa kali mengalami perubahan sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan.



Gambar 1.1
John Dalton (1766-1844)
Sumber: Brown & LeMay, 1977

Teori atom pertama kali dikemukakan oleh *John Dalton* pada tahun 1803, yaitu atom merupakan partikel terkecil yang tidak dapat dibagi lagi. Kemudian diketahui bahwa atom ternyata terdiri atas partikel-partikel yang lebih kecil lagi yaitu proton, elektron, dan neutron. Partikel penyusun atom itu disebut *partikel subatom* atau *partikel dasar atom*.

Proton merupakan partikel subatom yang bermuatan positif, ditemukan oleh *Eugen Goldstein* pada tahun 1886.

Elektron merupakan partikel subatom yang bermuatan negatif, ditemukan oleh *Joseph John Thomson* pada tahun 1897.

Neutron merupakan partikel subatom yang tidak bermuatan, ditemukan oleh *James Chadwick* pada tahun 1932.

Model atom terus berkembang mulai dari model atom Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, sampai dengan model atom modern yang kita gunakan sekarang.

A. PARTIKEL PENYUSUN ATOM

Apabila penggaris plastik digosok-gosokkan pada rambut kering, penggaris tersebut dapat menarik potongan kecil kertas. Peristiwa tersebut membuktikan bahwa penggaris memiliki sifat listrik, karena penggaris merupakan materi yang tersusun atas atom-atom. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa atom memiliki sifat listrik.

Penyelidikan tentang sifat kelistrikan suatu atom dilakukan selama bertahun-tahun oleh beberapa ahli di antaranya J.J. Thompson, Eugen Goldstein, Rutherford, dan Bathe & Becker.

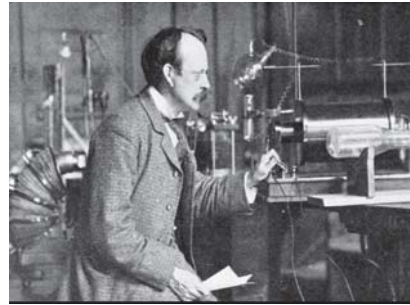
1. Elektron

Elektron ditemukan oleh *Joseph John Thomson* pada tahun 1897. Penemuan elektron diawali dengan ditemukannya tabung katode oleh *William Crookes*. Kemudian *J.J. Thomson* meneliti lebih lanjut tentang sinar katode ini dan dapat dipastikan bahwa sinar katode ini merupakan partikel, sebab dapat memutar baling-baling yang diletakkan di antara katode dan anode.

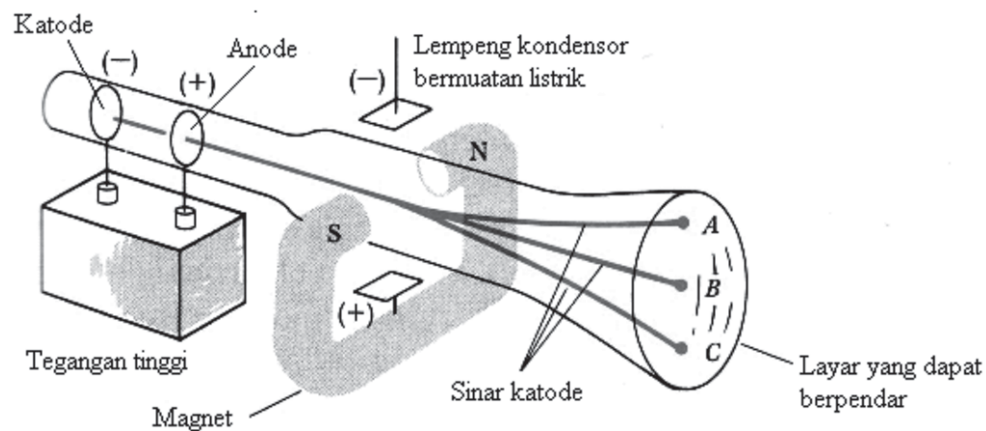
Kata Kunci

- Elektron
- Anode
- Katode
- Inti atom

- Sifat sinar katode, antara lain:
1. merambat tegak lurus dari permukaan katode menuju anode;
 2. merupakan radiasi partikel sehingga terbukti dapat memutar baling-baling;
 3. bermuatan listrik negatif sehingga dibelokkan ke kutub listrik positif;
 4. dapat memendarkan berbagai jenis zat, termasuk gelas.



Gambar 1.2 Joseph John Thomson
Sumber: Brown & LeMay, 1977



Gambar 1.3 Tabung sinar katode.

Percobaan Thomson untuk menentukan harga $\frac{e}{m}$ (Brown & LeMay, 1977)

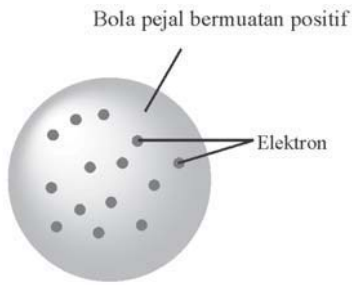
Dari hasil percobaan tersebut, *J.J. Thomson* menyatakan bahwa sinar katode merupakan partikel penyusun atom yang bermuatan negatif dan selanjutnya disebut *elektron*.

J.J. Thomson berhasil menentukan perbandingan antara muatan dengan massa elektron (e/m) sebesar $1,76 \times 10^8$ C/g. Kemudian pada tahun 1909, *Robert Millikan* dari Universitas Chicago, berhasil menentukan besarnya muatan 1 elektron sebesar $1,6 \times 10^{-19}$ C. Dengan demikian, maka harga massa 1 elektron dapat ditentukan dari harga perbandingan muatan dengan massa elektron (e/m).

Nilai $e/m = 1,76 \times 10^8$ C/g, maka

$$\begin{aligned}
 \text{Massa 1 elektron} &= \\
 &= 9,11 \times 10^{-28} \text{ g} \\
 &= \text{sma}
 \end{aligned}$$

$$\frac{1,6 \times 10^{-19} \text{ C}}{1,76 \times 10^8 \text{ C/g}}$$



Gambar 1.4
Model Atom Thomson
 sumber: koleksi penulis

Setelah penemuan elektron, maka model atom Dalton tidak dapat diterima lagi. Menurut *J.J. Thomson*, atom merupakan partikel yang bersifat netral. Karena elektron bermuatan negatif maka harus ada partikel lain yang dapat menetralkan muatan negatif tersebut yaitu partikel yang bermuatan positif. Dari penemuannya tersebut, *J.J. Thomson* mengemukakan teori atomnya yang dikenal dengan *teori atom Thomson*, yaitu:

Atom merupakan bola pejal yang bermuatan positif dan di dalamnya tersebar elektron yang bermuatan negatif.

Karena tersebar elektron-elektron di dalam atom bagaikan kismis, sehingga disebut juga *model atom roti kismis*.

2. Inti atom

a. Proton

Dengan ditemukannya elektron oleh Thomson, para ahli semakin yakin bahwa atom tersusun oleh partikel-partikel yang lebih kecil. Pada tahun 1886, *Eugen Goldstein* memodifikasi tabung sinar katode dengan melubangi lempeng katodenya dan gas yang berada di belakang lempeng katode menjadi berpijar. Peristiwa tersebut menunjukkan adanya radiasi yang berasal dari anode yang menerobos lubang pada lempeng katode. Sinar ini disebut sinar anode atau sinar positif.

Sifat sinar anode, antara lain:

1. merupakan radiasi partikel sehingga dapat memutar baling-baling;
2. dalam medan listrik/magnet, dibelokkan ke kutub negatif, jadi merupakan radiasi bermuatan positif;
3. partikel sinar anode bergantung pada jenis gas dalam tabung.

Partikel terkecil diperoleh dari gas hidrogen. Partikel ini kemudian disebut proton.

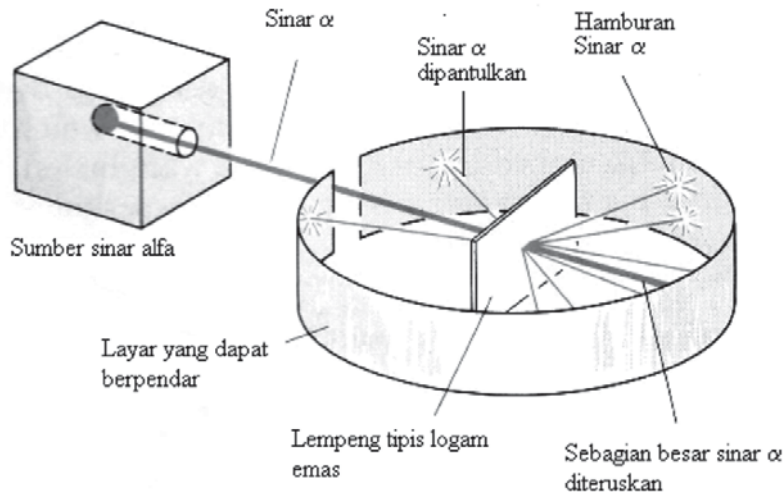
Massa 1 proton = 1 sma = $1,66 \times 10^{-24}$ gram

Muatan 1 proton = +1 = $1,6 \times 10^{-19}$ C

Pada tahun 1910, *Ernest Rutherford* bersama dua orang asistennya, yaitu *Hans Geiger* dan *Ernest Marsden*, melakukan serangkaian percobaan untuk mengetahui kedudukan partikel-partikel di dalam atom. Percobaan mereka dikenal dengan hamburan sinar alfa terhadap lempeng tipis emas.

Dari pengamatan mereka, didapatkan fakta bahwa partikel yang ditembakkan pada lempeng logam emas yang tipis, sebagian besar diteruskan, dan ada sebagian kecil yang dibelokkan bahkan ada juga beberapa di antaranya yang dipantulkan. Hal tersebut sangat mengejutkan bagi Rutherford. Penemuan ini menyebabkan gugurnya teori atom Thomson. Partikel yang terpantul tersebut diperkirakan telah menabrak sesuatu yang padat di dalam atom. Dengan demikian atom tersebut tidak bersifat homogen seperti digambarkan oleh *Thomson*. Bahkan menurut pengamatan *Marsden*,

diperoleh fakta bahwa satu di antara 20.000 partikel akan membelok dengan sudut 90° bahkan lebih.



Gambar 1.5 Percobaan Rutherford. Penembakan lempeng logam tipis Emas dengan sinar

Sumber: Brown & LeMay, 1977

Berdasarkan gejala-gejala tersebut, diperoleh beberapa kesimpulan antara lain:

1. Atom bukan merupakan bola pejal, karena hampir semua partikel diteruskan. Berarti, sebagian besar volume atom merupakan ruang kosong.
2. Partikel yang mengalami pembelokan ialah partikel yang mendekati inti atom. Hal tersebut disebabkan keduanya bermuatan positif.
3. Partikel yang dipantulkan ialah partikel yang tepat menabrak inti atom.

Berdasarkan fakta-fakta yang didapatkan dari percobaan tersebut, *Rutherford* mengusulkan model atomnya yang menyatakan bahwa atom terdiri atas inti atom yang sangat kecil dan bermuatan positif yang dikelilingi oleh elektron yang bermuatan negatif. Jumlah proton dalam inti sama dengan jumlah elektron yang mengelilingi inti, sehingga atom bersifat netral. *Rutherford* juga menduga bahwa di dalam inti atom terdapat partikel netral yang berfungsi untuk mengikat partikel-partikel positif agar tidak saling menolak.

Dari percobaan tersebut, *Rutherford* dapat memperkirakan jari-jari atom kira-kira 10^{-8} cm dan jari-jari inti kira-kira 10^{-13} cm.

b. Neutron

Pada tahun 1930, *W. Bothe* dan *H. Becker* melakukan percobaan yang lain, yaitu menembaki inti atom berilium dengan partikel dan mereka menemukan suatu radiasi partikel yang mempunyai daya tembus yang besar. Kemudian pada tahun 1932, *James Chadwick* membuktikan bahwa radiasi tersebut terdiri atas partikel netral yang massanya hampir sama dengan massa proton. Karena partikel tersebut bersifat netral, maka dinamai *neutron*. Percobaan-percobaan selanjutnya membuktikan bahwa neutron juga merupakan partikel penyusun inti.

Tabel 1.1
Partikel Dasar Penyusun Atom

Partikel	Lambang	Penemu	Massa (sma)	Massa (gram)	Muatan eksak (Coloumb)	Muatan relatif (sme)
Elektron	e	J.J. Thomson	0,00055	$9,1100 \times 10^{-28}$	$-1,6 \times 10^{-19}$	-1
Proton	p	Goldstein	1,00728	$1,6726 \times 10^{-24}$	$+1,6 \times 10^{-19}$	+1
Neutron	n	Chadwick	1,00866	$1,6750 \times 10^{-24}$	0	0

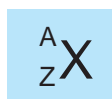
Latihan 1

1. Siapakah penemu tabung katode dan bagaimanakah sinar katode?
2. Bagaimanakah model atom menurut Thomson?
3. Bagaimanakah model atom menurut Rutherford? Dan apa yang dapat diperkirakan dari percobaan Rutherford?

B. NOMOR ATOM DAN NOMOR MASSA

Semua inti atom terdiri atas proton dan neutron. Kedua partikel penyusun inti ini disebut *nukleon*. Atom-atom suatu unsur mempunyai jumlah proton yang berbeda dengan atom unsur lain. Jumlah proton ini disebut *nomor atom*. Karena hanya proton yang merupakan partikel bermuatan di dalam inti, maka jumlah proton juga menyatakan *muatan inti*.

Susunan suatu inti dinyatakan dengan notasi sebagai berikut:



Dengan:

X = tanda atom unsur

Z = nomor atom

= jumlah proton (p) dalam inti atom

A = nomor massa

= jumlah proton (p) + jumlah neutron (n)

Sebagaimana kita ketahui, suatu atom dikatakan netral jika jumlah elektron sama dengan jumlah proton. Perlu kita ketahui juga bahwa suatu atom dapat menerima (menyerap) atau melepaskan elektron. Jika atom menerima 1 elektron, maka atom tersebut kelebihan muatan negatif sebanyak 1 atom dan disebut bermuatan -1. Sebaliknya jika atom tersebut melepaskan 1 elektron, maka akan kekurangan muatan negatif sebanyak 1 atom atau kelebihan muatan positif sebanyak 1 atom dan disebut bermuatan +1, dan seterusnya.

Kata Kunci

- Nomor atom
- Nomor massa
- Proton
- Elektron
- Neutron

Contoh soal 1.1

Atom natrium disimbolkan dengan ${}_{11}^{23}\text{Na}$. Tentukanlah jumlah proton, neutron, dan elektronnya!

Pembahasan:

Simbol atom

a. Nomor atom = 11, berarti $p = 11$

b. Nomor massa = 23

$$p + n = 23$$

$$11 + n = 23$$

$$n = 12$$

Atom tersebut merupakan atom netral, $p = e$; maka $e = 11$

Berarti memiliki 11 proton, 12 neutron, dan 11 elektron.

Contoh soal 1.2

Atom Magnesium disimbolkan dengan ${}_{12}^{24}\text{Mg}^{2+}$. Tentukanlah jumlah proton, neutron, dan elektronnya!

Pembahasan:

Simbol atom

a. Nomor atom = 12, berarti $p = 12$

b. Nomor massa = 24

$$p + n = 24$$

$$12 + n = 24$$

$$n = 12$$

Atom tersebut merupakan ion positif, berarti proton berlebih, maka jumlah elektron = jumlah proton -2 , sehingga $e = 12 - 2 = 10$.

Berarti memiliki 12 proton, 12 neutron, dan 10 elektron.

Contoh soal 1.3

Atom klorin disimbolkan dengan ${}_{17}^{35}\text{Cl}$. Tentukanlah jumlah proton, neutron, dan elektronnya!

Pembahasan:

Simbol atom

a. Nomor atom = 17, berarti $p = 17$

b. Nomor massa = 35

$$p + n = 35$$

$$17 + n = 35$$

$$n = 18$$

Atom tersebut merupakan ion negatif, berarti elektron berlebih, maka jumlah elektron = jumlah proton + 1, sehingga $e = 17 + 1 = 18$.

Berarti memiliki 17 proton, 18 neutron, dan 18 elektron.

Contoh soal 1.4

Tentukan nomor atom dan massa atom dari unsur yang inti atomnya mengandung:

- 20 proton dan 20 neutron;
- 35 proton dan 45 neutron.

Pembahasan:

- nomor atom = 20
massa atom = $20 + 20$
= 40
- nomor atom = 35
massa atom = $35 + 45$
= 80

Contoh soal 1.5

Ion kalium mengandung 19 proton, 18 elektron, dan 20 neutron. Bagaimana lambang ion kalium tersebut?

Pembahasan:

Ion kalium mengandung 19 proton. Oleh karena ion kalium mengandung 18 elektron, berarti atom kalium melepas 1 elektron (berarti kelebihan 1 proton). Lambang ion kalium ialah K^+

Latihan 2

- Tentukan jumlah proton, elektron dan neutron dari:
 -
 -
 -
- Tentukan nomor atom dan massa atom dari unsur yang inti atomnya mengandung:
 - 37 proton dan 48 neutron
 - 53 proton dan 74 neutron

C. ISOTOP, ISOBAR, DAN ISOTON

Atom-atom suatu unsur dapat memiliki nomor massa atom yang berbeda, karena jumlah neutron dalam atom tersebut berbeda. Selain itu juga atom-atom yang berbeda dapat memiliki nomor massa dan jumlah neutron yang sama.

Kata Kunci

- Isotop
- Isobar
- Isoton

1. Isotop

Isotop adalah atom-atom yang mempunyai nomor atom yang sama, tetapi massa atomnya berbeda. Nomor atom merupakan identitas dari atom, sehingga setiap atom yang mempunyai nomor atom yang sama maka unsurnya pun sama.

Contoh isotop:

a. Isotop atom karbon

$^{12}_6\text{C}$, $^{13}_6\text{C}$, dan $^{14}_6\text{C}$; nomor atomnya sama, yaitu 6.

Isotop atom oksigen

b. $^{16}_8\text{O}$, $^{17}_8\text{O}$, dan $^{18}_8\text{O}$; nomor atomnya sama, yaitu 8.

2. Isobar

Isobar adalah atom-atom yang mempunyai nomor atom yang berbeda tetapi massa atomnya sama.

Contoh atom-atom isobar:

a. $^{14}_6\text{C}$ dan $^{14}_7\text{N}$; massa atomnya sama, yaitu 14.

b. $^{39}_{19}\text{K}$ dan $^{39}_{20}\text{Ca}$; massa atomnya sama, yaitu 39.

3. Isoton

Isoton adalah atom-atom yang mempunyai jumlah neutron yang sama dari unsur-unsur yang berbeda.

Contoh atom-atom isoton:

a. $^{14}_6\text{C}$ dan $^{15}_7\text{N}$; neutronnya sama yaitu 7.

b. $^{16}_8\text{O}$ dan $^{17}_9\text{F}$; neutronnya sama yaitu 12.

Latihan 3

Diketahui isotop-isotop beberapa unsur sebagai berikut:

a. $^{12}_6\text{C}$ f. $^{16}_8\text{O}$

b. $^{13}_6\text{C}$ g. $^{17}_9\text{F}$

c. $^{14}_7\text{N}$ h. $^{18}_8\text{O}$

d. $^{15}_7\text{N}$ i. $^{19}_9\text{F}$

e. $^{16}_8\text{O}$ j. $^{20}_{10}\text{Ne}$

Tunjukkan pasangan yang merupakan isotop dari suatu unsur, pasangan isobar dan pasangan isoton.

D. MASSA ATOM DAN MASSA MOLEKUL RELATIF

Atom merupakan suatu partikel yang sangat kecil dan suatu hal yang tidak mungkin kalau kita menentukan massa suatu atom dengan cara menimbanginya menggunakan neraca atau timbangan. Bagaimanakah cara kita mengetahui massa suatu atom?

Kata Kunci

- Massa atom relatif
- Massa molekul relatif

1. Massa atom relatif (A_r)

Sejak tahun 1961, setelah penemuan spektrometer massa, standar perbandingan untuk penetapan massa atom relatif diganti dengan standar baru, yaitu massa 1 atom C-12 (=1 sma). Penetapan massa atom sebagai standar perbandingan ini, disebabkan atom karbon merupakan atom paling stabil dibanding atom-atom lain. Setiap unsur terdiri atas beberapa jenis isotop, maka yang dimaksud dengan massa atom relatif (A_r) adalah perbandingan massa rata-rata satu atom unsur terhadap massa satu atom C-12. IUPAC (badan internasional ilmu kimia) menetapkan definisi mutakhir dari massa atom relatif sebagai berikut:

Massa atom relatif (A_r) unsur X =

$$\begin{aligned}\text{Satuan massa atom (sma)} &= \frac{1}{12} \times \text{massa 1 atom C-12} \\ &= \times 1,99268 \times 10^{-23} \text{ gram} \\ &= 1,66057 \times 10^{-24} \text{ gram}\end{aligned}$$

Contoh Soal 1.6

Massa atom relatif Cu = 63,5. Apa arti ungkapan itu?

Jawab:

Massa atom relatif Cu = 63,5, berarti massa rata-rata 1 atom tembaga ialah 63,5 sma (63,5 kali lebih besar dibandingkan terhadap massa 1 atom C-12). Akan tetapi tidak satu pun atom tembaga bermassa 63,5 sma. Tembaga di alam terdiri atas isotop Cu-63 dan isotop Cu-65.

2. Massa molekul relatif dan massa rumus relatif (M_r)

Massa molekul relatif (M_r) adalah perbandingan antara massa rata-rata satu molekul unsur atau senyawa terhadap massa satu atom C-12.

$$M_r \text{ zat X} =$$

Dengan demikian, jumlah massa atom relatif (A_r) dari semua atom-atom penyusun molekul zat itu ialah:

$$M_r = \sum A_r$$

Untuk senyawa ion, digunakan istilah *massa rumus relatif* karena senyawa ion tidak terdiri atas molekul melainkan ion. Massa rumus relatif juga dilambangkan dengan M_r . Perhitungannya sama seperti massa molekul relatif.

Contoh 1.7

Tentukan massa molekul relatif (M_r) H_2O jika diketahui $A_r \text{ H} = 1$ dan $A_r \text{ O} = 16$!

Jawab:

$$\begin{aligned} M_r \text{ H}_2\text{O} &= 2 (A_r \text{ H}) + 1 (A_r \text{ O}) \\ &= 2 (1) + 1 (16) \\ &= 18 \end{aligned}$$

Latihan 4

Massa rata-rata 1 molekul zat X

$\frac{1}{12}$ massa 1 atom C-12

Tentukan massa molekul relatif (M_r) jika diketahui $A_r \text{ H} = 1$; $A_r \text{ O} = 16$; $A_r \text{ S} = 32$; $A_r \text{ Cl} = 35,5$; $A_r \text{ Cu} = 63,5$; $A_r \text{ Mg} = 24$.

- CuSO_4
- H_2SO_4
- $\text{Mg}(\text{OH})_2$
- HCl

E. KONFIGURASI ELEKTRON

Percobaan-percobaan selanjutnya mengenai model atom bertujuan untuk mengetahui bagaimana partikel-partikel penyusun atom tersebut tersusun dalam suatu atom. Menurut model atom mekanika kuantum, elektron berada dalam orbital. Orbital-orbital dengan tingkat energi yang sama atau hampir sama membentuk kulit atom. Susunan kulit-kulit atom ini mirip dengan *model atom Niels Bohr*.

Bohr melalui percobaannya tentang spektrum atom hidrogen berhasil memberikan gambaran keadaan elektron dalam menempati daerah sekitar inti atom. Menurut model atom Bohr, elektron-elektron mengelilingi inti pada lintasan-lintasan tertentu yang disebut kulit atom atau tingkat energi. Kulit yang ditempati elektron bergantung pada energinya. Tingkat energi paling rendah ialah kulit atom yang terletak paling dalam atau paling dekat dengan inti, makin ke luar makin besar nomor kulitnya dan makin besar tingkat energinya.

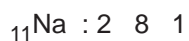
Kata Kunci

- Konfigurasi
- Elektron
- Energi
- Orbital

Konfigurasi elektron menggambarkan penyebaran atau susunan elektron dalam atom. Pengisian elektron pada kulit-kulit atom memenuhi aturan-aturan tertentu, yaitu:

- Jumlah maksimum elektron pada suatu kulit memenuhi rumus $2n^2$, dengan n = nomor kulit
 Kulit K ($n = 1$) maksimum $2 \cdot 1^2 = 2$ elektron
 Kulit L ($n = 2$) maksimum $2 \cdot 2^2 = 8$ elektron
 Kulit M ($n = 3$) maksimum $2 \cdot 3^2 = 18$ elektron
 Kulit N ($n = 4$) maksimum $2 \cdot 4^2 = 32$ elektron, dan seterusnya.
- Jumlah maksimum elektron pada kulit terluar adalah 8

Contoh konfigurasi elektron:



Jumlah elektron yang menempati kulit terluar disebut *elektron valensi*. Jadi, elektron valensi untuk atom Na adalah 1, elektron valensi atom Ca adalah 2, dan elektron valensi atom Br adalah 7.

Tabel 1.2
Konfigurasi Elektron Unsur-unsur dari Nomor Atom 1 sampai 20

Unsur	Nomor Atom	K	L	M	N
H	1	1			
He	2	2			
Li	3	2	1		
Be	4	2	2		
B	5	2	3		
C	6	2	4		
N	7	2	5		
O	8	2	6		
F	9	2	7		
Ne	10	2	8		
Na	11	2	8	1	
Mg	12	2	8	2	
Al	13	2	8	3	
Si	14	2	8	4	
P	15	2	8	5	
S	16	2	8	6	
Cl	17	2	8	7	
Ar	18	2	8	8	
K	19	2	8	8	1
Ca	20	2	8	8	2

Latihan 5

Buatlah konfigurasi elektron untuk

- a. ${}_{20}\text{Ca}$ e. ${}_{56}\text{Ba}$
b. ${}_{34}\text{Se}$ f. ${}_{83}\text{Bi}$
c. ${}_{52}\text{Te}$ g. ${}_{86}\text{Rn}$

F. PERKEMBANGAN MODEL ATOM

Istilah atom bermula dari zaman *Leukipos* dan *Demokritus* yang mengatakan bahwa benda yang paling kecil adalah atom. Atom yang berasal dari bahasa Yunani yaitu *atomos*, a artinya tidak dan *tomos* artinya dibagi. Model atom mengalami perkembangan seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan berdasarkan fakta-fakta eksperimen.

Kata Kunci

- Model atom
- Inti

Walaupun model atom telah mengalami modifikasi, namun gagasan utama dari model atom tersebut tetap diterima sampai sekarang. Perkembangan model atom dari model atom Dalton sampai model atom mekanika kuantum yaitu sebagai berikut:

1. Model atom Dalton

Pada tahun 1803, John Dalton mengemukakan teorinya sebagai berikut:

- setiap unsur tersusun atas partikel-partikel kecil yang tidak dapat dibagi lagi yang disebut atom.
- atom-atom dari unsur yang sama akan mempunyai sifat yang sama, tetapi atom-atom dari unsur berbeda mempunyai sifat yang berbeda pula.
- dalam reaksi kimia tidak ada atom yang hilang, tetapi hanya terjadi perubahan susunan atom-atom dalam unsur tersebut.
- bila atom membentuk molekul, atom-atom tersebut bergabung dengan angka perbandingan yang bulat dan sederhana, seperti 1 : 1, 2 : 1, 2 : 3.

Gambar 1.6
Model Atom Dalton

Model atom Dalton mempunyai beberapa kelemahan. Beberapa kelemahan itu diantaranya

- Tidak dapat menjelaskan sifat listrik materi
- Tidak dapat menjelaskan gaya gabung unsur-unsur. Misalnya, mengapa dalam pembentukan air (H_2O) satu atom oksigen mengikat dua atom hidrogen

2. Model atom Thomson

Setelah *J.J. Thomson* menemukan bahwa di dalam atom terdapat elektron, maka Thomson membuat model atom sebagai berikut:

- atom merupakan suatu materi berbentuk bola pejal bermuatan positif dan di dalamnya tersebar elektron-elektron (model roti kismis);

Gambar 1.7 Model Atom Thomson

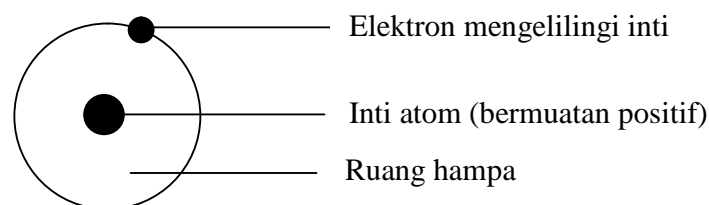
2. atom bersifat netral, jumlah muatan positif sama dengan jumlah muatan negatif.

Model atom Thomson tidak bertahan lama. Hal ini disebabkan karena model atom Thomson tidak menjelaskan adanya inti atom.

3. Model atom Rutherford

Setelah Rutherford menemukan inti atom yang bermuatan positif dan massa atomnya terpusat pada inti, maka Rutherford membuat model atom sebagai berikut:

1. atom terdiri atas inti atom yang bermuatan positif dan elektron yang bermuatan negatif mengelilingi inti atom;
2. atom bersifat netral;
3. jari-jari inti atom dan jari-jari atom sudah dapat ditentukan.



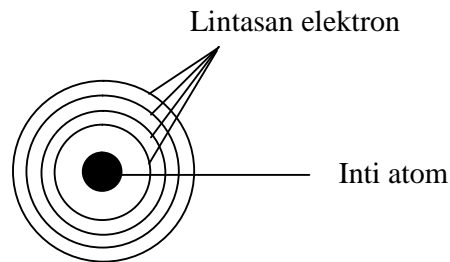
Gambar 1.8 Model Atom Rutherford

Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan alam, ternyata model Rutherford juga memiliki kekurangan. Kelemahan mendasar dari model atom Rutherford ialah tidak dapat menjelaskan mengapa elektron yang beredar mengelilingi inti tidak jatuh ke inti karena ada gaya tarik menarik antara inti dan elektron. Dan menurut ahli fisika klasik pada masa itu (teori Maxwell), elektron yang bergerak mengelilingi inti atom akan melepaskan energi dalam bentuk radiasi.

4. Model atom Bohr

Berdasarkan hasil pengamatannya pada spektrum atom hidrogen, *Neils Bohr* memperbaiki *model atom Rutherford*, dengan menyusun model atom sebagai berikut:

1. atom terdiri atas inti atom yang mengandung proton bermuatan positif dan elektron bermuatan negatif yang mengelilingi inti atom;



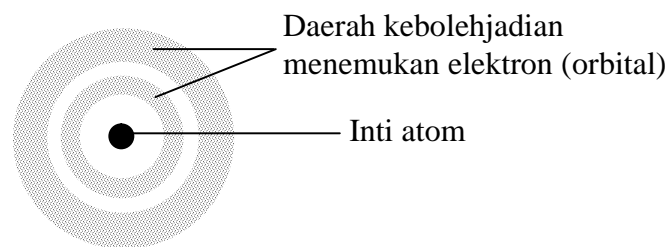
Gambar 1.9 Model Atom Bohr

2. elektron-elektron yang mengelilingi inti atom berada pada tingkat energi tertentu yang bergerak secara stasioner;
3. tingkat energi atau lintasan elektron yang paling dekat dengan inti atom mempunyai tingkat energi terendah, lintasan elektron yang paling jauh dari inti atom memiliki tingkat energi tertinggi;
4. elektron dapat berpindah dari lintasan yang satu ke lintasan yang lain dengan menyerap atau melepaskan energi;

5. Model atom mekanika kuantum

Model atom mekanika kuantum didasarkan pada:

1. elektron bersifat gelombang dan partikel, oleh *Louis de Broglie* (1923);
2. persamaan gelombang elektron dalam atom, oleh *Erwin Schrodinger*; (1926)
3. asas ketidakpastian, oleh *Werner Heisenberg* (1927).



Gambar 1.10 Model atom mekanika kuantum

Menurut teori atom mekanika kuantum, elektron tidak bergerak pada lintasan tertentu. Berdasarkan hal tersebut maka model atom mekanika kuantum adalah sebagai berikut:

- b. Atom terdiri atas inti atom yang mengandung proton dan neutron, dan elektron-elektron mengelilingi inti atom berada pada orbital-orbital tertentu yang membentuk kulit atom, hal ini disebut dengan *konsep orbital*.
- b. Dengan memadukan asas ketidakpastian dari *Werner Heisenberg* dan mekanika gelombang dari *Louis de Broglie*, *Erwin Schrodinger* merumuskan konsep orbital sebagai suatu ruang tempat peluang elektron dapat ditemukan.
- c. Kedudukan elektron pada orbital-orbitalnya dinyatakan dengan bilangan kuantum.

Latihan 6

Buatlah bagan perkembangan model atom dari awal sampai model atom yang terakhir!

Ringkasan

Istilah atom pertama kali dikemukakan oleh filsuf Yunani yang bernama Demokritus. Konsep mengenai atom terus berkembang mulai dari model atom Dalton yang menyatakan bahwa atom merupakan partikel terkecil yang tidak dapat dibagi lagi. Kemudian muncul model atom Thomson yang memperbaiki model atom Dalton dengan menyatakan bahwa atom merupakan bola pejal yang terdiri atas materi bermuatan positif yang di dalamnya tersebar elektron seperti roti kismis. Selanjutnya model atom Thomson diperbaiki lagi oleh Rutherford dengan model atomnya yang menyatakan bahwa atom terdiri atas inti atom yang sangat kecil dan bermuatan positif yang dikelilingi oleh elektron yang bermuatan negatif. Model atom Rutherford mempunyai kelemahan, dan diperbaiki oleh Bohr dengan model atomnya yang mengemukakan tentang tingkat energi (kulit) dalam atom. Kemudian model atom terus berkembang sampai model atom mekanika kuantum yang mengemukakan gagasan tentang orbital.

Setelah ditemukannya elektron dan partikel penyusun inti yaitu proton dan neutron, suatu atom dapat ditentukan nomor dan massa atomnya. Nomor atom sama dengan jumlah proton sedangkan massa atom sama dengan jumlah proton dan neutron. Suatu unsur dapat mempunyai nomor atom yang sama dengan massa atom yang berbeda yang disebut *isotop*. Selain isotop, ada istilah yang mirip dengan isotop yaitu *isobar* dan *isoton*. Dengan dapat ditentukannya nomor atom dari unsur, kita dapat melihat gambaran susunan elektron dalam suatu atom yang disebut *konfigurasi elektron*.

GLOSARIUM

Elektron	:	Partikel penyusun atom yang bermuatan negatif.
Elektron valensi	:	Elektron yang terdapat di kulit terluar suatu atom.
Isobar	:	Atom-atom yang mempunyai nomor atom yang berbeda tetapi nomor massanya sama.
Isoton	:	Atom-atom yang mempunyai jumlah neutron yang sama.
Isotop	:	Atom-atom yang mempunyai nomor atom yang sama tetapi nomor massanya berbeda.
Konfigurasi elektron	:	Gambaran susunan elektron dalam suatu atom.
Massa Atom	:	Menunjukkan jumlah neutron dan proton di dalam inti atom.
Neutron	:	Partikel penyusun atom yang tidak bermuatan, terdapat di dalam inti atom bersama proton.
Nomor Atom	:	Menunjukkan jumlah proton yang dimiliki oleh suatu atom.

- Orbital Atom : Daerah di sekitar inti yang paling mungkin ditempati elektron.
- Proton : Partikel penyusun atom yang bermuatan positif, terdapat pada inti atom.

SOAL-SOAL LATIHAN BAB 1

I. Pilihan Ganda

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- Unsur-unsur di bawah ini yang mempunyai enam elektron valensi adalah
 - ${}_8\text{O}$
 - ${}_{14}\text{Si}$
 - ${}_{29}\text{Cu}$
 - ${}_{11}\text{Na}$
 - ${}_6\text{C}$
- Salah satu isotop rubidium mempunyai nomor atom 37 dan nomor massa 85. Atom tersebut mengandung
 - 48 proton, 37 neutron, dan 48 elektron
 - 37 proton, 37 neutron, dan 48 elektron
 - 37 proton, 48 neutron, dan 37 elektron
 - 37 proton, 85 neutron, dan 37 elektron
 - 48 proton, 37 elektron, dan 37 neutron
- Susunan elektron pada kulit K, L, M, N untuk kalsium yang memiliki nomor atom 20 adalah
 - 2, 8, 10, 0
 - 2, 8, 9, 1
 - 2, 8, 8, 2
 - 2, 0, 6, 2
 - 2, 8, 20
- Konfigurasi elektron berikut yang tidak dijumpai pada suatu atom adalah
 - 2, 8, 5
 - 2, 8, 6
 - 2, 8, 7
 - 2, 8, 8
 - 2, 8, 9
- Atom yang mempunyai jumlah neutron di dalam inti sama disebut
 - Isotop
 - Isobar
 - Isoton
 - isodiaphere
 - Isomer
- Inti atom terdiri atas
 - proton
 - neutron
 - elektron
 - proton dan neutron
 - neutron dan elektron
- Unsur A mempunyai 10 proton dan 12 neutron, sedangkan unsur B mempunyai nomor massa 23 dan nomor atom 11. Kedua unsur tersebut termasuk

- A. isoton
 B. isotop
 C. isobar
- D. isokhor
 E. isomer
8. Muatan satu partikel elektron sebesar $1,6 \times 10^{-19}$ coulomb ditemukan oleh
- A. Thomson
 B. Goldstein
 C. Millikan
- D. Chadwick
 E. Rutherford
9. Perhatikan tabel berikut!

Notasi Atom	Nomor Atom	Massa Atom
A	12	24
B	13	24
C	13	25
D	12	25
E	11	24

- Pasangan unsur yang merupakan isobar adalah
- A. A dan B
 B. B dan C
 C. A dan C
- D. D dan E
 E. C dan E
10. Menurut Rutherford sebagian atom terdiri atas
- A. partikel tidak bermuatan
 B. partikel bermuatan positif
 C. partikel bermuatan negatif
 D. ruang hampa
 E. benda pejal
11. Diketahui nomor atom S = 16, jumlah elektron pada ion S^{2-} adalah
- A. 14
 B. 15
 C. 16
- D. 17
 E. 18
12. Perhatikan tabel berikut

Notasi Atom	Nomor Atom	Massa Atom
P	11	22
Q	11	23
R	12	23
S	11	21
T	12	25

Pasangan unsur yang merupakan isotop adalah

- A. P dan Q
B. P dan R
C. Q dan S
D. S dan T
E. T dan R
13. Unsur ${}_{20}\text{Y}$ mempunyai kulit atom sebanyak
A. 1
B. 2
C. 3
D. 4
E. 5
14. Pada percobaan Rutherford, partikel α yang ditembakkan ke lempeng logam emas sebagian kecil dibelokkan. Partikel tersebut adalah
A. partikel yang menabrak inti atom
B. partikel yang menabrak elektron
C. partikel yang tepat menuju inti atom
D. partikel yang melewati ruang kosong mendekati inti atom
E. partikel yang melewati ruang kosong menjauhi inti atom
15. Kelemahan model atom Rutherford adalah
A. atom-atom unsur adalah identik
B. belum dapat menentukan bahwa inti atom bermuatan positif
C. belum dapat menentukan bahwa proton bermuatan positif
D. tidak dapat menjelaskan alasan elektron tidak jatuh ke inti
E. tidak dapat menjelaskan atom merupakan bola pejal
16. Gagasan utama yang disumbangkan oleh teori atom Bohr adalah
A. gagasan tentang inti atom
B. gagasan tentang gejala isotop
C. gagasan tentang nomor atom
D. gagasan tentang partikel sub atom
E. gagasan tentang tingkat-tingkat energi dalam atom
17. Kulit L dalam konfigurasi elektron akan terisi maksimum oleh
A. 2 elektron
B. 6 elektron
C. 8 elektron
D. 10 elektron
E. 16 elektron
18. Model atom "roti kismis" dikemukakan oleh
A. Dalton
B. Thomson
C. Rutherford
D. Bohr
E. Chadwick
19. Suatu unsur X dengan nomor atom 27. Konfigurasi elektron dari unsur X tersebut adalah

- A. 2, 8, 17
 B. 2, 8, 10, 7
 C. 2, 8, 8, 8, 1
 D. 2, 8, 8, 7, 2
 E. 2, 18, 7
20. Jumlah elektron maksimum yang terdapat dalam kulit M adalah
 A. 2
 B. 8
 C. 10
 D. 16
 E. 18

II. Uraian

- Apa yang dimaksud dengan:
 - konfigurasi elektron;
 - elektron valensi.
- Suatu ion X^{3+} mengandung 17 neutron dan 16 elektron. Tentukan nomor atom dan massa atom unsur X.
- Suatu atom Y mempunyai 4 kulit elektron dan 4 elektron valensi. Berapa nomor atom unsur Y tersebut?
- Buatlah konfigurasi elektron dari unsur-unsur di bawah ini:

a. ${}_{12}\text{Mg}$	c. ${}_{35}\text{Br}$
b. ${}_{16}\text{S}$	d. ${}_{55}\text{Cs}$
- Tentukanlah jumlah proton, elektron, dan neutron dari unsur-unsur berikut:
 -
 -
 -

BAB 2

SISTEM PERIODIK

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu:

- membandingkan perkembangan tabel periodik unsur untuk mengidentifikasi kelebihan dan kekurangannya;
- menjelaskan dasar pengelompokan unsur-unsur;
- mengklasifikasikan unsur ke dalam logam, non logam dan metaloid;
- menganalisis tabel dan grafik untuk menentukan keteraturan jari-jari atom, energi ionisasi, afinitas elektron, dan keelektronegatifan.

PERIODA	Logam-Logam Transisi										Golongan Utama							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B			IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIII A
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rd	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

Pada abad ke-19 para ahli kimia mulai dapat meng-hitung massa atom secara akurat. Adanya kesamaan sifat yang ditemukan pada beberapa unsur menarik perhatian para ahli kimia untuk mulai mengelompokkannya.

Kata Kunci

- Sistem periodik
- Unsur
- Jari-jari atom
- Massa atom
- Nomor atom
- Elektron valensi
- Kulit atom

A. PERKEMBANGAN SISTEM PERIODIK

Usaha pengelompokan unsur-unsur berdasarkan kesamaan sifat dilakukan agar unsur-unsur tersebut mudah dipelajari.

1. Triade Dobereiner

Pada tahun 1829, *Johan Wolfgang Dobereiner* mempelajari sifat-sifat beberapa unsur yang sudah diketahui pada saat itu. Dobereiner melihat adanya kemiripan sifat di antara beberapa unsur, lalu mengelompokkan unsur-unsur tersebut menurut kemiripan sifatnya. Ternyata tiap kelompok terdiri dari tiga unsur sehingga disebut *triade*. Apabila unsur-unsur dalam satu triade disusun berdasarkan kesamaan sifatnya dan diurutkan massa atomnya, maka unsur kedua merupakan rata-rata dari sifat dan massa atom dari unsur pertama dan ketiga.

Tabel 2.1

Daftar Unsur Triade Dobereiner

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

Sumber : Brown & Le May, 1977

2. Teori Oktaf Newland

Pada tahun 1864, *John Alexander Reina Newland* menyusun daftar unsur yang jumlahnya lebih banyak. Susunan Newland menunjukkan bahwa apabila unsur-unsur disusun berdasarkan kenaikan massa atomnya, maka unsur pertama mempunyai kemiripan sifat dengan unsur kedelapan, unsur kedua sifatnya mirip dengan unsur kesembilan, dan seterusnya. Penemuan Newland ini dinyatakan sebagai *Hukum Oktaf Newland*.

Tabel 2.2

Daftar Unsur Oktaf Newland

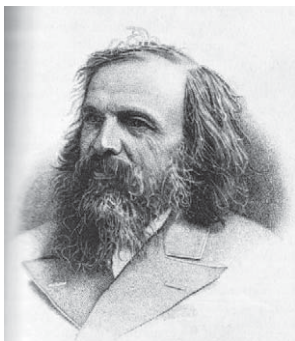
1	2	3	4	5	6	7
H	Li	Be	B	C	N	O
F	Na	Mg	Al	Si	P	S
Cl	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe
Co dan Ni	Cu	Zn	Y	In	As	Se
Br	Rb	Sr	Cs dan La	Zr	Bi dan Mo	Po dan Ru

Sumber : Brown & Le May, 1977

Pada saat daftar Oktaf Newland disusun, unsur-unsur gas mulia (He, Ne, Ar, Kr, Xe, dan Rn) belum ditemukan. Gas Mulia ditemukan oleh *Rayleigh* dan *Ramsay* pada tahun 1894. Unsur gas mulia yang pertama ditemukan ialah gas argon. Hukum Oktaf Newland hanya berlaku untuk unsur-unsur dengan massa atom yang rendah.

3. Sistem Periodik Mendeleev

Pada tahun 1869, tabel sistem periodik mulai disusun. Tabel sistem periodik ini merupakan hasil karya dua ilmuwan, *Dmitri Ivanovich Mendeleev* dari Rusia dan *Julius Lothar Meyer* dari Jerman. Mereka berkarya secara terpisah dan menghasilkan tabel yang serupa pada waktu yang hampir bersamaan. Mendeleev menyajikan hasil kerjanya pada Himpunan Kimia Rusia pada awal tahun 1869, dan tabel periodik Meyer baru muncul pada bulan Desember 1869.



Gambar 2.1 Dmitri Mendeleev
Sumber: Brown & LeMay, 1977

Mendeleev yang pertama kali mengemukakan tabel sistem periodik, maka ia dianggap sebagai penemu tabel sistem periodik yang sering disebut juga sebagai *sistem periodik unsur pendek*.

Sistem periodik Mendeleev disusun berdasarkan kenaikan massa atom dan kemiripan sifat. Sistem periodik Mendeleev pertama kali diterbitkan dalam jurnal ilmiah *Annalen der Chemie* pada tahun 1871.

Tabel 2.3
Sistem Periodik Unsur Mendeleev pada tahun 1871

R O	Golongan I R ₂ O	Golongan II RO	Golongan III R ₂ O ₃	Golongan IV RO ₂	Golongan V R ₂ O ₅	Golongan VI RO ₃	Golongan VII R ₂ O ₇	Golongan VIII RO ₄
W	RCI	RCI ₂	RCI ₃ RH ₄	RCI ₄	RCI ₃	RCI ₂	RH	
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 Ni = 59, Cu = 83	Fe = 56, Co = 59
5	(Cu = 63)	Zn = 65	-- = 68	-- = 72	As = 75	Se = 78	Br = 80	
6	Rb = 85	Sr = 87	?Yt = 88	Zr = 90	Nb = 9	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 : Brown & Le May, 1977

dalam satu golongan mempunyai sifat yang mirip. Hal penting yang terdapat dalam sistem periodik Mendeleev antara lain sebagai berikut:

- dua unsur yang berdekatan, massa atom relatifnya mempunyai selisih paling kurang dua atau satu satuan;
- terdapat kotak kosong untuk unsur yang belum ditemukan, seperti 44, 68, 72, dan 100;
- dapat meramalkan sifat unsur yang belum dikenal seperti ekasilikon;
- dapat mengoreksi kesalahan pengukuran massa atom relatif beberapa unsur, contohnya Cr = 52,0 bukan 43,3.

Tabel 2.4
Sifat Eka-Silikon yang diramal oleh Mendeleev (1871) dibandingkan Germanium (1886)

Sifat	Eka Silikon	Germanium (Ge)
Massa Atom (A_r)	72	72,59
Kerapatan (gr cm^{-3})	1,9	1,88
Titik lebur ($^{\circ}\text{C}$)	Tinggi	947
Sifat fisik pada suhu kamar	Abu-abu	Abu-abu putih
Reaksi dengan asam	Sangat lemah	Bereaksi dengan asam pekat
Reaksi dengan basa	Sangat lemah	Bereaksi dengan alkali pekat
Jumlah ikatan dalam senyawa	4	4
Rumus klorida	EsCl_4	GeCl_4
Titik didih kloridanya	100	84

Sumber : Syukri, 1999

a. Kelebihan sistem periodik Mendeleev

- Sifat kimia dan fisika unsur dalam satu golongan mirip dan berubah secara teratur.
- Valensi tertinggi suatu unsur sama dengan nomor golongannya.
- Dapat meramalkan sifat unsur yang belum ditemukan pada saat itu dan telah mempunyai tempat yang kosong.

b. Kekurangan sistem periodik Mendeleev

- Panjang periode tidak sama dan sebabnya tidak dijelaskan.
- Beberapa unsur tidak disusun berdasarkan kenaikan massa atomnya, contoh : Te (128) sebelum I (127).
- Selisih massa unsur yang berurutan tidak selalu 2, tetapi berkisar antara 1 dan 4 sehingga sukar meramalkan massa unsur yang belum diketahui secara tepat.
- Valensi unsur yang lebih dari satu sulit diramalkan dari golongannya.
- Anomali (penyimpangan) unsur hidrogen dari unsur yang lain tidak dijelaskan.

4. Sistem Periodik Modern

Pada tahun 1914, *Henry G. J. Moseley* menemukan bahwa urutan unsur dalam tabel periodik sesuai dengan kenaikan nomor atom unsur. Moseley berhasil menemukan kesalahan dalam tabel periodik Mendeleev, yaitu ada unsur yang terbalik letaknya. Penempatan Telurium dan Iodin yang tidak sesuai dengan kenaikan massa atom relatifnya, ternyata sesuai dengan kenaikan nomor atom. Telurium mempunyai nomor atom 52 dan Iodin mempunyai nomor atom 53. Sistem periodik modern bisa dikatakan sebagai penyempurnaan sistem periodik Mendeleev.

Sistem periodik modern dikenal juga sebagai sistem periodik bentuk panjang, disusun berdasarkan kenaikan nomor atom dan kemiripan sifat. Dalam sistem periodik modern terdapat *lajur mendatar* yang disebut *periode* dan *lajur tegak* yang disebut *golongan* (lihat lampiran).

TABEL PERIODIK UNSUR-UNSUR

The table is organized into 7 periods (rows) and 18 groups (columns). The groups are labeled as follows:

- Group 1: Logam Alkali
- Group 2: Logam Alkali Tanah
- Groups 3-10: Logam-Logam Transisi
- Group 11: Logam
- Group 12: Logam
- Group 13: Boron
- Group 14: Aluminium
- Group 15: Karbon
- Group 16: Nitrogen
- Group 17: Oksigen
- Group 18: Halogen
- Group 19: Gas Mulia
- Group 20: Gas Mulia

The table also includes the following series:

- Lantanida (groups 3-10, period 6)
- Actinida (groups 3-10, period 7)

Physical states are indicated by color coding:

- Padat (Solid): White
- Cair (Liquid): Light Blue
- Gas (Gas): Yellow
- Buatan (Synthetic): Grey

Gambar 2.2 Tabel sistem periodik modern

Jumlah periode dalam sistem periodik ada 7 dan diberi tanda dengan angka:

- **Periode 1** disebut sebagai periode *sangat pendek* dan berisi 2 unsur
- **Periode 2** disebut sebagai periode *pendek* dan berisi 8 unsur
- **Periode 3** disebut sebagai periode *pendek* dan berisi 8 unsur
- **Periode 4** disebut sebagai periode *panjang* dan berisi 18 unsur
- **Periode 5** disebut sebagai periode *panjang* dan berisi 18 unsur
- **Periode 6** disebut sebagai periode *sangat panjang* dan berisi 32 unsur, pada periode ini terdapat unsur *Lantanida* yaitu unsur nomor 58 sampai nomor 71 dan diletakkan pada bagian bawah

- **Periode 7** disebut sebagai periode *belum lengkap* karena mungkin akan bertambah lagi jumlah unsur yang menempatinnya, sampai saat ini berisi 24 unsur. Pada periode ini terdapat deretan unsur yang disebut *Aktinida*, yaitu unsur bernomor 90 sampai nomor 103 dan diletakkan pada bagian bawah.

Jumlah golongan dalam sistem periodik ada 8 dan ditandai dengan angka Romawi. Ada dua golongan besar, yaitu golongan A (golongan utama) dan golongan B (golongan transisi). Golongan B terletak antara golongan IIA dan golongan IIIA.

Nama-nama golongan pada unsur golongan A

- **Golongan IA** disebut golongan *alkali*
- **Golongan IIA** disebut golongan *alkali tanah*
- **Golongan IIIA** disebut golongan *boron*
- **Golongan IVA** disebut golongan *karbon*
- **Golongan VA** disebut golongan *nitrogen*
- **Golongan VIA** disebut golongan *oksigen*
- **Golongan VIIA** disebut golongan *halogen*
- **Golongan VIIIA** disebut golongan *gas mulia*

Pada periode 6 golongan IIIB terdapat 14 unsur yang sangat mirip sifatnya, yaitu unsur-unsur lantanida. Pada periode 7 juga berlaku hal yang sama dan disebut unsur-unsur aktinida. Kedua seri unsur ini disebut *unsur-unsur transisi dalam*. Unsur-unsur lantanida dan aktinida termasuk golongan IIIB, dimasukkan dalam satu golongan karena mempunyai sifat yang sangat mirip.

5. Hubungan konfigurasi elektron dengan sistem periodik

Perhatikanlah konfigurasi elektron golongan IA dan IIA berikut:

Golongan IA

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

Golongan IIA

Periode	Unsur	Nomor Atom	Kulit						
			K	L	M	N	O	P	Q
1	–	–							
2	Berilium	4	2	2					
3	Magnesium	12	2	8	2				
4	Kalsium	20	2	8	8	2			
5	Stronsium	38	2	8	18	8	2		
6	Barium	56	2	8	18	18	8	2	
7	Radium	88	2	8	18	32	18	8	2

Dari konfigurasi elektron dua golongan unsur di atas, dapat dilihat hubungan antara konfigurasi elektron dengan letak unsur (nomor periode dan golongan) dalam sistem periodik sebagai berikut:

Jumlah kulit = nomor periode
 Jumlah elektron valensi = nomor golongan

Hal yang sama berlaku untuk semua golongan utama (golongan A), kecuali Helium (He) yang terletak pada golongan VIIIA tetapi mempunyai elektron valensi 2.

Adapun untuk unsur-unsur golongan transisi (golongan B) tidak demikian halnya. Jumlah kulit memang sama dengan nomor periode, tetapi jumlah elektron valensi (elektron terluar) tidak sama dengan nomor golongan. Unsur-unsur golongan transisi mempunyai 1 atau 2 elektron valensi.

Contoh soal

Diketahui konfigurasi elektron beberapa unsur sebagai berikut:

X : 2, 8, 6
 Y : 2, 8, 18, 7
 Z : 2, 5

Tentukan letak unsur tersebut dalam sistem periodik!

Jawab:

Unsur	Periode	Golongan
X	3	6
Y	4	7
Z	2	5

Latihan

1. Buatlah bagan perkembangan sistem periodik dari awal sampai sistem periodik modern!

2. Tentukan periode dan golongan dari
 - a. unsur X dengan nomor atom 12
 - b. unsur Y dengan nomor atom 32
 - c. unsur Z dengan nomor atom 88

B. SIFAT LOGAM

Sifat yang dimiliki oleh unsur sangat banyak. Pada bahasan ini, kita hanya akan membahas beberapa sifat dari unsur. Berdasarkan sifat kelogamannya, secara umum unsur dibedakan menjadi tiga kategori, yaitu unsur logam, unsur non logam, dan unsur metaloid (semi logam).

Logam banyak kita jumpai di sekitar kita, contohnya besi, aluminium, tembaga, perak, emas, dan lain-lain. Pada umumnya logam mempunyai sifat fisis, antara lain:

1. penghantar panas yang baik;
2. penghantar listrik yang baik;
3. permukaan logam mengkilap;
4. dapat ditempa menjadi lempeng tipis;
5. dapat meregang jika ditarik.

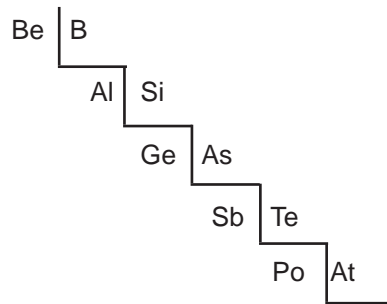
Kemampuan logam untuk meregang apabila ditarik disebut *duktilitas*. Kemampuan logam meregang dan menghantarkan listrik dimanfaatkan untuk membuat kawat atau kabel. Kemampuan logam berubah bentuk jika ditempa disebut *maleabilitas*. Kemampuan logam berubah bentuk jika ditempa dimanfaatkan untuk membuat berbagai macam jenis barang, misalnya golok, pisau, cangkul, dan lain-lain. Sifat-sifat di atas tidak dimiliki oleh unsur-unsur *bukan logam (non logam)*.

Jika dilihat dari konfigurasi elektronnya, unsur-unsur logam cenderung melepaskan elektron (memiliki energi ionisasi yang kecil), sedangkan unsur-unsur non logam cenderung menangkap elektron (memiliki energi ionisasi yang besar). Dengan demikian, dapat dilihat kecenderungan sifat logam dalam sistem periodik, yaitu *dalam satu golongan dari atas ke bawah semakin besar dan dalam satu periode dari kiri ke kanan semakin kecil*. Jika kita lihat pada tabel periodik unsurnya, unsur-unsur logam terletak pada bagian kiri, sedangkan unsur-unsur non logam terletak di bagian kanan (lihat tabel periodik unsur).

Pada tabel periodik, batas antara unsur-unsur logam dan non logam sering digambarkan dengan tangga diagonal yang bergaris tebal. Unsur-unsur di daerah perbatasan mempunyai sifat ganda. Misalnya logam berilium (Be) dan aluminium (Al), *logam-logam tersebut memiliki beberapa sifat bukan logam, dan biasa disebut unsur amfoter*. Adapun logam yang berada di sebelahnya (dalam tabel periodik) yaitu Boron (B) dan Silikon (Si) merupakan *unsur non logam yang memiliki beberapa sifat logam, dan disebut unsur metaloid*.

Kata Kunci

- Logam
- Nonlogam
- Metaloid
- Maleabilitas
- Energi ionisasi



Gambar 2.3
Batas antara unsur logam dengan non logam dalam tabel periodik unsur

Latihan 1

1. Sebutkan sifat fisis dari logam!
2. Bagaimanakah kecenderungan sifat logam dalam sistem periodik!
3. Apa yang dimaksud dengan metaloid!

C. SIFAT-SIFAT SISTEM PERIODIK

Sistem periodik unsur disusun dengan memperhatikan sifat-sifat unsur. Sifat-sifat periodik unsur adalah sifat-sifat yang berubah secara beraturan sesuai dengan kenaikan nomor atom unsur. Sifat-sifat periodik unsur yang kita bahas meliputi jari-jari atom, energi ionisasi, afinitas elektron, dan keelektro-negatifan.

Kata Kunci

- Jari-jari atom
- Energi ionisasi
- Afinitas elektron
-

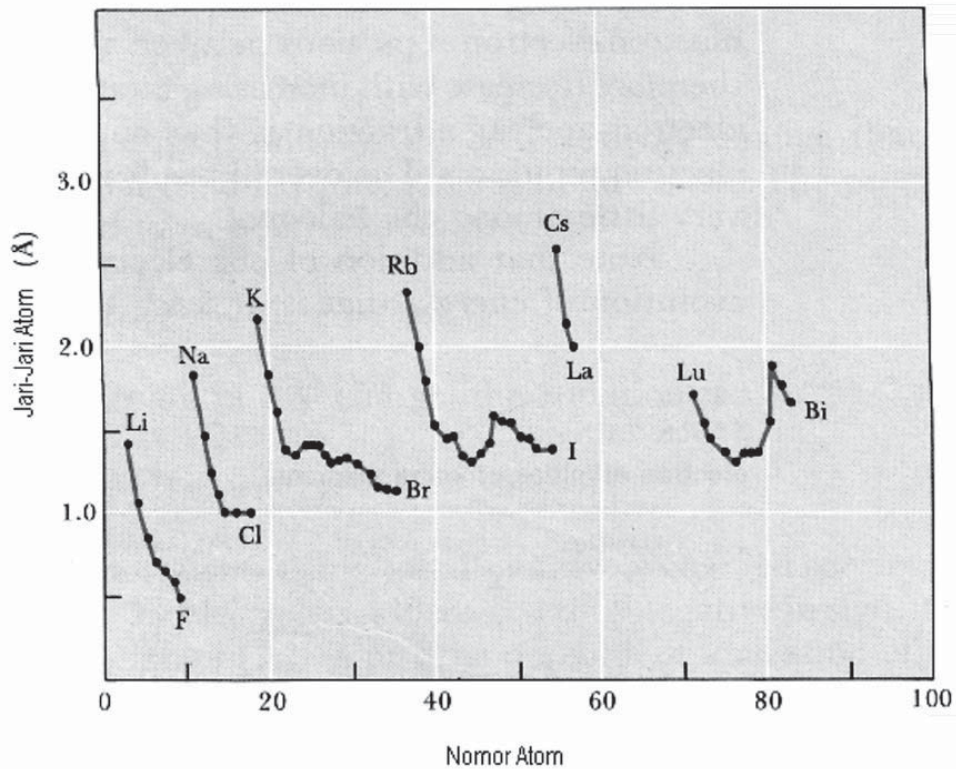
1. Jari-Jari atom

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

Panjang pendeknya jari-jari atom tergantung pada *jumlah kulit elektron* dan *muatan inti atom*. *Makin banyak jumlah kulit elektron maka jari-jari atom semakin panjang*, dan bila jumlah kulit atom sama banyak maka yang berpengaruh terhadap panjangnya jari-jari atom ialah muatan inti. Semakin banyak muatan inti atom, makin besar gaya tarik inti atom terhadap elektronnya sehingga elektron lebih dekat ke inti. Jadi, *semakin banyak muatan inti, maka semakin pendek jari-jari atomnya*.

Unsur-unsur yang *segolongan, dari atas ke bawah memiliki jari-jari atom yang semakin besar* karena jumlah kulit yang dimiliki atom semakin banyak.

Unsur-unsur yang *seperiode, dari kiri ke kanan jari-jari atomnya semakin kecil*. Hal itu disebabkan unsur-unsur yang seperiode dari kiri ke kanan memiliki jumlah kulit yang sama tetapi muatan intinya semakin besar.



Gambar 2.1. Hubungan jari-jari atom dengan nomor atom.

2. Energi ionisasi

Energi ionisasi adalah energi minimum yang diperlukan atom untuk melepaskan satu elektron yang terikat paling lemah dari suatu atom atau ion dalam wujud gas. Harga energi ionisasi dipengaruhi oleh besarnya nomor atom dan ukuran jari-jari atom. Makin besar jari-jari atom, maka gaya tarik inti terhadap elektron terluar makin lemah. Hal itu berarti elektron terluar akan lebih mudah lepas, sehingga energi yang diperlukan untuk melepaskan elektron terluar makin kecil.

Energi ionisasi *kecil* berarti *mudah* melepaskan elektron.

Energi ionisasi *besar* berarti *sukar* melepaskan elektron.

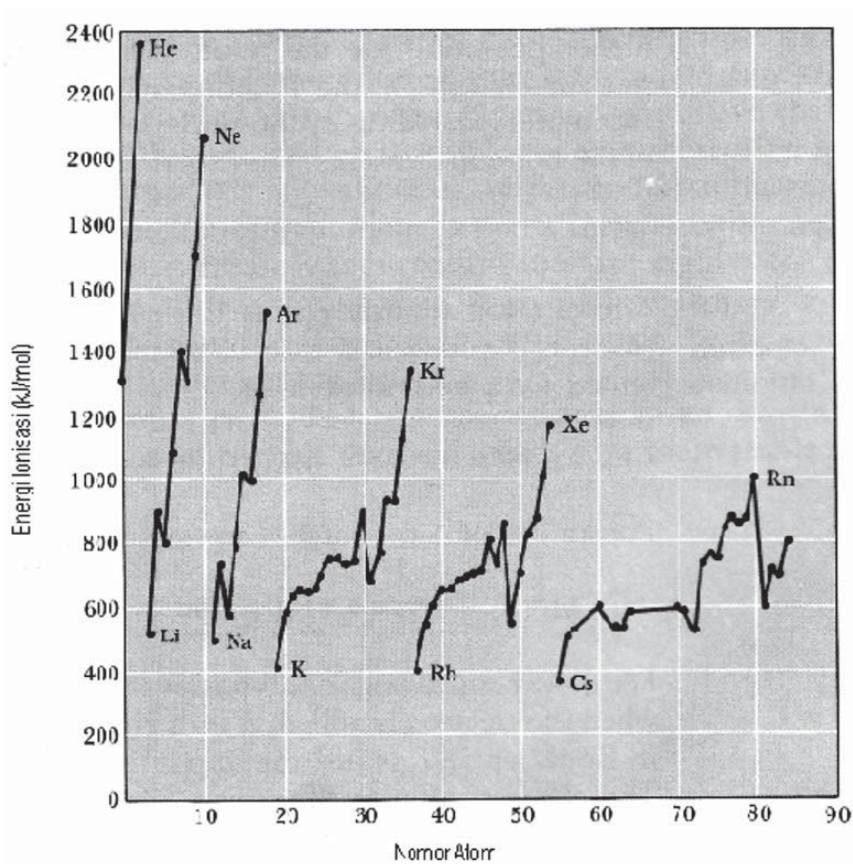
Energi ionisasi pertama digunakan oleh suatu atom untuk melepaskan elektron kulit terluar, sedangkan energi ionisasi kedua digunakan oleh suatu ion (ion +) untuk melepaskan elektronnya yang terikat paling lemah.

Untuk mengetahui kecenderungan energi ionisasi unsur-unsur dalam sistem periodik dapat dilihat pada daftar energi ionisasi pertama unsur-unsur dalam sistem periodik yang harganya sudah dibulatkan dan grafik kecenderungan energi ionisasi unsur-unsur yang terdapat pada gambar 2.5 dan 2.6.

1312																2372	
520	900											801	1086	1402	1314	1681	2081
96	738											578	789	1012	1000	1251	1521
419	590	631	658	650	653	717	759	758	737	746	906	579	762	947	941	1140	1351
403	550	616	660	664	685	702	711	720	805	731	868	558	709	834	869	1008	1170
376	503	538	547	680	761	770	760	840	880	870	890	1007	589	716	703	812	1037
-	-																

Gambar 2.5

Energi ionisasi pertama unsur-unsur dalam sistem periodik unsur (kJ/mol)



Gambar 2.6 Hubungan Energi Ionisasi dengan Nomor Atom

Dari gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa energi ionisasi unsur-unsur dalam satu golongan dari atas ke bawah makin kecil, sedangkan unsur-unsur dalam satu periode dari kiri ke kanan semakin besar.

3. Afinitas elektron

Afinitas elektron adalah besarnya energi yang dihasilkan atau dilepaskan oleh atom netral dalam bentuk gas untuk menangkap satu elektron sehingga membentuk ion negatif.

Afinitas elektron dapat digunakan sebagai ukuran mudah tidaknya suatu atom menangkap elektron. Afinitas elektron dapat bernilai negatif atau positif. Afinitas elektron bernilai *negatif* apabila terjadi *pelepasan energi* pada saat menangkap elektron. Sebaliknya, afinitas elektron berharga *positif* apabila terjadi *penyerapan energi* pada saat menangkap elektron. Semakin besar energi yang dilepas (afinitas elektron negatif), semakin besar kecenderungan untuk mengikat elektron menjadi ion negatif.

Untuk lebih memahami hal tersebut, perhatikan tabel berikut.

Tabel 2.5
Afinitas elektron unsur representatif

IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
H -73						
Li -60	Be ≈ +100	B -27	C -122	N ≈ +19	O -141	F -328
Na -53	Mg ≈ +30	Al -44	Si -134	P -72	S -200	Cl -348
K -48	Ca -	Ga -30	Ge -120	As -77	Se -195	Br -325
Rb -47	Sr -	In -30	Sn -121	Sb -101	Te -190	I -295
Cs -45	Ba -	Tl -30	Pb -110	Bi -110	Po -183	At -270

Dari Tabel 2.5 dapat dilihat bahwa untuk golongan alkali tanah (IIA) dan gas mulia (VIIIA) afinitas elektronnya semuanya berharga positif. Hal tersebut menunjukkan bahwa unsur-unsur golongan IIA dan VIIIA sukar menerima elektron. Afinitas elektron terbesar ialah golongan halogen (VIIA). Artinya, unsur-unsur golongan VIIA paling mudah menangkap elektron dan terbentuk ion negatif yang stabil.

Afinitas elektron *kecil* berarti *sukar* menangkap elektron.
Afinitas elektron *besar* berarti *mudah* menangkap elektron.

Dari data-data tersebut, dapat disimpulkan bahwa *afinitas elektron unsur-unsur dalam satu golongan dari atas ke bawah semakin kecil, sedangkan unsur-unsur dalam satu periode dari kiri ke kanan semakin besar.*

4. Keelektronegatifan

Keelektronegatifan adalah kecenderungan suatu atom dalam menarik pasangan elektron yang digunakan bersama dalam membentuk ikatan.

Moseley berhasil menemukan kesalahan dalam tabel periodik Mendeleev yaitu ada unsur yang terbalik letaknya. Sistem periodik modern bisa dikatakan sebagai penyempurnaan sistem periodik Mendeleev. Sistem periodik modern dikenal juga sebagai *sistem periodik bentuk panjang*, disusun berdasarkan kenaikan nomor atom dan kemiripan sifat. Dalam sistem periodik modern, terdapat *lajur mendatar* yang disebut *periode* dan *lajur tegak* yang disebut *golongan*.

Sistem periodik ada hubungannya dengan konfigurasi elektron. Golongan sama dengan elektron valensi dan periode sama dengan jumlah kulit atom.

Unsur-unsur yang menyusun sistem periodik mempunyai sifat kelogaman. Secara umum unsur-unsur tersebut ada yang memiliki sifat logam, non logam, dan metaloid. Jika kita lihat pada tabel periodik, unsur-unsur logam terletak pada bagian kiri, dan unsur-unsur non logam terletak di bagian kanan.

Sifat-sifat dari sistem periodik antara lain jari-jari atom, yang mempunyai kecenderungan dalam satu golongan semakin besar dan dalam satu periode semakin kecil. Hal ini kebalikan dari energi ionisasi, afinitas elektron, dan keelektronegatifan yang mempunyai kecenderungan dalam satu golongan semakin kecil dan dalam satu periode semakin besar.

GLOSARIUM

Afinitas elektron	:	besarnya energi yang dihasilkan atau dilepaskan oleh atom netral dalam bentuk gas untuk menangkap satu elektron sehingga membentuk ion negatif.
Duktilitas	:	kemampuan logam untuk meregang apabila ditarik.
Energi Ionisasi	:	energi minimum yang diperlukan atom untuk melepaskan satu elektron yang terikat paling lemah dari suatu atom.
Jari-jari atom	:	jarak dari inti atom sampai kulit elektron terluar yang ditempati elektron.
Keelektronegatifan	:	kecenderungan suatu atom dalam menarik pasangan elektron yang digunakan bersama dalam membentuk ikatan.
Maleabilitas	:	kemampuan logam berubah bentuk jika ditempa.

SOAL-SOAL LATIHAN BAB 2

I. Pilihan Ganda

Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

1. Apabila unsur-unsur disusun berdasarkan kenaikan massa atom relatifnya, ternyata unsur-unsur yang berselisih 1 oktaf menunjukkan persamaan sifat. Kenyataan ini ditemukan oleh.....
 - A. J.W. Dobereiner
 - B. A.R. Newland
 - C. D. I. Mendeleev
 - D. Lothar Meyer
 - E. Roentgen

2. Unsur yang tidak termasuk golongan gas mulia adalah.....
- A. He
B. Ne
C. Se
D. Kr
E. Rn
3. Diketahui unsur ${}_9A$, ${}_{10}B$, ${}_{19}C$, ${}_{20}D$, dan ${}_{35}E$.
Unsur-unsur yang terletak dalam satu golongan yang sama adalah
- A. A dan B
B. A dan C
C. A dan E
D. C dan D
E. D dan E
4. Manakah di antara kumpulan unsur berikut yang tersusun berdasarkan kenaikan keelektronegatifan
- A. F, Cl, Br
B. F, Br, Cl
C. Br, Cl, F
D. Br, F, Cl
E. Cl, Br, F
5. Unsur-unsur di bawah ini yang mempunyai enam elektron valensi adalah
- A. ${}_8O$
B. ${}_{14}Si$
C. ${}_{29}Cu$
D. ${}_{11}Na$
E. ${}_6C$
6. Hal yang tidak tepat untuk perubahan dari kiri ke kanan dalam satu periode untuk golongan utama adalah
- A. energi ionisasi bertambah
B. jumlah elektron valensi bertambah
C. bertambahnya tingkat oksidasi maksimum
D. jari-jari atom bertambah
E. kecenderungan membentuk ion positif berkurang
7. Suatu unsur dengan nomor atom 19 akan mempunyai kemiripan dengan nomor atom berikut, *kecuali*
- A. 11
B. 20
C. 37
D. 55
E. 87
8. Jika jari-jari atom unsur Li, Na, K, Be, dan B secara acak (tidak berurutan) dalam angstrom yaitu: 2,01; 1,57; 1,23; 0,80; 0,89. Jari-jari atom Be sama dengan
- A. 2,03
B. 1,57
C. 1,23
D. 0,80
E. 0,89
9. Energi yang diperlukan untuk melepaskan elektron kedua adalah
- A. energi ionisasi
B. energi ionisasi tingkat kedua
C. energi ionisasi tingkat ketiga
D. afinitas elektron
E. elektronegativitas

- D. Helium termasuk golongan gas mulia
 - E. Silikon termasuk golongan karbon
18. Unsur dengan nomor atom 38 dalam sistem periodik terletak pada
- A. golongan IA, periode 4
 - B. golongan IA, periode 5
 - C. golongan IIA, periode 4
 - D. golongan IIA, periode 5
 - E. golongan IIIA, periode 4
19. Krypton tergolong kelompok unsur
- A. logam
 - B. non logam
 - C. metaloid
 - D. aktinida
 - E. lantanida
20. Sistem periodik yang kita gunakan sekarang merupakan pengembangan dari sistem periodik yang disusun oleh
- A. Dobereiner
 - B. Newland
 - C. Mendeleev
 - D. Thomson
 - E. Dalton

II. Uraian Singkat

1. Bagaimana hukum keperiodikan menurut Newland?
2. Jelaskan kelebihan dan kekurangan sistem periodik unsur Mendeleev!
3. Jelaskan dasar penyusunan sistem periodik modern!
4. Apa yang dimaksud dengan energi ionisasi dan bagaimana kecenderungan unsurnya dalam satu golongan dan satu periode?
5. Diketahui enam unsur ${}_{14}\text{N}$, ${}_{15}\text{P}$, ${}_{16}\text{S}$, ${}_{17}\text{Cl}$, ${}_{18}\text{Ar}$, dan ${}_{19}\text{K}$. Susunlah keenam unsur tersebut menurut pertambahan:
 - a. jari-jari atom;
 - b. energi ionisasi;
 - c. keelektronegatifan.

KEGIATAN

Pengelompokkan Unsur

Tujuan: Mengelompokkan unsur-unsur berdasarkan sifatnya

Alat dan bahan: Kartu unsur

Cara Kerja:

- Perhatikan tabel tentang 20 unsur dengan sifat-sifatnya di bawah ini!

No	Nama	Tanda Atom	Massa Atom	Wujud (25°)	Warna	Rumus kimia senyawanya dengan		
						Klorin	Oksigen	Hidrogen
1	Hidrogen	H	1	gas	t.b.w	HCl	H ₂ O	–
2	Helium	He	4	gas	t.b.w	–	–	–
3	Lithium	Li	7	padat	Putih mengkilat	LiCl	Li ₂ O	LiH
4	Berilium	Be	9	padat	Putih mengkilat	BeCl ₂	BeO	–
5	Boron	B	10	padat	Putih abu-abu	BCl ₃	B ₂ O ₃	BH ₃
6	Karbon	C	12	padat	Hitam	CCl ₄	CO ₂	CH ₄
7	Nitrogen	N	14	gas	t.b.w	–	N ₂ O ₅	NH ₃
8	Oksigen	O	16	gas	t.b.w	–	Cl ₂ O	H ₂ O
9	Fluorin	F	19	gas	Kuning/hijau	–	OF ₂	HF
10	Neon	Ne	20	gas	t.b.w	–	–	–
11	Natrium	Na	23	padat	Putih mengkilat	NaCl	Na ₂ O	NaH
12	Magnesium	Mg	24	padat	Putih mengkilat	MgCl ₂	MgO	MgH ₂
13	Aluminium	Al	27	padat	Putih mengkilat	AlCl ₃	Al ₂ O ₃	AlH ₃
14	Silikon	Si	28	padat	Abu-abu/hitam	SiCl ₄	SiO ₂	SiH ₄
15	Fosforus	P	31	padat	Putih/kuning	PCl ₃	P ₂ O ₃	PH ₃
16	Belerang	S	32	padat	Kuning	SiCl ₂	SO ₃	H ₂ S
17	Klorin	Cl	35	gas	Kuning	–	Cl ₂ O	HCl
18	Argon	Ar	40	gas	t.b.w	–	–	–
19	Kalium	K	39	padat	Putih mengkilat	KCl	K ₂ O	KCl
20	Kalsium	Ca	40	padat	Putih mengkilat	CaCl ₂	CaO	CaH ₂

- Buatlah kartu unsur seperti contoh berikut!

S	
Massa atom	: 32,06
Wujud pada suhu kamar	: Padat
Warna	: Kuning
Rumus senyawa dengan :	
• oksigen	: SO ₂
• klorin	: SCl ₂
• hidrogen	: H ₂ S

3. Kelompokkan unsur-unsur berdasarkan sifat yang dimilikinya (misalnya wujud, warna, rumus kimia, dan sebagainya).
4. Aturlah agar pengelompokan yang dilakukan memperlihatkan kenaikan massa atom.

Agar kamu lebih mudah mengelompokkan unsur-unsur lakukanlah langkah berikut:

- langkah pertama mengurutkan unsur mulai dari unsur dengan massa atom kecil ke massa atom besar
- unsur yang wujud dan rumus kimia senyawanya serupa, harus diletakan pada kelompok yang sama.

5. Isikan hasil kegiatanmu dalam tabel berikut!

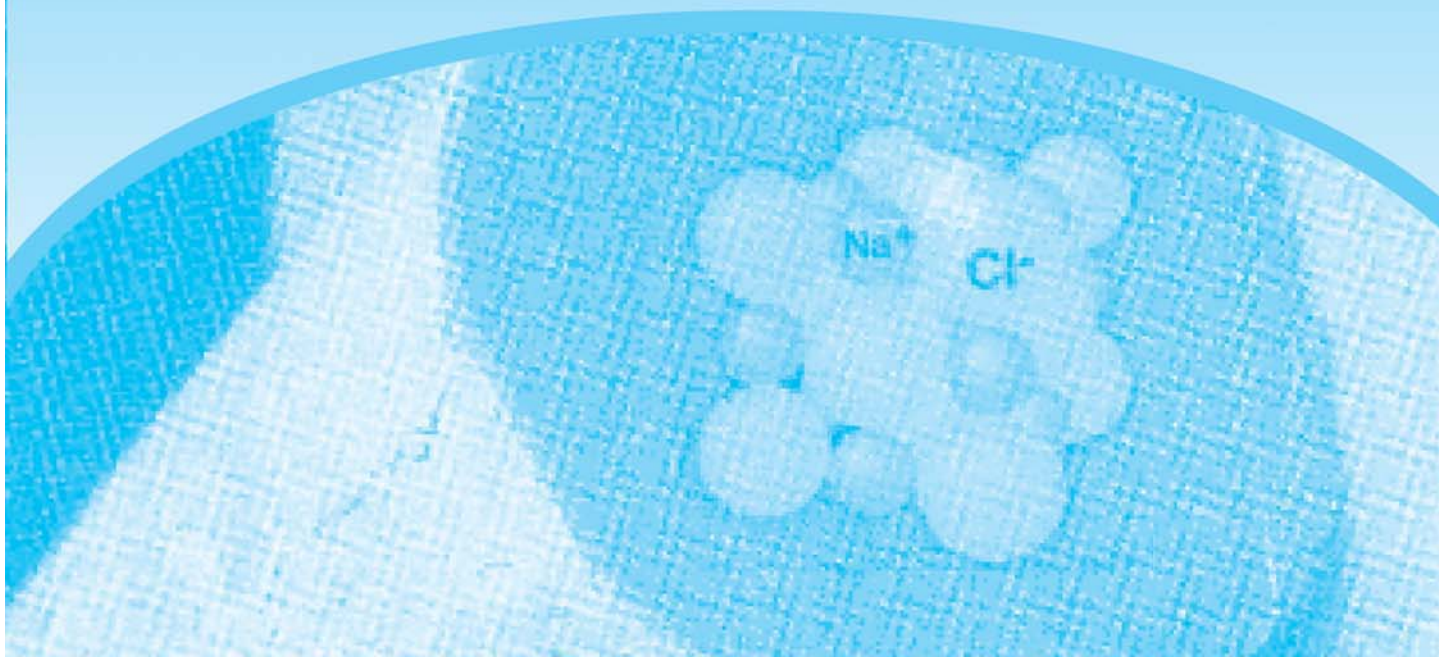
	ke kanan massa atom naik			
Sifat Asam ↓				

BAB 3

IKATAN KIMIA

Setelah mempelajari bab ini, kalian diharapkan mampu:

- menjelaskan kecenderungan suatu unsur untuk mencapai kestabilannya.
- menggambarkan susunan elektron valensi atom gas mulia (duplet dan okted) dan elektron valensi bukan gas mulia (struktur Lewis).
- menjelaskan proses terbentuknya ikatan ion.
- menjelaskan proses terbentuknya ikatan kovalen tunggal, rangkap dua, dan rangkap tiga.
- menjelaskan proses terbentuknya ikatan koordinasi pada beberapa senyawa.
- menyelidiki kepolaran beberapa senyawa dan hubungannya dengan keelektronegatifan *melalui percobaan*.
- mendeskripsikan proses pembentukan ikatan logam dan hubungannya dengan sifat fisik logam.
- menghubungkan sifat fisis materi dengan jenis ikatannya.



Fenomena pada gambar di depan merupakan contoh yang baik tentang pentingnya ikatan dalam kehidupan. Tegangan permukaan air yang tinggi, yang terjadi akibat kekuatan gabungan dari ikatan-ikatan hidrogennya membuat serangga pada gambar di depan mampu berjalan di permukaan kolam tanpa memecahkan lapisan permukaan air yang dipijaknya. Bagaimana ikatan dapat terbentuk, kamu akan pelajari dalam bab ini.

A. SUSUNAN ELEKTRON YANG STABIL

Pada umumnya atom tidak berada dalam keadaan bebas, tetapi bergabung dengan atom lain membentuk senyawa. Dari 90 buah unsur alami ditambah dengan belasan unsur buatan, dapat dibentuk senyawa dalam jumlah tak hingga. Atom-atom bergabung menjadi senyawa yang *lebih stabil dengan mengeluarkan energi*. Atom-atom bergabung karena adanya gaya tarik-menarik antara dua atom. Gaya tarik-menarik antar atom inilah yang disebut *ikatan kimia*.

Kata Kunci

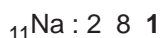
- Elektron
- Stabil
- Konfigurasi
- Ikatan kimia
- Oktet

Konsep ikatan kimia pertama kali dikemukakan oleh *Gilbert Newton Lewis* dan *Langmuir* dari Amerika Serikat, serta *Albrecht Kossel* dari Jerman pada tahun 1916. Adapun konsep tersebut sebagai berikut:

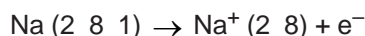
- Kenyataan bahwa gas mulia (He, Ne, Ar, Kr, Xe, dan Rn) sukar membentuk senyawa (sekarang telah dapat dibuat senyawa dari gas mulia Kr, Xe, dan Rn), merupakan bukti bahwa gas-gas mulia memiliki *susunan elektron yang stabil*.
- Setiap atom memiliki kecenderungan untuk mempunyai susunan elektron yang stabil seperti gas mulia, dengan cara melepaskan elektron, menerima elektron, atau menggunakan pasangan elektron secara bersama-sama. Bagaimana hal ini terjadi?

Sebuah atom cenderung melepaskan elektron apabila memiliki elektron terluar 1, 2, atau 3 elektron dibandingkan konfigurasi elektron gas mulia yang terdekat.

Contoh:

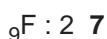


Gas mulia terdekat ialah ${}_{10}\text{Ne} : 2 \ 8$. Jika dibandingkan dengan atom Ne, maka atom Na kelebihan satu elektron. Untuk memperoleh kestabilan, dapat dicapai dengan cara melepaskan satu elektron.

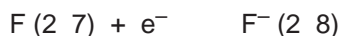


Sebuah atom cenderung menerima elektron apabila memiliki elektron terluar 4, 5, 6, atau 7 elektron dibandingkan konfigurasi elektron gas mulia yang terdekat.

Contoh:



Konfigurasi elektron gas mulia yang terdekat ialah ${}_{10}\text{Ne} : 2 \ 8$. Konfigurasi Ne dapat dicapai dengan cara menerima satu elektron.



Jika masing-masing atom sukar untuk melepaskan elektron (memiliki keelektronegatifan tinggi), maka atom-atom tersebut cenderung menggunakan elektron secara bersama dalam membentuk suatu senyawa. Cara ini merupakan peristiwa yang terjadi pada pembentukan ikatan kovalen. Misalnya atom fluorin dan fluorin, keduanya sama-sama kekurangan elektron, sehingga lebih cenderung memakai bersama elektron terluarnya.

Jika suatu atom melepaskan elektron, berarti atom tersebut memberikan elektron kepada atom lain. Sebaliknya, jika suatu atom menangkap elektron, berarti atom itu menerima elektron dari atom lain. Jadi, susunan elektron yang stabil dapat dicapai dengan berikatan dengan atom lain.

Tabel 3.1
Konfigurasi elektron atom gas mulia

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

Dari konfigurasi elektron gas mulia tersebut, *Lewis* dan *Kosel* menarik kesimpulan bahwa konfigurasi elektron suatu atom akan stabil apabila elektron terluarnya 2 (duplet) atau 8 (oktet).

Pada saat terbentuk ikatan kimia, setiap atom yang bergabung harus memenuhi aturan *duplet* atau *oktet*, dengan cara menerima atau melepaskan elektron (terjadi perpindahan elektron).

Kecenderungan atom-atom untuk memiliki delapan elektron di kulit terluar disebut *Kaidah Oktet*.

Latihan 1

Buatlah konfigurasi elektron untuk:

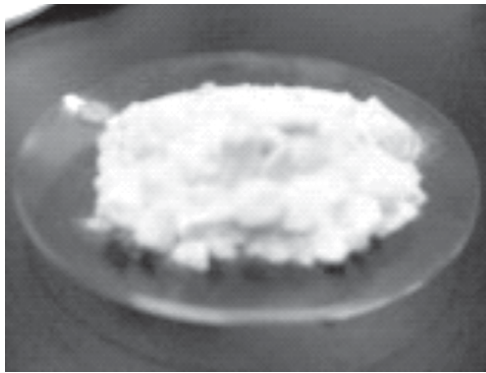
- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| a. ${}_{19}\text{K}$ | d. ${}_{35}\text{Br}$ |
| b. ${}_{33}\text{As}$ | e. ${}_{55}\text{Cs}$ |
| c. ${}_{49}\text{In}$ | f. ${}_{87}\text{Fr}$ |

B. IKATAN ION

Ikatan ion (elektrovalen) adalah ikatan yang terjadi karena adanya gaya tarik-menarik elektrostatik antara ion positif dan ion negatif, ini terjadi karena kedua ion tersebut memiliki perbedaan keelektronegatifan yang besar. Ikatan ion terbentuk antara atom yang melepaskan elektron (logam) dengan atom yang menerima elektron (non logam). Atom yang melepas elektron berubah menjadi ion positif, sedangkan atom yang menerima elektron menjadi ion negatif. Antara ion-ion yang berlawanan muatan ini, terjadi tarik-menarik (gaya elektrostatik) yang disebut *ikatan ion*.

Kata Kunci

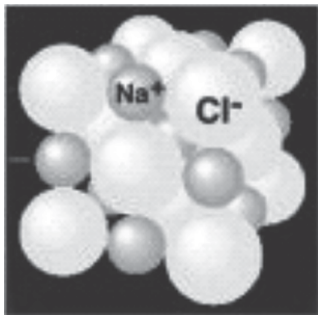
- Ikatan
- Ion
- Logam
- Non logam



Gambar 3.1 Garam

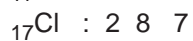
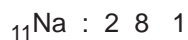
Sumber: koleksi penulis

Contoh:



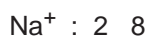
Pembentukan senyawa natrium klorida (NaCl) dari atom natrium dan atom klorin.

Molekul NaCl

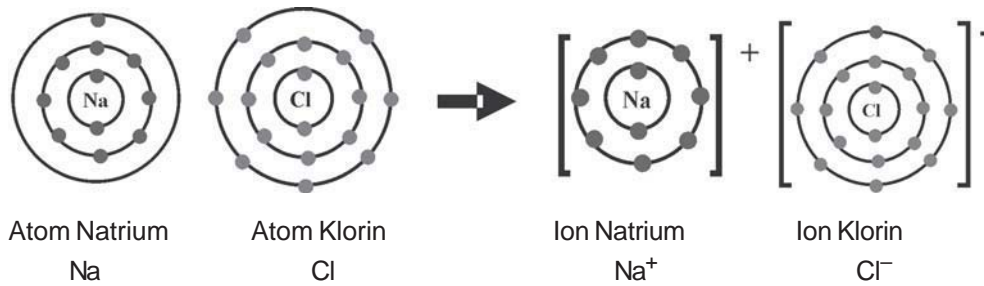


Gambar 3.2 Molekul NaCl

Agar memenuhi kaidah oktet, maka atom Na harus melepaskan 1 elektron, dan atom Cl harus menangkap 1 elektron. Jadi, atom Na memberikan 1 elektron kepada atom Cl.



Antara Na^+ dan Cl^- terjadi tarik-menarik, sehingga kedua ion itu bergabung membentuk NaCl.



Gambar 3.3
Pembentukan ikatan NaCl

Senyawa-senyawa yang terbentuk melalui ikatan ion disebut *senyawa-senyawa ionik*.

Latihan 2

Di bawah ini, ion-ion manakah yang mempunyai konfigurasi elektron gas mulia?

- Fe³⁺, Co³⁺, dan Cr³⁺
- O⁻, S²⁻, P³⁻, dan H⁻

C. IKATAN KOVALEN

Bila atom-atom yang memiliki keelektronegatifan sama bergabung, maka tidak akan terjadi perpindahan elektron, tetapi kedua elektron itu digunakan bersama oleh kedua atom yang berikatan. Ikatan kovalen adalah ikatan yang terjadi akibat pemakaian pasangan elektron bersama-sama. Ikatan kovalen terbentuk di antara dua atom yang sama-sama ingin menangkap elektron (sesama atom bukan logam). Dua atom bukan logam saling menyumbangkan elektron agar tersedia satu atau lebih pasangan elektron yang dijadikan milik bersama. Artinya, pasangan elektron ditarik oleh inti kedua atom yang berikatan.

Kata Kunci

- Ikatan
- Kovalen
- Keelektronegatifan
- Lewis

1. Penulisan ikatan kovalen dengan rumus Lewis

Rumus Lewis untuk beberapa molekul kovalen dan ion sangat penting, antara lain untuk mempelajari geometri suatu molekul.

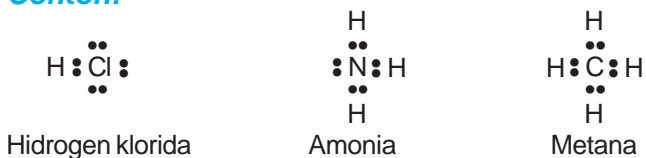
Cara penulisan rumus Lewis, yaitu setiap elektron di kulit terluar dilambangkan dengan *titik* atau *silang kecil*.



Keterangan:

- Satu elektron dilambangkan dengan satu titik
- Elektron yang ditampilkan hanya elektron valensi unsur.
- Elektron dalam senyawa harus sesuai aturan oktet.

Contoh:



2. Ikatan kovalen rangkap dua dan rangkap tiga

Dalam mencapai konfigurasi stabil gas mulia, dua atom tidak saja dapat memiliki ikatan melalui sepasang elektron tetapi juga dapat 2 atau 3 pasang.

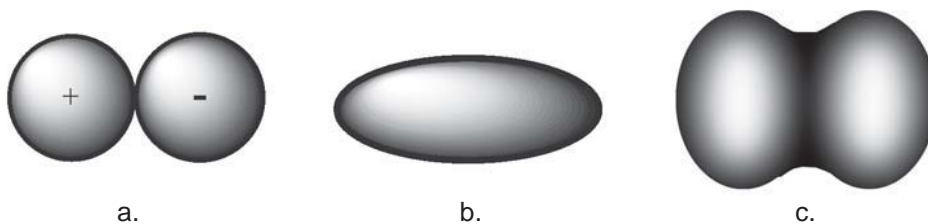
- Ikatan dengan sepasang elektron milik bersama disebut *ikatan tunggal*.
Contoh: H – H
- Ikatan dengan dua pasang elektron milik bersama disebut *ikatan rangkap dua*.
Contoh: O = O
- Ikatan dengan tiga pasang elektron milik bersama disebut *ikatan rangkap tiga*.
Contoh: N ≡ N

3. Kepolaran ikatan kovalen

Ikatan kovalen polar adalah ikatan kovalen yang mempunyai perbedaan keelektronegatifan dan bentuk molekulnya tidak simetris.

Contoh:

H – Cl (keelektronegatifan Cl = 3,0 dan H = 2,1)
(Cl mempunyai daya tarik elektron yang lebih besar daripada H), atau atom Cl yang lebih negatif daripada H).



Gambar 3.4 Macam ikatan kimia

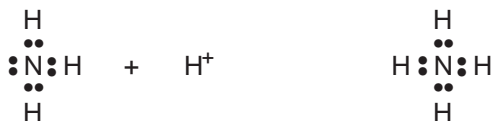
a. Ikatan ionik b. Ikatan kovalen murni c. Ikatan kovalen polar

4. Ikatan kovalen koordinasi

Pada ikatan kovalen biasa, pasangan elektron yang digunakan bersama dengan atom lain berasal dari masing-masing atom unsur yang berikatan. Namun apabila pasangan elektron tersebut hanya berasal dari salah satu atom yang berikatan, maka disebut *ikatan kovalen koordinasi*.

Ikatan kovalen koordinasi adalah ikatan kovalen yang pasangan elektron milik bersamanya berasal dari satu atom.

Contoh:



Dalam ion NH_4^+ terdapat empat buah ikatan, yaitu tiga ikatan kovalen biasa dan satu ikatan kovalen koordinasi.

Latihan 3

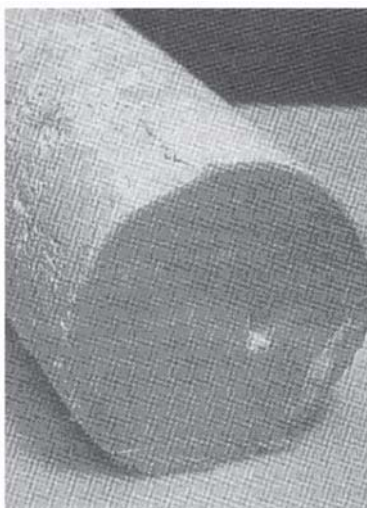
Buatlah rumus struktur Lewis dan sebutkan berapa jumlah ikatan kovalen dan ikatan kovalen koordinat dalam senyawa H_2SO_4 !

D. IKATAN LOGAM

Telah kita ketahui bahwa unsur logam memiliki sedikit elektron valensi. Berarti, pada kulit luar atom logam terdapat banyak orbital kosong. Hal ini menyebabkan elektron valensi unsur logam dapat bergerak bebas dan dapat berpindah dari satu orbital ke orbital lain dalam satu atom atau antar atom. Unsur logam merupakan penghantar listrik dan panas yang baik. Atom-atom logam dikelilingi oleh elektron valensi yang membaur membentuk awan elektron yang meliputi semua atom. Suatu logam terdiri atas ion-ion positif yang diselimuti awan elektron. Jadi, *ikatan logam adalah gaya tarik-menarik antara ion-ion positif dengan elektron-elektron pada kulit valensi dari suatu atom unsur logam.*

Kata Kunci

- Ikatan
- Logam
- Elektron
- Valensi



Gambar 3.3 Logam Natrium
Sumber: koleksi penulis

Ikatan kimia antara atom-atom penyusun logam bukanlah ikatan ion ataupun ikatan kovalen. Ikatan ion tidak memungkinkan karena semua atom logam cenderung ingin melepas elektron. Demikian pula dengan ikatan kovalen. Atom logam mempunyai jumlah elektron valensi yang terlalu sedikit sehingga sulit membentuk ikatan kovalen. Terdapat satu jenis ikatan yang dapat mengikat atom-atom logam yaitu ikatan logam.

Salah satu teori sederhana yang menjelaskan tentang ikatan ini ialah teori lautan elektron. Menurut teori ini, atom logam harus berikatan dengan atom-atom logam yang lain untuk mencapai konfigurasi elektron gas mulia. Dalam model ini, setiap elektron valensi mampu bergerak bebas di dalam tumpukan bangun logam atau bahkan meninggalkannya sehingga menghasilkan ion positif. Elektron valensi inilah yang membawa dan

menyampaikan arus listrik. Gerakan elektron valensi ini jugalah yang dapat memindahkan panas dalam logam.

E. SIFAT FISIS SENYAWA ION, SENYAWA KOVALEN, DAN LOGAM

Kata Kunci

- Sifat fisis
- Senyawa ion
- Senyawa kovalen

1. Sifat fisis senyawa ion

Beberapa sifat fisis senyawa ion antara lain:

- Memiliki titik didih dan titik leleh yang tinggi
Ion positif dan negatif dalam kristal senyawa ion tidak bebas bergerak karena terikat oleh gaya elektrostatis yang kuat. Diperlukan suhu yang tinggi agar ion-ion memperoleh energi kinetik yang cukup untuk mengatasi gaya elektrostatis.
- Keras tetapi rapuh
Bersifat keras karena ion-ion positif dan negatif terikat kuat ke segala arah oleh gaya elektrostatis. Bersifat rapuh dikarenakan lapisan-lapisan dapat bergeser jika dikenakan gaya luar, ion sejenis dapat berada satu di atas yang lainnya sehingga timbul tolak-menolak yang sangat kuat yang menyebabkan terjadinya pemisahan.
- Berupa padatan pada suhu ruang
- Larut dalam pelarut air, tetapi umumnya tidak larut dalam pelarut organik
- Tidak menghantarkan listrik dalam fasa padat, tetapi menghantarkan listrik dalam fasa cair
Zat dikatakan dapat menghantarkan listrik apabila terdapat ion-ion yang dapat bergerak bebas membawa muatan listrik.

2. Sifat fisis senyawa kovalen

Beberapa sifat fisis senyawa kovalen antara lain:

- Berupa gas, cairan, atau padatan lunak pada suhu ruang
Dalam senyawa kovalen molekul-molekulnya terikat oleh gaya antar-molekul yang lemah, sehingga molekul-molekul tersebut dapat bergerak relatif bebas.
- Bersifat lunak dan tidak rapuh
- Mempunyai titik leleh dan titik didih yang rendah
- Umumnya tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik
- Pada umumnya tidak menghantarkan listrik
Hal ini disebabkan senyawa kovalen tidak memiliki ion atau elektron yang dapat bergerak bebas untuk membawa muatan listrik. Beberapa senyawa kovalen polar yang larut dalam air, ada yang dapat menghantarkan arus listrik karena dapat terhidrolisis membentuk ion-ion.

3. Sifat fisis logam

Beberapa sifat fisis logam antara lain:

- Berupa padatan pada suhu ruang

Atom-atom logam bergabung karena adanya ikatan logam yang sangat kuat membentuk struktur kristal yang rapat. Hal itu menyebabkan atom-atom tidak memiliki kebebasan untuk bergerak. Pada umumnya logam pada suhu kamar berwujud padat, kecuali raksa (Hg) berwujud cair.

- b. Bersifat keras tetapi lentur/tidak mudah patah jika ditempa
Adanya elektron-elektron bebas menyebabkan logam bersifat lentur. Hal ini dikarenakan elektron-elektron bebas akan berpindah mengikuti ion-ion positif yang bergeser sewaktu dikenakan gaya luar.
- c. Mempunyai titik leleh dan titik didih yang tinggi
Diperlukan energi dalam jumlah besar untuk memutuskan ikatan logam yang sangat kuat pada atom-atom logam.
- d. Penghantar listrik yang baik
Hal ini disebabkan terdapat elektron-elektron bebas yang dapat membawa muatan listrik jika diberi suatu beda potensial.
- e. Mempunyai permukaan yang mengkilap
- f. Memberi efek foto listrik dan efek termionik
Apabila elektron bebas pada ikatan logam memperoleh energi yang cukup dari luar, maka akan dapat menyebabkan terlepasnya elektron pada permukaan logam tersebut. Jika energi yang datang berasal dari berkas cahaya maka disebut efek foto listrik, tetapi jika dari pemanasan maka disebut efek termionik.

Latihan 4

Carilah contoh-contoh senyawa ion, senyawa kovalen dan logam, kemudian buatlah tabel berdasarkan sifat fisisnya.

Ringkasan

Atom-atom bergabung menjadi senyawa yang *lebih stabil dengan mengeluarkan energi*. Atom-atom bergabung karena adanya gaya tarik-menarik antara dua atom. Gaya tarik-menarik antar atom inilah yang disebut *ikatan kimia*.

Setiap atom cenderung untuk mempunyai susunan elektron yang stabil seperti gas mulia, dengan cara melepaskan elektron, menerima elektron, atau menggunakan pasangan elektron secara bersama-sama. Pada saat membentuk ikatan kimia, setiap atom yang bergabung harus memenuhi aturan *duplet* atau *oktet*.

Ikatan ion (elektrovalen) adalah ikatan yang terjadi karena adanya gaya tarik-menarik elektrostatis antara ion positif dan ion negatif, ini terjadi karena kedua ion tersebut memiliki perbedaan keelektronegatifan yang besar. Ikatan ion terbentuk antara atom yang melepaskan elektron (logam) dengan atom yang menerima elektron (non logam).

Ikatan kovalen adalah ikatan yang terjadi akibat pemakaian pasangan elektron bersama-sama. Ikatan kovalen terbentuk di antara dua atom yang sama-sama ingin menangkap elektron (sesama atom bukan logam). Ikatan kovalen koordinasi adalah ikatan kovalen yang pasangan elektron milik bersamanya berasal dari satu atom.

Ikatan logam adalah gaya tarik-menarik antara ion-ion positif dengan elektron-elektron pada kulit valensi dari suatu atom unsur logam.

GLOSARIUM

Aturan oktet	:	Atom-atom cenderung memiliki 8 elektron pada kulit terluarnya seperti konfigurasi gas mulia.
Ikatan kimia	:	Gaya tarik-menarik antaratom. Ikatan kimia dibedakan menjadi ikatan ion, ikatan kovalen, ikatan kovalen polar, ikatan kovalen koordinasi, dan ikatan logam.
Ikatan ion	:	Ikatan kimia yang terbentuk sebagai akibat adanya serah terima elektron. Terjadi gaya tarik-menarik elektrostatik antara ion positif dan negatif.
Ikatan kovalen	:	Ikatan yang terjadi akibat pemakaian bersama pasangan elektron.
Ikatan kovalen polar	:	Ikatan kovalen yang memiliki perbedaan keelektronegatifan.
Ikatan kovalen koordinasi	:	Ikatan kovalen yang pasangan elektron milik bersamanya berasal dari satu atom.
Ikatan logam	:	Ikatan kimia yang terbentuk sebagai akibat dari penggunaan bersama elektron-elektron oleh atom-atom logam.
Struktur Lewis	:	Menggambarkan jenis atom-atom dalam molekul dan menunjukkan bagaimana atom-atom tersebut terikat satu sama lain.

SOAL-SOAL LATIHAN BAB 3

I. Pilihan Ganda

Pilihlah salah satu jawaban yang Benar!

- Berikut ini yang merupakan konfigurasi elektron gas mulia adalah
 - 2 . 2
 - 2 . 8 . 8
 - 2 . 8 . 8 . 2
 - 2 . 8 . 6
 - 2 . 8 . 8 . 4
- Atom Mg dengan nomor atom 12 dapat membentuk ion dengan muatan
 - 2
 - 1
 - 0
 - +1
 - +2

3. Diketahui unsur-unsur dengan nomor atom sebagai berikut:
 8_X , 9_Y , 11_Q , 16_R , dan 19_Z
 Pasangan unsur yang dapat membentuk ikatan ion adalah
- A. X dan Q
 B. Q dan Z
 C. Y dan X
 D. R dan X
 E. Y dan Q
4. Unsur A adalah unsur golongan IIA dan B adalah unsur golongan VIA. Rumus senyawa yang dapat dibentuk dari kedua unsur ini adalah
- A. A_2B
 B. AB_2
 C. AB_6
 D. AB
 E. AB_3
5. Ikatan elektrovalen mudah terjadi antara
- A. unsur-unsur yang titik didihnya tinggi
 B. unsur-unsur yang selisih keelektronegatifannya besar
 C. unsur-unsur yang selisih energi ionisasinya kecil
 D. unsur-unsur yang energi ionisasinya sama
 E. unsur-unsur yang keelektronegatifannya sama
6. Pasangan senyawa di bawah ini yang keduanya merupakan senyawa ion adalah
- A. KCl dan HCl
 B. H_2O dan KI
 C. SO_2 dan HCl
 D. CH_4 dan NH_3
 E. NaCl dan KBr
7. Ikatan yang terdapat dalam molekul Br_2 adalah
- A. Ikatan van der Waals
 B. Ikatan elektrovalen
 C. Ikatan kovalen koordinasi
 D. Ikatan kovalen non polar
 E. Ikatan kovalen polar
8. Dari pasangan-pasangan senyawa di bawah ini, yang mempunyai ikatan kovalen pada kedua senyawanya adalah
- A. $NH_3 - KCl$
 B. $H_2O - CCl_4$
 C. $CO_2 - BaCl_2$
 D. $NaCl - KBr$
 E. $HF - LiCl$
9. Pada molekul N_2 , jumlah pasangan elektron yang digunakan bersama adalah
- A. 1
 B. 2
 C. 3
 D. 4
 E. 5
10. Molekul berikut yang dapat berikatan kovalen koordinasi adalah
- A. H_2O
 B. NaOH
 C. HCl
 D. NH_3
 E. CH_4

11. Jika arus listrik dialirkan melalui NaCl cair dan HCl cair, maka
- hanya NaCl yang meneruskan aliran listrik
 - hanya HCl yang meneruskan aliran listrik
 - NaCl dan HCl meneruskan aliran listrik
 - NaCl dan HCl tidak meneruskan aliran listrik
 - NaCl dan HCl meneruskan aliran listrik hanya jika dilarutkan ke dalam air
12. Molekul di bawah ini yang paling polar
- HF
 - NH₃
 - CH₄
 - HCl
 - H₂O
13. Berikut ini adalah karakteristik senyawa kovalen, kecuali
- pada umumnya tidak menghantarkan listrik
 - larut dalam pelarut air, tetapi umumnya tidak larut dalam pelarut organik
 - bersifat lunak dan tidak rapuh
 - mempunyai titik leleh dan titik didih yang rendah
 - umumnya tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik
14. Ikatan yang terbentuk antara unsur karbon dengan unsur khlor dalam senyawa karbon tetraklorida adalah ikatan
- kovalen
 - ion
 - logam
 - kovalen koordinat
 - van der waals
15. Ikatan kovalen pada senyawa berikut ini yang tidak mengikuti kaidah oktet adalah
- CH₄
 - NH₃
 - BF₃
 - CH₃Cl
 - H₂O
16. Nomor atom unsur P, Q, R, dan S adalah 6, 9, 11, dan 18. Pasangan unsur-unsur yang diharapkan dapat membentuk ikatan ion adalah
- P dan Q
 - R dan Q
 - Q dan S
 - S dan R
 - P dan S
17. Pasangan unsur yang membentuk ikatan kovalen adalah.....
- ${}_{17}\text{X}$ dan ${}_{11}\text{Y}$
 - ${}_{12}\text{P}$ dan ${}_{17}\text{Q}$
 - ${}_{6}\text{R}$ dan ${}_{17}\text{Q}$
 - ${}_{20}\text{M}$ dan ${}_{16}\text{T}$
 - ${}_{19}\text{A}$ dan ${}_{35}\text{B}$
18. Ikatan kovalen koordinasi terdapat pada
- H₂O
 - NH₄⁺
 - CH₄
 - HF
 - C₂H₄

19. Unsur X terdapat dalam golongan karbon dan unsur Y mempunyai nomor atom 17. Senyawa yang dapat terbentuk dari kedua unsur tersebut adalah
- A. XY
B. X₂Y
C. XY₂
D. XY₃
E. XY₄
20. Pasangan di bawah ini yang keduanya merupakan senyawa ion adalah
- A. CH₄ dan NH₃
B. NaCl dan KBr
C. H₂O dan KB
D. KCl dan HCl
E. SO₂ dan HCl

II. Uraian Singkat

1. Bagaimana suatu atom unsur dapat mencapai kondisi stabil?
2. Apa yang dimaksud dengan ikatan ion? Jelaskan dengan contoh!
3. Apa yang dimaksud dengan ikatan kovalen? Jelaskan dengan contoh!
4. Apa yang dimaksud dengan ikatan kovalen koordinasi?
5. Tuliskan karakteristik dari senyawa ion dan senyawa kovalen!

BAB 4

STOKIOMETRI

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu:

- menuliskan nama senyawa biner;
- menuliskan nama senyawa poliatomik;
- menuliskan nama senyawa organik sederhana;
- menyetarakan reaksi sederhana dengan diberikan nama-nama zat yang terlibat dalam reaksi atau sebaliknya;
- membuktikan Hukum Lavoisier melalui percobaan;
- membuktikan hukum Proust melalui percobaan;
- menganalisis senyawa untuk membuktikan berlakunya hukum kelipatan perbandingan (hukum Dalton);
- menggunakan data percobaan untuk membuktikan hukum perbandingan volum (hukum Gay Lussac);
- menggunakan data percobaan untuk membuktikan hukum Avogadro;
- mengkonversikan jumlah mol dengan jumlah partikel, massa, dan volum zat;
- menentukan rumus empiris dan rumus molekul;
- menentukan rumus air kristal;
- menentukan kadar zat dalam suatu senyawa;
- menentukan pereaksi pembatas dalam suatu reaksi;
- menentukan banyak zat pereaksi atau hasil reaksi.



Setiap tahun para ahli kimia di seluruh dunia mensintesis ribuan jenis senyawa baru. Oleh karena itu, perlu suatu aturan agar mempermudah dalam penamaan dan mempelajarinya.

A. TATA NAMA SENYAWA

Di dalam semesta ini terdapat berjuta-juta senyawa, sehingga Komisi Tata Nama IUPAC (International Union for Pure and Applied Chemistry), suatu badan di bawah UNESCO menyusun suatu aturan. Tata nama senyawa yang digunakan secara seragam di seluruh dunia.

Kata Kunci

- Tata nama
- Kation
- Anion
- Biner

1. Tata nama senyawa anorganik

Senyawa anorganik terdiri dari senyawa biner dari logam dan non logam, senyawa biner dari non logam dan non logam, senyawa yang mengandung poliatom senyawa asam, basa dan garam.

a. Senyawa biner dari logam dan non-logam (senyawa ionik)

Senyawa biner dari logam dan non-logam umumnya merupakan senyawa ion. Logam membentuk ion positif (kation) dan non-logam membentuk ion negatif (anion).

Di bawah ini nama beberapa kation logam dan anion non-logam (monoatom) yang perlu dikuasai agar tidak mengalami kesukaran dalam penulisan rumus kimia dan nama senyawa.

Tabel 4.1
Beberapa kation dari logam dan anion dari non-logam

Kation dari logam		Anion dari logam	
Kation	Nama	Anion	Nama
Li ⁺	Litium	H ⁻	Hidrida
Na ⁺	Natrium	N ³⁻	Nitrida
K ⁺	Kalium	O ²⁻	Oksida
Mg ²⁺	Magnesium	P ³⁻	Fosfida
Ca ²⁺	Kalsium	S ²⁻	Sulfida
Ba ²⁺	Barium	Se ²⁻	Selenida
Al ³⁺	Aluminium	F ⁻	Fluorida
Sn ²⁺	Timah (II)	Cl ⁻	Klorida
Sn ⁴⁺	Timah (IV)	Br ⁻	Bromida
Pb ²⁺	Timbal (II)	I ⁻	Iodida
Pb ⁴⁺	Timbal (IV)	Si ⁴⁻	Silisida
Cu ⁺	Tembaga (I)	As ³⁻	Arsenida
Cu ²⁺	Tembaga (II)	Te ²⁻	Telurida

Ag ⁺	Perak (I)		
Au ⁺	Emas (I)		
Au ³⁺	Emas (II)		
Zn ²⁺	Zink (seng)		
Cr ³⁺	Kromium		
Fe ²⁺	Besi (II)		
Fe ³⁺	Besi (III)		
Ni ²⁺	Nikel		
Pt ²⁺	Platina (II)		
Pt ⁴⁺	Platina (IV)		

Berikut ini nama senyawa biner logam dan non-logam:

- 1) *Penamaan dimulai dari nama kation logam diikuti nama anion dari logam*

Contoh:

Tabel 4.2
Penamaan Senyawa

Rumus kimia	Kation logam	Anion logam	Nama senyawa
NaCl	Na ⁺	Cl ⁻	Natrium klorida
MgF ₂	Mg ²⁺	F ⁻	Magnesium fluorida

- 2) *Senyawa yang terbentuk haruslah bermuatan netral.*
- 3) *Untuk logam yang dapat membentuk beberapa kation dengan muatan berbeda, maka muatan kationnya dinyatakan dengan angka Romawi*

Contoh:

Cu₂O dan CuO. Atom Cu dapat membentuk kation Cu⁺ dan Cu²⁺. Karena oksida (O²⁻) mempunyai muatan -2, maka:

- kation tembaga pada Cu₂O haruslah Cu⁺ agar menetralkan muatan O²⁻.
Jadi, nama Cu₂O adalah tembaga (I) oksida
- kation tembaga pada CuO karena kation tembaga hanya ada satu buah maka untuk menetralkan muatan O²⁻ haruslah Cu²⁺.

b. Senyawa biner dari non-logam dan non-logam (senyawa kovalen)

Senyawa biner dari dua non-logam umumnya adalah senyawa molekul. Tata nama senyawanya yaitu sebagai berikut:

- 1) *Penamaan senyawa mengikuti urutan berikut*

Bi – Si – As – C – P – N – H – S – I – Br – Cl – O – F

Contoh:

HCl (Nama H lalu nama Cl)

NH₃ (Nama N lalu nama H)

- 2) *Penamaan dimulai dari nama non-logam pertama diikuti nama non-logam kedua yang diberi akhiran -ida*

Contoh:

HCl dinamakan hidrogen klorida

- 3) *Jika dua jenis non-logam dapat membentuk lebih dari satu jenis senyawa, maka digunakan awalan Yunani sesuai angka indeks dalam rumus kimianya*

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

Contoh:

- CO karbon monoksida
- CO₂ karbon dioksida
- PCl₃ fosforus triklorida
- P₄O₁₀ tetrafosforus dekaoksida

c. Senyawa yang mengandung ion poliatom

Ion-ion yang telah dibahas di atas merupakan ion-ion monoatom. Masing-masing ion terdiri atas atom tunggal. Ada pula ion-ion poliatom, yaitu dua atau lebih atom-atom terikat bersama-sama dalam satu ion yang dapat berupa kation poliatom dan anion poliatom. Di bawah ini beberapa ion poliatom dan namanya.

Tabel 4.3
Ion Poliatom dan Namanya

Rumus	Nama Ion	Anion dari logam
NH ₄ ⁺	amonium	NH ₄ Cl
OH ⁻	hidroksida	NaOH
CN ⁻	sianida	NaCN
NO ₂ ⁻	nitrit	NaNO ₂
NO ₃ ⁻	nitrat	NaNO ₃
ClO ⁻	klorit	KClO
ClO ₂ ⁻	hipoklorit	KClO ₂
ClO ₃ ⁻	klorat	KClO ₃
ClO ₄ ⁻	perklorat	KClO ₄

BrO_3^-	bromat	KBrO_3
IO_3^-	iodat	KIO_3
MnO_4^-	permanganat	KMnO_4
MnO_4^{2-}	manganat	K_2MnO_4
CO_3^{2-}	karbonat	Na_2CO_3
SO_3^{2-}	sulfit	Na_2SO_3
SO_4^{2-}	sulfat	Na_2SO_4
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	tiosulfat	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
CrO_4^{2-}	kromat	K_2CrO_4
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	dikromat	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
PO_3^-	fosfit	Na_3PO_3
PO_4^{3-}	fosfat	Na_3PO_4

Tata nama senyawa ion yang mengandung poliatom yaitu sebagai berikut:

- 1) Untuk senyawa yang terdiri atas kation logam dan anion poliatom, maka penamaan dimulai dari nama kation logam diikuti nama anion poliatom.

Contoh:

- NaOH dari Na^+ dan OH^- nama senyawanya Natrium hidroksida;
- KMnO_4 dari K^+ dan MnO_4^- nama senyawanya Kalium permanganat;
- PbSO_4 dari Pb^{2+} dan SO_4^{2-} nama senyawanya Timbal (II) sulfat.

- 2) Untuk senyawa yang terdiri atas kation poliatom dan anion monoatom atau poliatom, penamaan dimulai dari nama kation poliatom diikuti nama anion monoatom atau poliatom.

Contoh:

- NH_4Cl : ammonium klorida
- NH_4CN : ammonium sianida
- $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$: ammonium sulfat

d. Senyawa asam, basa, dan garam

1) Senyawa asam

Asam adalah zat kimia yang di dalam air dapat melepaskan ion H^+ . Misalnya adalah HCl ; jika dilarutkan ke dalam air, maka akan terurai menjadi ion H^+ dan ion Cl^- . Tata nama senyawa asam adalah sebagai berikut:

- a) Untuk senyawa asam biner (terdiri atas dua jenis unsur), penamaan dimulai dari kata 'asam' diikuti nama sisa asamnya, yaitu anion non-logam

Contoh:

- HF : asam fluorida
- H₂S : asam sulfida

b) Untuk senyawa asam yang terdiri dari 3 jenis unsur, penamaan dimulai dari kata 'asam' diikuti nama sisa asamnya, yaitu anion poliatom

Contoh:

- HCN : asam sianida
- H₂SO₄ : asam sulfat
- HCH₃COO : asam asetat

2) Basa

Basa adalah zat yang di dalam air dapat menghasilkan ion OH⁻. Pada umumnya, basa adalah senyawa ion yang terdiri dari kation logam dan anion OH⁻. Tata nama basa adalah *nama kationnya diikuti kata hidroksida*.

Contoh:

- NaOH : natrium hidroksida
- Ca(OH)₂ : kalsium hidroksida
- Al(OH)₃ : alumunium hidroksida

3) Garam

Garam adalah senyawa ion yang terdiri atas kation basa dan anion sisa asam. Rumus garam diperoleh dengan memberi angka indeks pada kation dan anionnya, sehingga jumlah muatan positif sama dengan jumlah muatan negative. Nama garam adalah rangkaian *nama kation yang diikuti oleh nama anion*.

Table 4.4
Nama garam berikut kation dan anion penyusun rumus garam

Kation	Anion	Rumus garam	Nama garam
Na ⁺	NO ³⁻	NaNO ₃	natrium nitrat
Ca ²⁺	NO ³⁻	Ca(NO ₃) ₂	kalsium nitrat
Al ³⁺	SO ₄ ⁻²	Al ₂ (SO ₄) ₃	alumunium sulfat

2. Tata nama senyawa organik

Tata nama senyawa organik lebih kompleks daripada tata nama senyawa anorganik. Hal ini disebabkan sebagian besar senyawa organik tidak dapat ditentukan dari rumus kimianya saja, akan tetapi harus dari rumus strukturnya. Jumlah senyawa organik lebih banyak dibandingkan senyawa anorganik. Di sini akan dibahas tata nama untuk senyawa organik sederhana.

- a. Senyawa organik paling sederhana hanya mengandung atom C dan H. Nama senyawa dimulai dengan awalan sesuai jumlah atom C dan diberi akhiran -ana.

Contoh:

Rumus kimia	Jumlah atom C	Awalan	Nama senyawa
CH ₄	1	Met-	Metana
C ₂ H ₆	2	Et-	Etana
C ₃ H ₈	3	Prop-	Propana

- b. Senyawa organik penting lainnya ialah benzen (C₆H₆). Penamaan senyawa jika atom H diganti dengan atom/gugus lainnya yaitu sebagai berikut:

Rumus kimia	Jumlah atom C	Nama lazim
C ₆ H ₆	Benzena	–
C ₆ H ₅ OH	Hidroksibenzena	Fenol
C ₆ H ₅ Cl	Klorobenzena	–
C ₆ H ₅ NH ₂	Aminobenzena	Anilin
C ₆ H ₅ NO ₃	Nitrobenzena	–
C ₆ H ₅ COO	Asam karboksilat benzena	Asam benzoat

Latihan 1

- Sebutkan nama dari senyawa berikut.

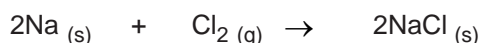
a. NaOH	f. CuSO ₄
b. NO ₂	g. KCl
c. FeCl ₃	h. ZnCl ₂
d. MgS	i. HCl
e. SnCl ₄	j. H ₂ SO ₄
- Tuliskan rumus kimia dari senyawa berikut.

a. karbon disulfida	d. timbal (II) nitrat
b. kalium dikromat	e. kalsium nitrida
c. besi (III) hidroksida	

B. PERSAMAAN REAKSI

1. Aturan penulisan persamaan reaksi

Persamaan reaksi menyatakan kesetaraan jumlah zat-zat yang bereaksi dengan jumlah zat-zat hasil reaksi. Untuk menyatakannya digunakan *rumus kimia zat-zat, koefisien reaksi, dan wujud zat*. Perhatikan contoh berikut:



Kata Kunci

- Persamaan reaksi
- Koefisien reaksi
- penyetaraan

a. Rumus kimia zat-zat

Zat-zat yang terlibat dalam reaksi kimia dinyatakan oleh rumus kimianya. Rumus pereaksi diletakkan di ruas kiri dan hasil reaksi diletakkan di ruas kanan. Kedua ruas dihubungkan oleh tanda panah yang menyatakan arah reaksi.

b. Koefisien reaksi

Koefisien reaksi menyatakan jumlah partikel dari setiap pereaksi dan produk reaksi. Pada contoh di atas, 2 molekul Na bereaksi dengan 1 molekul Cl_2 menghasilkan 2 molekul NaCl. Koefisien reaksi 1 umumnya tidak ditulis.

Koefisien reaksi diberikan agar persamaan reaksi sesuai dengan *Hukum Kekekalan Massa* dari Lavoisier, yang menyatakan bahwa:

“Massa zat sebelum dan sesudah reaksi adalah sama”

Karena massa suatu zat berbanding lurus dengan jumlah partikel (atom), maka hukum tersebut dapat pula berarti :

Jumlah atom dari setiap unsur di ruas kanan

=

Jumlah atom dari setiap unsur di ruas kiri

c. Wujud zat

Meskipun bukan keharusan, terkadang kita perlu mencantumkan wujud zat-zat yang terlibat dalam suatu reaksi. Wujud zat ditulis dengan *singkatan* dalam tanda kurung, sebagai *subskrip* di belakang rumus kimia zat yang bersangkutan.

Tabel 4.5
Penulisan Wujud Zat

Wujud zat	Subskrip
Padat (<i>solid</i>)	<i>s</i>
Cair (<i>liquid</i>)	<i>l</i>
Gas (<i>gas</i>)	<i>g</i>
Larut dalam air (<i>aqueous</i>)	<i>aq</i>

Contoh soal:

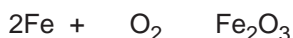
1. Setarakan reaksi berikut:



- Atom Fe di kiri ada 1 dan di kanan ada 2, maka yang di kiri dikalikan 2:



- Atom O di kiri ada 2 dan di kanan ada 3, maka yang di kiri dikalikan :



- Agar tidak ada pecahan, maka semua ruas dikalikan 2:



2. Setarakan reaksi berikut:



- Atom C di kiri ada 3 dan di kanan ada 1, maka yang di kanan dikalikan 3:



- Atom H di kiri ada 8 dan di kanan ada 2, maka yang di kanan dikalikan 4:



- Atom O di kiri ada 2 dan di kanan ada 10 (6 dari CO_2 dan 4 dari H_2O), maka yang di kiri dikalikan 5:

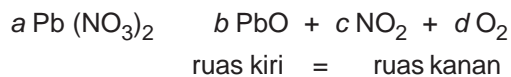


2. Kiat penyetaraan persamaan reaksi

Sebagian besar persamaan reaksi sederhana dapat disetarakan dengan mudah. Untuk menyetarakan reaksi-reaksi yang cukup sulit, kita dapat memakai "metode abjad". Perhatikan contoh berikut:



- Masing-masing koefisien dimisalkan dengan huruf:



$$\text{Jumlah atom Pb} \quad a = b$$

$$\text{N} \quad 2a = c$$

$$\text{O} \quad 6a = b + 2c + 2d \quad (*)$$

- Salah satu huruf dimisalkan dengan angka. Misalnya, $a = 1$:

$$b = a$$

$$b = 1$$

$$c = 2a = 2 \times 1 = 2$$

Untuk mencari d, maka harga a, b, c dimasukkan ke persamaan (*):

$$6a = b + 2c + 2d$$

$$6 \times 1 = 1 + (2 \times 2) + 2d$$

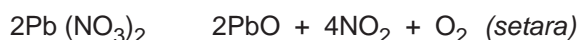
$$6 = 5 + 2d$$

$$d =$$

Diperoleh harga koefisien $a = 1$, $b = 1$, $c = 2$, dan $d =$, maka:



- Masing-masing ruas dikalikan 2:



Latihan 2

Setarakan reaksi di bawah ini.

- $\text{KMnO}_4 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$
- $\text{CuCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{NaCl}$
- $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{I}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaI} + \text{NaIO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Ag}_2\text{O} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{Ag} + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{NO} + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{CrCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaCl} \rightarrow \text{PbCl}_2 + \text{NaNO}_3$

C. HUKUM DASAR KIMIA

1. Hukum kekekalan massa (hukum Lavoisier)

Sudah lama orang mengetahui bahwa pada pembakaran kayu akan dihasilkan arang atau abu yang massanya lebih ringan, sedangkan logam menjadi lebih berat setelah dibakar. Akan tetapi, sampai pertengahan abad ke-17 para ilmuwan tidak dapat menjelaskan adanya perubahan massa dalam reaksi kimia. Hal ini disebabkan keterlibatan udara dalam suatu reaksi belum dipahami secara jelas pada saat itu.

Kata Kunci

- Hukum
- Kekekalan massa
- Perbandingan tetap
- Kelipatan perbandingan
- Perbandingan volum

a. Teori phlogiston

Ide awal teori phlogiston berasal dari *Johann Joachim Becker* (1635-1682) yang kemudian menarik perhatian *Gerhard Ernst Stahl* (1660-1734).

Teori phlogiston pada prinsipnya menyatakan:

- 1) semua materi mengandung zat ringan yang disebut *phlogiston*;
- 2) suatu reaksi kimia merupakan perpindahan phlogiston dari suatu materi ke materi yang lain.

Becher dan *Stahl* memberikan contoh pada pembakaran suatu logam, massanya akan berubah menjadi lebih berat dibandingkan massa logam awal. Logam akan kehilangan phlogiston sehingga berubah menjadi *calx logam* (sekarang disebut oksida logam). Untuk memperoleh kembali logam tersebut, calx harus dibakar bersama karbon yang kaya phlogiston, karena phlogiston semula sudah hilang di udara. *Calx* akan menyerap phlogiston dari udara sehingga berubah menjadi logam semula.

b. Akhir teori phlogiston dan lahirnya hukum kekekalan massa

Hampir satu abad teori phlogiston dianut oleh para ilmuwan. Pada tahun 1774, *Joseph Priestley* (1733-1804) dari Inggris melakukan eksperimen dengan memanaskan

calx merkuri (merkuri oksida) yang berupa serbuk merah. Calx merkuri dapat berubah kembali menjadi logam merkuri hanya dengan pemanasan tanpa penambahan materi yang kaya akan phlogiston. Calx merkuri terurai menjadi logam raksa dan suatu “udara aneh” yang berbeda dari udara biasa. Jika bara api diletakkan dalam “udara aneh”, maka ia akan menyala lebih terang. Menurut Priestly, serbuk calx merkuri menyerap phlogiston udara sehingga berubah menjadi logam raksa. Akibatnya udara di sekitarnya kehabisan phlogiston yang disebut “*dephlogisticated air*”.

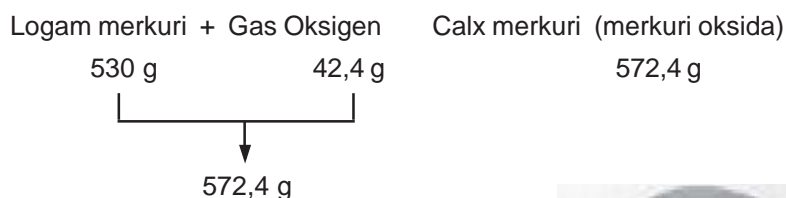
Kegagalan teori phlogiston disebabkan pada waktu itu para ilmuwan belum memahami keterlibatan gas dalam reaksi kimia.

Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) di Paris, Prancis, menganggap “*phlogiston*” adalah suatu zat khayal yang keberadaannya belum terbukti secara eksperimen. Menurut Lavoisier, suatu eksperimen kimia harus memakai pengukuran dan perhitungan kuantitatif.

Pada tahun 1779, *Lavoisier* mengulang eksperimen *Priestly* dengan lebih teliti. Ia memanaskan 530 gram logam merkuri dalam suatu wadah yang terhubung dengan udara dalam silinder ukur dalam suatu wadah tertutup. Volum udara dalam silinder

ternyata berkurang sebanyak $\frac{1}{5}$ bagian, sedangkan logam merkuri berubah menjadi calx merkuri (oksida merkuri) dengan massa 572,5 gram, atau terjadi kenaikan massa sebesar 42,4 gram. Besarnya kenaikan massa ini ternyata sama dengan $\frac{1}{5}$ bagian

udara yang hilang. Ia menyadari $\frac{1}{5}$ bagian udara tersebut ialah *udara tanpa phlogiston* yang telah bergabung dengan logam merkuri membentuk calx merkuri. Ia menamakan bagian udara tersebut sebagai *oksigen*.



Gambar 4.1
Antoine Laurent Lavoisier
Sumber: www.wga.hu



Gambar 4.2
Antoine Laurent Lavoisier
Sumber: www.pbs.org

Berdasarkan eksperimen, Lavoisier merumuskan *Hukum Kekekalan Massa* yang berbunyi:

“Di dalam suatu reaksi kimia, massa zat-zat sebelum reaksi sama dengan massa zat sesudah reaksi”.

2. Hukum perbandingan tetap (hukum Proust)



Gambar 4.3
Joseph Louis proust
Sumber: www.seilnacht.com

Pada tahun 1799, **Joseph Louis proust** (1754-1826) dari Perancis melakukan eksperimen, yaitu mereaksikan unsur hidrogen dan unsur oksigen. Ia menemukan bahwa unsur hidrogen dan unsur oksigen selalu bereaksi membentuk senyawa air dengan perbandingan massa yang tetap, yaitu 1 : 8.

Massa hidrogen : Massa oksigen = 1 : 8

Tabel 4.6
Hasil Eksperimen Proust

Massa zat sebelum reaksi		Massa zat sesudah reaksi	
Hidrogen (gram)	Oksigen (gram)	Air (gram)	Sisa unsur yang tidak bereaksi
1	8	9	0
2	8	9	1 g hidrogen
1	9	9	1 g oksigen
2	16	18	0

Proust juga meneliti beberapa senyawa yang lain dan memperoleh kesimpulan yang sama, yaitu perbandingan berat unsur-unsur yang menyusun suatu senyawa tidak pernah berubah.

Hukum Perbandingan Tetap berbunyi:

“Perbandingan massa unsur-unsur dalam suatu senyawa adalah tetap.”

Dengan memakai pemahaman hukum perbandingan tetap, definisi senyawa dapat diperluas sebagai berikut:

“senyawa adalah zat yang terbentuk oleh dua atau lebih unsur yang berbeda jenis dengan perbandingan massa unsur-unsur penyusunnya adalah tetap”.

3. Hukum kelipatan perbandingan (hukum Dalton)



Hukum Proust dikembangkan lebih lanjut oleh para ilmuwan untuk unsur-unsur yang dapat membentuk lebih dari satu senyawa. Salah seorang diantaranya ialah Dalton (1766-1844). Dalton mengamati adanya suatu keteraturan yang terkait dengan perbandingan massa unsur-unsur dalam suatu senyawa.

Gambar 4.4 John Dalton
Sumber: www.ieap.uni-kiel.del

Simak percobaan berikut:

Pada percobaan pertama, 1,33 g oksigen direaksikan dengan 1 g karbon. Reaksi ini menghasilkan 2,33 g karbon monoksida. Selanjutnya pada percobaan kedua, massa oksigen diubah menjadi 2,66 g sementara massa karbon tetap. Reaksi ini menghasilkan senyawa yang berbeda, yaitu karbon dioksida.

Tabel 4.7
Hasil Percobaan untuk merumuskan hukum Dalton

Jenis senyawa	Massa karbon yang direaksikan	Massa oksigen yang direaksikan	Massa senyawa yang terbentuk
Karbon monoksida	1,33 g	1,00 g	2,33 g
Karbon dioksida	2,66 g	1,00 g	3,66 g

Dengan massa oksigen yang sama ternyata perbandingan massa karbon dalam senyawa karbon monoksida dan karbon dioksida merupakan bilangan bulat dan sederhana.

= =

Hukum Kelipatan Perbandingan (hukum Dalton) berbunyi:

“Jika dua jenis unsur bergabung membentuk lebih dari satu senyawa, dan jika, massa salah satu unsur dalam senyawa tersebut sama, sedangkan massa unsur lainnya berbeda, maka perbandingan massa unsur lainnya dalam senyawa tersebut merupakan bilangan bulat sederhana.”

4. Hukum perbandingan volum (hukum Gay - Lussac)



Gambar 4.5
Joseph Louis Gay Lussac
Sumber: www.uh.edu

Joseph Louis Gay Lussac (1788-1850) dari Perancis tertarik pada penemuan Henry Cavendish (1731-1810) dari Inggris, yang menemukan perbandingan volume hidrogen yang bereaksi dengan oksigen membentuk air adalah 2 : 1, jika kedua gas itu diukur pada suhu (T) dan tekanan (P) yang sama. Akhirnya, pada tahun 1809 Joseph Louis Gay Lussac melakukan percobaan terhadap berbagai reaksi gas.

2 volume gas hidrogen + 1 volume gas oksigen	2 volume uap air
1 volume gas nitrogen + 3 volume gas hidrogen	2 volume gas ammonia
1 volume gas hidrogen + 1 volume gas klorin	2 volume gas hidrogen klorida

Dari percobaan ini, Gay-Lussac merumuskan *Hukum Perbandingan Volum (hukum Gay-Lussac)* yang berbunyi:

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

D. PERHITUNGAN KIMIA

Terdapat berbagai cara untuk menentukan ukuran suatu benda. Menghitung jumlah, volume, bahkan massa suatu benda merupakan pekerjaan yang biasa kita lakukan sehari-hari. Beras biasa dihitung dari massanya, misalnya 1 kg. Hampir tidak pernah kita menghitung beras dalam jumlah satuan, misalnya 50 butir beras. Karena hal tersebut merupakan pekerjaan yang sulit dan tidak praktis.

Demikian pula halnya dengan atom. Hingga saat ini tidak pernah ada yang melihat atom bahkan dengan mikroskop elektron sekalipun. Atom terlalu kecil untuk dilihat apalagi untuk dihitung jumlah partikel materi. Yang dapat dilakukan adalah dengan menghitung massa atau volumenya.

Kata Kunci

- Mol
- Massa molar
- Jumlah partikel
- Volume gas
- Rumus empiris
- Rumus molekul

1. Konsep mol

a. Hipotesis Avogadro

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

atau

=



Gambar 4.6

Amadeo Avogadro

Sumber: www.perso.wanadoo.fr

Mengapa perbandingan volum gas-gas dalam suatu reaksi merupakan bilangan sederhana? Pada awalnya, Hukum Gay Lussac tidak dapat dijelaskan para ilmuwan termasuk oleh *John Dalton*, pencetus teori atom.

Ketidakmampuan Dalton karena ia menganggap partikel unsur selalu berupa atom tunggal (,monoatomik). Barulah pada tahun 1811 *Amadeo Avogadro* (1776-1856) dari Italia, mengemukakan bahwa partikel unsur tidak harus berupa atom tunggal, tetapi dapat juga berupa molekul.

b. Mol

Satuan mol menyatakan *jumlah partikel (atom, molekul, atau ion) dalam suatu zat*. Para ahli sepakat bahwa 1 mol zat mengandung jumlah partikel yang sama dengan jumlah partikel dalam 12,0 gram C-12, yaitu sebanyak $6,02 \times 10^{23}$ partikel. Jumlah partikel ini disebut sebagai Bilangan Avogadro (L).

Contoh:

- 1 mol unsur (C) mengandung $6,02 \times 10^{23}$ atom C
 - 1 mol senyawa H_2O mengandung $6,02 \times 10^{23}$ molekul H_2O
 - 1 mol senyawa ion NaCl mengandung $6,02 \times 10^{23}$ ion Na^+ dan $6,02 \times 10^{23}$ ion Cl^-
- Hubungan antara mol dan jumlah partikel zat (X) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$X = \text{mol} \times 6,02 \cdot 10^{23} \text{ partikel/ mol}$$

2. Massa molar

Massa molar adalah massa yang dimiliki oleh 1 mol zat. Dasar perhitungan massa molar ialah massa atom C-12 dalam 1 mol, yaitu sebesar 12,0 gram.

Massa molar C-12 =

Perhatikan tabel berikut!

Tabel 4.8
Massa molar beberapa zat

Zat	Jumlah partikel	A_r/M_r	Massa 1 mol zat (gram)	Massa molar m_m (gr/mol)
1 mol C-12	$6,02 \times 10^{23}$ atom C	12,0	12,000 gr	12,0 gr/ mol
1 mol Cu	$6,02 \times 10^{23}$ atom Cu	63,5	$\times 12$ gr = 63,5 gr	63,5 gr/ mol
1 mol H ₂ O	$6,02 \times 10^{23}$ molekul H ₂ O	18,0	$\times 12$ gr = 18,0 gr	18,0 gr/ mol

Dengan mengetahui nilai m, kita dapat menentukan mol zat (n) jika massanya (w) diketahui:

$$n =$$

Keterangan:

n = mol zat (mol)

m = massa zat (gr)

Mr = massa molar (gr/mol)

3. Volum molar gas

a. Pada keadaan standar

Volum molar menyatakan volum yang ditempati 1 mol gas pada suhu dan tekanan tertentu. Dari eksperimen diketahui bahwa 1 liter gas oksigen (O₂), yang diukur pada suhu 0° C dan tekanan 76 cmHg (1 atmosfer) mempunyai massa sebesar 1,429 gram.

Dari perhitungan mol, diperoleh:

$$\begin{aligned} \text{Mol O}_2 &= \\ &= \frac{1,429}{32} = 0,04466 \end{aligned}$$

Dalam 1 liter O₂ terdapat 0,04466 mol O₂.

Jadi, 1 mol O₂ mempunyai volume sebesar = $\frac{1}{0,04466}$ × 1 liter = 22,44 liter.

Keadaan suhu 0° C dan tekanan 1 atmosfer disebut keadaan standar (STP). Setiap 1 mol gas yang diukur pada keadaan standar akan mempunyai volume yang sama, yaitu 22,4 liter.

$$\text{Volume Gas X} = \text{mol X} \times 22,4 \text{ L}$$

b. Pada keadaan tidak standar

Perhitungan volume gas pada kondisi ini didasarkan pada rumusan gas ideal:

$$P V = n R T$$

Keterangan:

P = tekanan (atm)

V = volume (liter)

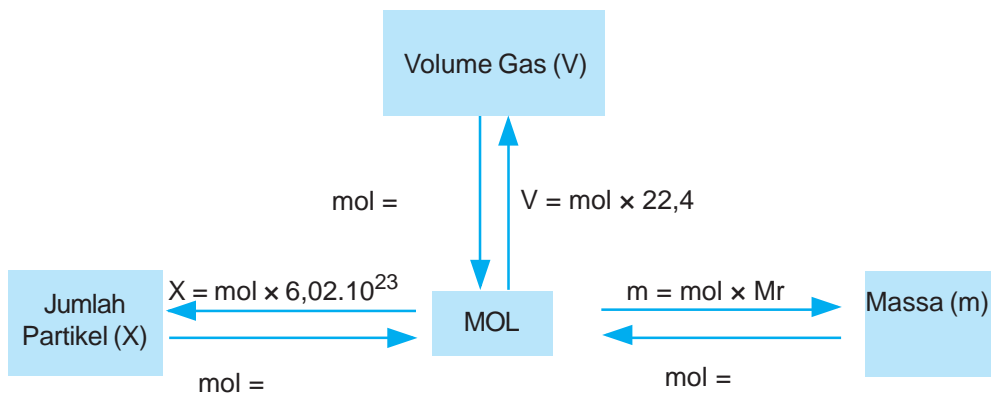
N = mol gas

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

T = suhu (Kelvin)

4. Hubungan antara mol, Jumlah molekul, massa, dan volume gas

Untuk lebih memahami hubungan antara mol, jumlah molekul, massa, dan volume gas, perhatikan bagan di bawah ini.



Gambar 4.9

Bagan hubungan mol, jumlah partikel, massa, dan volume gas

Contoh Soal

Hitunglah jumlah molekul O_2 yang terkandung dalam 2 liter gas oksigen pada suhu $0^\circ C$ dan tekanan 1 atm. ($L = 6,02 \times 10^{23}$)

Jawab:

$0^\circ C$ dan 1 atm (STP)

Mol gas O_2 dalam 2 liter =

$$= \frac{2}{22,4} = 0,089 \text{ mol}$$

Jumlah molekul O_2 yang terkandung dalam 2 liter gas O_2 adalah:

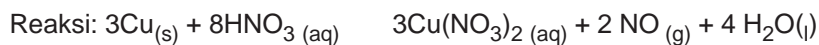
= mol x bilangan Avogadro

= $0,089 \text{ mol} \times 6,02 \times 10^{23}$ molekul

= $0,536 \times 10^{23}$ molekul

Contoh soal

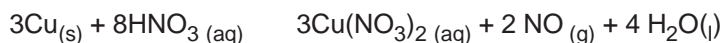
Reaksi tembaga dengan asam nitrat menghasilkan 18,75 g tembaga (II) nitrat pada suhu dan tekanan tertentu.



(Bila A_r Cu = 63,5; N = 14; O=16; C=12; dan H=1)

- berapa gram tembaga yang bereaksi?
- berapa liter gas NO yang dihasilkan jika diukur pada keadaan 1,25 gram C_2H_6 volumenya 1 liter?

Jawab:

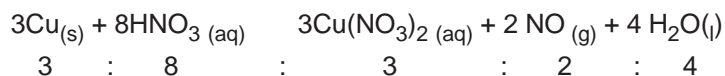


Tembaga (II) nitrat yang dihasilkan = 18,75 gram

$M_r \text{ Cu}(\text{NO}_3)_2 = 63,5 + (14 + 3 \cdot 16) \times 2 = 187,5 \text{ gram}$

Mol $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 = \quad \quad \quad = 0,1 \text{ mol}$

- a) Tembaga yang bereaksi:



Mol Cu = $\quad \times 0,1 \text{ mol} = 0,1 \text{ mol}$

Banyaknya tembaga yang bereaksi = mol x M_r Cu

= $0,1 \text{ mol} \times 63,5$

= 6,35 gram

b) Gas NO yang dihasilkan

$$\text{mol NO} = \quad \times 0,1 \text{ mol} = 0,067 \text{ mol}$$

Diketahui 1,25 g C₂H₆ volumenya 1 L, maka:

$$\text{mol C}_2\text{H}_6 = \quad = 0,042 \text{ mol}$$

$$= \frac{n_{\text{C}_2\text{H}_6}}{V_{\text{C}_2\text{H}_6}} = \frac{0,067}{V_{\text{NO}}} = \frac{0,042}{1}$$

$$V_{\text{NO}} = \quad = 1,59 \text{ L}$$

5. Komposisi zat

Komposisi zat umumnya dinyatakan dalam persen massa (% massa).

$$\text{Persen massa komponen penyusun zat} = \quad \times 100\%$$

Contoh soal

Analisis sampel menunjukkan terdapat 40% kalsium, 12 % karbon, dan 48% oksigen. Jika diketahui massa sample tersebut adalah 25 gram, tentukan massa setiap unsur dalam sampel tersebut!

Jawab:

- Massa Ca = $\frac{40}{100} \times 25 \text{ gram} = 10,0 \text{ gram}$
- Massa C = $\quad \times 25 \text{ gram} = 3,0 \text{ gram}$
- Massa O = $\quad \times 25 \text{ gram} = 12,0 \text{ gram}$

6. Menentukan rumus kimia zat

a. Menentukan rumus empiris zat

Dalam menentukan rumus empiris zat, perbandingan mol unsur-unsur dalam zat haruslah merupakan perbandingan paling sederhana.

Contoh soal

Suatu senyawa mengandung 32,4 % natrium; 22,6 % belerang; dan sisanya oksigen (A_r Na = 23, S = 32, dan O = 16). Tentukanlah rumus empiris senyawa tersebut!

Jawab:

$$\text{Na} = 32,4 \%$$

$$\text{S} = 22,6\%$$

$$\text{O} = 100 - (32,4 + 22,6) = 45 \%$$

$$\text{mol Na} : \text{mol S} : \text{mol O}$$

$$:$$

$$1,4 : 0,7 : 2,8$$

$$2 : 1 : 4$$

Jadi, rumus empiris senyawa tersebut ialah Na_2SO_4

b. Menentukan rumus molekul zat

Rumus molekul merupakan kelipatan dari rumus empirisnya

$$M_r \text{ rumus molekul} = n \times M_r \text{ rumus empiris}$$

Contoh soal

Suatu senyawa organik dengan $M_r = 90$ tersusun dari 40% karbon; 6,6% hidrogen; dan sisanya oksigen (A_r C=12; H = 1; O = 16). Tentukan rumus molekul senyawa tersebut!

Jawab:

$$\text{C} = 40\%; \text{H} = 6,6\%; \text{O} = 53,4\%$$

$$\text{mol C} : \text{mol H} : \text{mol O}$$

$$:$$

$$3,3 : 6,6 : 3,3$$

$$1 : 2 : 1$$

Rumus empirisnya ialah CH_2O .

$$n \times M_r \text{ rumus empiris} = M_r \text{ rumus molekul}$$

$$(\text{CH}_2\text{O})_n = 90$$

$$30n = 90$$

$$n = 3$$

Jadi, rumus molekulnya ialah $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$

Contoh Soal

Suatu senyawa mengandung 52,14% C; 13,03% H; dan 34,75% O. (A_r C=12, A_r H=1, A_r O=16). Tentukan rumus perbandingan senyawa itu!

Jawab:

Misal berat senyawa = 100 gram, maka:

$$\begin{aligned} \text{mol C} & : \text{ mol H} : \text{ mol O} \\ = & : : \\ = & 4,36 : 13,03 : 34,75 \\ = & 2 : 6 : 1 \end{aligned}$$

Jadi, rumus perbandingan senyawanya ialah $(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})_n$

7. Menentukan rumus air kristal

Air kristal merupakan molekul air yang terjebak di dalam suatu kristal. Kristal merupakan zat padat yang memiliki bentuk teratur. Kristal pada umumnya terbentuk dari proses penguapan atau pemadatan secara perlahan-lahan, contohnya kristal garam. Apabila garam diuapkan airnya, maka akan terjadi kristal garam, dan kemungkinan terdapat kristal air yang terjebak di dalamnya.

Jumlah kristal air dalam suatu kristal dapat kita tentukan dengan beberapa cara, diantaranya:

- dengan cara memanaskan suatu kristal hingga air kristalnya terlepas, sebelum dipanaskan, kristal, tersebut ditimbang terlebih dahulu kemudian selisihkan beratnya dengan kristal yang sudah mengalami pemanasan. Dari selisih berat tersebut kita dapat menentukan jumlah air kristal.
- dengan cara menganalisis melalui reaksi kimia

Contoh soal

Suatu hidrat tembaga(II) sulfat dipanaskan, ternyata beratnya berkurang sebanyak 36%. Tentukan rumus molekul hidrat tersebut! (A_r Cu=63,5; S=32; O=16; H=1)

Jawab:



$$\begin{aligned} \text{mol CuSO}_4 & : \text{ mol H}_2\text{O} = 1 : x \\ & : & = 1 : x & \quad x = 5 \end{aligned}$$

Jadi, rumus hidratnya ialah : $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

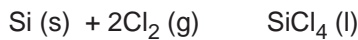
Latihan 3

Jika 76 gram $\text{MgSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ dipanaskan, ternyata dihasilkan 40 gram senyawa anhidrat. Tentukan harga x! (A_r Mg=24; S=32; O=16; H=1)

8. Menggunakan persamaan reaksi dalam perhitungan kimia

Perhatikan contoh berikut!

Padatan silikon bereaksi habis dengan gas klorin membentuk lelehan silikon tetraklorida menurut persamaan reaksi:



- Berapa mol gas klorin yang diperlukan untuk bereaksi habis dengan 30 gr silikon?
- Berapa mol silikon tetraklorida yang dihasilkan? (A_r Si = 28, Cl = 35,5)

Jawab:

Langkah-langkah penyelesaian soal:

	Si (s)	+	2Cl ₂ (g)	SiCl ₄ (l)
Sebelum :	x		2x	-
Reaksi :	-x mol		-2x mol	+x mol
<hr/>				
Sesudah :	0 mol		0 mol	x mol

Diketahui:

Mol Si awal : $n =$

$$= \frac{30 \text{ gr}}{28 \text{ gr/mol}} = 1,071 \text{ mol}$$

Jadi, harga $x = 1,071 \text{ mol}$

- mol Cl₂ yang diperlukan = $2x = 2 \times 1,071 \text{ mol} = 2,142 \text{ mol}$
- mol SiCl₄ yang dihasilkan = $x = 1,071 \text{ mol}$

Contoh soal

Diketahui 4 gram kalsium karbonat direaksikan dengan larutan hidrogen klorida.

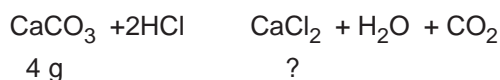
- Tulis persamaan reaksi yang terjadi.
- Hitung berat garam yang terbentuk.
- Hitung volume gas yang terbentuk (STP).

Jawab:

- Persamaan reaksi:



- Berat garam yang terbentuk:



$$\text{Mol CaCl}_2 = \quad = \quad = 0,04 \text{ mol}$$

Maka, massa garam (CaCl₂) yang terbentuk adalah
 = mol × Mr CaCl₂
 = 0,04 mol × 111 = 4,44 gram

c. Volum gas yang terbentuk pada keadaan STP:

Mol CO₂ = 0,04 mol = 0,04 mol

Volume pada STP = mol × 22,4 L
 = 0,04 mol × 22,4 L = 0,896 L

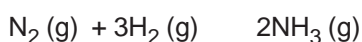
9. Pereaksi pembatas

Pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis lebih dahulu

Di dalam suatu reaksi kimia, perbandingan mol-zat-zat pereaksi yang ditambahkan tidak selalu sama dengan perbandingan koefisien reaksinya. Apabila zat-zat yang direaksikan tidak ekuivalen, maka salah satu pereaksi akan habis lebih dahulu sedangkan pereaksi yang lain bersisa.

Contoh:

Nitrogen bereaksi dengan hidrogen membentuk amoniak menurut persamaan:



Jumlah mol pereaksi		Jumlah mol produk	Pereaksi pembatas	Jumlah mol pereaksi yang bersisa
N ₂	H ₂			
1	3	2	ekivalen	–
1	4	2	nitrogen	1 mol hidrogen
2	3	2	hidrogen	1 mol nitrogen
0,5	1,5	1	ekivalen	–

Untuk memahami pereaksi pembatas, kita ambil data ketiga dari contoh di atas.

1. Bagilah jumlah mol masing-masing pereaksi dengan koefisien reaksinya!

$$\text{N} = \frac{1}{1} = 1 \text{ dan H} = \frac{3}{3} = 1$$

2. Pereaksi yang hasil pembagiannya paling kecil ialah pereaksi pembatas, yaitu hidrogen

3. Jumlah produk ditentukan oleh pereaksi pembatas

$$\text{NH}_3 = 1 \times 3 \text{ mol} = 3 \text{ mol}$$

4. Untuk menentukan jumlah pereaksi yang bersisa dalam contoh di atas yaitu nitrogen dapat dihitung sebagai berikut.

= jumlah nitrogen mula-mula – jumlah nitrogen yang bereaksi

$$= 2 - (1 \times 3) = 2 - 1 = 1 \text{ mol}$$

Contoh soal

Serbuk besi sejumlah 28 gram ($A_r \text{ Fe} = 56$) direaksikan dengan 20 gram belerang ($A_r \text{ S} = 32$) sesuai dengan persamaan reaksi $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$. Tentukan zat yang tersisa sesudah reaksi selesai. (UMPTN '99 Rayon C)

Jawab:

Persamaan reaksi



$$\text{mol Fe} = \frac{28}{56} = 0,5 \text{ mol (habis bereaksi)}$$

$$\text{mol S} = \frac{20}{32} = 0,625 \text{ mol}$$

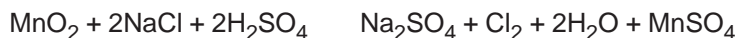
$$\text{S yang bereaksi} = 1 \times \text{mol Fe} = 1 \times 0,5 = 0,5 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} \text{S sisa} &= \text{mol S mula-mula} - \text{mol S yang bereaksi} \\ &= 0,625 - 0,5 = 0,125 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa S sisa} &= \text{mol S sisa} \times A_r \text{ S} \\ &= 0,125 \times 32 = 4 \text{ gram} \end{aligned}$$

Latihan 4

Gas klorin dapat dibuat dari reaksi:



Sebanyak 8,7 gram MnO_2 direaksikan dengan 23,4 gram NaCl dan 200 mL H_2SO_4 2 M ($A_r \text{ H} = 1$, $\text{O} = 16$; $\text{S} = 32$; $\text{Mn} = 55$; $\text{Na} = 23$; $\text{Cl} = 35,5$). Tentukan:

- volume gas klorin yang terbentuk (STP)
- massa pereaksi yang berlebih

Ringkasan

Senyawa biner dari logam dan non-logam umumnya merupakan senyawa ion. Logam membentuk ion positif (kation) dan non-logam membentuk ion negatif (anion). Senyawa biner dari dua non-logam umumnya adalah senyawa molekul. **Asam** adalah zat kimia yang di dalam air dapat melepaskan ion H^+ . **Basa** adalah zat yang di dalam air dapat menghasilkan ion OH^- . **Garam** adalah senyawa ion yang terdiri dari kation basa dan anion sisa asam.

Persamaan reaksi menyatakan kesetaraan jumlah zat-zat yang bereaksi dengan jumlah zat-zat hasil reaksi. Koefisien reaksi diberikan agar persamaan reaksi sesuai

dengan **Hukum Kekekalan Massa dari Lavoisier**, yang menyatakan bahwa :” *Massa zat sebelum dan sesudah reaksi adalah sama*”. Kemudian **Proust** mengemukakan hukum perbandingan tetap yaitu *perbandingan massa unsur dalam suatu senyawa adalah tetap*. Jika dua unsur dapat membentuk lebih dari satu senyawa, *perbandingan massa salah satu unsur pada tiap senyawa merupakan bilangan bulat dan sederhana* sesuai dengan hukum yang dikemukakan oleh **Dalton**.

Pada suhu dan tekanan yang sama, *perbandingan volume gas-gas yang bereaksi merupakan perbandingan bilangan bulat dan sederhana*, hal tersebut dikemukakan oleh **Joseph Louis Gay Lussac**, yang kemudian dikenal sebagai Hukum Perbandingan Volume. Kemudian **Avogadro** mengemukakan hipotesisnya yang menyatakan bahwa pada suhu dan tekanan yang sama, *semua gas bervolume sama mempunyai jumlah molekul yang sama*.

GLOSARIUM

Satuan mol	:	menyatakan jumlah partikel (atom, molekul, atau ion) dalam suatu zat.
Massa molar	:	massa yang dimiliki oleh 1 mol zat.
Keadaan standar (STP)	:	keadaan suhu 0 ^o C dan tekanan 1 atmosfer.
Rumus empiris	:	menyatakan perbandingan terkecil atom-atom dalam senyawa.
Rumus molekul	:	menyatakan jumlah atom-atom dalam senyawa, merupakan kelipatan dari rumus empirisnya.
Pereaksi pembatas	:	pereaksi yang habis lebih dahulu dan membatasi jalannya reaksi sehingga tidak ada reaksi lebih lanjut.
Kation	:	ion bermuatan positif.
Anion	:	ion bermuatan negatif.

SOAL-SOAL LATIHAN BAB 4

I. Pilihan Ganda

Pilihlah salah satu jawaban yang Benar!

- Senyawa H₃PO₄ mempunyai nama
 - asam sulfat
 - asam sulfit
 - asam karbonat
 - asam posfat
 - asam posfit
- Senyawa yang mempunyai jumlah atom paling banyak adalah
 - K₃Co(NO₂)₃
 - K₄Fe(CN)₆
 - Cu(NH₃)₄Cl
 - CuSO₃.5H₂O
 - Pb(NO₃)₂

- A. 5
B. 4
C. 3
- D. 2
E. 1
11. "Massa zat sebelum dan sesudah reaksi selalu tetap." Hukum ini dikemukakan oleh
A. Proust
B. Dalton
C. Lavoisier
D. Gay Lussac
E. Avogadro
12. Joseph Louis Proust merumuskan suatu hukum yang dikenal sebagai hukum
A. perbandingan tertentu
B. perbandingan tetap
C. kekekalan massa
D. kekekalan volum
E. kekekalan energi
13. Menurut percobaan Gay-Lussac, perbandingan volum gas hidrogen, gas oksigen, dan uap air yang dihasilkan adalah
A. 2 : 1 : 2
B. 1 : 1 : 1
C. 1 : 3 : 2
D. 1 : 1 : 2
E. 2 : 1 : 1
14. Hidrogen dan oksigen akan bereaksi membentuk air (H_2O) dengan perbandingan:
 $m(H) : m(O) = 1 : 8$
Jika diketahui massa hydrogen yang bereaksi 15 gr, maka massa air yang dihasilkan adalah.....
A. 115 gr
B. 125 gr
C. 135 gr
D. 235 gr
E. 335 gr
15. Suatu tabung yang berisi gas metana, CH_4 ($M_r = 16$) ditimbang pada suhu dan tekanan tertentu. Tabung itu dikosongkan, kemudian diisi dengan gas oksigen pada suhu dan tekanan yang sama. Berapakah berat gas metana?
A. sama dengan berat oksigen
B. dua kali berat oksigen
C. setengah berat oksigen
D. lima kali berat oksigen
E. seperlima berat oksigen
16. Jika $A_r K = 39$; $A_r Cl = 35,5$; $A_r O = 16$; $A_r Na = 23$; $A_r C = 12$; dan $A_r H = 1$, massa molekul relatif $KClO_3$ dan $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ berturut-turut adalah
A. 122.5 dan 106
B. 122.5 dan 126
C. 122.5 dan 234
D. 122.5 dan 266
E. 122.5 dan 286*
17. Massa 1 atom C-12 yang sebenarnya adalah 2×10^{-23} gr. Massa 1 atom unsur X = $2,67 \times 10^{-23}$ gr. Massa atom relatif unsur X adalah
A. 16
B. 18
C. 20
D. 22
E. 32

18. Diketahui A_r Ca = 40; P = 31; O = 16; N = 14 dan H = 1, maka kandungan posfor terbanyak terdapat dalam senyawa
- $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
 - $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$
 - $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
 - $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$
 - CaHPO_4
19. Persamaan reaksi :
- $$\text{C}_2\text{H}_4 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{g})$$
- Perbandingan volum gas-gas dari reaktan dan produk pada suhu dan tekanan yang sama adalah
- 2 : 5 : 4 : 2
 - 2 : 5 : 3 : 3
 - 1 : 3 : 2 : 2
 - 1 : 1 : 2 : 1
 - 1 : 1 : 1 : 1
20. Pada reaksi pembakaran sempurna gas etuna, C_2H_2 menurut reaksi:
- $$\text{C}_2\text{H}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{g})$$
- Perbandingan volum gas yang bereaksi adalah
- 2 : 5 : 4 : 2
 - 2 : 5 : 3 : 3
 - 1 : 3 : 2 : 2
 - 1 : 1 : 2 : 1
 - 1 : 1 : 1 : 1
21. Jika diketahui A_r Fe = 56, S = 32 dan O = 16, maka massa besi yang terdapat dalam 4 gr $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ adalah
- 4,00 gr
 - 1,12 gr
 - 0,01 gr
 - 0,56 gr
 - 0,28 gr
22. Pupuk yang mempunyai persentase nitrogen tertinggi adalah
(A_r Na = 23, O = 16, N = 14, C = 12, K = 39, dan H = 1)
- NaNO_3
 - NH_4NO_3
 - NH_4NO_2
 - NH_2CONH_2
 - NH_4NH_2
23. Pupuk kimia yang mengandung posfor terbanyak adalah (A_r P = 31)
- Na_2HPO_4 ($M_r = 142$)
 - $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ($M_r = 115$)
 - NaH_2PO_4 ($M_r = 120$)
 - $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ($M_r = 234$)
 - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ($M_r = 310$)
24. 0,5 mol mg direaksikan dengan 500 mL HCl 2 M menurut persamaan reaksi:
- $$\text{Mg} (\text{s}) + 2\text{HCl} (\text{aq}) \rightarrow \text{MgCl}_2 (\text{aq}) + \text{H}_2 (\text{g})$$
- Volum gas yang terbentuk pada STP adalah
- 1,12 liter
 - 2,24 liter
 - 15,60 liter
 - 11,20 liter
 - 22,40 liter

25. Pada pembakaran campuran 4 gram serbuk magnesium dihasilkan 5 gram magnesium oksida, maka kadar kemurnian serbuk magnesium adalah
- 25 %
 - 40 %
 - 50 %
 - 75 %
 - 89 %
26. Pada penguraian kalium klorat terbentuk 69,6 ml gas oksigen. Bila gas ini diukur pada keadaan 0,58 liter gas N_2 ($M_r = 28$) beratnya 0,7 gram; banyaknya $KClO_3$ ($M_r = 122,5$) yang terurai sebesar
- 2,45 gram
 - 1,485 gram
 - 112,225 gram
 - 0,85 gram
 - 0,56 gram
27. 7 gram cuplikan yang mengandung besi dianalisa dan diperoleh 2 gram Fe_2O_3 ($A_r O = 16, Fe = 56$). Besi yang terkandung dalam cuplikan sebesar
- 10 %
 - 14,3%
 - 17,5%
 - 20%
 - 24,4%
28. Suatu hidrokarbon gas tersusun dari 85,7% karbon ($C = 12, H = 1$). Jika 10,5 gram gas itu mempunyai volum 3,36 liter pada suhu 0° dan tekanan 1 atm, gas tersebut adalah
- C_3H_6
 - C_4H_6
 - C_4H_8
 - C_5H_8
 - C_5H_{10}
29. Sebanyak 100 mL larutan perak nitrat 0,1 M dicampur dengan 100 mL larutan kalsium klorida 0,2 M menghasilkan endapan perak klorida menurut persamaan:
- $$2AgNO_3(aq) + CaCl_2(aq) \rightarrow 2AgCl(s) + Ca(NO_3)_2(aq)$$
- Massa endapan yang terbentuk adalah ($A_r Ag = 108, Cl = 35,5$)
- 1,435 gr
 - 2,87 gr
 - 5,74 gr
 - 14,35 gr
 - 28,7 gr
30. Sebanyak 5,8 gram basa $M(OH)_2$ tepat bereaksi dengan 200 mL HCl 1 M menurut persamaan:
- $$M(OH)_2(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MCl_2(aq) + 2H_2O(l)$$
- Massa atom relatif (A_r) logam M adalah
- 24
 - 27
 - 40
 - 56
 - 58

II. Uraian

- Tuliskan rumus kimia dari :
 - perak oksida
 - besi (II) klorida
 - silikon tetrafluorida
 - karbon disulfida
 - iodium monoklorida
 - aluminium nitrat
 - kalsium posfat
 - magnesium nitrit
 - perak kromat
 - tembaga (II) sianida
- Sempurnakan koefisien dari persamaan reaksi berikut ini:
 - $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$
 - $\text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NO} + \text{O}_2$
 - $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaCl} \rightarrow \text{PbCl}_2 + \text{NaNO}_3$
 - $\text{K}_3\text{PO}_3 + \text{MgI}_2 \rightarrow \text{KI} + \text{Mg}_3(\text{PO}_3)_2$
- Tuliskan persamaan setara untuk masing-masing reaksi berikut:
 - Besi dengan asam klorida membentuk besi (II) klorida.
 - Larutan natrium karbonat dengan larutan asam sulfat membentuk larutan natrium sulfat, gas karbondioksida, dan air.
 - Larutan timbal (II) asetat dengan larutan kalium iodida membentuk endapan timbal (II) iodida dan larutan kalium asetat.
 - Logam aluminium dengan asam sulfat membentuk larutan aluminium sulfat dan gas hidrogen.
 - Serbuk kalium klorat dengan serbuk belerang membentuk kalium klorida padat dan gas belerang dioksida.
- Sebutkan isi hukum perbandingan tetap dari Proust!
- Pada pembakaran magnesium dengan oksigen, sebanyak 1,52 gram magnesium tepat bereaksi dengan 1 gram oksigen. Berapa gram oksigen diperlukan untuk bereaksi dengan 12,2 gram magnesium?
- Sebutkan isi hukum perbandingan volum dari Gay Lussac!
 - Sebanyak 2,3 liter gas X bereaksi dengan 1,15 liter gas menghasilkan 3,45 liter gas Z.
Apakah reaksi ini sesuai dengan hukum perbandingan tetap dari Gay Lussac?
- Tentukan perbandingan N, jika N dan O membentuk senyawa-senyawa NO_2 , N_2O_3 , NO , dan N_2O !
- Pupuk urea, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, mengandung nitrogen 42%. Berapakah kemurnian pupuk urea jika M_r urea = 60 dan A_r N = 14!
- Suatu cuplikan senyawa $\text{PbCO}_3 \cdot x \text{Pb}(\text{OH})_2$ yang direaksikan dengan asam sulfat berlebih menghasilkan $\text{PbSO}_4(s)$, $\text{H}_2\text{O}(l)$, dan $\text{CO}_2(g)$. Berapakah nilai x jika gas CO_2 yang dihasilkan 0,5 mol per mol PbSO_4 !
- Pada suhu dan tekanan yang sama, massa 2 liter gas X = $\frac{1}{2}$ massa 1 liter gas SO_2 ($M_r=64$). Tentukan M_r gas X tersebut!

LATIHAN ULANGAN AKHIR SEMESTER 1

I. Pilihan Ganda

Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

- Unsur A mempunyai 10 proton dan 12 neutron, sedangkan unsur B mempunyai nomor massa 23 dan nomor atom 11. Kedua unsur tersebut termasuk
 - Isoton
 - Isotop
 - isobar
 - isomer
 - isokhor
- Kalium mempunyai nomor atom 19 dan nomor massa 39. Jumlah elektron pada ion kalium adalah
 - 16
 - 17
 - 18
 - 19
 - 20
- Lambang suatu unsur ${}_{18}^{40}\text{X}$ dapat disimpulkan bahwa pada satu atom unsur X mempunyai
 - 18 neutron dan 18 proton
 - 22 neutron dan 22 proton
 - 40 proton dan 18 elektron
 - 18 proton dan 22 neutron
 - 18 neutron, 22 proton, dan 22 elektron
- Kelemahan teori atom Neils Bohr adalah
 - tidak dapat menentukan posisi elektron dengan pasti
 - tidak dapat menentukan perubahan energi pada perpindahan elektron dalam atom
 - tidak dapat menjelaskan spektrum unsur hidrogen
 - bertentangan dengan hukum-hukum fisika klasik dari Maxwell
 - bertentangan dengan teori atom Dalton bahwa atom-atom suatu unsur identik
- Unsur X mempunyai konfigurasi elektron: 2, 8, 8, 2 sedangkan unsur Y: 2, 8, 18, 7. Kalau kedua unsur membentuk senyawa, rumusnya adalah
 - XY_2
 - X_2Y
 - X_2Y_3
 - X_2Y_5
 - X_2Y_7
- Belerang dapat ditemukan dalam berbagai bentuk pada suhu kamar. Bentuk-bentuk ini dikenal sebagai
 - Isotop
 - Isomer
 - polimer
 - alotrop
 - homolog

7. Stabil tidaknya suatu atom ditentukan oleh
- jumlah kulit lintasan elektron
 - jumlah elektron di kulit yang paling dekat dengan inti
 - perbandingan jumlah neutron dan proton
 - perbandingan jumlah elektron dan neutron
 - perbandingan jumlah elektron dan proton
8. Nomor atom suatu unsur adalah 58 dan bilangan massa salah satu isotopnya adalah 140. Maka jumlah elektron, proton, dan neutron yang terdapat dalam unsur tersebut adalah
- 58 ; 24 ; 58
 - 58 ; 82 ; 58
 - 58 ; 58 ; 24
 - 58 ; 58 ; 140
 - 58 ; 58 ; 82
9. Diketahui unsur ${}_9\text{P}$, ${}_{10}\text{Q}$, ${}_{19}\text{R}$, ${}_{20}\text{S}$, dan ${}_{35}\text{T}$. Unsur yang terdapat dalam golongan yang sama adalah
- P dan Q
 - P dan R
 - P dan T
 - R dan S
 - S dan T
10. Manakah diantara pernyataan di bawah ini yang bukan merupakan sifat periodik unsur-unsur
- dari atas ke bawah dalam satu golongan energi ionisasi makin kecil
 - dari atas ke bawah dalam satu golongan jari-jari atom makin besar
 - dari kiri ke kanan dalam satu periode afinitas elektron makin besar
 - dari kiri ke kanan dalam satu periode keelektronegatifan makin besar
 - dari kiri ke kanan dalam satu periode titik didih makin tinggi
11. Unsur-unsur radioaktif pada sistem berkala unsur ditemukan di bagian
- atas
 - bawah
 - tengah
 - kiri
 - kanan
12. Hal yang *tidak tepat* mengenai perubahan dari kiri ke kanan sepanjang periode pendek dari sistem periodik adalah
- energi ionisasi bertambah besar
 - valensi maksimum bertambah
 - kekuatan oksidasi bertambah
 - jari-jari atom bertambah besar
 - kecenderungan membentuk ion negatif bertambah
13. Unsur dengan nomor atom 34 dalam sistem periodik terletak pada
- periode 4 golongan VA
 - periode 4 golongan VIA
 - periode 4 golongan VIIA
 - periode 5 golongan VA
 - periode 5 golongan VIA

22. Pada molekul N_2 , jumlah pasangan elektron yang dipakai bersama adalah
- A. satu
B. dua
C. tiga
D. empat
E. lima
23. Pasangan senyawa yang masing-masing mempunyai ikatan ion adalah
- A. SO_2 , NO_2 , dan CO_2
B. KOH , CN , dan H_2S
C. $NaCl$, $MgBr_2$, dan K_2O
D. NH_3 , H_2O , dan SO_3
E. HCl , NaI , dan C_4
24. Ikatan kovalen pada senyawa berikut tidak mengikuti kaidah oktet, adalah
- A. CH_4
B. NH_3
C. BF_3
D. CH_3Cl
E. H_2O
25. Molekul di bawah ini yang paling polar adalah
- A. HF
B. HCl
C. CH_4
D. NH_3
E. H_2O
26. Ikatan hidrogen yang paling kuat terdapat pada senyawa
- A. H_2O
B. CH_4
C. HF
D. HCl
E. NH_3
27. 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
28. Pasangan unsur yang membentuk ikatan kovalen adalah
- A. ${}_{17}X$ dan ${}_{11}Y$
B. ${}_{12}P$ dan ${}_{17}Q$
C. ${}_{6}R$ dan ${}_{17}Q$
D. ${}_{20}M$ dan ${}_{16}T$
E. ${}_{19}A$ dan ${}_{35}B$
29. Titik didih HF lebih tinggi daripada HCl . Hal ini disebabkan karena antara molekul-molekul HF terdapat ikatan
- A. Kovalen
B. Ion
C. Hidrogen
D. Van der Waals
E. Kovalen koordinat
30. Ikatan kovalen koordinasi terdapat pada
- A. H_2O
B. NH_4^+
C. CH_4
D. HF
E. C_2H_4

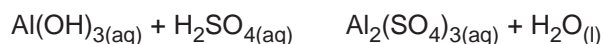
31. Di antara gas-gas di bawah ini yang molekulnya *bukan* diatomik, adalah
- A. Hidrogen
B. Oksigen
C. Helium
D. Nitrogen
E. Klor
32. Nama yang tidak sesuai dengan rumus kimia senyawanya adalah
- A. CuSO_4 = tembaga(II) sulfat
B. K_2O = dikalium monoksida
C. H_2SO_4 = asam sulfat
D. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ = magnesium hidroksida
E. FeO = besi(II) oksida
33. Jika ditentukan ion-ion pembentuk senyawa adalah: SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , NO_3^- , NH_4^+ , Fe^{2+} , dan Al^{3+} , maka rumus kimia senyawa yang benar adalah
- A. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
B. FePO_4
C. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
D. $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_2$
E. CaPO_3
34. Angka koefisien reaksi pada persamaan reaksi menyatakan
- A. perbandingan berat zat yang terlibat dalam reaksi
B. perbandingan volume zat yang terlibat dalam reaksi
C. perbandingan tekanan zat yang terlibat dalam reaksi
D. perbandingan mol zat yang terlibat dalam reaksi
E. perbandingan massa zat yang terlibat dalam reaksi
35. Reaksi pembakaran Pirit:
- $$2\text{FeS}_2 + a\text{O}_2 \rightarrow 2\text{FeO} + b\text{SO}_2$$
- merupakan reaksi sempurna bila
- A. $a = 3$ dan $b = 2$
B. $a = 3$ dan $b = 3$
C. $a = 4$ dan $b = 3$
D. $a = 4$ dan $b = 5$
E. $a = 5$ dan $b = 4$
36. Diantara persamaan reaksi berikut yang sudah setara adalah
- A. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}$
B. $\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2$
C. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
D. $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
E. $3\text{Cu} + 6\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + 3\text{H}_2\text{O}$
37. Pada reaksi antara amonium sulfat dengan natrium hidroksida terbentuk natrium sulfat, amonia dan air. Persamaan reaksinya adalah
- A. $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{NH}_4\text{SO}_4$
B. $\text{NH}_4\text{SO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaSO}_4 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
C. $\text{NH}_4(\text{SO}_4)_2 + 4\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
D. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
E. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

38. Supaya reaksi $a\text{Fe}_2\text{S}_3 + b\text{H}_2\text{O} + c\text{O}_2 \rightarrow d\text{Fe}(\text{OH})_3 + e\text{S}$ menjadi reaksi yang setara, maka harga koefisien a, b, c, d, dan e berturut-turut adalah
- A. 1, 3, 2, 2, 3
 B. 2, 6, 4, 2, 3
 C. 2, 6, 3, 4, 6*
 D. 4, 6, 3, 4, 12
 E. 2, 6, 6, 4, 6
39. Rumus kimia dari besi(III) fosfat adalah
- A. $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_3$
 B. $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$
 C. $\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$
 D. FePO_4
 E. Fe_3PO_4
40. Koefisien dari reaksi:
- $$\text{MnO}_{2(s)} + \text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{MnCl}_{2(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{Cl}_{2(g)}$$
- Secara berturut-turut dari kiri ke kanan adalah
- A. 1, 2, 4, 2, 1
 B. 1, 2, 2, 2, 1
 C. 1, 4, 1, 2, 1
 D. 2, 1, 4, 2, 1
 E. 2, 4, 2, 4, 1
41. Pada penguraian 10 liter (T,P) suatu oksida nitrogen yang berupa gas dihasilkan 20 liter (T,P) nitrogen monoksida dan 10 liter (T,P) gas oksigen. Rumus oksida nitrogen tersebut adalah
- A. N_2O
 B. NO_2
 C. N_2O_3
 D. N_2O_4
 E. N_2O_5
42. Pada suhu dan tekanan yang sama, setiap gas yang volumenya sama mengandung jumlah molekul yang sama banyak. Pernyataan ini dikemukakan oleh
- A. Gay Lussac
 B. Lavoisier
 C. Avogadro
 D. Proust
 E. Dalton
43. Diketahui massa atom relatif dari S =32, Al =27, O =16, dan H =1, maka massa molekul relatif dari $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ adalah
- A. 342
 B. 366
 C. 456
 D. 566
 E. 666
44. Campuran 5 liter metana dan butana dibakar sempurna dengan oksigen. Pada suhu dan tekanan yang sama dihasilkan gas CO_2 sebanyak 11 liter. Volume masing-masing gas metana dan butana adalah
- a. 2 liter dan 3 liter
 b. 3 liter dan 2 liter
 c. 1 liter dan 4 liter
 d. 4 liter dan 1 liter
 e. 2,5 liter dan 2,5 liter

45. Berat NaOH ($M_r = 40$) yang diperlukan untuk menetralkan 2,45 gram H_2SO_4 ($M_r = 98$) adalah
- A. 98 gram
B. 40 gram
C. 10 gram
D. 4 gram
E. 2 gram
46. Jika bilangan Avogadro = $6,02 \times 10^{23}$, maka jumlah atom dalam 0,5 mol unsur oksigen adalah
- A. $0,5 \times 6,02 \cdot 10^{23}$
B. $1,0 \times 6,02 \cdot 10^{23}$
C. $3,01 \times 6,02 \cdot 10^{23}$
D. $6,02 \times 6,02 \cdot 10^{23}$
E. $12,04 \times 6,02 \cdot 10^{23}$
47. Pembakaran senyawa hidrokarbon C_xH_y dalam oksigen berlebih menghasilkan 200 mg CO_2 ($M_r = 44$) dan 45 mg H_2O ($M_r = 18$). Jika $A_r C = 12$ dan $H = 1$, maka rumus empiris senyawa tersebut adalah
- A. C_2H
B. CH_2
C. CH_3
D. C_2H_5
E. CH
48. Pada pembakaran 12 gram suatu senyawa karbon dihasilkan 22 gram CO_2 ($A_r C = 12, O = 16$). Unsur karbon dalam senyawa tersebut adalah
- A. 23%
B. 27%
C. 50%
D. 55%
E. 77%
49. Jika 0,56 gram logam M bereaksi dengan larutan HCl membentuk 0,005 mol H_2 dan larutan MCl_2 , maka massa atom relatif logam tersebut adalah
- A. 12
B. 14
C. 28
D. 56
E. 112
50. Jika 38 gram $MgSO_4 \cdot xH_2O$ dipanaskan, akan dihasilkan 20 gram senyawa anhidrat ($A_r S = 32, Mg = 24, O = 16, H = 1$). Harga x adalah
- A. 2
B. 3
C. 4
D. 5
E. 6

II. Uraian

- Unsur Rn memiliki nomor atom 86 dan nomor massa 222. Berapakah jumlah proton, elektron dan neutron unsur Rn tersebut?
- Dalam larutan magnesium terdapat ion Mg^{2+} . Buatlah konfigurasi elektron dari ion Mg^{2+} (nomor atom $Mg = 12$)!
- Setarakan persamaan reaksi berikut:



4. Berapakah banyaknya H_2SO_4 yang dapat dihasilkan dari 1,9 gram kuprit (Cu_2S) jika setiap atom S dalam Cu_2S dikonversikan menjadi 1 molekul H_2SO_4 ?
5. Serbuk besi sejumlah 28 gram ($A_r \text{ Fe} = 56$) direaksikan dengan 20 gram belerang ($A_r \text{ S} = 32$) sesuai dengan persamaan reaksi: $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$.
Tentukan zat yang tersisa sesudah reaksi selesai!

BAB 5

LARUTAN ELEKTROLIT DAN NON ELEKTROLIT

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu:

- mengidentifikasi sifat-sifat larutan elektrolit dan non elektrolit melalui percobaan;
- mengelompokkan larutan ke dalam larutan elektrolit dan non elektrolit berdasarkan sifat hantaran listriknya;
- menjelaskan penyebab kemampuan larutan elektrolit menghantarkan arus listrik;
- mendeskripsikan bahwa larutan elektrolit dapat berupa senyawa ion dan senyawa kovalen polar.



Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering mendengar kata larutan. Peran larutan sangat penting di antaranya ialah cairan tubuh kita yang mengandung komponen larutan dari berbagai zat kimia, mineral yang terdapat di kulit bumi kebanyakan ditemukan dalam bentuk larutan, serta reaksi kimia di laboratorium dan industri kebanyakan berlangsung dalam bentuk larutan. Oleh karena itu kita perlu memahami apa yang disebut dengan larutan dan bagaimana sifat-sifatnya?

A. LARUTAN

Larutan adalah campuran homogen dua zat atau lebih yang saling melarutkan dan masing-masing zat penyusunnya tidak dapat dibedakan lagi secara fisik

Larutan terdiri atas dua komponen, yaitu komponen *zat terlarut* dan *pelarut*.

- Komponen dengan jumlah yang sedikit biasanya dinamakan *zat terlarut*.
- *Pelarut* adalah komponen yang jumlahnya lebih banyak atau yang strukturnya tidak berubah.

Kata Kunci

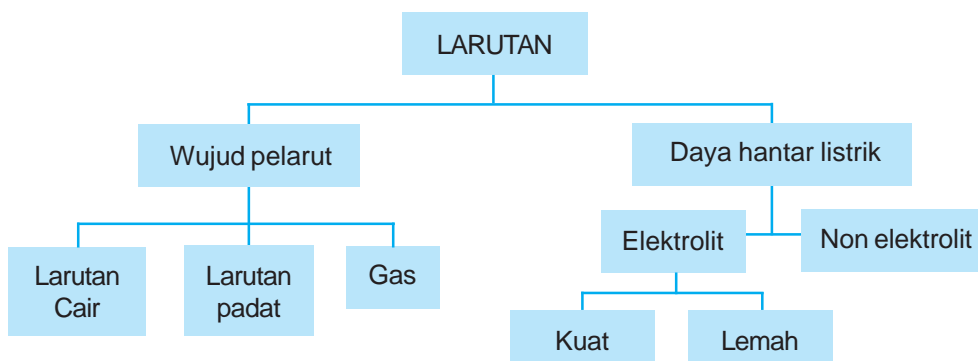
- Larutan
- Zat terlarut
- Pelarut
- Daya hantar listrik
- Ion
- Kovalen polar

Contoh:

- 25 gram garam dapur dalam 100 gram air; air disebut pelarut, sedangkan garam dapur (NaCl) sebagai zat terlarut.
- Sirup (kadar gula 80 %); gula pasir merupakan komponen paling banyak daripada air akan tetapi gula dinyatakan sebagai zat terlarut dan air sebagai pelarut, sebab struktur air tidak berubah (wujud: cair), sedangkan gula berubah dari padat menjadi cairan.

Larutan dapat digolongkan berdasarkan:

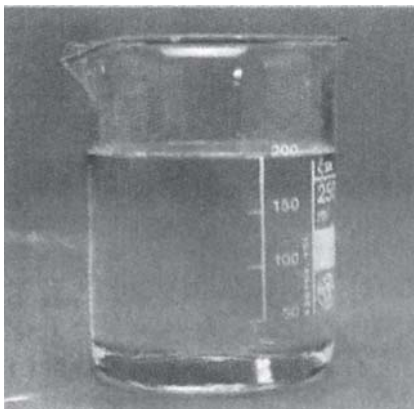
1. Wujud pelarutnya; yaitu terdiri atas larutan cair (contoh: larutan gula, larutan garam); larutan padat (contoh: emas 22 karat merupakan campuran homogen antara emas dan perak atau logam lain); larutan gas (contoh: udara).
2. Daya hantar listriknya; yaitu larutan elektrolit (dapat menghantarkan arus listrik) dan larutan non-elektrolit (tidak dapat menghantarkan arus listrik).



Gambar 5.1 Bagan pembagian larutan

Sumber: www.wikipedia.com

Dalam bab ini, jenis pelarut yang akan dibahas ialah air. Tidak semua zat jika dicampurkan ke dalam pelarut air dapat membentuk larutan. Garam dapur (NaCl) dan asam asetat (CH_3COOH) merupakan contoh zat yang dapat larut dalam air, tetapi lilin tidak dapat larut dalam air. Suatu zat akan larut dalam air apabila:



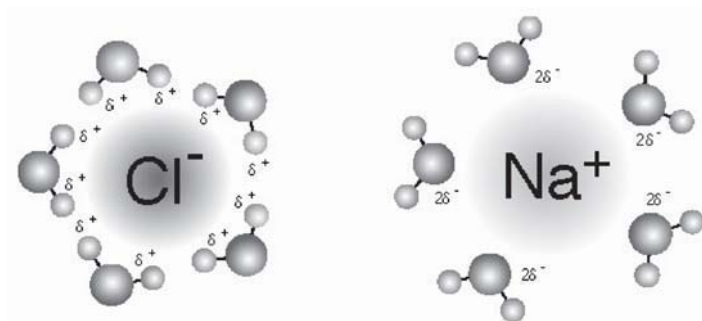
Gambar 5.2
Larutan garam yang merupakan senyawa ion

Sumber: koleksi pribadi

- Kekuatan gaya antarpartikel zat setara dengan gaya antarpartikel dalam pelarut air.
- Zat mempunyai muatan yang sejenis dengan muatan pelarut air.

Air merupakan senyawa kovalen polar, maka zat yang dapat larut dalam air adalah:

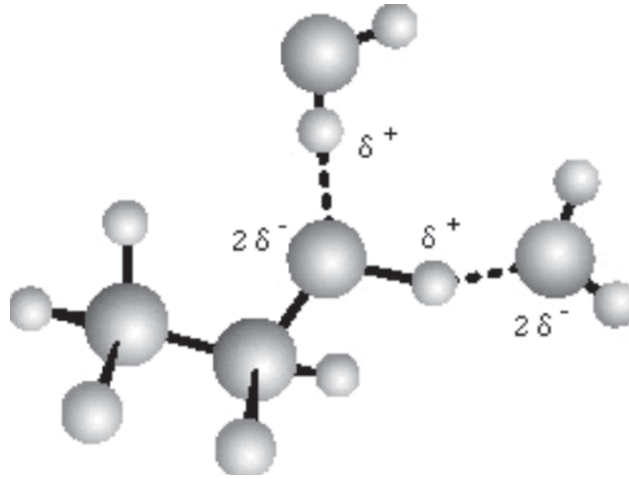
a. Senyawa ion, contoh NaCl, partikelnya terdiri atas ion positif (Na^+) dan ion negatif (Cl^-). Sedangkan air adalah senyawa kovalen polar yang partikelnya terdiri atas molekul-molekul H_2O yang memiliki muatan parsial positif (δ^+) dan negatif (δ^-). Mekanisme pelarutan NaCl dalam H_2O



Gambar 5.3 Larutan NaCl dalam air

Molekul H_2O akan mengelilingi permukaan kristal NaCl. Muatan parsial positif (δ^+) dari molekul H_2O akan tertarik ke ion Cl^- yang ada pada bagian luar kristal. Begitu juga dengan muatan parsial negatifnya (δ^-) akan tertarik ke ion Na^+ (Gambar 5.3)

b. Senyawa kovalen polar, contoh $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (etanol) dapat larut dalam air karena molekul-molekul $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ dan air sama-sama memiliki muatan parsial positif dan negatif. Keduanya akan tertarik satu sama lain.



Gambar 5.4 Etanol dalam air

Latihan 1

1. Jelaskan yang dimaksud dengan larutan! Berikan contohnya!
2. Jelaskan penggolongan larutan berdasarkan wujud pelarutnya!

B. ELEKTROLIT DAN NON ELEKTROLIT

Salah satu sifat larutan yang penting ialah daya hantar listrik. Oleh karena itu kita akan membahas larutan elektrolit dan non elektrolit.

Elektrolit adalah zat yang dapat menghantarkan arus listrik. Larutannya disebut *larutan elektrolit*.

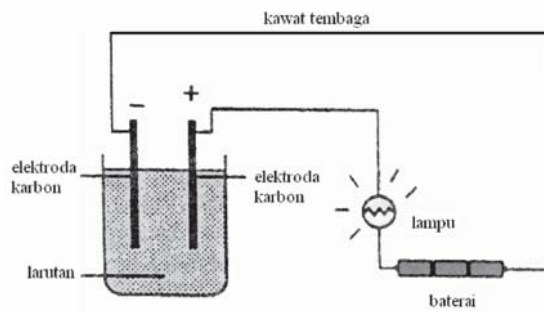
Kata Kunci

- Elektrolit
- Non elektrolit
- Elektrolit kuat
- Elektrolit lemah
- Hidrolisis

KEGIATAN

Uji Daya Hantar Listrik

- Siapkan alat yang telah dirangkai seperti gambar berikut:



- Sediakan 50 mL larutan-larutan NaCl 1 M, cuka (CH₃COOH) 1 M, H₂SO₄ 1M, dan larutan gula/ sukrosa (C₁₂H₂₂O₁₁) 1 M.
- Amati dan catat apakah lampu menyala terang, redup, atau tidak menyala.
- Amati dan catat apakah ada gelembung atau tidak. Jika ada gelembung, banyak atau sedikit?.
- Cuci gelas kimia dan elektrode-elektrode. Ulangi dengan larutan yang berbeda.
- Buat tabel pengamatan. Tuliskan hasil pengamatan dan diskusikan temuan percobaanmu dengan teman sekelas.

Mengapa larutan elektrolit dapat menghantarkan arus listrik? Hal ini disebabkan elektrolit terurai menjadi ion-ion dalam pelarut air. Akan tetapi mengapa lelehan senyawa ion dapat menghantarkan arus listrik, sedangkan lelehan (tanpa air; wujudnya cair) senyawa kovalen polar tidak dapat menghantarkan arus listrik?

Pada tahun 1984, *Svante August Arrhenius* berhasil menjelaskan bahwa *elektrolit* dalam pelarut air dapat terurai menjadi ion-ionnya, sedangkan *non elektrolit* dalam pelarut air tidak terurai menjadi ion-ionnya.

- Senyawa ion akan terurai menjadi ion-ion dalam pelarut air.



Senyawa ion baik dalam pelarut air maupun dalam bentuk lelehannya dapat menghantarkan arus listrik.

- Senyawa kovalen polar dapat menghantarkan listrik dalam pelarut air karena molekul-molekulnya akan terurai menjadi ion-ionnya.



Akan tetapi senyawa kovalen polar yang lain, seperti gula (C₁₂H₂₂O₁₁) tidak dapat menghantarkan listrik dalam pelarut air. Hal ini disebabkan molekul-molekul C₁₂H₂₂O₁₁ tidak dapat terurai menjadi ion-ion dalam pelarut air. Jadi senyawa kovalen polar dapat berupa elektrolit maupun non-elektrolit. Bersifat elektrolit jika dapat bereaksi dengan pelarut air (terhidrolisis).

Zat-zat yang tergolong elektrolit yaitu asam, basa, dan garam.

Gambar 5.5
Larutan cuka yang merupakan
senyawa kovalen polar
Sumber: www.nyu.edu

1. Daya hantar listrik senyawa ion dan senyawa kovalen polar

Daya hantar listrik senyawa ion dan senyawa kovalen polar bergantung pada wujudnya.

a. Senyawa ion

- Padatan: Tidak dapat menghantarkan arus listrik. Sebab, dalam padatan, ion-ionnya tidak bergerak bebas.
- Lelehan: Dapat menghantarkan listrik. Sebab, dalam lelehan, ion-ionnya dapat bergerak relatif lebih bebas dibandingkan ion-ion dalam zat padat.
- Larutan (dalam pelarut air): Dapat menghantarkan listrik. Sebab, dalam larutan, ion-ionnya dapat bergerak bebas.

b. Senyawa Kovalen Polar:

- Padatan: Tidak dapat menghantarkan listrik, karena padatannya terdiri atas molekul-molekul netral meski bersifat polar.
- Lelehan: Tidak dapat menghantarkan listrik, karena lelehannya terdiri atas molekul-molekul netral meski dapat bergerak bebas.
- Larutan (dalam air) : Dapat menghantarkan listrik, karena dalam larutan molekul-molekulnya dapat terhidrolisis menjadi ion-ion yang dapat bergerak bebas.

Daya hantar listrik larutan elektrolit bergantung pada jenis dan konsentrasinya.

b. Elektrolit kuat dan elektrolit lemah

1. Elektrolit kuat, adalah zat elektrolit yang terurai sempurna dalam air. Daya hantar listriknya relatif baik walaupun konsentrasinya relatif kecil.

Tergolong elektrolit kuat yaitu:

- 1) Asam-asam kuat, seperti : HCl, HClO₃, H₂SO₄, HNO₃, dan lain-lain.
- 2) Basa-basa kuat, yaitu basa-basa golongan alkali dan alkali tanah, seperti: NaOH, KOH, Ca(OH)₂, Ba(OH)₂, dan lain-lain.
- 3) Garam-garam yang mudah larut, seperti: NaCl, KI, Al₂(SO₄)₃ dan lain-lain

2. Elektrolit lemah, adalah zat elektrolit yang terurai sebagian membentuk ion-ionnya dalam pelarut air. Contoh : asam lemah; misalnya CH₃COOH dan basa lemah misalnya HNO₃.

Tergolong elektrolit lemah yaitu:

- a. Asam-asam lemah, seperti: CH₃COOH, HCN, H₂CO₃, H₂S, dan lain-lain
- b. Basa-basa lemah seperti: NH₄OH, Ni(OH)₂, dan lain-lain
- c. Garam-garam yang sukar larut, seperti : AgCl, CaCrO₄, PbI₂, dan lain-lain

Kuat atau lemahnya suatu elektrolit, secara kuantitatif dapat dinyatakan dengan derajat ionisasi/derajat disosiasi:

=

Keterangan:

- Untuk elektrolit kuat : $\alpha = 1$ atau mendekati 1
- Untuk elektrolit lemah : $0 < \alpha < 1$
- Untuk non elektrolit : $\alpha = 0$

Latihan

1. Jelaskan yang membedakan antara larutan elektrolit dan non elektrolit!
2. Jelaskan bagaimana larutan elektrolit dapat menghantarkan arus listrik!
3. Jelaskan mengapa lelehan senyawa ion dapat menghantarkan arus listrik sedangkan lelehan senyawa kovalen tidak dapat menghantarkan arus listrik!

Ringkasan

Larutan adalah campuran homogen dua zat atau lebih yang saling melarutkan dan masing-masing zat penyusunnya tidak dapat dibedakan lagi secara fisik. Larutan terdiri atas dua komponen penyusun, yaitu zat terlarut dan pelarut. Zat terlarut adalah komponen larutan yang jumlahnya biasanya lebih sedikit, sedangkan yang disebut pelarut biasanya komponen yang jumlahnya lebih banyak dan strukturnya tidak berubah.

Larutan dapat digolongkan berdasarkan wujud pelarut dan daya hantar listriknya. Berdasarkan wujud pelarutnya, larutan dibedakan menjadi padat, cair, dan gas. Berdasarkan daya hantar listriknya, larutan dibedakan menjadi larutan elektrolit dan larutan non elektrolit. Larutan *elektrolit* dalam pelarut air dapat terurai menjadi ion-ionnya, sedangkan larutan *non elektrolit* dalam pelarut air tidak terurai menjadi ion-ionnya. Larutan elektrolit dibagi menjadi larutan elektrolit kuat dan larutan elektrolit lemah. Larutan elektrolit kuat yaitu zat elektrolit yang *terurai sempurna* dalam air, sedangkan larutan elektrolit lemah, adalah zat elektrolit yang *terurai sebagian* membentuk ion-ionnya dalam pelarut air.

GLOSARIUM

Derajat disosiasi/ionisasi	:	menunjukkan kuat lemahnya elektrolit secara kuantitatif.
Elektrolit	:	zat yang dapat menghantarkan listrik, dibedakan menjadi elektrolit kuat dan elektrolit lemah. Larutannya disebut <i>larutan elektrolit</i> .
Elektrolit kuat	:	daya hantar listriknya baik, yaitu senyawa ion, dan senyawa kovalen polar yang terhidrolisis sempurna atau hampir sempurna dalam air.
Elektrolit lemah	:	daya hantar listriknya buruk, yaitu senyawa kovalen polar yang terhidrolisis sebagian dalam air.
Larutan	:	campuran homogen dua zat atau lebih yang saling melarutkan dan masing-masing zat penyusunnya tidak dapat dibedakan lagi secara fisik. Larutan terdiri atas dua komponen penyusun, yaitu zat terlarut dan zat pelarut.

Non elektrolit : zat yang tidak dapat menghantarkan listrik, yaitu senyawa kovalen polar yang tidak terhidrolisis dalam air. Larutannya disebut larutan non elektrolit.

SOAL-SOAL LATIHAN BAB 5

I. Pilihan Ganda

Pilihlah salah satu jawaban yang Benar!

- Pernyataan yang benar tentang elektrolit adalah
 - Elektrolit adalah zat yang dapat menghantarkan listrik
 - Elektrolit adalah zat yang mengandung ion-ion yang bebas bergerak
 - Elektrolit adalah zat yang dalam bentuk larutan atau leburannya dapat menghantarkan listrik
 - Elektrolit adalah zat yang mengandung elektron-elektron yang bebas bergerak
 - Elektrolit adalah zat yang mengandung molekul-molekul yang bebas bergerak
- Di bawah ini, yang dapat menghantarkan listrik paling baik adalah
 - larutan gula 0,1 M
 - larutan asam asetat 0,1 M
 - larutan asam asetat 1 M
 - larutan NaCl 0,1 M
 - larutan NaCl 1M
- Zat di bawah ini yang termasuk elektrolit senyawa kovalen dan bersifat basa adalah
 - NaOH
 - CH₃COOH
 - NH₃
 - P(OH)₃
 - C₁₂H₂₂O₁₁
- Di bawah ini adalah hasil percobaan daya hantar listrik dari beberapa lautan.

Larutan	Lampu	Banyaknya Gelembung
1.	Menyala terang	Banyak
2.	Menyala redup	Banyak
3.	Tidak menyala	Sedikit
4.	Tidak menyala	Tidak ada

Dari data di atas, pasangan yang termasuk elektrolit kuat dan elektrolit lemah berturut-turut adalah

- 1 dan 2
 - 1 dan 3
 - 1 dan 4
 - 2 dan 4
 - 3 dan 4
- Asam klorida merupakan ... jika dilarutkan ke dalam air bersifat
 - senyawa ionik; non elektrolit

- B. senyawa ionik; elektrolit
 C. senyawa kovalen; non elektrolit
 D. senyawa kovalen; elektrolit
 E. senyawa kovalen non polar; non elektrolit
6. Di bawah ini, zat yang dalam lelehannya tidak dapat menghantarkan listrik adalah
- A. NaCl
 B. $C_{12}H_{22}O_{11}$
 C. $CaCl_2$
 D. KI
 E. $Al_2(SO_4)_3$
7. Pada pemeriksaan daya hantar listrik larutan berikut, pada volum yang sama, hantaran terbesar akan diberikan oleh
- A. 0,1 M HCl
 B. 0,1 M H_2SO_4
 C. 0,05 M H_2SO_4
 D. 0,1 M CH_3COOH
 E. 0,05 M CH_3COOH
8. Bahan-bahan di bawah ini tergolong larutan non elektrolit, *kecuali*
- A. alkohol
 B. air gula
 C. spirtus
 D. larutan urea
 E. air garam
9. Diwah ini, pernyataan yang kurang tepat untuk larutan elektrolit adalah
- A. larutan yang dapat menghantarkan arus listrik
 B. mengandung ion-ion positif dan negatif yang bergerak bebas
 C. daya hantarnya tergantung pada berat molekulnya
 D. berasal dari senyawa ionik dan senyawa kovalen
 E. dapat terurai menjadi ion positif dan ion negatif
10. Garam dapur dan cuka keduanya menghantarkan arus listrik. Hal ini menunjukkan bahwa kedua larutan itu adalah
- A. bersifat asam
 B. bersifat basa
 C. bersifat netral
 D. dapat saling bereaksi
 E. mengandung ion
11. Larutan di bawah ini yang dapat menghantarkan arus listrik adalah
- A. gula pasir
 B. alkohol
 C. garam dapur
 D. glukosa
 E. urea
12. Senyawa HCl merupakan contoh dari
- A. senyawa ionik yang elektrolit
 B. senyawa ionik yang non elektrolit
 C. senyawa kovalen yang elektrolit
 D. senyawa kovalen yang non elektrolit
 E. senyawa asam lemah yang elektrolit

13. Larutan yang bukan elektrolit adalah
- A. soda
B. minyak tanah
C. cuka
D. tawas
E. kaporit
14. Larutan garam dapur dan cuka keduanya menghantarkan arus listrik. Hal ini menunjukkan bahwa kedua larutan itu
- A. saling bereaksi
B. bersifat asam
C. bersifat basa
D. bersifat netral
E. mengandung ion
15. Suatu larutan dapat menghantarkan arus listrik apabila mengandung....
- A. elektron yang bergerak bebas
B. air yang dapat menghantarkan listrik
C. air yang terionisasi
D. logam yang merupakan penghantar listrik
E. ion-ion yang bergerak bebas
16. Lampu alat penguji elektrolit tidak menyala ketika elektrodanya dicelupkan ke dalam larutan asam cuka, tetapi pada elektroda tetap terbentuk gelembung gas. Penjelasan untuk keadaan ini adalah
- A. cuka bukan elektrolit
B. sedikit sekali cuka yang terionisasi
C. cuka merupakan elektrolit kuat
D. alat penguji elektrolit rusak
E. gas yang terbentuk adalah cuka yang menguap
17. Dari senyawa-senyawa di bawah ini yang termasuk elektrolit kuat adalah....
- A. H_2CO_3
B. $\text{Ca}(\text{OH})_2$
C. NH_4OH
D. HCl
E. CH_3COOH
18. Pasangan senyawa di bawah ini yang merupakan senyawa ion adalah
- A. NaCl dan KBr
B. CH_4 dan NH_3
C. SO_2 dan HCl
D. H_2O dan HBr
E. KCl dan HCl
19. Jika arus listrik dialirkan melalui NaCl cair dan HCl cair, maka
- A. NaCl cair meneruskan aliran listrik
B. HCl meneruskan aliran listrik
C. NaCl dan HCl meneruskan aliran listrik
D. NaCl dan HCl tidak meneruskan aliran listrik
E. NaCl dan HCl meneruskan aliran listrik hanya jika dilarutkan ke dalam air
20. Dari senyawa berikut, yang mempunyai ikatan kovalen dan bersifat polar adalah
- A. H_2
B. I_2
C. BF_3
D. KCl
E. NH_3

B. Uraian

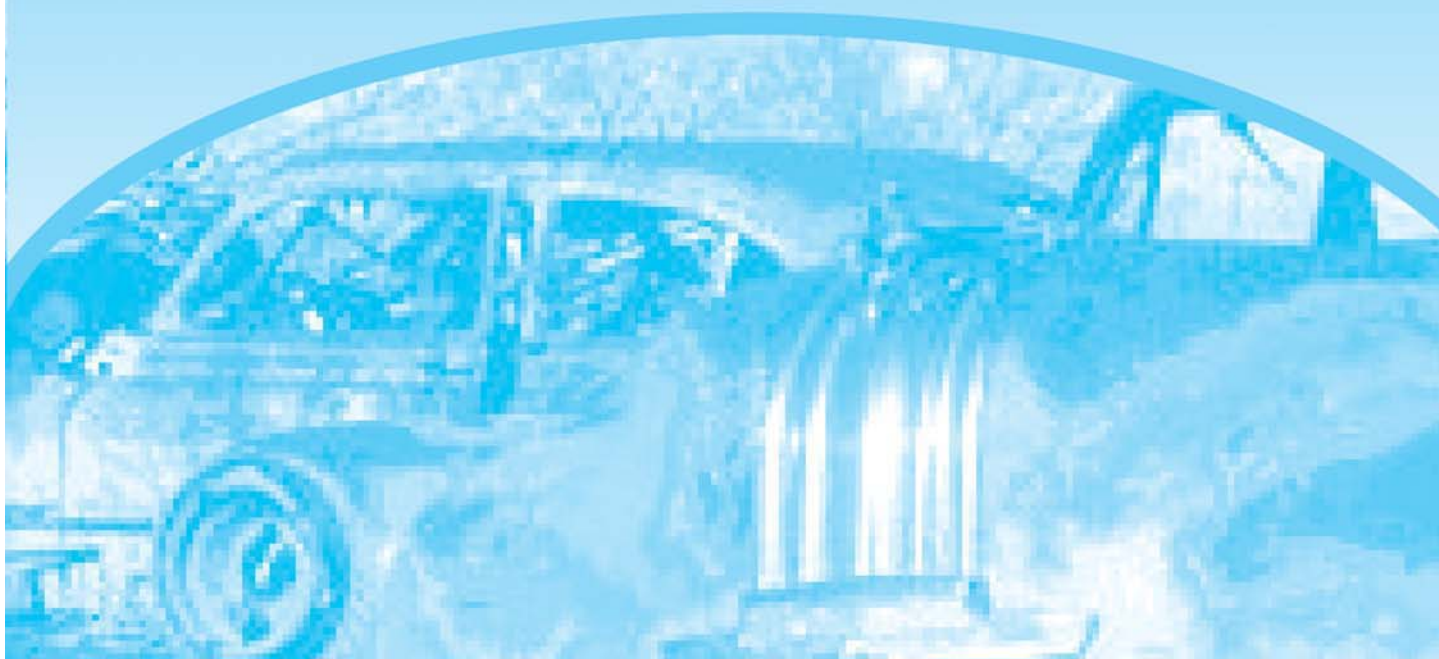
1. Apa yang dimaksud dengan larutan, larutan elektrolit, dan larutan non elektrolit?
2. Mengapa larutan elektrolit dapat menghantarkan arus listrik?
3. Sebutkan masing-masing empat buah contoh zat yang dapat menghantarkan arus listrik dari senyawa ionik dan senyawa kovalen polar dalam pelarut air!
4. Sebutkan dua aturan umum yang dapat dipakai untuk meramalkan apakah suatu zat dapat larut dalam air atau tidak!
5. Mengapa lelehan senyawa kovalen polar tidak dapat menghantarkan listrik, sedangkan lelehan senyawa ion dapat menghantarkan arus listrik?

BAB 6

REAKSI REDUKSI OKSIDASI (REDOKS)

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu:

- membedakan konsep oksidasi reduksi ditinjau dari penggabungan dan pelepasan oksigen, pelepasan dan penerimaan elektron, serta peningkatan dan penurunan bilangan oksidasi;
- menentukan bilangan oksidasi atom unsur dalam senyawa atau ion;
- menentukan oksidator dan reduktor dalam reaksi redoks;
- memberi nama senyawa menurut IUPAC.



Reaksi redoks merupakan kegiatan dari reaksi oksidasi dan reduksi. Reaksi redoks sangat mudah dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Perkaratan besi, perubahan warna daging apel menjadi kecokelatan kalau dikupas merupakan contoh peristiwa oksidasi. Pada bagian ini kita akan mempelajari lebih mendalam mengenai reaksi redoks di tinjau dari penggabungan dan pelepasan oksigen, pelepasan dan penerimaan elektron dan berdasarkan perubahan bilangan oksidasi.

A. KONSEP REAKSI OKSIDASI DAN REDUKSI BERDASARKAN PENGGABUNGAN DAN PELEPASAN OKSIGEN

Konsep reaksi oksidasi dan reduksi senantiasa mengalami perkembangan seiring dengan kemajuan ilmu kimia. Pada awalnya, sekitar abad ke-18, konsep reaksi oksidasi dan reduksi didasarkan atas penggabungan unsur atau senyawa dengan oksigen membentuk oksida, dan pelepasan oksigen dari senyawa.

Kata Kunci

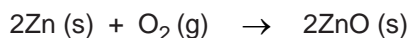
- Oksidasi
- Reduksi
- Oksigen

Oksidasi: penggabungan oksigen dengan unsur/senyawa.

Reduksi: pelepasan oksigen dari senyawanya.

Contoh:

1. Reaksi oksidasi:



2. Reaksi reduksi:



B. KONSEP REAKSI OKSIDASI REDUKSI BERDASARKAN PELEPASAN DAN PENERIMAAN ELEKTRON

Reaksi oksidasi dan reduksi ternyata bukan hanya melibatkan oksigen, melainkan juga melibatkan elektron. Memasuki abad ke-20, para ahli melihat suatu karakteristik mendasar dari reaksi oksidasi dan reduksi ditinjau dari ikatan kimianya, yaitu adanya serah terima elektron. Konsep ini dapat diterapkan pada reaksi-reaksi yang tidak melibatkan oksigen.

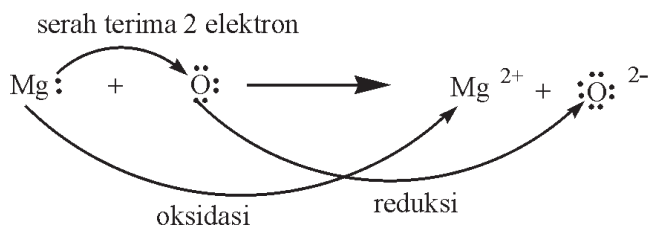
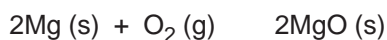
Kata Kunci

- Oksidasi
- Reduksi
- Elektron
- Oksidator
- Reduktor

Oksidasi: pelepasan elektron

Reduksi : penerimaan elektron

Contoh:



Reaksi oksidasi dan reaksi reduksi selalu terjadi bersamaan. Oleh karena itu, reaksi oksidasi dan reaksi reduksi disebut juga reaksi oksidasi-reduksi atau reaksi redoks. Zat yang mengalami oksidasi disebut *reduktor*, sedangkan zat yang mengalami reduksi disebut *oksidator*.

C. KONSEP REAKSI OKSIDASI REDUKSI BERDASARKAN PERUBAHAN BILANGAN OKSIDASI

Reaksi redoks dapat pula ditinjau dari perubahan bilangan oksidasi atom atau unsur sebelum dan sesudah reaksi.

Reaksi redoks adalah reaksi yang ditandai terjadinya perubahan bilangan oksidasi dari atom unsur sebelum dan sesudah reaksi.

Kata Kunci

- Oksidasi
- Reduksi
- Bilangan oksidasi
- Autoreduksi

1. Bilangan oksidasi

Bilangan oksidasi adalah muatan yang dimiliki oleh atom jika elektron valensinya cenderung tertarik ke atom lain yang berikatan dengannya dan memiliki keelektronegatifan lebih besar.

Aturan penentuan bilangan oksidasi:

- a. Bilangan oksidasi atom dalam unsur bebas sama dengan 0 (nol).

Contoh:

Bilangan oksidasi atom dalam unsur Na, Fe, H₂, P₄, dan S₈ sama dengan 0 (nol).

- b. Bilangan oksidasi ion monoatom sama dengan muatan ionnya.

Contoh:

- Bilangan oksidasi ion Na⁺ sama dengan +1;
- Bilangan oksidasi ion Mg²⁺ sama dengan +2;
- Bilangan oksidasi ion Fe³⁺ sama dengan +3;
- Bilangan oksidasi ion Br⁻ sama dengan -1;
- Bilangan oksidasi ion S²⁻ sama dengan -2.

- c. Jumlah bilangan oksidasi semua atom dalam senyawa netral sama dengan 0 (nol).

Contoh:

Senyawa NaCl mempunyai muatan = 0.

Jumlah biloks Na + biloks Cl = (+1) + (-1) = 0.

- d. Jumlah bilangan oksidasi semua atom dalam ion poliatomik sama dengan muatan ionnya.

Contoh:

Ion NO_3^- bermuatan = -1, maka biloks N = +3 biloks O = -1

- e. Bilangan oksidasi Fluor dalam senyawanya = -1.

Contoh:

Bilangan oksidasi F dalam NaF dan ClF_3 sama dengan -1

- f. Bilangan oksidasi oksigen (O) dalam senyawanya sama dengan -2, kecuali dalam senyawa biner fluorid, peroksida, dan superoksida

Contoh:

- Bilangan oksidasi O dalam H_2O , CO_2 , dan SO_2 sama dengan -2;
- Bilangan oksidasi O dalam senyawa peroksida, H_2O_2 dan Na_2O_2 sama dengan -1;
- Bilangan oksidasi O dalam senyawa fluorida, OF_2 sama dengan +2;
- Bilangan oksidasi O dalam senyawa superoksida KO_2 dan CsO_2 sama

dengan - .

- g. Bilangan oksidasi hidrogen (H) jika berikatan dengan non-logam sama dengan +1.

Bilangan oksidasi H jika berikatan dengan logam alkali dan alkali tanah sama dengan -1.

Contoh:

Bilangan oksidasi H dalam HF dan H_2O sama dengan +1

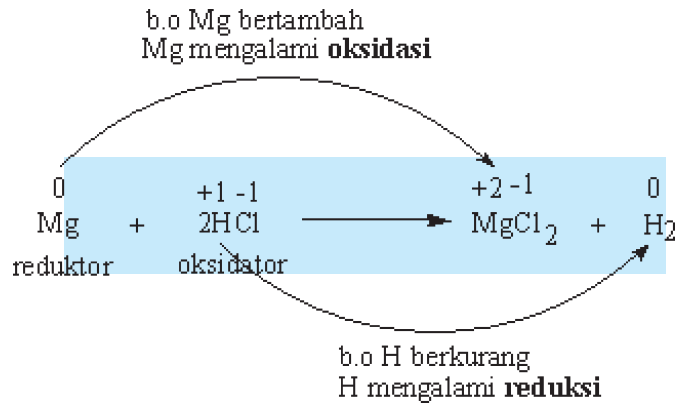
Bilangan oksidasi H dalam NaH dan CaH_2 sama dengan -1

- h. Bilangan oksidasi logam golongan IA (alkali) dalam senyawanya sama dengan +1
- i. Bilangan oksidasi logam golongan IIA (alkali tanah) dalam senyawanya dengan +2
- j. Bilangan oksidasi logam transisi dalam senyawanya dapat lebih dari satu.

Contoh:

Fe mempunyai bilangan oksidasi +2 dalam FeO; +3 dalam Fe_2O_3 , dan seterusnya

Untuk memahami perubahan bilangan oksidasi dalam reaksi redoks, perhatikan contoh berikut:



Oksidasi: penambahan bilangan oksidasi

Reduksi: penurunan bilangan oksidasi

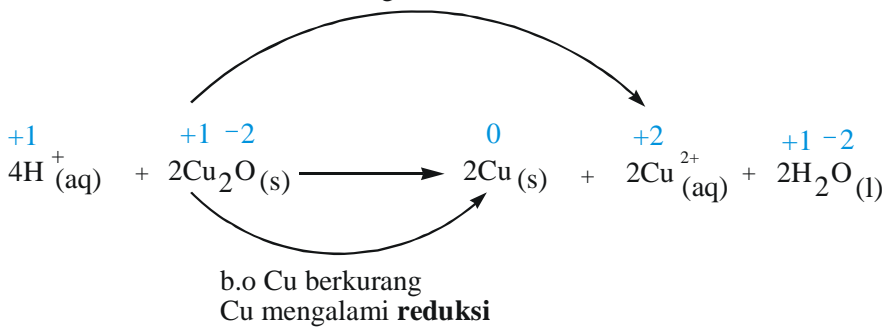
2. Reaksi autoredoks

Dalam suatu reaksi kimia, suatu unsur dapat bertindak sebagai pereduksi dan pengoksidasi sekaligus. Reaksi semacam itu disebut *autoredoks (disproporsionasi)*.

Contoh :

Cu dalam Cu_2O teroksidasi dan tereduksi sekaligus dalam reaksi berikut:

b.o Cu bertambah
Cu mengalami **oksidasi**



Latihan 1

- Tentukan bilangan oksidasi atom belerang berikut ini.
 - S_8
 - SO_3
 - SO_3^{2-}
 - HSO_4^-
 - $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$
 - SO_4^{2-}
- Tunjukkan perubahan bilangan oksidasi unsur pada reaksi bersifat

$$\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{FeCl}_2 + \text{HCl} + \text{S}$$
- Tentukan oksidator, reduktor, hasil reaksi dan hasil oksidasi untuk reaksi berikut.

$$\text{H}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{SO}_2 + 6\text{HCl}$$

D. TATA NAMA IUPAC BERDASARKAN BILANGAN OKSIDASI

Alfred Stock (1875-1946), seorang ahli kimia Jerman, telah mengembangkan suatu sistem tata nama yang menyertakan bilangan oksidasi unsur dalam senyawanya. Dalam sistem ini, bilangan oksidasi dinyatakan dengan angka Romawi I, II, III, ... yang ditulis setelah nama unsur atau ionnya, tanpa spasi.

Kata Kunci

- IUPAC
- Bilangan oksidasi
- Tata nama

1. Senyawa biner dari logam dan non-logam (senyawa ionik)

Rumus kimia	Nama senyawa menurut sistem Stock
MgO	Magnesium oksida
BaF ₂	Barium <i>fluorida</i>
PbO	Timbal(II) oksida
PbO ₂	Timbal(IV) oksida

2. Senyawa biner dari non-logam dan non-logam (senyawa kovalen)

Rumus kimia	Nama senyawa	Nama senyawa menurut sistem Stock
PCl ₃	Fosfor triklorida	Fosfor(III) klorida
PCl ₅	Fosfor pentaklorida	Fosfor(V) klorida
N ₂ O	Dinitrogen monoksida	Nitrogen(I) oksida
N ₂ O ₃	Dinitrogen trioksida	Nitrogen(III) oksida
NO ₂	Nitrogen dioksida	Nitrogen(V) oksida

3. Senyawa yang mengandung ion poliatom

- a. Beri angka Romawi setelah nama kation, jika kation memiliki lebih dari satu bilangan oksidasi

Rumus kimia	Nama senyawa menurut sistem Stock
CuClO ₃	Tembaga(II) klorat
PbSO ₄	Timbal(II) sulfat
Mn(SO ₃) ₂	Mangan(IV) sulfit

- b. Sertakan bilangan oksidasi dari unsur di tengah dalam ion poliatom setelah nama ionnya, jika kation hanya memiliki satu bilangan oksidasi

Rumus kimia	Nama senyawa	Nama senyawa menurut sistem Stock
K_2CrO_4	Kalium kromat	Kalium kromat(VI)
$K_2Cr_2O_7$	Kalium dikromat	Kalium dikromat(VI)
$NaClO_2$	Natrium klorit	Natrium klorat(I)
$NaClO_3$	Natrium klorat	Natrium klorat(III)
$NaClO_4$	Natrium perklorat	Natrium klorat(V)

4. Senyawa asam

Rumus kimia	Nama senyawa	Nama senyawa menurut sistem Stock
HCl	Asam klorida	Asam klorida
HClO	Asam hipoklorit	Asam klorat(I)
HClO ₂	Asam klorit	Asam klorat(V)
HClO ₃	Asam klorat	Asam klorat(VII)
HClO ₄	Asam perklorat	

Latihan 2

- Tuliskan nama senyawa berikut ini.
 - Cu_2O
 - CuI_2
 - $SnCl_4$
 - $Sn(SO_4)$
- Tuliskan rumus kimia dari senyawa berikut ini.
 - Tembaga (I) oksida
 - Kromium (III) sulfat
 - Perak nitrat
 - Timah (II) klorida

Ringkasan

Konsep redoks berkembang mulai dari konsep *penggabungan dan pelepasan oksigen* yang menyatakan bahwa *oksidasi* adalah reaksi pengikatan oksigen oleh suatu zat, sedangkan *reduksi* adalah pengurangan oksigen dari senyawa yang mengandung oksigen. Konsep redoks selanjutnya mengenai *serah terima elektron*, *oksidasi* mengalami pelepasan elektron sedangkan *reduksi* mengalami penerimaan elektron. Dan konsep redoks mengenai *perubahan bilangan oksidasi*, *oksidasi* mengalami penambahan bilangan oksidasi sedangkan *reduksi* mengalami penurunan bilangan oksidasi.

Sistem tata nama yang dikembangkan oleh **Alfred Stock**, mengemukakan bahwa nama senyawa-senyawa dibedakan dengan menuliskan bilangan oksidasi unsur yang pertama dalam tanda kurung dengan angka *romawi*.

GLOSARIUM

Autoredoks	:	suatu unsur yang dapat bertindak sebagai pereduksi dan pengoksidasi sekaligus.
Oksidasi	:	<ul style="list-style-type: none">• pengikatan oksigen;• pelepasan elektron;• penambahan bilangan oksidasi.
Oksidator	:	zat yang mengalami reduksi.
Reduksi	:	<ul style="list-style-type: none">• pelepasan oksigen;• penerimaan elektron;• pengurangan bilangan oksidasi.
Reduktor	:	zat yang mengalami oksidasi.

SOAL-SOAL LATIHAN BAB 6

I. Pilihan Ganda

Pilihlah salah satu jawaban yang Benar!

- Reaksi reduksi adalah
 - reaksi melepaskan elektron
 - reaksi menerima proton
 - reaksi pelepasan oksigen
 - reaksi penggabungan oksigen
 - reaksi pelepasan hidrogen
- Di bawah ini yang merupakan contoh dari reaksi oksidasi

a	$\text{Ag}^+ + \text{e} \rightarrow \text{Ag}$	d	$\text{KOH} \rightarrow \text{K}^+ + \text{OH}^-$
b	$2\text{AgO} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{O}_2$	e	$2\text{Al} + 3\text{Zn}^{2+} \rightarrow 2\text{Al}_3^+ + 3\text{Zn}$
c	$2\text{NiO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Ni} + \text{CO}_2$		
- Bilangan oksidasi klor dalam senyawa HClO_4 adalah

a.	-1	d.	+5
b.	+1	e.	+7
c.	+3		
- Fosfor (V) oksida mempunyai rumus

a.	P_5O	d.	PO_5
b.	P_3O_5	e.	P_4O_{10}
c.	P_2O_3		

5. Pada reaksi: $\text{AgClO}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{AgCl} + \text{ClO}_2$, atom klor pada senyawa AgClO_3 mengalami perubahan bilangan oksidasi sebesar
- 6
 - 4
 - 1
 - +4
 - +8
6. Bilangan oksidasi halogen pada senyawa asam klorit, asam klorat, dan asam perklorat berturut-turut adalah
- +3, +5, +7
 - +5, +3, +7
 - +1, +3, +5
 - +1, +7, +5
 - +7, +5, +3
7. Bilangan oksidasi hidrogen = -1 terdapat pada senyawa
- NH_3
 - NaH
 - PH_3
 - HNO_3
 - H_2O
8. Apabila suatu unsur menerima elektron, maka
- bilangan oksidasinya akan turun
 - bilangan oksidasinya akan naik
 - reaktivitasnya akan meningkat
 - unsur tersebut mengalami oksidasi
 - menghasilkan bilangan oksidasi positif
9. Menurut IUPAC, senyawa dengan rumus kimia N_2O_3 mempunyai nama
- dinitrogen oksida
 - nitrogen(III) oksida
 - nitrogen trioksida
 - nitrogen oksida(III)
 - dinitrogen monoksida
10. Reaksi berikut adalah reaksi redoks, *kecuali*
- $\text{KI} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KCl} + \text{I}_2$
 - $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$
 - $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}^*$
 - $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{S}$
 - $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$
11. Manakah senyawa klor yang bertindak sebagai reduktor?
- ClO_2^- ClO_3^-
 - ClO_4^- Cl^-
 - ClO^- ClO_4^-
 - Cl^- ClO_2^-
 - Cl_2 2ClO_3^-
12. Pada reaksi: $\text{Cl}_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO} + \text{H}_2\text{O}$
Bilangan oksidasi klor berubah dari
- 1 menjadi +1 dan 0
 - +1 menjadi -1 dan 0
 - 0 menjadi -1 dan -2
 - 2 menjadi 0 dan +1
 - 0 menjadi -1 dan +1

13. Pada persamaan reaksi berikut:
- $$\text{Mg (s)} + 2\text{HCl (aq)} \rightarrow \text{MgCl}_2 \text{ (aq)} + \text{H}_2 \text{ (g)}$$
- Spesi yang bertindak sebagai oksidator adalah
- logam magnesium
 - asam klorida
 - magnesium klorida
 - magnesium(I) klorida
 - gas hidrogen
14. Spesi berikut yang dapat berfungsi sebagai oksidator adalah
- O_2
 - F^-
 - H_2S
 - F^-
 - NH_3
15. Pengolahan dari bijih logam menjadi logam murni dilakukan melalui proses
- oksidasi
 - reduksi
 - hidrolisis
 - eliminasi
 - adisi
16. Bilangan oksidasi N=-2 terdapat pada senyawa
- NO
 - KNO_3
 - NH_4Cl
 - N_2O_3
 - N_2H_4
17. Bilangan oksidasi Cl dalam senyawa KClO_2 adalah
- +7
 - 1
 - +3
 - +1
 - +5
18. Bilangan oksidasi fosforus paling rendah terdapat pada senyawa
- PH_4Br
 - POBr_3
 - PF_3
 - PCl_5
 - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
19. Di antara senyawa-senyawa mangan di bawah ini, yang manakah mangan mempunyai bilangan oksidasi tertinggi adalah
- MnO_2
 - K_2MnO_4
 - MnSO_4
 - KMnO_4
 - MnO
20. Bilangan oksidasi klorin dalam kalium klorat adalah
- 1
 - +1
 - +3
 - +5
 - +7

II. Uraian

1. Tentukan reduktor dan oksidator dalam reaksi berikut:
$$2\text{KCl} + \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$
2. Tentukan bilangan oksidasi unsur-unsur penyusun senyawa berikut :
 - a. NaClO_3
 - b. KMnO_4
 - c. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
3. Tulis rumus kimia dari senyawa-senyawa berikut:
 - a. Kalium manganat(VII)
 - b. Asam sulfat(IV)
 - c. Belerang(VI) oksida
 - d. Kalium klorat(V)
 - e. Kromium(III) perklorat
 - f. Amonium sulfat

BAB 7

HIDROKARBON DAN MINYAK BUMI

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu:

- mengidentifikasi unsur C, H, dan O dalam senyawa karbon melalui percobaan.
- mendeskripsikan kekhasan atom karbon dalam senyawa karbon
- membedakan atom C primer, sekunder, tertier dan kuarterner
- mengelompokkan senyawa hidrokarbon berdasarkan kejenuhan ikatan
- memberi nama senyawa alkana, alkena dan alkuna
- menyimpulkan hubungan titik didih senyawa hidrokarbon dengan massa molekul relatifnya dan strukturnya
- menentukan isomer struktur (kerangka, posisi, fungsi) atau isomer geometri (cis, trans)
- menuliskan reaksi sederhana pada senyawa alkana, alkena, dan alkuna (reaksi oksidasi, reaksi adisi, reaksi substitusi, dan reaksi eliminasi)
- mendeskripsikan proses pembentukan minyak bumi dan gas alam.
- menjelaskan komponen-komponen utama penyusun minyak bumi.
- menafsirkan bagan penyulingan bertingkat untuk menjelaskan dasar dan teknik pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi.
- membedakan kualitas bensin berdasarkan bilangan oktannya.
- menganalisis dampak pembakaran bahan bakar terhadap lingkungan
- mendeskripsikan kegunaan dan komposisi senyawa hidrokarbon dalam kehidupan sehari-hari.

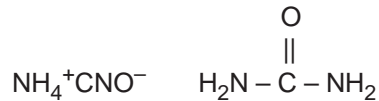




Gambar 7.1
Friedrich Wohler

Sumber: www.polytechphotos.dk

Pada awalnya, senyawa-senyawa karbon dianggap hanya dapat diperoleh dari tubuh makhluk hidup dan tidak dapat disintesis dalam pabrik. Anggapan tersebut berubah sejak *Friedrich Wohler* dari Jerman pada tahun 1928 berhasil mensintesis urea (suatu senyawa yang terdapat dalam air seni) dari senyawa anorganik, yaitu dengan memanaskan amonium sianat.



Begitu keberhasilan Wohler diketahui, banyak sarjana lain yang mencoba membuat senyawa karbon dari senyawa anorganik. Lambat laun teori tentang daya hidup hilang dan orang hanya menggunakan kimia organik sebagai nama saja tanpa disesuaikan dengan arti yang sesungguhnya. Selain perbedaan jumlah yang sangat mencolok yang menyebabkan *kimia karbon* dibicarakan secara tersendiri, juga karena terdapat perbedaan yang sangat besar antara senyawa karbon dan senyawa anorganik seperti yang dituliskan berikut ini.

Tabel 7.1

Perbandingan sifat senyawa karbon dan senyawa anorganik

Senyawa karbon	Senyawa anorganik
<ul style="list-style-type: none"> membentuk ikatan kovalen dapat membentuk rantai karbon non elektrolit reaksi berlangsung lambat titik didih dan titik lebur rendah larut dalam pelarut organik 	<ul style="list-style-type: none"> membentuk ikatan ion tidak dapat membentuk rantai karbon elektrolit reaksi berlangsung cepat titik didih dan titik lebur tinggi larut dalam pelarut pengion

Salah satu cara untuk mengetahui bahwa suatu bahan mengandung senyawa karbon, yaitu dengan membakar senyawa tersebut. Hasil pembakaran sempurna dari senyawa karbon akan mengubah karbon menjadi gas CO₂, sedangkan hidrogen berubah menjadi uap air (H₂O). Adanya gas CO₂ hasil pembakaran senyawa karbon dapat dikenali karena dapat mengeruhkan air kapur, sedangkan keberadaan uap air dapat dikenali dengan kertas kobal. Air akan mengubah kertas kobal yang berwarna biru menjadi ros. Untuk lebih memahaminya, lakukanlah kegiatan 7.1.

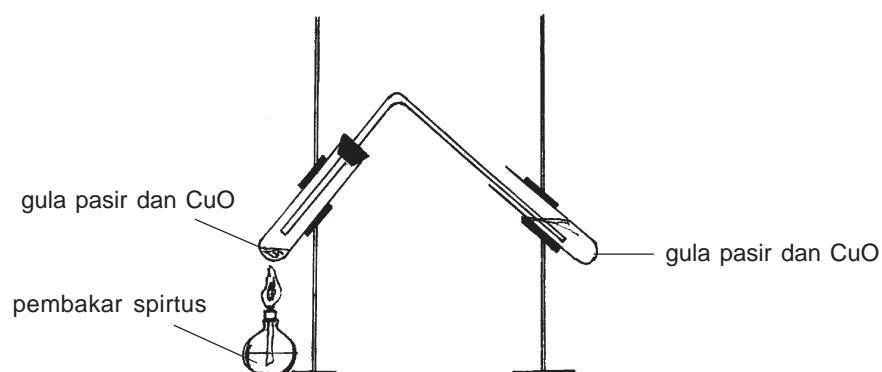
Uji Hidrokarbon

Alat dan bahan

- Tabung reaksi
- Statif dan klem
- Pipa kaca
- Pembakar spirtus
- Prop gabus
- Kertas kobal
- Spatula
- Larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (air kapur)
- Gula pasir
- CuO (tembaga(II)oksida)

Cara kerja:

- Masukkan 2 spatula gula pasir dan 2 spatula CuO ke dalam tabung reaksi, lalu guncangkan tabung reaksinya sampai kedua zat tersebut bercampur.
- Masukkan air kapur ke dalam tabung reaksi yang lainnya kira-kira sepertiga tabung reaksi.
- Rangkai alat seperti gambar berikut:



- Panaskan tabung yang berisi campuran gula pasir dan CuO secara perlahan-lahan sampai terjadi reaksi. Amati perubahan yang terjadi pada tabung yang berisi air kapur.
- Bukalah sumbat gabus, kemudian uji titik-titik air yang terbentuk dengan menggunakan kertas kobal. Amati dan catat perubahan warnanya.

Pertanyaan

1. Bagaimana warna air kapur setelah campuran gula pasir dan CuO dipanaskan?
2. Zat apakah yang dapat menimbulkan perubahan air kapur?
3. Apa fungsi kertas kobal pada percobaan di atas?
4. Kesimpulan apa yang bisa ditarik dari percobaan yang telah dilakukan?

A. KARAKTERISTIK ATOM KARBON

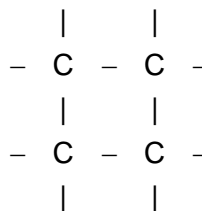
Salah satu kekhasan atom karbon ialah *dapat membentuk rantai karbon*. Atom karbon dengan nomor atom 6 mempunyai susunan elektron K = 2 dan L = 4. Dengan demikian, atom C mempunyai 4 elektron valensi dan dapat membentuk empat ikatan kovalen yang kuat dengan atom C lainnya, serta dapat berikatan secara kuat dengan atom-atom non logam lainnya pada saat yang bersamaan.

Kata Kunci

- Rantai
- Karbon
- Elektron valensi
- Primer
- Sekunder
- Tersier, kuartener

1. Bentuk rantai karbon

Ada dua bentuk rantai karbon, yaitu *terbuka* (alifatik, yang terdiri atas rantai lurus dan rantai bercabang) dan *tertutup* (siklik).



Rantai terbuka (bercabang)

Rantai tertutup

2. Posisi atom C dalam rantai karbon

Ada empat macam posisi atom C dalam rantai karbon. Keempat macam atom C dalam rantai karbon, yaitu:

- atom C primer, yaitu atom C terikat dengan 1 atom C lainnya;
- atom C sekunder, yaitu atom C terikat dengan 2 atom C lainnya;
- atom C tersier, yaitu atom C terikat dengan 3 atom C lainnya;
- atom C kuartener, yaitu atom C terikat dengan 4 atom C lainnya.

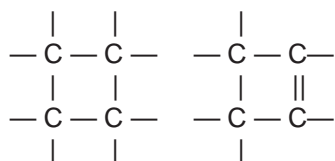
Struktur hidrokarbon yang dimaksud ialah bentuk rantai karbon yaitu (rantai terbuka atau rantai tertutup) dan jenis ikatan kovalen antaratom karbon (ikatan tunggal atau ikatan rangkap). Namun secara umum, hidrokarbon digolongkan menjadi 3, yaitu *hidrokarbon alifatik* (lurus atau bercabang), *alisiklik* (rantai tertutup), dan *hidrokarbon aromatik* (rantai tertutup).

Selain berdasarkan bentuk rantai karbonnya, hidrokarbon juga dapat dibedakan berdasarkan jenis ikatan antaratom C dalam rantai karbon, yaitu *hidrokarbon jenuh* (memiliki ikatan tunggal) dan *hidrokarbon tak jenuh* (memiliki satu atau lebih ikatan rangkap).

Jenis hidrokarbon:

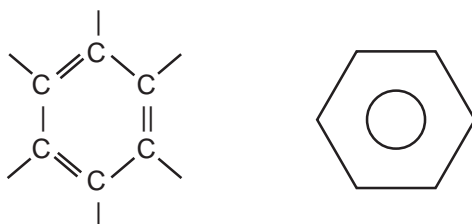
- Hidrokarbon alifatik, terdiri atas:
 - Alkana**; berupa hidrokarbon jenuh, hanya memiliki ikatan tunggal C – C.
 - Alkena**; berupa hidrokarbon tak jenuh, memiliki minimal 1 ikatan rangkap dua C = C.
 - Alkuna**; berupa hidrokarbon tak jenuh, memiliki minimal 1 ikatan rangkap tiga C ≡ C.
- Hidrokarbon alisiklik; mempunyai rantai tertutup, dapat berupa hidrokarbon jenuh dan tak jenuh.

Contoh hidrokarbon alisiklik:



- Hidrokarbon aromatik; mempunyai rantai tertutup membentuk cincin benzena, berupa hidrokarbon tak jenuh.

Contoh hidrokarbon aromatik:

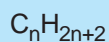


1. Alkana

a. Rumus umum alkana

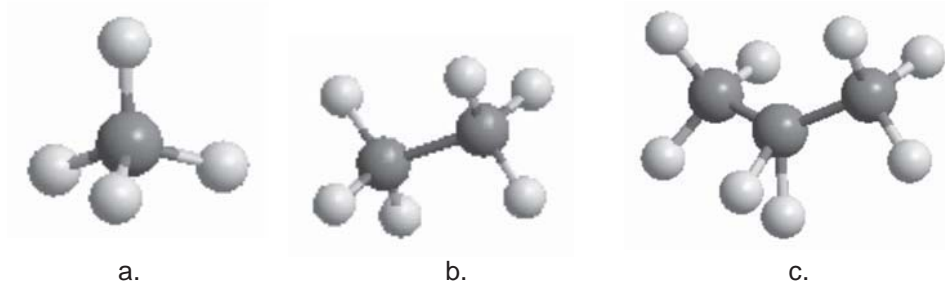
Hidrokarbon jenuh yang paling sederhana merupakan suatu deret senyawa alkana atau parafin.

Rumus umum alkana:



Tabel 7.2
Rumus struktur dan rumus molekul beberapa senyawa alkana

Nama	Rumus molekul	Rumus Struktur
Metana	CH ₄	CH ₄
Etana	C ₂ H ₆	CH ₃ -CH ₃
Propana	C ₃ H ₈	CH ₃ -CH ₂ -CH ₃
Butana	C ₄ H ₁₀	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃
Pentana	C ₅ H ₁₂	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃



Gambar 7.2 Model molekul
a. Metana b. Etana c. Propana

b. Tata nama alkana

1) Untuk rantai karbon tidak bercabang

Penamaan alkana sesuai dengan jumlah atom C yang dimiliki dan diberi awalan n (n= normal).

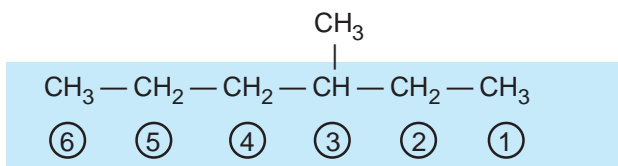
Tabel 7.3
Rumus molekul dan nama alkana

n	Rumus molekul	Nama alkana
1	CH ₄	Metana
2	C ₂ H ₆	Etana
3	C ₃ H ₈	Propana
4	C ₄ H ₁₀	Butana
5	C ₅ H ₁₂	Pentana
6	C ₆ H ₁₄	Heksana
7	C ₇ H ₁₆	Heptana
8	C ₈ H ₁₈	Oktana
9	C ₉ H ₂₀	Nonana
10	C ₁₀ H ₂₂	Dekana

2) Untuk rantai karbon bercabang

- Tentukan rantai induk, yaitu rantai karbon terpanjang. Beri nomor pada rantai induk sehingga cabang mempunyai nomor sekecil mungkin.

Contoh:



- Rantai induk diberi nama alkana sesuai dengan jumlah atom C yang dimiliki oleh rantai induk.
- Cabang merupakan gugus alkil (dengan rumus umum $-\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$) dan diberi nama alkil sesuai jumlah atom C dalam cabang tersebut.

Tabel 7.4
Rumus struktur beberapa alkil

n	$-\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$	Rumus struktur sederhana	Nama alkil
1	$-\text{CH}_3$	$-\text{CH}_3$	Metil
2	$-\text{C}_2\text{H}_5$	$-\text{CH}_2 - \text{CH}_3$	Etil
3	$-\text{C}_3\text{H}_7$	$-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	Propil
4	$-\text{C}_4\text{H}_9$	$-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	Butil

Contoh:

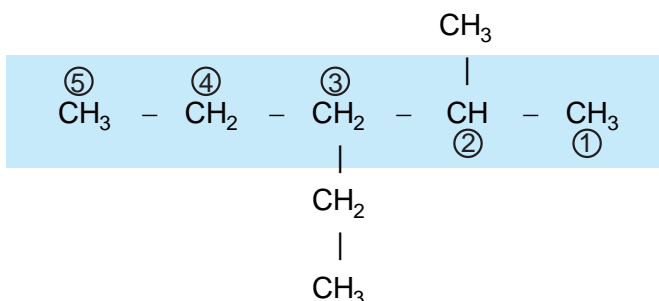


Rantai induk : pentana

Gugus alkil : 2-metil (ada di nomor 2, dengan cabang metil)

2-metilpentana

- Jika terdapat 2 atau lebih jenis alkil, nama-nama alkil disusun menurut abjad

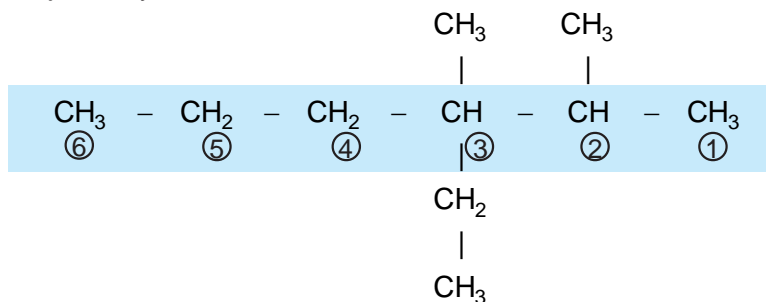


Rantai induk : Pentana

Gugus alkil : 2-metil dan 3-etil (cabang ada di nomor 2 dan 3)

3-etil-2-metilpentana

- Jika terdapat lebih dari 1 alkil sejenis:
 - Jika terdapat 2 gugus alkil dengan nomor yang sama, maka nomor tersebut harus diulang
 - Beri awalan *di*, *tri*, *tetra*, dan seterusnya pada nama gugus alkil sesuai jumlahnya



Rantai induk : Heksana

Gugus alkil : 2 metil, 3-metil, 3-etil

3-etil-2,3-dimetilheksana

- Untuk penomoran rantai karbon yang mengandung banyak cabang:
 - Jika penomoran ekuivalen dari kedua ujung rantai, maka pilih rantai yang mengandung banyak cabang.
 - Gugus alkil dengan jumlah atom C lebih banyak diberi nomor yang lebih kecil.

c. Sifat alkana

1) Sifat fisik

- Pada suhu biasa, metana, etana, propana, dan butana berwujud gas; pentana sampai heptadekana ($\text{C}_{17}\text{H}_{36}$) berwujud cair; sedangkan oktadekana ($\text{C}_{18}\text{H}_{38}$) dan seterusnya berwujud padat.

- Alkana tidak larut dalam air. Pelarut yang baik untuk alkana yaitu benzena, klorotetraklorida, dan alkana lainnya.
- Semakin banyak atom C yang dikandungnya (semakin besar nilai M_r), maka:
 - titik didih dan titik lelehnya semakin tinggi (alkana yang tidak bercabang titik didihnya lebih tinggi; makin banyak cabang, titik didihnya semakin rendah).
 - kerapatannya makin besar.
 - viskositas alkana makin naik.
 - volatilitas alkana makin berkurang.

2) Sifat kimia

Alkana adalah zat yang kurang reaktif (sukar bereaksi dengan zat lain), sehingga disebut parafin. Berikut ini reaksi-reaksi terpenting dari alkana:

- Pembakaran
Pembakaran alkana adalah reaksi oksidasi alkana dengan O_2 . Proses ini bersifat *eksotermik*, yaitu menghasilkan panas (kalor). Oleh karena itu, alkana merupakan sumber bahan bakar yang paling banyak digunakan di dunia.

Contoh:



- Substitusi oleh halogen
Pada reaksi ini, satu atau lebih atom H pada alkana diganti dengan atom halogen. Alkana bereaksi dengan halogen pada suhu tinggi atau dengan bantuan cahaya.

Contoh:



Reaksi alkana dengan klorin (Klorinasi)

d. Kegunaan alkana

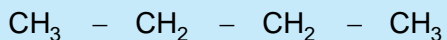
Secara umum, alkana berguna sebagai bahan bakar dan bahan baku dalam industri petrokimia.

- 1) Metana; berguna sebagai bahan bakar untuk memasak, dan bahan baku pembuatan zat kimia seperti H_2 dan NH_3 .
- 2) Etana; berguna sebagai bahan bakar untuk memasak dan sebagai refrigerant dalam sistem pendinginan dua tahap untuk suhu rendah.
- 3) Propana; merupakan komponen utama gas elpiji untuk memasak dan bahan baku senyawa organik.
- 4) Butana; berguna sebagai bahan bakar kendaraan dan bahan baku karet sintesis.
- 5) Oktana; merupakan komponen utama bahan bakar kendaraan bermotor, yaitu bensin.

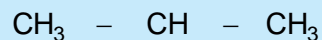
e. Keisomeran pada alkana

Jenis keisomeran pada alkana adalah keisomeran struktur, yaitu isomer kerangka. Isomer pada alkana dimulai dari butana (C_4H_{10}).

Isomer C_4H_{10} :



n-butana



2-metilpropana (isobutana)

2. Alkena

a. Rumus umum alkena

Alkena adalah hidrokarbon alifatik yang mengandung ikatan rangkap dua $C=C$. Adanya ikatan rangkap menyebabkan jumlah atom H pada alkena tidak maksimum seperti pada alkana.

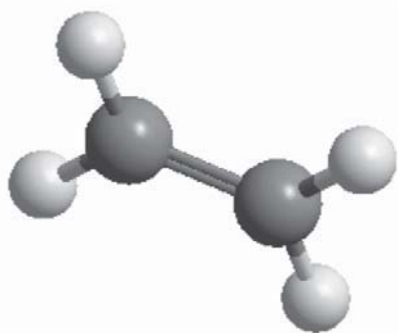
Rumus umum alkena:



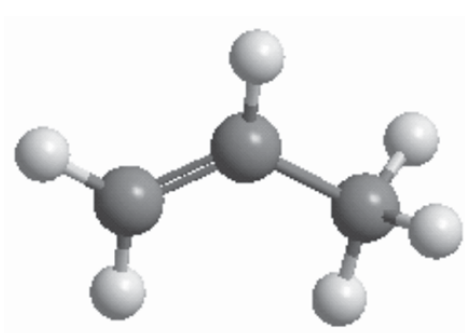
Tabel 7.5

Rumus struktur dan rumus molekul beberapa senyawa alkena

Nama	Rumus molekul	Rumus Struktur
Etena	C_2H_4	$CH_3 = CH_3$
Propena	C_3H_6	$CH_3 = CH - CH_3$
1-Butena	C_4H_8	$CH_3 = CH - CH_2 - CH_3$
1-Pentena	C_5H_{10}	$CH_3 = CH - CH_2 - CH_2 - CH_3$



a.

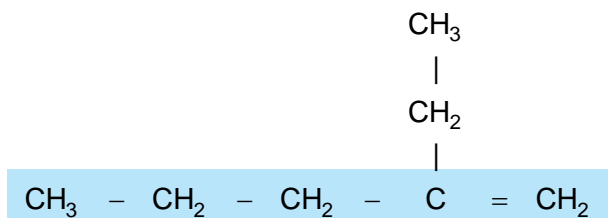


b.

Gambar 7.3 Model molekul
a. Etena b. Propena

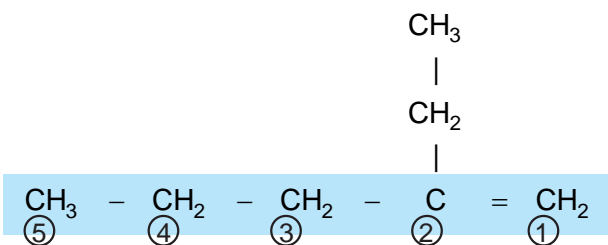
b. Tata nama alkena

- 1) Rantai induk adalah rantai karbon terpanjang yang mengandung ikatan rangkap C=C. Nama rantai induk berasal dari nama alkana, dengan akhiran -ana diganti menjadi -ena



rantai induk: pentena

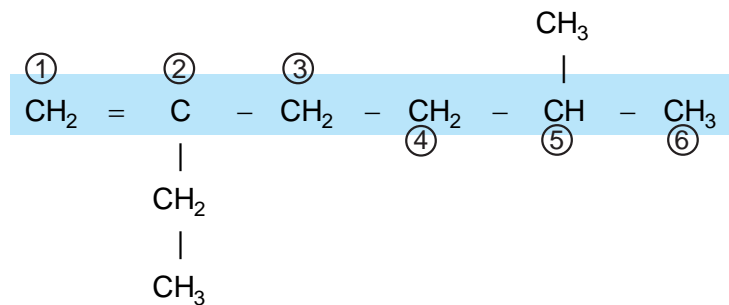
- 2) Rantai induk diberi nomor sedemikian sehingga atom C pertama yang terikat ke ikatan C=C memiliki nomor sekecil mungkin.



rantai induk: 1-pentena

- 3) Ketentuan lain sama dengan tata nama alkana

Contoh:



2-etil-5,5-dimetil-1-heksena

c. Sifat alkena

1) Sifat fisis

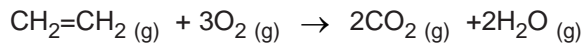
Sifat fisis alkena mirip dengan alkana. Alkena tidak larut dalam air, tetapi mengambang di atas air. Alkena dengan massa molekul rendah berwujud gas pada suhu ruang, sedangkan alkena yang lain berbentuk cair atau padatan.

2) Sifat kimia

Alkena bersifat lebih reaktif daripada alkana. Berikut ini reaksi-reaksi yang dapat terjadi pada alkena:

- Pembakaran

Pembakaran alkena adalah reaksi oksidasi alkena dengan O_2 .



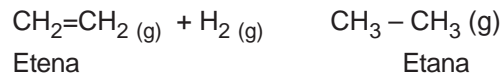
- Reaksi adisi

Reaksi adisi adalah perubahan ikatan tidak jenuh (rangkap) menjadi ikatan jenuh (tunggal) dengan cara menangkap atom lain.

- Adisi dengan hidrogen (hidrogenasi)

Alkena bereaksi dengan hidrogen membentuk alkana pada suhu sekitar 150-200 °C dengan bantuan katalis logam.

Contoh:

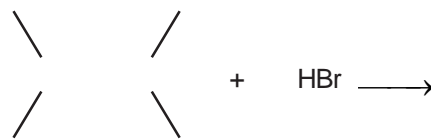
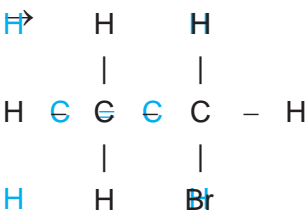


- Adisi hidrogen halida (HX)

Pada alkena simetris

Reaksi hidrogen halida dengan alkena simetris menghasilkan satu haloalkana.

Contoh:



etena

1-bromoetana

Pada alkena tidak simetris



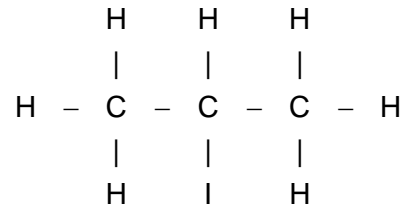
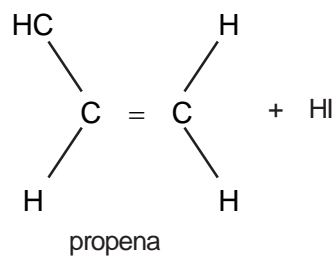
Reaksi hidrogen halida dengan alkena tidak simetris menghasilkan dua produk haloalkana. Produk utamanya dapat diramalkan dengan *Aturan Markovnikov* (1838-1904).

“Jika suatu HX bereaksi dengan ikatan rangkap asimetris, maka produk utama reaksi ialah molekul dengan atom H yang ditambahkan ke atom C dalam ikatan rangkap yang terikat dengan lebih banyak atom H.”

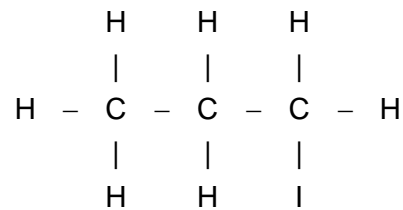
Gambar 7.4 Markovnikov

Sumber: www.pmf.ukim.edu

Contoh:



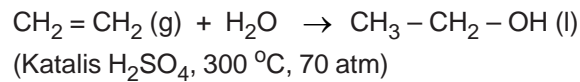
2-iodopropana (produk utama)



1-iodopropana

- Hidrasi
Alkena bereaksi dengan air membentuk alkohol.

Contoh:



- Polimerisasi
Polimerisasi adalah penggabungan molekul-molekul kecil (monomer) menjadi molekul besar (polimer). Contoh polimerisasi yang penting ialah polimerisasi etena, dalam hal ini ribuan molekul etena membentuk polietena.



Gambar 7.5 Barang dari bahan polimer

Sumber: www.inkjetmaterial.com

Tabel 7.6

Beberapa kegunaan monomer dan polimer

Monomer	Polimer	Kegunaan
Etena	Polietena (polietilen)	Pembungkus bahan makanan
Vinil klorida	Polivinilklorida (PVC)	Pipa, ember, sepatu bot



Gambar 7.6 PVC

Sumber: www.geocities.com

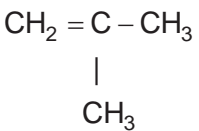
d. Kegunaan alkena

- 1) Etena; digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik polietena (PE).
- 2) Propena, digunakan untuk membuat plastik polipropilena (PP), yaitu polimer untuk membuat serat sintesis dan peralatan memasak.



Gambar 7.7 Peralatan dari plastic

Sumber: www.plastem.pl



e. Keisomeran pada alkena

1) Keisomeran kerangka

Isomer rangka atau isomer rantai karbon yaitu peristiwa isomeri yang disebabkan adanya perbedaan kerangka atau rantai karbonnya.

Contoh:

1-butena dan 2-metil-1-propena



1-butena

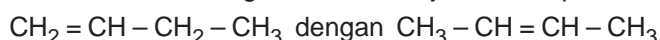
2-metil-1-propena

2) Keisomeran posisi

Isomer posisi terjadi karena adanya perbedaan posisi letak cabang atau posisi letak ikatan rangkapnya.

Contoh:

antara 1-butena dengan 2-butena terjadi isomer posisi



1 – butena

2 – butena

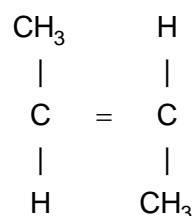
3) Keisomeran geometri

Isomer geometri merupakan isomer yang terjadi karena perbedaan letak suatu gugus fungsi dalam ruang.

Apabila gugus-gugus tersebut berada dalam satu ruang disebut kedudukan *cis* dan bila gugus-gugus tersebut berbeda ruang disebut kedudukan *trans*.

Contoh:

cis-2-butena dan trans-2-butena



cis-2-butena

Apabila ikatan rangkap dua dianggap sebagai bidang batas, maka letak gugus CH_3 berada dalam satu ruang. Kedudukan ini disebut kedudukan *cis*.

trans-2-butena

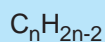
Apabila ikatan rangkap dua dianggap sebagai bidang batas, maka letak gugus CH_3 berada pada ruang yang berbeda. Kedudukan ini disebut kedudukan *trans*.

3. Alkuna

a. Rumus umum alkuna

Alkuna termasuk hidrokarbon tak jenuh, karena tidak mengandung jumlah atom H maksimum seperti alkana. Alkuna memiliki setidaknya satu ikatan rangkap tiga.

Rumus umum alkuna:



c. Sifat alkuna

1) Sifat fisis

Titik didih alkuna mirip dengan alkana dan alkena. Hal ini disebabkan alkuna bersifat non-polar, mempunyai gaya antar-molekul yang lemah dan memiliki massa molekul yang hampir sama dengan alkana dan alkena.

2) Sifat kimia

Alkuna mudah bereaksi seperti alkena karena mempunyai ikatan rangkap.

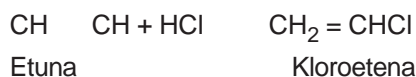
- Reaksi adisi alkuna

Berbeda dengan alkena, alkuna memiliki ikatan rangkap tiga sehingga reaksi adisinya dapat berlangsung dalam 2 tahap.

Contoh:

Reaksi alkuna dengan hidrogen halida (HX)

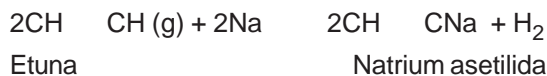
Tahap 1



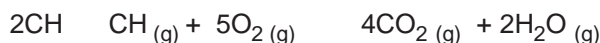
Tahap 2



- Reaksi substitusi alkuna



- Pembakaran



Pembakaran alkuna dengan jumlah O_2 terbatas, akan menghasilkan CO atau C.

d. Kegunaan alkuna

Etuna (asetilena) yang sehari-hari dikenal sebagai *gas karbit* dihasilkan dari batu karbit yang direaksikan dengan air:



Gas karbit jika dibakar akan menghasilkan suhu yang tinggi, sehingga dapat digunakan untuk mengelas dan memotong logam. Gas karbit sering pun digunakan untuk mempercepat pematangan buah.

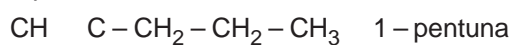
e. Keisomeran alkuna

Jenis keisomeran pada alkuna adalah keisomeran struktur, yakni keisomeran kerangka dan keisomeran posisi. Keisomeran pada alkuna dimulai dari butuna.

- Isomer kerangka

Contoh:

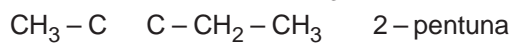
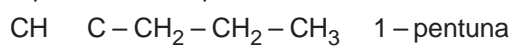
1-pentuna dan 3-metil-1-butuna



- Isomer posisi

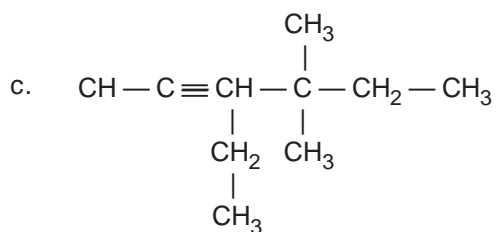
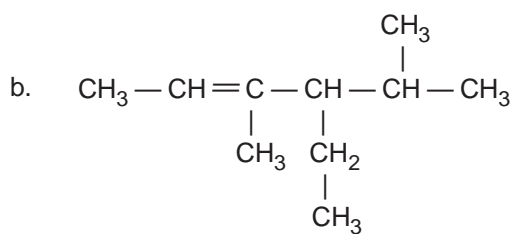
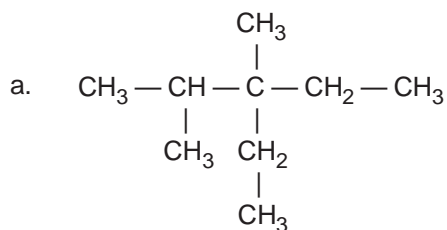
Contoh:

1-pentuna dan 2-pentuna



Latihan 2

1. Tulislah nama IUPAC dari rumus struktur berikut!



2. Tulislah rumus struktur dari :
 - a. 3-etil-2,3,4-trimetil-pentana
 - b. 2,4-dimetil-2-heksana
 - c. 5-etil-2,2-dimetil-3-heptana
3. Buatlah isomer dari C_7H_{16} lengkap dengan nama IUPAC-nya!

C. MINYAK BUMI

Minyak bumi (bahasa Inggris: *petroleum*, dari bahasa Latin: *petrus* – karang dan *oleum* – minyak) dijuluki juga sebagai *emas hitam*, adalah suatu cairan kental yang berwarna coklat sampai hitam atau kehijauan, yang mudah terbakar dan berbau kurang sedap, yang berada di lapisan atas dari beberapa area di kerak bumi.

Kata Kunci

- minyak bumi,
- fraksi,
- titik didih,
- bensin,
- angka oktan



Gambar 7.9 Truk pengangkut gas LPG

Sumber: www.truck.co.za

Minyak bumi merupakan campuran kompleks dari senyawa-senyawa hidrokarbon, baik senyawa alifatik, alisiklik, dan aromatik yang sebagian terdiri atas alkana tetapi bervariasi dalam penampilan, komposisi, dan kemurniannya, dengan sedikit senyawa nitrogen (0,01-0,9%), belerang (0,1-7%), oksigen (0,06-0,4%) dan senyawa logam dalam jumlah yang sangat kecil.

1. Pembentukan minyak bumi

Para ahli berpendapat bahwa minyak bumi terbentuk dari pelapukan sisa kehidupan purba (hewan, tumbuhan, dan jasad-jasad renik) yang terpendam bersama air laut dan masuk ke dalam batuan pasir, lempung, atau gamping yang terdapat di dalam lapisan kerak bumi selama berjuta-juta tahun melalui proses fisika dan kimia.

Proses terbentuknya minyak bumi dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Pada zaman purba, di darat dan di dalam lautan hidup beraneka ragam binatang dan tumbuh-tumbuhan. Binatang serta tumbuh-tumbuhan yang mati ataupun punah itu akhirnya tertimbun di bawah endapan lumpur. Endapan lumpur ini kemudian dihanyutkan oleh arus sungai menuju lautan bersama bahan organik lainnya dari daratan.

- b. Selama berjuta-juta tahun, sungai-sungai menghanyutkan pasir dan lumpur ke dasar laut dan membuat lapisan batuan yang bercampur dengan fosil-fosil binatang dan tumbuh-tumbuhan.
- c. Akibat peristiwa alam, lapisan dan permukaan bumi mengalami perubahan besar berupa pergeseran-pergeseran sehingga fosil hewan dan tumbuhan yang terkubur di perut bumi masuk ke celah-celah lapisan bumi yang bersuhu dan bertekanan tinggi. Akibat pengaruh waktu, temperatur tinggi, dan tekanan beban lapisan batuan di atasnya, menyebabkan binatang dan tumbuh-tumbuhan yang mati tadi mengalami proses penguraian berupa perubahan kimia, berubah menjadi bintik-bintik dan gelembung minyak yang berbentuk cairan kental dan gas. Akibat pengaruh yang sama, maka endapan lumpur berubah menjadi batuan sedimen. Batuan lunak yang berasal dari lumpur yang mengandung bintik-bintik minyak dikenal sebagai batuan induk atau "*source rock*".
- d. Karena ringan, minyak bumi akan terdorong dan terapung, lalu bergerak mencari tempat yang lebih baik (berimigrasi menuju tempat yang bertekanan lebih rendah) untuk berhenti dan terperangkap dalam batuan sedimen yang kedap atau kadang-kadang merembes ke luar permukaan bumi. Batuan sedimen tersusun atas fragmen-fragmen atau butiran mineral dari yang halus sampai yang kasar satu sama lain saling terikat oleh materi yang sangat halus dan berfungsi sebagai "semen", sehingga di antaranya terdapat pori-pori. Pada kondisi tertentu, pori-pori ini dapat mengandung fluida minyak, gas, atau air. Peristiwa terperangkapnya minyak bumi dan gas alam dalam batuan sedimen disebut proses "akumulasi".

Berapa lama proses terbentuknya minyak bumi? Mengenai hal ini masih terdapat pendapat yang berbeda-beda. Ada yang mengatakan ribuan tahun, ada yang mengatakan jutaan tahun, bahkan ada yang berpendapat lebih dari itu. Namun diduga, minyak bumi terbentuk paling sedikit 2 juta tahun yang lalu, dan ada juga yang berpendapat bahwa minyak bumi terbentuk 500-2500 juta tahun yang lalu.

2. Pengolahan minyak bumi

Minyak mentah (*crude oil*) yang diperoleh dari hasil pengeboran minyak bumi belum dapat digunakan atau dimanfaatkan untuk berbagai keperluan secara langsung. Hal itu karena minyak bumi masih merupakan campuran dari berbagai senyawa hidrokarbon, khususnya komponen utama hidrokarbon alifatik dari rantai C yang sederhana/pendek sampai ke rantai C yang banyak/panjang, dan senyawa-senyawa yang bukan hidrokarbon.

Untuk menghilangkan senyawa-senyawa yang bukan hidrokarbon, maka pada minyak mentah ditambahkan asam dan basa.

Minyak mentah yang berupa cairan pada suhu dan tekanan atmosfer biasa, memiliki titik didih persenyawaan-persenyawaan hidrokarbon yang berkisar dari suhu yang sangat rendah sampai suhu yang sangat tinggi. Dalam hal ini, titik didih hidrokarbon (alkana) meningkat dengan bertambahnya jumlah atom C dalam molekulnya.

Dengan memperhatikan perbedaan titik didih dari komponen-komponen minyak bumi, maka dilakukanlah pemisahan minyak mentah menjadi sejumlah fraksi-fraksi melalui proses *distilasi bertingkat*. Distilasi bertingkat adalah proses distilasi (penyulingan) dengan menggunakan tahap-tahap/fraksi-fraksi pendinginan sesuai trayek titik didih campuran yang diinginkan, sehingga proses pengembunan terjadi pada beberapa tahap/beberapa fraksi tadi. Cara seperti ini disebut *fraksionasi*.



Gambar 7.10 Pengeboran minyak bumi
Sumber: CD Encarta Enciclopedia



Gambar 7.11 Pesawat terbang menggunakan bahan bakar minyak
Sumber: www.plane-design.com

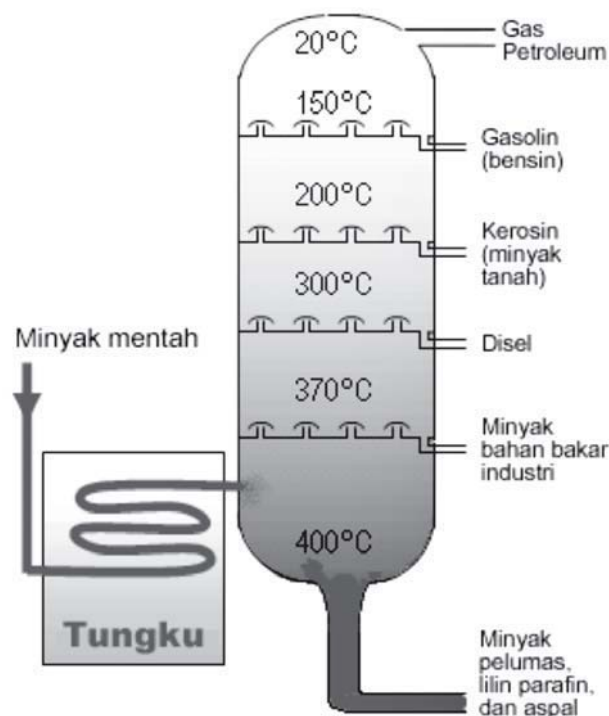
Minyak mentah tidak dapat dipisahkan ke dalam komponen-komponen murni (senyawa tunggal). Hal itu tidak mungkin dilakukan karena tidak praktis, dan mengingat bahwa minyak bumi mengandung banyak senyawa hidrokarbon maupun senyawa-senyawa yang bukan hidrokarbon. Dalam hal ini senyawa hidrokarbon memiliki isomer-isomer dengan titik didih yang berdekatan. Oleh karena itu, pemisahan minyak mentah dilakukan dengan proses distilasi bertingkat. Fraksi-fraksi yang diperoleh dari destilat minyak bumi ialah campuran hidrokarbon yang mendidih pada trayek suhu tertentu.

a. *Pengolahan tahap pertama (primary process)*

Pengolahan tahap pertama ini berlangsung melalui proses distilasi bertingkat, yaitu pemisahan minyak bumi ke dalam fraksi-fraksinya berdasarkan titik didih masing-masing fraksi.

Komponen yang titik didihnya lebih tinggi akan tetap berupa cairan dan turun ke bawah, sedangkan yang titik didihnya lebih rendah akan menguap dan naik ke bagian atas melalui sungkup-sungkup yang disebut menara gelembung. Makin ke atas, suhu dalam menara fraksinasi itu makin rendah. Hal itu menyebabkan komponen dengan titik didih lebih tinggi akan mengembun dan terpisah, sedangkan komponen yang titik didihnya lebih rendah naik ke bagian yang lebih atas lagi. Demikian seterusnya, sehingga komponen yang mencapai puncak menara adalah komponen yang pada suhu kamar berupa gas.

Perhatikan diagram fraksinasi minyak bumi berikut ini.



Gambar 7.12 Penyulingan minyak bumi

Sumber: http://id.wikipedia.org/wiki/Kilang_minyak

Hasil-hasil frasionasi minyak bumi yaitu sebagai berikut.

1) Fraksi pertama

Pada fraksi ini dihasilkan gas, yang merupakan fraksi paling ringan. Minyak bumi dengan titik didih di bawah 30°C , berarti pada suhu kamar berupa gas. Gas pada kolom ini ialah gas yang tadinya terlarut dalam minyak mentah, sedangkan gas yang tidak terlarut dipisahkan pada waktu pengeboran.

Gas yang dihasilkan pada tahap ini yaitu LNG (*Liquid Natural Gas*) yang mengandung komponen utama propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}), dan LPG (*Liquid Petroleum Gas*) yang mengandung metana (CH_4) dan etana (C_2H_6).

2) Fraksi kedua

Pada fraksi ini dihasilkan petroleum eter. Minyak bumi dengan titik didih lebih kecil 90°C , masih berupa uap, dan akan masuk ke kolom pendinginan dengan suhu $30^{\circ}\text{C} - 90^{\circ}\text{C}$. Pada trayek ini, petroleum eter (bensin ringan) akan mencair dan keluar ke penampungan petroleum eter. Petroleum eter merupakan campuran alkana dengan rantai $\text{C}_5\text{H}_{12} - \text{C}_6\text{H}_{14}$.

3) Fraksi Ketiga

Pada fraksi ini dihasilkan gasolin (bensin). Minyak bumi dengan titik didih lebih kecil dari 175°C , masih berupa uap, dan akan masuk ke kolom pendingin dengan suhu $90^{\circ}\text{C} - 175^{\circ}\text{C}$. Pada trayek ini, bensin akan mencair dan keluar ke penampungan bensin. Bensin merupakan campuran alkana dengan rantai $\text{C}_6\text{H}_{14} - \text{C}_9\text{H}_{20}$.



Gambar 7.13 Pom bensin

Sumber: www.hbdthermoid.com

4) Fraksi keempat

Pada fraksi ini dihasilkan nafta. Minyak bumi dengan titik didih lebih kecil dari 200°C , masih berupa uap, dan akan masuk ke kolom pendingin dengan suhu $175^{\circ}\text{C} - 200^{\circ}\text{C}$. Pada trayek ini, nafta (bensin berat) akan mencair dan keluar ke penampungan nafta. Nafta merupakan campuran alkana dengan rantai $\text{C}_9\text{H}_{20} - \text{C}_{12}\text{H}_{26}$.

5) Fraksi kelima

Pada fraksi ini dihasilkan kerosin (minyak tanah). Minyak bumi dengan titik didih lebih kecil dari 275°C , masih berupa uap, dan akan masuk ke kolom pendingin dengan suhu $175^{\circ}\text{C} - 275^{\circ}\text{C}$. Pada trayek ini, kerosin (minyak tanah) akan mencair dan keluar ke penampungan kerosin. Minyak tanah (kerosin) merupakan campuran alkana dengan rantai $\text{C}_{12}\text{H}_{26} - \text{C}_{15}\text{H}_{32}$.

6) Fraksi keenam

Pada fraksi ini dihasilkan minyak gas (minyak solar). Minyak bumi dengan titik didih lebih kecil dari 375°C , masih berupa uap, dan akan masuk ke kolom pendingin dengan suhu $250^{\circ}\text{C} - 375^{\circ}\text{C}$. Pada trayek ini minyak gas (minyak solar) akan mencair

dan keluar ke penampungan minyak gas (minyak solar). Minyak solar merupakan campuran alkana dengan rantai $C_{15}H_{32}$ – $C_{16}H_{34}$.

7) Fraksi ketujuh

Pada fraksi ini dihasilkan residu. Minyak mentah dipanaskan pada suhu tinggi, yaitu di atas 375°C , sehingga akan terjadi penguapan.



Gambar 7.12 Minyak Pelumas

Sumber: www.njcandle.com



Gambar 7.14 Lilin

Sumber: www.pertamina.com

Pada trayek ini dihasilkan residu yang tidak menguap dan residu yang menguap. Residu yang tidak menguap berasal dari minyak yang tidak menguap, seperti aspal dan arang minyak bumi. Adapun residu yang menguap berasal dari minyak yang menguap, yang masuk ke kolom pendingin dengan suhu 375°C .

Minyak pelumas ($C_{16}H_{34}$ – $C_{20}H_{42}$) digunakan untuk pelumas mesin-mesin, parafin ($C_{21}H_{44}$ – $C_{24}H_{50}$) untuk membuat lilin, dan aspal (rantai C lebih besar dari $C_{36}H_{74}$) digunakan untuk bahan bakar dan pelapis jalan raya.

b. Pengolahan tahap kedua

Pengolahan tahap kedua merupakan pengolahan lanjutan dari hasil-hasil unit pengolahan tahapan pertama. Pada tahap ini, pengolahan ditujukan untuk mendapatkan dan menghasilkan berbagai jenis bahan bakar minyak (BBM) dan non bahan bakar minyak (non BBM) dalam jumlah besar dan mutu yang lebih baik, yang sesuai dengan permintaan konsumen atau pasar.

Pada pengolahan tahap kedua, terjadi perubahan struktur kimia yang dapat berupa pemecahan molekul (proses *cracking*), penggabungan molekul (proses polymerisasi, alkilasi), atau perubahan struktur molekul (proses reforming).

Proses pengolahan lanjutan dapat berupa proses-proses seperti di bawah ini.

1) Konversi struktur kimia

Dalam proses ini, suatu senyawa hidrokarbon diubah menjadi senyawa hidrokarbon lain melalui proses kimia.

a) Perengkahan (*cracking*)

Dalam proses ini, molekul hidrokarbon besar dipecah menjadi molekul hidrokarbon yang lebih kecil sehingga memiliki titik didih lebih rendah dan stabil.

Caranya dapat dilaksanakan, yaitu sebagai berikut:

- Perengkahan termal; yaitu proses perengkahan dengan menggunakan suhu dan tekanan tinggi saja.
- Perengkahan katalitik; yaitu proses perengkahan dengan menggunakan panas dan katalisator untuk mengubah distilat yang memiliki titik didih tinggi menjadi bensin dan karosin. Proses ini juga akan menghasilkan butana dan gas lainnya.
- Perengkahan dengan hidrogen (hydro-cracking); yaitu proses perengkahan yang merupakan kombinasi perengkahan termal dan katalitik dengan "menyuntikkan" hidrogen pada molekul fraksi hidrokarbon tidak jenuh.

Dengan cara seperti ini, maka dari minyak bumi dapat dihasilkan elpiji, nafta, karosin, avtur, dan solar. Jumlah yang diperoleh akan lebih banyak dan mutunya lebih baik dibandingkan dengan proses perengkahan termal atau perengkahan katalitik saja. Selain itu, jumlah residunya akan berkurang.

b) Alkilasi

Alkilasi merupakan suatu proses penggabungan dua macam hidrokarbon isoparafin secara kimia menjadi alkilat yang memiliki nilai oktan tinggi. Alkilat ini dapat dijadikan bensin atau avgas.

c) Polimerisasi

Polimerisasi merupakan penggabungan dua molekul atau lebih untuk membentuk molekul tunggal yang disebut *polimer*. Tujuan polimerisasi ini ialah untuk menggabungkan molekul-molekul hidrokarbon dalam bentuk gas (etilen, propena) menjadi senyawa nafta ringan.

d) Reformasi

Proses ini dapat berupa perengkahan termal ringan dari nafta untuk mendapatkan produk yang lebih mudah menguap seperti olefin dengan angka oktan yang lebih tinggi. Di samping itu, dapat pula berupa konversi katalitik komponen-komponen nafta untuk menghasilkan aromatik dengan angka oktan yang lebih tinggi.

e) Isomerisasi

Dalam proses ini, susunan dasar atom dalam molekul diubah tanpa menambah atau mengurangi bagian asal. Hidrokarbon garis lurus diubah menjadi hidrokarbon garis bercabang yang memiliki angka oktan lebih tinggi. Dengan proses ini, n-butana dapat diubah menjadi isobutana yang dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam proses alkilasi.

2) Proses ekstraksi

Melalui proses ini, dilakukan pemisahan atas dasar perbedaan daya larut fraksi-fraksi minyak dalam bahan pelarut (*solvent*) seperti SO_2 , furfural, dan sebagainya. Dengan proses ini, volume produk yang diperoleh akan lebih banyak dan mutunya lebih baik bila dibandingkan dengan proses distilasi saja.

3) Proses kristalisasi

Pada proses ini, fraksi-fraksi dipisahkan atas dasar perbedaan titik cair (*melting point*) masing-masing. Dari solar yang mengandung banyak parafin, melalui proses pendinginan, penekanan dan penyaringan, dapat dihasilkan lilin dan minyak filter.

Pada hampir setiap proses pengolahan, dapat diperoleh produk-produk lain sebagai produk tambahan. Produk-produk ini dapat dijadikan bahan dasar petrokimia yang diperlukan untuk pembuatan bahan plastik, bahan dasar kosmetika, obat pembasmi serangga, dan berbagai hasil petrokimia lainnya.

4) Membersihkan produk dari kontaminasi (*treating*)

Hasil-hasil minyak yang telah diperoleh melalui proses pengolahan tahap pertama dan proses pengolahan lanjutan sering mengalami kontaminasi dengan zat-zat yang merugikan seperti persenyawaan yang korosif atau yang berbau tidak sedap. Kontaminan ini harus dibersihkan misalnya dengan menggunakan *caustic soda*, tanah liat, atau proses hidrogenasi.

3. Kegunaan minyak bumi

Berdasarkan jumlah atom C, maka minyak bumi dapat dibagi menjadi fraksi-fraksi dengan sifat berbeda (Tabel 7.8).

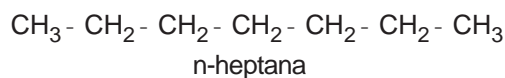
Tabel 7.8
Hubungan jumlah atom C dengan fraksi minyak bumi

Jumlah atom C	Fraksi	Kegunaan
$C_1 - C_4$	Gas	<ul style="list-style-type: none">Bahan bakar elpijiBahan baku sintesis senyawa organikBahan bakar kendaraan bermotor
$C_5 - C_{10}$	Bensin (gasoline)	<ul style="list-style-type: none">Sintesis senyawa organik
$C_6 - C_{10}$	Nafta	<ul style="list-style-type: none">Pembuatan plastik, karet sintesis, deterjen, obat, cat, bahan pakaian, kosmetikBahan bakar pesawat udara
$C_{11} - C_{14}$	Kerosin (minyak tanah)	<ul style="list-style-type: none">Bahan bakar kompor paraffin
$C_{15} - C_{17}$	Minyak solar dan diesel	<ul style="list-style-type: none">Bahan bakar kendaraan bermesin dieselBahan bakar tungku industri
$C_{18} - C_{20}$	Minyak pelumas	<ul style="list-style-type: none">Digunakan untuk minyak pelumas karena kekentalannya yang tinggi
$> C_{20}$	Lilin	<ul style="list-style-type: none">Sebagai lilin paraffin untuk membuat lilin, kertas pembungkus berlapis lilin, lilin batik, korek api, dan semir sepatu

> C ₂₀	Minyak bakar	<ul style="list-style-type: none"> Bahan bakar kapal, industri pemanas (<i>boiler plant</i>), dan pembangkit listrik
> C ₄₀	Bitumen	<ul style="list-style-type: none"> Bahan aspal jalan dan atap bangunan

4. Bensin

Fraksi minyak bumi yang paling banyak digunakan ialah bensin. Komponen utama bensin yaitu n-heptana dan isooktana.



2,2,4-trimetil pentana (isooktana)

Kualitas bensin dinyatakan dengan bilangan oktan, yaitu bilangan yang menunjukkan jumlah isooktana dalam bensin. Bilangan oktan ini menyatakan kemampuan bahan bakar dalam mengatasi ketukan (*knocking*) saat terbakar dalam mesin. Semakin besar bilangan oktan, semakin tinggi kualitas bensin. Sebagai pembandingan, dapat dilihat dari nilai yang seharusnya dimiliki oleh n-heptana dan isooktana:

- n-heptana diberi nilai oktan = 0, karena zat ini menimbulkan *knocking* yang sangat hebat.
- isooktana diberi nilai = 100, karena menimbulkan sedikit *knocking* (tidak menimbulkan *knocking*).

Sampai saat ini terdapat tiga jenis bensin, yaitu premix, premium, dan super TT. Premix (campuran premium dengan zat aditif MTBE), mempunyai nilai oktan 94, berarti kualitas bahan bakar setara dengan campuran 94% isooktana dan 6% n-heptana. Premium mempunyai nilai oktan 80-85, sedangkan super TT mempunyai nilai oktan 98.

Bensin yang dihasilkan dari proses distilasi biasanya masih mempunyai bilangan oktan yang rendah. Untuk meningkatkan bilangan oktan, perlu ditambahkan zat aditif (zat *anti knocking*), seperti:

- Tetra Ethyl Lead (TEL)*; mempunyai rumus molekul $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$. TEL biasanya digunakan dalam bentuk campurannya yang disebut *Ethyl Fluid*, yaitu terdiri atas: 65% TEL, 25% 1,2-dibromoetana, 10% 1,2-dikloroetana. Adanya unsur Br dan Cl sangat penting untuk mencegah oksida timbal menempel pada mesin, yaitu dengan membentuk timbal bromida PbBr_2 yang mudah menguap. Dengan demikian, semua timbal akan keluar bersama asap kendaraan bermotor lewat knalpot.
- Benzena*; mempunyai rumus molekul C_6H_6 .

- *Etanol*; mempunyai rumus molekul $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$. Campuran bensin dengan etanol (9:1) lazim disebut *gasohol*.
- *Tersier-butyl alkohol*; mempunyai rumus molekul $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$.
- *Tersier-butyl metil eter (MTBE = Metil Tersier Butil Eter)*; mempunyai rumus molekul C_5OH_{12} . Zat aditif ini biasanya digunakan sebagai pengganti TEL, yaitu untuk menghindari adanya timbal yang dapat mencemari udara.

5. Dampak pembakaran bensin

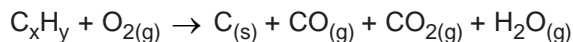
a. Penggunaan TEL

TEL mengandung logam berat timbal (Pb) yang terbakar dan akan keluar bersama asap kendaraan bermotor melalui knalpot. Hal ini menyebabkan pencemaran udara. Senyawa timbal merupakan racun dengan ambang batas kecil, artinya pada konsentrasi kecil pun dapat berakibat fatal.

Gejala yang diakibatkannya, antara lain: tidak aktifnya pertumbuhan beberapa enzim dalam tubuh, berat badan anak-anak berkurang, perkembangan sistem syaraf lambat, selera makan hilang, cepat lelah, dan iritasi saluran pernapasan.

b. Pembakaran tidak sempurna hidrokarbon

Pembakaran tidak sempurna dengan reaksi sebagai berikut:



Menghasilkan:

- karbon (arang) yang berupa asap hitam yang mengganggu pernapasan.
- gas karbonmonoksida yang merupakan gas beracun yang tidak berbau, tidak berasap, tetapi dapat mematikan.

Gas CO memiliki kemampuan terikat kuat pada hemoglobin, suatu protein yang mengangkut O_2 dari paru-paru ke seluruh tubuh. Daya ikat hemoglobin terhadap CO dua ratus kali lebih kuat daripada terhadap O_2 . Jadi, jika kita menghirup udara yang mengandung O_2 dan CO, maka yang akan terikat lebih dulu dengan hemoglobin ialah CO. Jika CO yang terikat terlampau banyak, maka tubuh kita akan kekurangan O_2 yang mempengaruhi proses metabolisme sel.

Kadar CO yang diperbolehkan ialah di bawah 100 ppm (0,01%). Udara dengan kadar CO 100 ppm, dapat menyebabkan sakit kepala dan cepat lelah. Udara dengan kadar CO 750 ppm, dapat menyebabkan kematian.

- gas karbondioksida menyebabkan perubahan komposisi kimia lapisan udara dan mengakibatkan terbentuknya efek rumah kaca (*treibhouse effect*), yang memberi kontribusi pada peningkatan suhu bumi.

c. Adanya belerang dalam minyak bumi

Adanya belerang dalam minyak bumi, akan terbakar menghasilkan belerang dioksida.



Gas belerang dioksida (SO_2) merupakan oksida asam yang dapat merusak zat hijau daun (klorofil), sehingga mengganggu proses fotosintesis pada pohon. Apabila SO_2 bercampur dengan air hujan menyebabkan terjadinya hujan asam bersama-sama dengan NO_x . NO_x sendiri secara umum dapat menumbuhkan sel-sel beracun dalam tubuh makhluk hidup, serta meningkatkan derajat keasaman tanah dan air jika bereaksi dengan SO_2 .

6. Kegunaan hidrokarbon

Dalam kehidupan sehari-hari, hidrokarbon sangat mudah ditemukan. Kebanyakan masyarakat Indonesia mengenal penggunaan hidrokarbon sebagai bahan bakar, misalnya: minyak tanah untuk memasak, bensin dan solar untuk kendaraan, minyak pelumas, dan sebagainya. Agar lebih memahami kegunaan hidrokarbon dalam kehidupan sehari-hari, lakukan kegiatan 9.2.

KEGIATAN 7.2

Mengenal hidrokarbon

- Lakukanlah survey ke pasar terdekat untuk mendata barang-barang yang bahan dasarnya hidrokarbon.
- Laporkan hasil surveymu dalam bentuk tabel.
- Diskusikan dalam kelas.

Latihan 3

1. Bagaimanakah cara minyak bumi dimurnikan?
2. Sebutkan fraksi-fraksi minyak bumi berdasarkan jumlah atom C!
3. Apa yang dimaksud dengan bilangan oktan, dan bagaimana pengaruh bilangan oktan terhadap kualitas bensin?
4. Apa yang dimaksud dengan knocking, dan bagaimana cara mengatasinya?
5. Sebutkanlah upaya-upaya yang harus kita lakukan untuk menghemat minyak bumi?

Ringkasan

Kimia organik (kimia karbon) adalah cabang ilmu kimia yang mempelajari senyawa karbon organik. Jumlah senyawa karbon yang melimpah terkait dengan karakteristik atom karbon (C), yaitu *atom C dapat membentuk 4 ikatan kovalen yang kuat dengan atom-atom C lainnya. Pada saat yang bersamaan atom C juga dapat berikatan secara kuat dengan atom-atom non-logam lainnya.* Atom C dalam rantai karbon dapat menempati posisi *primer, sekunder, tersier, dan kuartener.*

Hidrokarbon adalah golongan senyawa karbon yang paling sederhana. Senyawa ini hanya terdiri atas hidrogen dan karbon. Secara umum, hidrokarbon digolongkan menjadi *hidrokarbon alifatik* (memiliki rantai terbuka), *hidrokarbon alisiklik* (memiliki

rantai tertutup), dan *hidrokarbon aromatik* (memiliki rantai tertutup). Hidrokarbon alifatik dibedakan menjadi *alkana*, *alkena*, dan *alkuna*.

Hidrokarbon alifatik	Jenis ikatan	Sifat	Rumus umum
Alkana	C – C	Jenuh	C_nH_{2n+2}
Alkena	Minimal satu C=C	Tak jenuh	C_nH_{2n}
Alkuna	Minimal satu C ≡ C	Tak jenuh	C_nH_{2n-2}

Minyak bumi adalah sumber utama hidrokarbon di alam. Pengolahan minyak bumi dilakukan melalui serangkaian tahap, antara lain distilasi bertingkat, proses konversi, pemisahan pengotor dalam fraksi, dan pencampuran fraksi.

Bensin merupakan salah satu produk pengolahan minyak bumi yang paling banyak digunakan, terutama dalam bidang transportasi. Kualitas bensin dinyatakan dengan bilangan oktan, yang menyatakan kemampuan bensin untuk mengatasi ketukan sewaktu terbakar dalam mesin. Harga bilangan oktan 0 ditetapkan untuk n-heptana dan 100 untuk isooktana. Makin besar bilangan oktan, makin tinggi kualitas bensin tersebut.

GLOSARIUM

Alkana	: hidrokarbon jenuh dengan rumus umum C_nH_{2n+2} .
Alkena	: hidrokarbon tak jenuh yang sedikitnya mempunyai satu ikatan rangkap dua, dengan rumus umum C_nH_{2n} .
Alkuna	: hidrokarbon tak jenuh yang sedikitnya mempunyai satu ikatan rangkap tiga, dengan rumus umum C_nH_{2n-2} .
Angka Oktan	: bilangan yang menunjukkan jumlah isooktana dalam bensin, yang dipakai untuk mengukur kemampuan bahan bakar dalam mengatasi ketukan saat terbakar dalam mesin.
Atom karbon kuartener	: atom karbon yang mengikat empat atom karbon yang lainnya.
Atom karbon primer	: atom karbon yang mengikat satu atom karbon yang lainnya.
Atom karbon sekunder	: atom karbon yang mengikat dua atom karbon yang lainnya.
Atom karbon tersier	: atom karbon yang mengikat tiga atom karbon yang lainnya.
Hidrokarbon	: senyawa karbon yang tersusun atas hidrogen dan karbon
Hidrokarbon jenuh	: hidrokarbon yang semua ikatan antar atom karbonnya merupakan ikatan tunggal.

Hidrokarbon tak jenuh	: hidrokarbon yang mempunyai setidaknya satu ikatan rangkap dua atau rangkap tiga di antara atom karbon di dalam rantai karbonnya.
Isomer	: suatu senyawa karbon yang mempunyai rumus molekul sama tetapi mempunyai struktur yang berbeda.
Isomer geometri	: isomer yang terjadi karena perbedaan letak suatu gugus fungsi dalam ruangan.
Isomer kerangka	: peristiwa isomeri yang disebabkan adanya perbedaan kerangka atau rantai karbonnya.
Isomer posisi	: isomer yang terjadi karena adanya perbedaan posisi letak cabang atau posisi letak ikatan rangkapnya.

SOAL-SOAL LATIHAN BAB 7

I. Pilihan Ganda

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

- Atom karbon dengan lambang C memiliki konfigurasi elektron...

A. 2. 8	D. 2. 6. 4
B. 2. 4	E. 2. 8. 2
C. 2. 10	
- Dalam sistem periodik, unsur C terletak pada golongan dan periode

A. IA dan periode 2	D. IVA dan periode 3
B. IIA dan periode 3	E. VIA dan periode 2
C. IVA dan periode 2	
- Ikatan antaratom C termasuk ikatan

A. ion	D. kovalen koordinasi
B. kovalen	E. van der Waals
C. hidrogen	

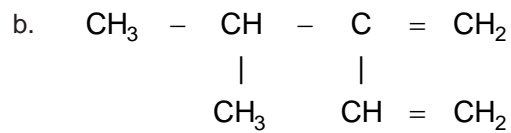
Struktur molekul berikut untuk menjawab soal no.4 sampai no.7

17. Reaksi etena dengan bromin yang menghasilkan 1,2-dibromoetana ialah jenis reaksi
- A. substitusi
 - B. adisi
 - C. eliminasi
 - D. hidrogenasi
 - E. kondensasi
18. Jenis senyawa hidrokarbon yang paling banyak terdapat dalam minyak bumi adalah
- A. alkana
 - B. alkena
 - C. alkuna
 - D. sikloalkana
 - E. benzena
19. Minyak bumi yang baru dihasilkan dari pengeboran masih berupa minyak mentah. Proses pemisahan minyak mentah menjadi bahan bakar yang diinginkan dilakukan dengan cara
- A. sublimasi
 - B. kromatografi
 - C. ekstraksi
 - D. distilasi fraksionasi
 - E. filtrasi
20. Komponen utama bensin adalah
- A. heptana dan oktana
 - B. heksana dan heptana
 - C. pentana dan heksana
 - D. butana dan pentana
 - E. propana dan butana
21. Minyak yang mempunyai bilangan oktan paling tinggi adalah
- A. kerosin
 - B. minyak pelumas
 - C. bensin
 - D. minyak solar
 - E. nafta
22. Senyawa yang digunakan sebagai parameter kualitas bensin adalah
- A. nonana
 - B. isooktana
 - C. benzena
 - D. butana
 - E. pentana
23. Logam berat yang berbahaya bagi kesehatan akibat penggunaan TEL sebagai zat aditif pada minyak bumi adalah
- A. Zn
 - B. Hg
 - C. As
 - D. Pb
 - E. Cd
24. Gas berbahaya yang dihasilkan akibat pembakaran tidak sempurna dari minyak bumi adalah
- A. nitrogen dioksida
 - B. karbon dioksida
 - C. karbon monoksida
 - D. belerang dioksida
 - E. metana

25. Jika minyak bumi yang diperoleh dari hasil fraksinasi berkadar 35% volume heptana dan 65% volum isooktana, maka bilangan oktan minyak bumi tersebut adalah
- A. 30
 B. 35
 C. 65
 D. 75
 E. 80

II. Uraian

1. Tuliskan semua isomer dari C_5H_{12} beserta nama masing-masing!
2. Etuna adalah salah satu senyawa alkuna yang penting.
 - a. Tulis rumus molekul dan rumus struktur etuna!
 - b. Apakah etuna bersifat jenuh atau tak jenuh?
 - c. Bagaimana wujud etuna pada suhu ruang?
 - d. Bagaimana etuna diperoleh?
 - e. Sebutkan 2 kegunaan etuna
3. Tentukan nama senyawa dengan struktur molekul berikut:
 - a.



4. Sebutkan zat aditif yang dipakai untuk meningkatkan kualitas bensin.

LATIHAN ULANGAN AKHIR SEMESTER II

I. Pilihan Ganda

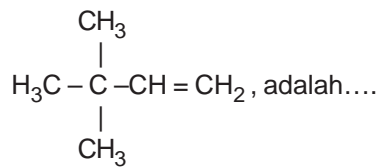
Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

- Suatu zat padat dilarutkan dalam air, ternyata larutannya dapat menghantarkan arus listrik. Pernyataan yang tepat untuk menerangkan peristiwa ini adalah
 - dalam air zat padat itu terurai menjadi ion-ion
 - dalam air zat padat menjadi atom-atom
 - dalam air zat padat itu terurai menjadi molekul-molekulnya
 - air menjadi mudah terionisasi bila ada zat terlarut di dalamnya
 - air menjadi konduktor listrik bila ada zat terlarut di dalamnya
- Jika senyawa magnesium amonium fosfat, MgNH_4PO_4 , dilarutkan dalam air, maka di dalam larutan akan ada ion-ion
 - Mg^{2+} dan $\text{NH}_4\text{PO}_4^{2-}$
 - MgNH_4^{3+} dan PO_4^{3-}
 - NH_4^+ dan MgPO_4^-
 - H_4PO_4^+ dan MgN^-
 - Mg^{2+} , NH_4^+ , dan PO_4^{3-}
- Pada pemeriksaan daya hantar listrik larutan berikut, pada volume yang sama, hantaran terbesar akan diberikan oleh
 - 0,1 M HCl
 - 0,1 M H_2SO_4
 - 0,05 M H_2SO_4
 - 0,1 M CH_3COOH
 - 0,05 M CH_3COOH
- Bahan-bahan di bawah ini tergolong larutan non elektrolit, *kecuali*
 - Alkohol
 - air gula
 - spirtus
 - larutan urea
 - air garam
- H_2SO_4 merupakan contoh dari senyawa
 - ionik, elektrolit
 - ionik, non elektrolit
 - kovalen, elektrolit
 - kovalen, non elektrolit
 - asam, non elektrolit
- Unsur yang dapat menunjukkan bilangan oksidasi paling positif dalam senyawanya adalah
 - Oksigen
 - Nitrogen
 - Karbon
 - Belerang
 - Klor
- Pada reaksi: $2\text{CO} + 2\text{NO} \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{N}_2$, bilangan oksidasi N berubah dari
 - +2 ke 0
 - +2 ke +1
 - +3 ke +1
 - +3 ke +2
 - +4 ke +1

8. Di antara senyawa-senyawa mangan di bawah ini, dalam senyawa manakah mangan mempunyai bilangan oksidasi tertinggi
- A. MnO
B. MnO₂
C. MnSO₄
D. KMnO₄
E. K₂MnO₄
9. Perhatikan persamaan reaksi berikut:
- $$2\text{KMnO}_{4(s)} + 16\text{HCl}_{(aq)} \rightarrow 2\text{MnCl}_{2(aq)} + 2\text{KCl}_{(aq)} + 5\text{Cl}_{2(g)} + 8\text{H}_2\text{O}_{(l)}$$
- Unsur-unsur yang mengalami perubahan bilangan oksidasi pada persamaan reaksi tersebut adalah
- A. K dan Cl
B. H dan Cl
C. Mn dan Cl
D. Mn dan O
E. O dan H
10. Pada senyawa manakah nitrogen mempunyai bilangan oksidasi +1
- A. HNO₃
B. NH₃
C. NO
D. N₂O
E. N₂O₄
11. Mangan yang tidak dapat dioksidasi lagi terdapat dalam ion
- A. MnO₄⁻
B. MnO₄²⁻
C. Mn²⁺
D. Mn⁴⁺
E. MnCl₄²⁻
12. Bilangan oksidasi atom S pada H₂SO₄ adalah
- A. -2
B. +2
C. 0
D. -6
E. +6
13. Bilangan oksidasi klor = +7 terdapat pada senyawa
- A. NaClO
B. NaClO₂
C. NaClO₃
D. NaClO₄
E. NaCl
14. Unsur Mn yang mempunyai bilangan oksidasi sama dengan bilangan oksidasi Cr dalam K₂Cr₂O₇ adalah
- A. KMnO₄
B. K₂MnO₄
C. MnSO₄
D. MnO
E. MnO₂
15. Unsur logam yang mempunyai bilangan oksidasi +5 terdapat pada ion
- A. CrO₄⁻
B. Fe(CN)₆³⁻
C. MnO₄⁻
D. Cr₂O₇²⁻
E. SbO₄³⁻

16. Bilangan oksidasi fosforus paling rendah terdapat pada senyawa
- | | |
|---------------------------|---------------------------------|
| A. PH_4Br | D. PCl_5 |
| B. POBr_3 | E. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ |
| C. PF_3 | |
17. Di antara senyawa-senyawa mangan di bawah ini, dalam senyawa manakah mangan mempunyai bilangan oksidasi tertinggi
- | | |
|-----------------------------|-------------------|
| A. KMnO_4 | D. MnO |
| B. K_2MnO_4 | E. MnO_2 |
| C. MnSO_4 | |
18. Unsur klorin dapat membentuk asam-asam yang mengandung oksigen (asam oksihalogen). Klorin yang terdapat dalam senyawa HClO_4 mempunyai bilangan oksidasi
- | | |
|------|------|
| a. 1 | d. 5 |
| b. 3 | e. 7 |
| c. 4 | |
19. Homolog tertinggi berikutnya dari C_6H_{14} ialah
- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| A. C_6H_{14} | D. C_7H_{16} |
| B. C_7H_{12} | E. C_8H_{18} |
| C. C_7H_{10} | |
20. Ikatan antara atom-atom karbon dan hidrogen dengan molekul normal butana adalah
- | | |
|--------------------------|----------------------|
| A. ikatan elektrokovalen | D. ikatan semi polar |
| B. ikatan polar | E. ikatan koordinasi |
| C. ikatan kovalen | |
21. Nama yang sesuai dengan aturan tata nama (nomenklatur) organik adalah:
- | |
|-------------------------------------|
| A. 2 – etil – 3 – metilpentana |
| B. 2 – isopropil – 3 – metilpentana |
| C. 2, 4, 4 – tribromheksana |
| D. 1, 3 – dimetilbutana |
| E. 3, 5 dietilheptana |
22. Bila pada pembakaran 1 mol hidrogen dengan O_2 murni dihasilkan CO_2 dan H_2O dalam jumlah mol yang sama, maka hidrokarbon tersebut adalah
- | | |
|-----------|------------|
| A. Metana | D. etuna |
| B. Etana | E. benzena |
| C. Etena | |
23. Pada rumus manakah terdapat lebih dari satu isomer struktur?
- | | |
|---------------------------|-------------------------------------|
| A. C_2H_2 | D. $\text{C}_2\text{H}_4\text{F}_2$ |
| B. C_2H_6 | E. $\text{C}_2\text{H}_5\text{F}$ |
| C. C_2F_6 | |

24. Nama dari senyawa



- A. Heksana
B. Heksena
C. 2, 2 – dimetilbutena
D. 3, 3 – dimetil – 1 – butena
E. 3, 3 – dimetil – 1 – butena
25. Gas asetilena termasuk deret
A. Alkana
B. Alkena
C. Alkuna
D. Alkadiena
E. Hidrokarbon jenuh
26. Gas yang terbentuk pada reaksi antara batu karbid dengan air adalah
A. Metana
B. Etana
C. Butana
D. Etena
E. Etuna
27. Senyawa yang bukan merupakan isomer dari oktana adalah
A. 2-metil heptana
B. 2,3-dimetil heksana
C. 2,3,4-trimetil pentana
D. 2,2-dimetil pentana
E. 2,2,3,3-tertametil butana
28. Nama dari senyawa alkuna di bawah ini benar, *kecuali*
A. 3-etil-3-metil-1-pentuna
B. 3,4-dimetil-2-pentuna
C. 4-metil-2-heksuna
D. 3,3-dimetil-1-butuna
E. 3,4-dimetil-1-2-pentuna
29. C_5H_8 memiliki isomer posisi sebanyak
A. 2
B. 3
C. 4
D. 5
E. 6
30. Turunan alkana yang dapat melakukan reaksi adisi mempunyai rumus umum
A. $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$
B. $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$
C. $(\text{C}_n\text{H}_{2n+1})_2\text{O}$
D. $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$
E. C_nH_{2n}
31. Dari senyawa berikut ini, yang tergolong alkena adalah
A. C_3H_4
B. C_3H_6
C. C_3H_8
D. C_4H_6
E. C_4H_{10}

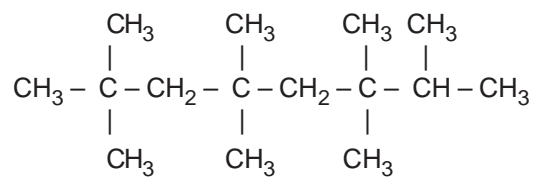
32. Senyawa yang merupakan isomer struktur dari pentana adalah
- A. 2-metil pentana
 B. 3-metil butana
 C. 1,1-dimetil propana
 D. 2,3-dimetil propana
 E. 2,2-dimetil propana
33. Senyawa yang mempunyai rumus molekul C_6H_{14} akan mempunyai isomer rangka sebanyak
- A. 3
 B. 4
 C. 5
 D. 6
 E. 7
34. Untuk menentukan adanya ikatan rangkap digunakan reaksi bromin, reaksi yang terjadi pada penentuan ini adalah reaksi
- A. Substitusi
 B. Eleminasi
 C. Adisi
 D. oksidasi
 E. reduksi
35. Bensin premium mempunyai bilangan oktan 80, berarti bensin mengandung
- A. 80% heptana dan 20% butana
 B. 80% isooktana dan 20% butana
 C. 80% butana dan 20% isooktana
 D. 80% normal heptana dan 20% isooktana
 E. 80% isooktana dan 20% normal heptana
36. Senyawa yang dapat menaikkan angka oktan bensin adalah
- A. Kloroform
 B. Garam kapur
 C. Tetra etil timbal
 D. Dikloro difluoro metana
 E. Dikloro Difenil Trikloro metana
37. Senyawa hidrokarbon terbanyak dalam komponen minyak bumi adalah
- A. Alkana dan sikloalkana
 B. Alkena dan sikloalkana
 C. Alkuna dan sikloalkana
 D. Alkana dan alkuna
 E. Alkena dan alkuna
38. Persentase isooktana dalam bensin disebut angka oktan atau bilangan oktan. Bensin premium memiliki angka oktan
- A. 60 sampai 75
 B. 70 sampai 80
 C. 80 sampai 85
 D. 85 sampai 98
 E. 98 sampai 100
39. Pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi berdasarkan perbedaan
- A. Titik didih
 B. Rumus struktur
 C. Massa jenis
 D. Rumus molekul
 E. Rumus empiris

40. Gas beracun yang dihasilkan dari pembakaran tak sempurna bensin adalah
- | | |
|--------------------|--------------------|
| A. CO | D. SO ₂ |
| B. CO ₂ | E. SO ₃ |
| C. SO | |
41. Penggunaan TEL sebagai aditif pada bensin akan segera ditinggalkan karena
- Membuat harga bensin menjadi mahal
 - Mengurangi efisiensi bahan bakar bensin
 - Mencemari udara
 - Merusak mesin-mesin
 - Menaikan bilangan oktan bensin
42. Fraksi minyak bumi yang dihasilkan pada suhu 140° – 180°C adalah
- | | |
|------------|-----------|
| A. kerosin | D. bensin |
| B. residu | E. nafta |
| C. solar | |
43. Logam pencemar udara yang dihasilkan dari pembakaran bensin adalah
- | | |
|-------|-------|
| A. Sn | D. Fe |
| B. Ni | E. Hg |
| C. Pb | |
44. Kadar CO di udara yang masih aman (belum membahayakan) jika dihisap
- | | |
|---------------------|-------------------|
| A. di bawah 100 ppm | D. 250 – 500 ppm |
| B. 100 – 200 ppm | E. 500 – 1000 ppm |
| C. 200 – 250 ppm | |
45. Berikut adalah beberapa fraksi hasil penyulingan bertingkat minyak bumi :
- | | |
|-------------------|----------|
| 1. minyak pelumas | 3. solar |
| 2. bensin | 4. lilin |
- Urutan yang menggambarkan fraksi dengan titik didih yang makin meningkat adalah
- | | |
|---------------|---------------|
| A. 1, 2, 3, 4 | D. 4, 3, 2, 1 |
| B. 2, 3, 1, 4 | E. 2, 4, 3, 1 |
| C. 3, 2, 1, 4 | |

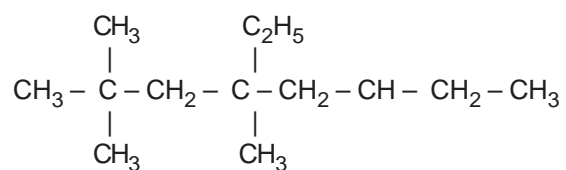
II. Uraian

- Tentukanlah bilangan oksidasi atom S dalam SO₂, H₂SO₄, dan Na₂S₂O₃!
- Dari reaksi-reaksi di bawah ini manakah yang disebut reaksi oksidasi dan reduksi!
 - CrO₄²⁻ Cr₂O₇²⁻
 - 2H⁺ H₂
 - IO₃⁻ I⁻

3. Hitunglah jumlah atom C primer, atom C sekunder, atom C tersier, dan atom C kuartener pada senyawa di bawah ini!



4. Sebutkan nama IUPAC dari senyawa berikut!



5. Buatlah isomer dari pentana, lengkap dengan rumus struktur dan namanya!

DAFTAR PUSTAKA

- Brady, JE.- Pudjaatmaka & Suminar. 1994. *Kimia Universitas Asas dan Struktur*. Jakarta: Erlangga.
- Brown, Theodore L & Lemay, H. Eugene, J.R. 1977. *Chemistry, The Central Science*. Prentice-Hall. Inc.
- Fessenden dan Fessenden. 1982. *Kimia Organik Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Harry Firman & Liliyasi. 1997. *Kimia 1*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Holman, John R. 1994. *General Chemistry*. John Wiley & Sons.
- Johson S. 2004. *1001 Plus Soal & Pembahasan Kimia*. Jakarta: Erlangga.
- Keenan, Charles W – Pudjaatmaka. 1999. *Ilmu Kimia Universitas*. Jakarta: Erlangga.
- Klug, S William, Cummings R. M. 1996. *Essentials of Genetics*. New Jersey: Prentice Hall.
- Lianawati, L dan Ketut Lasmi. 2002. *Bimbingan Pemantapan Kimia*. Bandung: Yrama Widya.
- Petrucci, Ralph H – Suminar. 1999. *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern*. Jakarta: Erlangga.
- Purba, Michael. 1997. *Ilmu Kimia untuk SMU kelas 1 jilid 1A dan 1B*. Jakarta: Erlangga.
- Sudarmo, Unggul. 2004. *Kimia untuk SMA Kelas X*. Jakarta: Erlangga.
- Sunarya, Yayan. 2003. *Kimia Dasar 2: Prinsip-Prinsip Kimia Terkini*. Bandung: Alkemi Grafisindo Press.
- Syukri. 1999. *Kimia Dasar 1*. Bandung: Penebit ITB.

Alamat Website:

www.polytechphotos.dk
www.pmf.ukim.edu
www.inkjetmaterial.com
www.geocities.com
www.plastem.pl
www.eere.energy.gov
http://id.wikipedia.org/wiki/Kilang_minyak
www.hbdthermoid.com
www.njcandle.com
www.nyu.edu
www.seilnacht.com
www.ieap.uni-kiel.del
www.uh.edu
www.perso.wanadoo.fr

INDEKS

A

Afinitas elektron 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 86, 130
Air kristal 75
Alfred Stock 110
Alifatik 120, 122, 127, 137, 138, 147
Alisiklik 122, 137, 147
Alkana 122, 123, 124, 126, 127, 128, 129, 133, 134, 137, 138, 140, 141, 147, 151, 152, 157, 158
Alkena 122, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 147, 148, 151, 152, 157, 158
Alkuna 122, 133, 134, 135, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 157, 158
Amadeo Avogadro 69
Amfoter 28
Angka oktan 143, 148, 158
Anion 56, 57, 58, 59, 60, 78, 79
Anode 2, 3, 4
Antoine Laurent Lavoisier 65
Atom 7, 8, 10, 19, 36, 63
Atom karbon kuarterner 148
Atom karbon primer 148
Atom karbon sekunder 148
Atom karbon tersier 148
Aturan oktet 50
Autoredoks 109, 112

B

Bensin 127, 140, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 152, 153, 158, 159, 160
Bilangan oksidasi 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 154, 155, 156, 160

C

Calx logam 64
Calx merkuri 65
Crude oil 138

D

Daya hantar 94, 96, 98, 99, 100, 101, 154
Dephlogisticated air 65
Derajat disosiasi/ionisasi 99
Disproporsionasi 109
Duktilitas 28, 34

E

Efek termionik. 49
Eksotermik 126

Elektrolit 94, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 154
Elektron valensi 1, 12, 16, 17, 20, 27, 34, 35, 45, 47, 48, 120
Elektrovalen 44, 49, 51
Energi 10, 11, 14, 15, 16, 19, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 42, 48, 49, 51, 81,
85, 86, 87
Ernest Marsden 4
Eugen Goldstein 2, 4

F

Fraksi 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 147, 148, 158, 159, 160
Fraksionasi 138, 139, 152, 153

G

Gerge Ernst Stahl 64
Gugus alkil 124

H

Henry Cavendish 68
Hidrokarbon 122, 127, 138, 146, 147
Hidrokarbon jenuh 122
Hidrokarbon tak jenuh 122, 133, 148
Hidrolisis 114
Hipotesis Avogadro 69
Hidrokarbon tak jenuh 122
Hukum Dalton 67
Hukum kekekalan massa 64, 66
Hukum Lavoisier 64
Hukum Oktaf Newland. 22
Hukum perbandingan volum 68
Hukum Proust 66, 67

I

Ikatan 32, 33, 34, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 87, 88, 102, 106, 120, 121,
122, 127, 128, 129, 130, 132, 133, 134, 147, 148, 149, 156, 158
Inti atom 3, 4, 5, 6, 11, 14, 15, 16, 17, 19, 29, 34
Ion 7, 8, 11, 18, 20, 30, 31, 32, 34, 35, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 56, 58, 59,
60, 69, 78, 79, 80, 85, 86, 87, 88, 89, 91, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 106, 107,
108, 110, 111, 149, 154, 155
Isobar 1, 8, 9, 16, 17, 18, 85
Isomer kerangka 127, 135, 148
Isotop 1, 8, 9, 10, 16, 17, 18, 19, 85
IUPAC 10, 56, 110, 113, 135, 136, 160

J

Jari-jari atom 5, 14, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 86, 87
Johann Joachim Becker 64

John Dalton 2
Joseph Louis Gay Lussac 68
Joseph Louis proust 66
Joseph Priestley 64
Jumlah partikel 62, 68, 69, 71, 79

K

Kaidah oktet 43, 44, 52, 88
Kation 56, 57, 58, 59, 60, 78, 79, 110, 111
Katode 2, 3, 4, 6
Keelektronegatifan 29, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 43, 44, 45, 46, 49, 50, 86, 87
Kelipatan perbandingan 67
Kimia karbon 118, 147
Koefisien reaksi 61, 62, 78, 89
Konfigurasi elektron 1, 11, 12, 13, 16, 17, 19, 20, 26, 27, 34, 36, 42, 43, 45, 47, 50, 85, 91, 149
Kovalen 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 57, 87, 88, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 110, 120, 121, 122, 147, 149, 154, 156
Kulit atom 11, 12, 15, 19, 29, 34

L

Larutan 76, 83, 84, 91, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 119, 154
Lewis 42, 43, 45, 47, 50
Listrik 2, 3, 4, 13, 28, 47, 48, 49, 52, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 106, 154
Logam 4, 5, 19, 28, 29, 34, 36, 37, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 52, 56, 57, 58, 59, 60, 64, 65, 78, 83, 84, 87, 91, 94, 102, 108, 110, 114, 120, 129, 135, 137, 145, 147, 152, 155, 159
Louis de Broglie 15, 165

M

Maleabilitas 28, 34
Markovnikov 130
Massa atom 1, 8, 10, 11, 16, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 34, 38, 39, 69, 81, 83, 90, 91
Massa molar 69, 70, 79
Massa molekul relatif 10, 11, 81, 90
Metode abjad 63
Minyak bumi 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 147, 148, 152, 153, 158, 159, 160
Model atom Bohr 11, 14, 15
Model atom Dalton 2, 4, 13, 16
Model atom mekanika kuantum 11, 13, 15, 16
Model atom Niels Bohr 11
Model atom roti kismis. 4
Model atom Rutherford 14, 16, 19
Model atom Thomson 13, 14, 16
Mol 31, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 82, 84, 89, 91, 156

Monomer 130, 131, 151
Muatan inti. 6, 29

N

Neutron 2, 5, 7, 16, 165
Neutron 2, 5, 6, 7, 8, 9, 15, 16, 17, 20, 85, 86, 91
Nomor atom 6, 7, 8, 9, 16, 17, 18, 19, 20, 25, 28, 29, 30, 31, 34, 35, 36, 37, 50, 51, 52, 85, 86, 87, 88, 91, 120
Nomor massa 6, 7, 8, 17, 85, 91
Non elektrolit 96, 97, 99, 100, 101, 103, 154
Nukleon 6

O

Oksidasi 35, 86, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 126, 129, 154, 155, 156, 158, 160
Oksidator 107, 110, 112, 114, 115
Oksigen 9, 13, 26, 38, 65, 66, 67, 68, 70, 72, 73, 74, 81, 83, 84, 89, 90, 91, 106, 108, 111, 112, 137, 154, 156
Oktet 43, 44, 45, 49, 50, 52, 88
Orbital 10, 11, 15, 16, 17, 47

P

Partikel 4, 5, 19, 62, 69, 79
Pauling 33
Pelarut 48, 52, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 103, 143, 126
Penyetaraan 63
Perbandingan tetap 66, 79, 81, 84
Perbandingan volum 66, 68, 69, 81, 82, 84
Pereaksi pembatas 77, 79
Persamaan Reaksi 61
Persamaan reaksi 61, 62, 63, 76, 78, 80, 82, 84, 89, 91, 92, 114, 155
Polimer 85, 131, 143
Proses alkilasi 143
Proses cracking 142
Proses ekstraksi 143
Proses kristalisasi 143
Proses reforming 142
Proton 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 85, 86, 91, 112

R

Rantai karbon 120, 121, 122, 123, 124, 125, 128, 132, 134, 147
Rayleigh 23
Reaksi adisi 134
Reaksi substitusi 135
Reduksi 106, 107, 109, 111, 112, 114, 158, 160
Reduktor 107, 110, 112, 113, 115
Rumus empiris 73, 74, 91, 79, 158

Rumus molekul 74, 75, 79, 123, 127, 133, 145, 148, 153, 158
Rutherford 2, 4, 5, 6, 14, 16, 18, 19

S

Senyawa 10, 11, 38, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 66,
67, 69, 74, 75, 78, 79, 80, 82, 84, 85, 88, 89, 91, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 102,
103, 106, 108, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 118, 119, 122, 123, 127, 133, 137, 138,
139, 142, 143, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 160
Sistem periodik Mendeleev 23, 24, 25, 34
Sistem periodik modern 25, 27, 34, 37
Sistem periodik unsur pendek 23, 33
Stabil 10, 32, 42, 43, 46, 49, 53, 86, 142
Stahl 64
Struktur Lewis 50

T

Tabung katode 2, 6
Teori atom Thomson 4
Teori Maxwell 14
Teori Oktaf Newland 22
Teori phlogiston 64, 65
Titik didih 48, 49, 52, 86, 88, 126, 134, 138, 139, 140, 141, 142, 158, 160
Triade Dobereiner 22

V

Valensi 1, 12, 16, 17, 20, 24, 27, 34, 35, 36, 45, 47, 48, 50, 86, 120
Volum gas 69, 77, 81, 82

W

W. Bothe 5
Werner Heisenberg 15
William Crookes 2

Z

Zat terlarut 94, 99, 154

KUNCI JAWABAN

BAB 1

I. Pilihan Ganda

- | | | | | |
|------|------|-------|-------|-------|
| 1. A | 5. C | 9. A | 13. B | 17. E |
| 2. C | 6. D | 10. C | 14. D | 18. C |
| 3. C | 7. A | 11. D | 15. D | 19. B |
| 4. E | 8. C | 12. E | 16. D | 20. C |

II. Uraian

- Konfigurasi elektron adalah gambaran penyebaran atau susunan elektron dalam atom
 - Elektron valensi adalah elektron terluar yang terdapat dalam suatu atom
- Nomor atom = 19
Massa atom = 36
- 32
- konfigurasi elektron :
 - 2 8 2
 - 2 8 6
 - 2 8 18 7
 - 2 8 18 18 8 1
- Jumlah proton, electron, dan neutron:
 - $p = 53, e = 53, n = 74$
 - $p = 15, e = 18, n = 17$
 - $p = 26, e = 24, n = 30$

BAB 2

I. Pilihan Ganda

- | | | | | |
|------|------|-------|-------|-------|
| 1. B | 5. A | 9. C | 13. B | 17. B |
| 2. C | 6. D | 10. E | 14. D | 18. D |
| 3. C | 7. B | 11. C | 15. A | 19. B |
| 4. C | 8. E | 12. D | 16. A | 20. C |

II. Uraian

- Susunan Newland menunjukkan bahwa apabila unsur-unsur disusun berdasarkan kenaikan massa atomnya, maka unsur pertama mempunyai kemiripan sifat dengan unsur kedelapan, unsur kedua sifatnya mirip dengan unsur kesembilan, dan seterusnya. Penemuan Newland ini dinyatakan sebagai *Hukum Oktaf Newland*.
- Kelebihan sistem periodik Mendeleev
 - Sifat kimia dan fisika unsur dalam satu golongan mirip dan berubah secara

teratur.

- b. Valensi tertinggi suatu unsur sama dengan nomor golongannya.
- c. Dapat meramalkan sifat unsur yang belum ditemukan pada saat itu dan telah mempunyai tempat yang kosong.

Kekurangan sistem periodik Mendeleev

- a. Panjang perioda tidak sama dan sebabnya tidak dijelaskan.
 - b. Beberapa unsur tidak disusun berdasarkan kenaikan massa atomnya, contoh: Te (128) sebelum I (127).
 - c. Selisih massa unsur yang berurutan tidak selalu 2, tetapi berkisar antara 1 dan 4 sehingga sukar meramalkan massa unsur yang belum diketahui secara tepat.
 - d. Valensi unsur yang lebih dari satu sulit diramalkan dari golongannya.
 - e. Anomali (penyimpangan) unsur hidrogen dari unsur yang lain tidak dijelaskan.
3. Sistem periodik modern dikenal juga sebagai sistem periodik bentuk panjang, disusun berdasarkan kenaikan nomor atom dan kemiripan sifat. Dalam sistem periodik modern terdapat *lajur mendatar* yang disebut *periode* dan *lajur tegak* yang disebut *golongan*.
 4. Energi ionisasi adalah energi minimum yang diperlukan atom untuk melepaskan satu elektron yang terikat paling lemah dari suatu atom atau ion dalam wujud gas. Energi ionisasi unsur-unsur dalam satu golongan dari atas ke bawah makin kecil, sedangkan dalam unsur-unsur dalam satu periode dari kiri ke kanan semakin besar.
 5. Susunannya :
 - a. jari-jari atom : Ar-Cl-S-P-N-K
 - b. energi ionisasi : K-N-P-S-Cl-Ar
 - c. keelektronegatifan : Ar-K-N-P-S-Cl

BAB 3

I. Pilihan Ganda

- | | | | |
|------|-------|-------|-------|
| 1. B | 6. E | 11. E | 16. B |
| 2. E | 7. D | 12. A | 17. C |
| 3. E | 8. B | 13. B | 18. B |
| 4. B | 9. C | 14. A | 19. E |
| 5. B | 10. D | 15. C | 20. B |

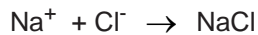
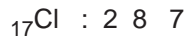
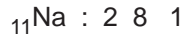
II. Uraian

1. Setiap atom memiliki kecenderungan untuk mempunyai susunan elektron yang stabil seperti gas mulia, dengan cara melepaskan elektron, menerima elektron, atau menggunakan pasangan elektron secara bersama-sama
2. Ikatan ion (elektrovalen) adalah ikatan yang terjadi karena adanya gaya tarik-menarik elektrostatik antara ion positif dan ion negatif, ini terjadi karena kedua

ion tersebut memiliki perbedaan keelektronegatifan yang besar. Ikatan ion terbentuk antara atom yang melepaskan elektron (logam) dengan atom yang menerima elektron (non logam).

Contoh :

Pembentukan senyawa natrium klorida (NaCl) dari atom natrium dan atom klorin.



3. Ikatan kovalen adalah ikatan yang terjadi akibat pemakaian pasangan elektron bersama-sama. Ikatan kovalen terbentuk di antara dua atom yang sama-sama ingin menangkap elektron (sesama atom bukan logam). Dua atom bukan logam saling menyumbangkan elektron, agar tersedia satu atau lebih pasangan elektron yang dijadikan milik bersama. Contoh : HCl

(dot elektron merah dan biru menyatakan pemakaian bersama pasangan elektron)

4. Ikatan kovalen koordinasi adalah ikatan kovalen dimana pasangan electron bersama berasal dari satu atom.
5. Senyawa Ion :
1. Memiliki titik didih dan titik leleh yang tinggi
 2. Keras tetapi rapuh
 3. Berupa padatan pada suhu ruang
 4. Larut dalam pelarut air, tetapi umumnya tidak larut dalam pelarut organik
 5. Tidak menghantarkan listrik dalam fasa padat, tetapi menghantarkan listrik dalam fasa cair.

Senyawa kovalen :

1. Berupa gas, cairan, atau padatan lunak pada suhu ruang
2. Bersifat lunak dan tidak rapuh
3. Mempunyai titik leleh dan titik didih yang rendah
4. Umumnya tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik
5. Pada umumnya tidak menghantarkan listrik

BAB 4

I. Pilihan Ganda

- | | | | | |
|------|------|-------|-------|-------|
| 1. D | 7. C | 13. A | 19. C | 25. D |
| 2. C | 8. D | 14. C | 20. A | 26. A |
| 3. C | 9. D | 15. C | 21. B | 27. D |

- | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 4. C | 10. C | 16. E | 22. E | 28. E |
| 5. B | 11. C | 17. A | 23. B | 29. A |
| 6. B | 12. B | 18. B | 24. D | 30. A |

II. Uraian

1. Rumus kimia :

- | | |
|--------------------------|---------------------------------|
| a. Ag_2O | f. $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ |
| b. FeCl_2 | g. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ |
| c. SiF_4 | h. $\text{Mg}(\text{NO}_2)_2$ |
| d. CS_2 | i. Ag_2CrO_4 |
| e. ICl | j. $\text{Cu}(\text{CN})_2$ |

2. a. $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$

b. $2\text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow 4\text{NO} + \text{O}_2$

c. $2\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

d. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NaCl} \rightarrow \text{PbCl}_2 + 2\text{NaNO}_3$

e. $2\text{K}_3\text{PO}_3 + 3\text{MgI}_2 \rightarrow 6\text{KI} + \text{Mg}_3(\text{PO}_3)_2$

3. a). $\text{Fe}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{FeCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$

b). $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

c). $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2(\text{aq}) + 2\text{KI}(\text{aq}) \rightarrow \text{PbI}_2(\text{s}) + 2\text{KCH}_3\text{COO}(\text{aq})$

d). $2\text{Al}(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) + 3\text{H}_2(\text{g})$

e). $2\text{KClO}_3(\text{s}) + 3\text{S}(\text{s}) \rightarrow 2\text{KCl}(\text{s}) + 3\text{SO}_2$

4. perbandingan massa unsur-unsur dalam suatu senyawa adalah tetap

5. magnesium + oksigen magnesium oksida

sebanyak 1,52 gr magnesium memerlukan 1,00 gr oksigen, maka untuk 12,2 gr magnesium memerlukan oksigen sebanyak :

Jadi, oksigen yang diperlukan adalah 8,03 gram

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

b.	x	+	y	→	z
	2,3 lt	:	1,15 lt	:	3,45 liter
	2	:	1	:	3

Jadi, reaksi ini sesuai dengan hukum perbandingan tetap dari Gay Lussac

7. Untuk menentukan perbandingan N, kita buat jumlah O pada semua senyawa sama.

NO_2 , N_2O_3 , NO , dan N_2O

$\frac{12,2 \text{ gr magnesium}}{1,52 \text{ gr magnesium}} \times 1,00 \text{ gr oksigen} = 8,03 \text{ gr oksigen}$

Agar jumlah O sama, maka : NO_2 , N_2O_3 , 3NO , dan $3\text{N}_2\text{O}$

Perbandingan nitrogennya (N) adalah $\frac{3}{2} \text{N} : 2\text{N} : 3\text{N} : 6\text{N}$

3 : 4 : 6 : 12

8. 90%
9. 1
10. 16

Latihan ulangan akhir semester 1

I. Pilihan Ganda

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. B | 11. B | 21. C | 31. C | 41. D |
| 2. D | 12. D | 22. C | 32. B | 42. C |
| 3. D | 13. B | 23. C | 33. C | 43. D |
| 4. A | 14. C | 24. C | 34. D | 44. B |
| 5. A | 15. A | 25. E | 35. E | 45. E |
| 6. D | 16. B | 26. C | 36. C | 46. C |
| 7. C | 17. C | 27. B | 37. D | 47. E |
| 8. E | 18. E | 28. C | 38. C | 48. C |
| 9. C | 19. A | 29. C | 39. D | 49. E |
| 10. E | 20. A | 30. B | 40. C | 50. E |

II. Uraian

1. 86 proton; 86 elektron; 136 neutron
2. konfigurasi elektron $\text{Mg}^{2+} : 2 \ 8$
3. persamaan reaksi setara
$$2\text{Al}(\text{OH})_{3(\text{aq})} + 3\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_{3(\text{aq})} + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$$
4. 9,8 gram
5. 4 gram

BAB 5

I. Pilihan Ganda

- | | | | |
|------|-------|-------|-------|
| 1. C | 6. B | 11. C | 16. D |
| 2. E | 7. B | 12. A | 17. D |
| 3. C | 8. E | 13. B | 18. A |
| 4. B | 9. C | 14. E | 19. A |
| 5. D | 10. E | 15. E | 20. C |

II. Uraian

1. Larutan adalah campuran homogen dua zat atau lebih yang saling melarutkan dan masing-masing zat penyusunnya tidak dapat dibedakan lagi secara fisik.
Larutan elektrolit adalah larutan yang dapat menghantarkan arus listrik,

sedangkan larutan non elektrolit adalah larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik.

- Larutan elektrolit dapat menghantarkan arus listrik karena dalam larutannya terdapat ion-ion yang dapat bergerak bebas. Pergerakan ion-ion tersebut dalam elektrolit identik dengan arus listrik.
- Senyawa ionik : NaCl, CaCl₂, KI, Al₂(SO₄)₃
Senyawa kovalen polar : CH₃COOH, H₂S, C₂H₅OH
- Zat harus mempunyai muatan yang sejenis dengan muatan pelarut air. Air adalah senyawa kovalen polar.
- Kekuatan gaya antar partikel zat harus setara dengan gaya antar partikel dalam pelarut air.
- Tidak dapat menghantarkan listrik, karena lelehannya terdiri dari molekul-molekul netral meskipun dapat bergerak bebas

BAB 6

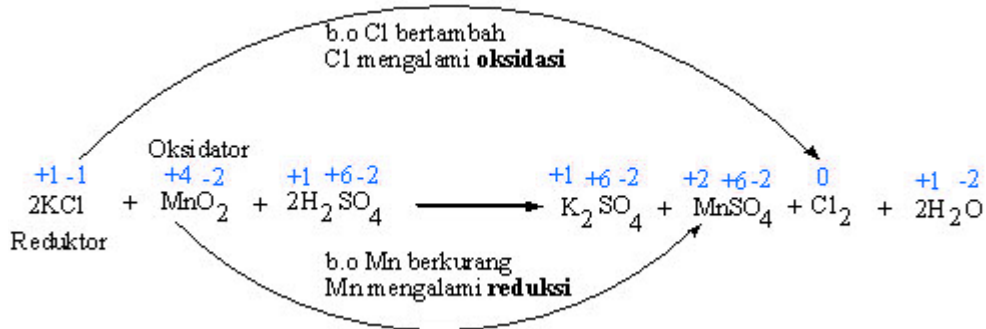
I. Pilihan Ganda

- | | | | |
|------|-------|-------|-------|
| 1. C | 6. C | 11. A | 16. E |
| 2. C | 7. B | 12. E | 17. C |
| 3. E | 8. A | 13. B | 18. A |
| 4. E | 9. B | 14. A | 19. D |
| 5. A | 10. C | 15. B | 20. D |

II. Uraian

- Langkah-langkah untuk menentukan reduktor dan oksidator :

Tentukan bilangan oksidasi semua atom unsur



- Na = +1, Cl = +5, O = -2
 - K = +1, Mn = +7, O = -2
 - K = +1, Cr = +6, O = -2

3. a. KMnO_4 d. KClO_3
 b. H_2SO_4 e. $\text{Cr}(\text{ClO}_4)_3$
 c. SO_3 f. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

BAB 7

I. Pilihan Ganda

- | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. B | 6. B | 11. C | 16. A | 21. C |
| 2. C | 7. B | 12. D | 17. B | 22. B |
| 3. B | 8. B | 13. B | 18. A | 23. D |
| 4. D | 9. D | 14. D | 19. D | 24. C |
| 5. C | 10. B | 15. C | 20. A | 25. C |

II. Uraian

- n-pentana
 - 2-metilbutana (isopentana)
 - 2,2-dimetilpropana (neopentana)
- Etuna
 - Rumus molekul : C_2H_2
Rumus struktur : $\text{CH}=\text{CH}$
 - Tak jenuh
 - Gas
 - Etuna dihasilkan dari batu karbit yang direaksikan dengan air
 - Untuk mengelas dan memotong logam; mempercepat pematangan buah.
- 4,5-dimetil-2-heksuna
 - 4-metil-1,3-pentadiena
- Zat aditif yang dapat dipakai untuk meningkatkan kualitas bensin:
 - Tetra Ethyl Lead (TEL)
 - Benzena
 - Etanol
 - Tersier-butil alkohol
 - Tersier-butil metil eter (MTBE = Metil Tersier Butil Eter)

Ulangan Umum Semester 2

I. Pilihan Ganda

- | | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. A | 9. C | 17. A | 25. C | 33. B | 41. C |
| 2. E | 10. D | 18. E | 26. E | 34. C | 42. E |

- | | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 3. B | 11. A | 19. E | 27. D | 35. E | 43. C |
| 4. E | 12. E | 20. C | 28. B | 36. C | 44. A |
| 5. C | 13. D | 21. E | 29. B | 37. A | 45. B |
| 6. E | 14. B | 22. C | 30. E | 38. C | |
| 7. A | 15. E | 23. D | 31. B | 39. D | |
| 8. D | 16. A | 24. D | 32. B | 40. A | |

II. Uraian

- biloks S dari $\text{SO}_2 = +4$, biloks S dari $\text{H}_2\text{SO}_4 = +6$ dan biloks S dari $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = +2$
- dari reaksi:
 - bukan reaksi redoks
 - reaksi oksidasi
 - reaksi reduksi
- jumlah atom C primer = 8 , atom C sekunder = 2, atom C tersier = 2, dan atom C kuartener = 1
- 4 – etil – 2,4,6 – trimetil - oktana
- isomer dari pentana (C_5H_{12})
 - $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
n - pentana
 - $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
2 – metil- butana
 - $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{CH}_3$
2,2 – dimetil - propana

Memahami

KIMIA

SMA/MA **1**

ISBN 978-979-068-176-7 (no. jilid lengkap)
ISBN 978-979-068-177-4

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2007 tanggal 25 Juni 2007 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk Digunakan dalam Proses Pembelajaran.

Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp9.788,--

