

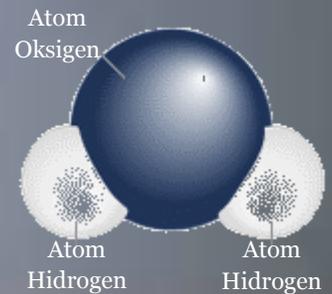
Bismillahirrohmanirrohim

SESUAI
KURIKULUM
KTSP

SAINS KIMIA

SMA/SMK

KELAS X



Imam Isnaeni Sidiq

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

- Non Logam
- Logam Alkali Tanah
- Logam Alkali
- Logam Transisi
- Metalloid
- Seri Actinida
- Seri Lantanida
- Halogen
- Gas Mulia

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT. Atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga *ebook* Kimia untuk SMA/SMK kelas X edisi revisi ini dapat diselesaikan. Buku yang kami buat satu jilid ini berisi materi semester 1 dan 2, untuk satu tahun ajaran.

Disusun sesuai dengan kurikulum KTSP dan berdasarkan Standar Pendidikan Nasional, buku ini menaruh perhatian yang besar terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi. Oleh karena itu, selain menyajikan materi yang dikehendaki kurikulum, juga menyajikan aplikasi kimia dalam kehidupan sehari-hari, baik dalam bidang IPTEK maupun Non IPTEK. Setiap konsep dibahas dengan rinci dan disertai berbagai contoh yang memudahkan untuk memahaminya. Selain itu buku ini juga menggunakan pendekatan pembelajaran Iman dan Taqwa (IMTAQ), untuk lebih meningkatkan keimanan dan ketaqwaan siswa SMA/SMK.

Buku ini disajikan secara sistematis dan disertai dengan gambar-gambar yang relevan dan menarik, sehingga mempermudah siswa untuk mempelajarinya. Di akhir tiap bab disajikan rangkuman materi dalam bentuk kimia intisari selain itu disajikan pula latihan soal-soal dalam kimia evaluasi yang bertujuan untuk menguji pemahaman siswa terhadap materi yang telah diberikan.

Namun demikian, kami menyadari bahwa buku ini belumlah sempurna. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran yang sekiranya dapat kami gunakan sebagai masukan untuk perbaikan buku ini pada edisi berikutnya. Untuk itu kami mengucapkan terima kasih. Pada kesempatan ini pula kami sampaikan terima kasih kepada semua pihak, khususnya rekan-rekan guru atas saran-sarannya yang sangat berharga. Akhir kata semoga segala upaya yang kami lakukan dapat memajukan pendidikan di Negara kita, khususnya dalam bidang ilmu kimia.

Banten, 16 Juni 2010

Penulis



KURIKULUM KTSP

Sekolah : SMA/SMK
Mata Pelajaran : KIMIA
Kelas : X

STANDAR PENDIDIKAN NASIONAL

Standar Kompetensi: 1. Mendeskripsikan struktur atom, sifat-sifat periodik unsur, dan ikatan kimia serta struktur molekul dan sifat-sifatnya.			
Kompetensi Dasar	Indikator	Imtak	Materi Pokok
1.1 Mengidentifikasi atom, struktur atom, sifat-sifat unsur, massa atom relatif, dan sifat-sifat periodik unsur dalam tabel periodik serta menyadari keteraturannya melalui pemahaman konfigurasi elektron.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Menentukan struktur atom berdasarkan data nomor atom. ➤ Menentukan elektron valensi unsur dari nomor atom, dan konfigurasi elektron. ➤ Menentukan jumlah proton, elektron dan neutron suatu unsur berdasarkan nomor atom dan nomor massanya atau sebaliknya. ➤ Menentukan isotop, isobar, isoton suatu unsur. ➤ Membandingkan perkembangan sistem periodik melalui studi pustaka. ➤ Membandingkan kelebihan dan kelemahan sistem periodik yang dikemukakan <i>Lavoisier</i> - Modern. ➤ Menentukan sifat-sifat unsur. ➤ Mengetahui massa atom relatif (<i>Ar</i>) dari tabel periodik ➤ Menganalisis tabel atau grafik sifat keperiodikan unsur (jari-jari atom, afinitas elektron, energi ionisasi, keelektronegatifan, titik didih dan titik leleh, sifat logam dan non logam. ➤ Menunjukkan keaktifan individu dalam diskusi dengan metode penguasaan unsur dan sifat keperiodikan unsur. 	<p>QS. Yasin (36 : 36)</p> <p>QS. Al-Zalzalah (99 : 7-8)</p> <p>QS. An-Nisa (4 : 40)</p>	<p style="text-align: center;">Struktur Atom</p> <p style="text-align: center;">Sistem Periodik Unsur</p>
1.2 Membandingkan proses pembentukan ikatan ion, ikatan kovalen, ikatan koordinasi dan ikatan logam serta hubungannya dengan sifat fisika senyawa yang terbentuk	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Menuliskan konfigurasi gas mulia yang merupakan unsur stabil. ➤ Menjelaskan kecenderungan suatu unsur untuk mencapai kestabilannya dengan cara berikatan dengan unsur lain. ➤ Menggambarkan susunan elektron valensi atom dengan struktur <i>Lewis</i>. ➤ Menjelaskan proses terjadinya ikatan ion dan contoh senyawanya. ➤ Menjelaskan proses terbentuknya ikatan kovalen tunggal, rangkap dua dan rangkap tiga serta contoh senyawanya. ➤ Menyelidiki kepolaran beberapa senyawa dan hubungannya dengan keelektronegatifan. ➤ Menjelaskan proses terbentuknya ikatan koordinasi. ➤ Menjelaskan proses pembentukan ikatan logam dan hubungannya dengan sifat fisis logam (titik didih dan titik leleh). ➤ Memprediksikan jenis ikatan yang terjadi pada berbagai senyawa dan membandingkan sifat fisinya. 	<p>QS. Al-A'raf (7 : 54)</p> <p>QS. Ar-Rum (30 : 21)</p>	<p style="text-align: center;">Ikatan Kimia</p>

Standar Kompetensi: 2. Memahami hukum-hukum dasar kimia dan penerapannya dalam perhitungan kimia (stoikiometri)			
Kompetensi Dasar	Indikator	Imtak	Materi
2.1 Mendeskripsikan tata nama senyawa anorganik dan organik sederhana serta persamaan reaksinya	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Membedakan rumus kimia dan rumus empiris. ➤ Menuliskan nama senyawa biner dan poliatomik dari senyawa anorganik dan organik. ➤ Menyetarakan persamaan reaksi sederhana dengan diberikan nama-nama zat yang terlibat dalam reaksi atau sebaliknya. 	QS. Al-Ahzab (33 : 62)	Rumus Kimia, Tata Nama Senyawa dan Persamaan Reaksi
2.2 Membuktikan dan mengkomunikasikan berlakunya hukum-hukum dasar kimia melalui percobaan serta menerapkan konsep mol dalam menyelesaikan perhitungan kimia	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Membuktikan berdasarkan percobaan bahwa massa zat sebelum dan sesudah reaksi tetap (Hukum Kekekalan Massa/Hukum Lavoisier). ➤ Membuktikan berdasarkan percobaan dan menafsirkan data tentang massa dua unsur yang bersenyawa (Hukum Proust). ➤ Membuktikan berlakunya hukum kelipatan berganda (Hukum Dalton) pada beberapa senyawa. ➤ Menggunakan data percobaan untuk membuktikan Hukum Perbandingan Volume (Gay Lussac). ➤ Menghitung volume gas pereaksi dan hasil reaksi berdasarkan Hukum Gay Lussac. ➤ Menemukan hubungan antara volume gas dengan jumlah molekulnya yang diukur pada suhu dan tekanan tetap (Hukum Avogadro). ➤ Menghitung Ar dan Mr dari suatu unsur atau senyawa. ➤ Menjelaskan pengertian mol sebagai satuan jumlah zat. ➤ Mengkonversikan jumlah mol dengan jumlah partikel, massa dan volume zat. ➤ Menentukan rumus empiris, rumus molekul serta kadar unsur dalam senyawa. ➤ Menentukan pereaksi pembatas dalam suatu reaksi. 	QS. Alam Nasyrh (94 : 5-6) QS. Al-Ahzab (33 : 6) QS. Ali Imron (3 : 140)	Hukum-hukum Dasar Kimia
Standar Kompetensi: 3. Memahami sifat-sifat larutan non elektrolit dan elektrolit, serta reaksi oksidasi - reduksi			
3.1 Mengidentifikasi sifat larutan non elektrolit dan elektrolit berdasarkan data hasil percobaan	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mengelompokkan larutan kedalam larutan elektrolit dan non elektrolit berdasarkan sifat hantaran listriknya. ➤ Menjelaskan penyebab kemampuan larutan elektrolit menghantarkan arus listrik. ➤ Menjelaskan bahwa larutan elektrolit dapat berupa senyawa ion dan senyawa kovalen polar. ➤ Merancang percobaan uji elektrolit. ➤ Menyimpulkan ciri-ciri hantaran arus listrik dalam berbagai larutan berdasarkan hasil percobaan. 	QS Fathir 35: 12	Larutan elektrolit dan non elektrolit
3.2 Menjelaskan perkembangan konsep reaksi oksidasi - reduksi dan hubungannya dengan tata nama senyawa serta penerapannya	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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. ➤ Menerapkan konsep larutan elektrolit dan konsep redoks dalam memecahkan masalah lingkungan (korosi logam). 	QS. Al - Haddid (57 : 25)	Reaksi oksidasi - reduksi

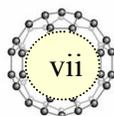


Standar Kompetensi: 4. Memahami sifat-sifat senyawa organik atas dasar gugus fungsi dan senyawa makromolekul serta kegunaannya.

Kompetensi Dasar	Indikator	Imtak	Materi
4.1 Mendeskripsikan kekhasan atom karbon dalam membentuk senyawa hidrokarbon	➤ Menguji keberadaan unsur-unsur C, H dan O dalam senyawa karbon.	QS. Al-Isra (17 : 27)	Kekhasan atom karbon dan Hidrokarbon
4.2 Menggolongkan senyawa hidrokarbon berdasarkan strukturnya dan hubungannya dengan sifat-sifat senyawa	➤ Mengelompokkan senyawa hidrokarbon berdasarkan kejenuhan ikatan dan tata namanya. ➤ Menjelaskan konsep isomer dan penerapannya pada sifat senyawa hidrokarbon. ➤ Menuliskan reaksi sederhana pada senyawa alkana, alkena, dan alkuna serta alkadiena (reaksi oksidasi, adisi, substitusi, dan eliminasi).		Alkana, alkena dan alkuna serta alkadiena
4.3 Menjelaskan proses pembentukan dan teknik pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi serta kegunaannya	➤ Menjelaskan proses pembentukan minyak bumi dan gas alam. ➤ Menafsirkan bagan penyulingan bertingkat untuk menjelaskan dasar dan teknik pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi. ➤ Menganalisis dampak pembakaran bahan bakar terhadap lingkungan.		Minyak bumi dan petrokimia

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
KURIKULUM KTSP 2006	iv
DAFTAR ISI	viii
BAB 1. Ilmu Kimia	1
1. Sejarah Perkembangan Ilmu Kimia	2
2. Apakah Kimia Itu?	2
3. Kimia di Alam	3
4. Kimia dalam Kehidupan Modern	4
5. Profesi di Bidang Kimia	4
Kimia Evaluasi Bab 1	5
BAB 2. Struktur Atom	7
1. Sejarah Perkembangan Model Atom	8
A. Model Atom Dalton	8
B. Model Atom Thomson	8
C. Model Atom Rutherford	8
D. Model Atom Bohr	9
E. Model Atom Heisenberg dan Schrodinger	9
2. Partikel Penyusun Atom	9
A. Elektron	9
B. Inti Atom (Proton dan Neutron)	10
3. Simbol Atom	11
A. Nomor Atom Moseley	11
B. Menentukan Jumlah Proton, Elektron dan Neutron	11
4. Konfigurasi Elektron	12
Kimia Evaluasi Bab 2	13
BAB 3. Sistem Periodik Unsur	15
1. Sejarah Perkembangan Sistem Periodik Unsur	16
A. Triade Dobereiner	16
B. Hukum Oktaf Newlands	16
C. Sistem Periodik Mendeleev	17
D. Sistem Periodik Modern	17
2. Sifat-sifat Periodik Unsur	21
A. Jari-jari Atom	21
B. Energi Ionisasi	22
C. Afinitas Elektron	22
D. Keelektronegatifan	23
E. Sifat Logam dan Non Logam	23
F. Titik Didih dan Titik Leleh	24
G. Metode Pemahaman Sistem Periodik Unsur	24
Kimia Evaluasi Bab 3	26
BAB 4. Ikatan Kimia	28
1. Kestabilan Atom	29
2. Peranan Elektron dalam Ikatan Kimia	29
3. Ikatan Ion (Ikatan Elektrovalen)	30
4. Ikatan Kovalen	32
A. Menggambarkan Rumus Titik Elektron	32
B. Ikatan Kovalen Koordinasi	33
C. Ikatan Kovalen Polar dan Nonpolar	33
D. Ikatan Logam	33
E. Ikatan Hidrogen	34
Kimia Evaluasi Bab 4	35



BAB 5. Rumus Kimia, Tata Nama dan Persamaan Reaksi	37
1. Rumus Kimia.....	38
A. Lambang Unsur.....	38
B. Rumus Empiris.....	38
C. Rumus Molekul.....	39
2. Tata Nama Senyawa.....	40
3. Persamaan Reaksi.....	41
Kimia Evaluasi Bab 5.....	43
BAB 6. Hukum-hukum Dasar Ilmu Kimia	45
1. Hukum Kekekalan Massa.....	46
2. Hukum Perbandingan Tetap.....	46
3. Hukum Kelipatan Tetap.....	46
4. Hukum Perbandingan Volum.....	47
5. Hukum Avogadro.....	48
6. Perhitungan Kimia.....	49
A. Massa Atom Relatif.....	49
B. Massa Molekul Relatif.....	49
C. Mol.....	50
D. Massa Molar.....	51
E. Volum Molar.....	51
F. Hukum Gas Ideal.....	52
G. Hukum Avogadro dan Jumlah Mol Gas.....	52
7. Stoikiometri.....	53
A. Persentase Unsur dalam Senyawa.....	53
B. Pereaksi Pembatas.....	53
Kimia Evaluasi Bab 6.....	55
BAB 7. Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit	57
1. Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit.....	58
A. Senyawa Ion.....	59
B. Senyawa Kovalen Polar.....	59
2. Larutan Elektrolit Lemah dan Elektrolit Kuat... ..	59
Kimia Evaluasi Bab 7.....	61
BAB 8. Reaksi Oksidasi dan Reduksi	63
1. Konsep Reaksi Oksidasi - Reduksi.....	64
2. Bilangan Oksidasi.....	65
A. Aturan Penentuan Bilangan Oksidasi....	65
B. Konsep Reaksi Redoks Berdasarkan Biloks.	66
3. Aplikasi Reaksi Oksidasi dan Reduksi.....	67
Kimia Evaluasi Bab 8.....	68
BAB 9. Hidrokarbon dan Minyak Bumi	70
1. Keunikan Sifat Atom Karbon.....	71
2. Keberadaan Senyawa Karbon di Alam.....	72
A. Senyawa Organik dan Anorganik.....	72
B. Siklus Karbon.....	72
3. Senyawa-senyawa Hidrokarbon.....	73
A. Alkana.....	73
B. Alkena.....	77
C. Alkuna dan Alkadiena.....	80
4. Minyak Bumi.....	81
A. Proses Terbentuknya Minyak Bumi.....	81
B. Pengolahan Minyak Bumi.....	81
C. Kegunaan Minyak Bumi.....	83
Kimia Evaluasi Bab 9.....	84
DAFTAR PUSTAKA	89



ILMU KIMIA

Allah lah yang menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada di antara keduanya (alam semesta) dalam enam masa, kemudian Dia bersemayam di atas Arasy. Tidak ada bagi kamu selain daripada-Nya seorang penolong pun dan tidak (pula) seorang pemberi syafaat. Maka apakah kamu tidak memperhatikan?

QS As-Sajdah 32 : 4

ILMU KIMIA



Gambar 1.1 Analisis di Laboratorium Al-Kimiya, para peneliti Arab abad ke-16 sedang melakukan proses pembakaran, pelelehan, pencampuran dan pemurnian logam serta pembuatan asam nitrit

1. Sejarah Perkembangan Ilmu Kimia

Manusia pada zaman dahulu, pertama kali menggunakan ilmu kimia setelah mereka belajar menggunakan api. Begitu api dapat dibuat, orang mulai memasak makanan, dan membakar tanah liat untuk membuat gerabah. Rasa ingin tahu yang bersifat alami tentang bahan-bahan atau materi, menghasilkan eksperimen sederhana, seperti bagaimana bijih-bijih logam dicairkan, dan dibuat perkakas dari logam seperti tombak, kampak dan pisau.

Orang-orang Mesir pada zaman dahulu, membuat mumi dengan menggunakan bahan-bahan kimia. Orang Cina sudah memiliki sejarah yang panjang dalam preparat kimia. Pernis, yang barangkali merupakan plastik industri paling kuno, sudah digunakan di Cina dalam industri yang sudah rapi pada tahun 1300 SM. Akan tetapi mereka belum berusaha untuk memahami hakikat materi yang mereka gunakan, sehingga pada waktu itu kimia sebagai ilmu belumlah lahir. Kimia sebagai ilmu yang melibatkan kegiatan metode ilmiah dilahirkan oleh para

ilmuwan Arab dan Persia pada abad ke-8. Salah seorang bapak ilmu kimia Arab yang terkemuka adalah **Jabir ibn Hayyan** (700-778 M), yang lebih dikenal di Eropa dengan nama **Geber**. Nama kimia sendiri berasal dari kata *al-kimiya* (bahasa Arab) yang berarti "perubahan materi". Dari kata *al-kimiya* inilah segala bangsa dimuka bumi ini meminjam istilah seperti: *alchemi* (Latin), *chemistry* (Inggris), *chimie* (Prancis), *chemie* (Jerman), *chimica* (Italia) dan *kimia* (Indonesia).

Melalui pusat-pusat peradaban Islam di Spanyol (Cordova) dan Sisilia serta akibat hubungan antara Eropa dan Timur Tengah semasa Perang Salib, ilmu kimia mulai dikenal secara luas dan dipelajari oleh bangsa-bangsa Eropa. Sejak abad ke-17, Negara-negara Barat menggantikan Timur dalam perkembangan ilmu pengetahuan, dan pada awal abad ke-19 umat manusia mulai memasuki zaman kimia modern.



Gambar 1.2 Perkakas dari logam pada zaman **Dinasti Shang** (1570-1045 SM)



Gambar 1.3 Reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari

2. Apakah Kimia Itu?

Allah SWT telah menciptakan dunia ini lengkap dengan segala materi isinya dan tertata dalam suatu keteraturan hukum alam (*sunatullah*) yang sangat rapih. Semua materi di Alam Semesta ini, mulai dari yang terkecil sebesar atom (*zarah*) sampai yang terbesar (galaksi) tunduk pada ketentuan hukum-hukum Allah (*sunatullah*). Semua materi Alam Semesta tersebut kemudian dipelajari dalam suatu ilmu pengetahuan yang disebut ilmu kimia.

Ilmu Kimia adalah ilmu yang mempelajari komposisi, struktur, sifat-sifat materi, perubahan suatu materi menjadi materi yang lain dan energi yang menyertai perubahan materi. Dengan demikian seluruh materi di langit dan di bumi tanpa terkecuali adalah *zat-zat kimia*. Alam semesta berproses melalui reaksi kimia.

Reaksi kimia terjadi disekitar kita setiap saat, di atmosfer, pada pabrik kimia, dalam mesin kendaraan, di

lingkungan dan di tubuh kita. Bahan-bahan kimia dapat kita jumpai dalam kehidupan kita sehari-hari. Seperti pada saat kita memasak kita gunakan **garam dapur (NaCl)**, mencuci kita gunakan **detergen**, dan saat kita makan, kita memakan makanan yang mengandung **karbohidrat, lemak dan protein**.

Sebagai bagian dari ilmu pengetahuan alam (sains), ilmu kimia berkaitan dengan ilmu-ilmu yang lainnya seperti: biologi, fisika, kedokteran dan bahkan geografi fisik. Perubahan (reaksi-reaksi) yang terjadi pada tubuh makhluk hidup, misalnya bagaimana proses pembentukan glukosa pada peristiwa fotosintesis tumbuhan hijau, merupakan bagian ilmu kimia yang berkaitan dengan biologi.

Bagaimana suatu logam dapat mencair, atau bagaimana suatu bahan dapat menghasilkan listrik sedangkan bahan lainnya tidak, adalah bagian ilmu kimia yang berkaitan dengan fisika. Bagaimana struktur DNA virus penyebab flu burung dapat dijelaskan dan pengaruh obat-obatan terhadap tubuh manusia merupakan bagian ilmu kimia yang berkaitan dengan bidang kedokteran.



Gambar 1.4 Reaksi fotosintesis pada tumbuhan
 $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$



Ilmu Kimia:

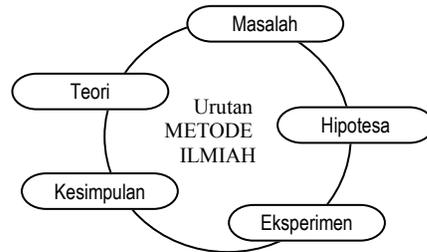
Ilmu yang mempelajari komposisi, struktur, sifat-sifat materi, perubahan suatu materi menjadi materi yang lain dan energi yang menyertai perubahan materi.



Gambar 1.5 Proses produksi besi (Fe) di industri
 $C + FeO \rightarrow CO + Fe$

Apa saja bahan-bahan penyusun bumi, bintang, dan bulan serta apa saja bagian-bagian atmosfer dan bagaimana terbentuknya lapisan ozon (O_3), merupakan bagian ilmu kimia yang berkaitan dengan geografi fisik.

Di dalam mempelajari dan mendapatkan ilmu pengetahuan yang baru seorang ilmuwan (saintis) biasanya melakukan penelitian. **Penelitian** merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk menguji dan atau menemukan teori-teori baru dengan menggunakan suatu metode ilmiah. **Metode ilmiah** adalah suatu urutan langkah-langkah ilmiah dalam penyusunan suatu teori. Teori tersebut harus dapat dibuktikan kebenarannya berdasarkan pengamatan. Apabila teori tersebut tidak sesuai dengan fakta empiris, maka harus diadakan eksperimen ulang dan disusun teori baru yang dapat bermanfaat bagi umat manusia. Adapun langkah-langkah yang biasanya terdapat dalam suatu metode ilmiah adalah: **menemukan masalah, membuat hipotesis, melakukan eksperimen, menarik kesimpulan dan menyusun teori sesuai dengan fakta.**



Penelitian:

Suatu kegiatan yang dilakukan untuk menguji dan atau menemukan teori-teori baru dengan menggunakan suatu metode ilmiah.

Metode ilmiah:

Suatu urutan langkah-langkah ilmiah dalam penyusunan suatu teori

3. Kimia di Alam

Perubahan kimia (reaksi kimia) telah menjadi bagian dari Alam Semesta, bahkan sebelum umat manusia mengalami evolusi di muka bumi ini. Sebenarnya, para ilmuwan meyakini bahwa awal mula kehidupan di Bumi ini, adalah sebagai akibat bahan-bahan kimia kompleks (hidrogen, amonia, metana dan uap air), yang memproduksi sendiri dengan bantuan kilat dan halilintar membentuk struktur dasar kehidupan (asam amino). Dengan mengikuti hukum-hukum Allah (*sunatullah*), selama jutaan tahun struktur dasar kehidupan itu berproses membentuk makhluk hidup yang ada dimuka bumi ini. Pengaturan alam semesta berdasarkan hukum-hukum Allah ini dijelaskan dalam surat As-Sajdah berikut:



Gambar 1.6 Reaksi kimia pembentukan ozon (O_3) di atmosfer
 $3 O_2 \rightarrow 2 O_3$

“Dia (Allah) mengatur urusan dari langit ke bumi, kemudian (urusan) itu naik kepada-Nya dalam satu hari yang lamanya adalah seribu tahun menurut perhitunganmu” (QS. As-Sajdah 32 : 5)

Banyak spesies dari dunia binatang menggunakan zat kimia untuk mempertahankan diri, membunuh musuh, dan membangun strukturnya dengan kekuatan yang luar biasa. Bunglon, memiliki kemampuan untuk mengubah warna kulitnya untuk menyamarkan dirinya dari musuh. Senyawa yang paling berperan untuk penyamaran ini adalah **melanin**, yang juga dapat membantu kulit manusia berubah menjadi warna cokelat dibawah terik matahari.

Pada tumbuhan senyawa-senyawa kimia berperan memberikan warna, rasa dan aroma. Seperti rasa panas yang kita alami saat makan cabai disebabkan oleh senyawa organik **kapsaisin**. Senyawa kimia **ionon** (sejenis senyawa organik) memberikan rasa dan aroma segar buah rasberi. Aroma jeruk dan lemon disebabkan oleh sejenis senyawa **limonone**, suatu minyak esen yang terdapat dalam kulit jeruk.

Materi yang seluruh bagiannya mempunyai sifat dan susunan yang sama, disebut juga sebagai **Zat**. Sebagian besar zat-zat kimia yang kita jumpai di Alam berada dalam bentuk senyawa, walaupun ada juga yang berada dalam bentuk unsur atau campuran.

Unsur merupakan zat yang paling sederhana dari materi. Ia *tidak dapat diuraikan lagi* menjadi zat-zat yang lebih sederhana. Sampai saat ini unsur-unsur yang sudah diketahui sebanyak 116 unsur. Sebagian besar ditemukan di Alam walaupun ada juga yang berasal dari hasil sintesis di laboratorium. Contoh-contoh unsur, misalnya: hidrogen, oksigen dan karbon. Pembahasan lebih rinci tentang unsur terdapat pada Bab 2. Sistem Periodik Unsur.

Senyawa adalah zat-zat yang terbentuk dari unsur-unsur melalui suatu reaksi kimia. Sifat-sifat suatu senyawa sangat berbeda dengan sifat-sifat unsur pembentuknya. Seperti air (H_2O) merupakan senyawa yang terbentuk dari unsur-unsur **hidrogen** dan **oksigen**. Akan tetapi sifat air tidaklah sama dengan sifat hidrogen dan oksigen. Air berwujud cair, sedangkan hidrogen dan oksigen berwujud gas pada suhu kamar. Gas hidrogen sangat mudah terbakar sedangkan air mustahil terbakar.

Campuran merupakan hasil penggabungan dari beberapa zat-zat *tanpa* terjadinya reaksi kimia. Oleh karena itu, suatu campuran dapat dipisahkan dengan cara *filtrasi* (penyaringan), *kristalisasi* (penghabluran), *destilasi* (penyulingan), *ekstraksi* (penyarian), *adsorpsi* (penyerapan) dan *kromatografi* (pemisahan zat-zat warna).



Gambar 1.7 Perubahan **melanin** dalam kulit menyerupai warna-warna ranting dan daun pada Bunglon

**Unsur:**

Zat yang paling sederhana yang tidak dapat diuraikan lagi melalui reaksi kimia biasa.

Senyawa:

Zat yang terbentuk dari unsur-unsur penyusunnya melalui suatu reaksi kimia.

Campuran:

Materi yang terdiri atas dua zat atau lebih tanpa terjadinya reaksi kimia.



Batu kapur atau gamping terdiri atas kalsium karbonat (CaCO_3) yang bersumber dari sel-sel dan kerangka tulang

spesies seperti kerang-kerangan yang telah mati.

Air hujan akan menyebabkan timbulnya busa dan melarutkan sejumlah kecil CaCO_3 , dan selama ribuan tahun akan berubah menjadi sumber batu kapur yang banyak.



Gambar 1.8 Proses pembentukan batu kapur di alam

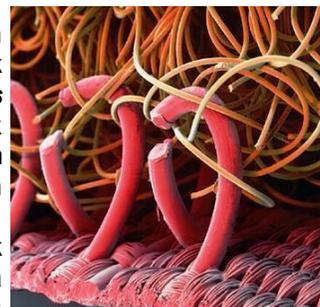
4. Kimia dalam Kehidupan Modern

Salah satu temuan ahli kimia modern yang saat ini banyak digunakan untuk berbagai keperluan, yaitu plastik. Plastik merupakan karya besar ahli kimia yang bahkan berpengaruh besar terhadap kebiasaan hidup manusia. Plastik sintesis pertama dibuat pada tahun 1860-an. Sebelum itu bahan-bahan alami seperti gading dan ambar banyak digunakan. Akan tetapi karena kelangkaan dan keterbatasan gading dan ambar membuat para ahli kimia membuat serat sintesis plastik. Plastik merupakan suatu polimer—dari bahasa Yunani *poly*, berarti banyak, dan *mer*, berarti sebagian. Polimer terdiri atas molekul-molekul raksasa, terdiri atas sejumlah besar molekul kecil monomer (*mono* artinya satu) yang terikat dalam rantai yang panjang.

Plastik digunakan untuk industri dan di rumah-rumah, terutama di dapur. Polivinil klorida (PVC) yang kuat digunakan sebagai penutup lantai dan pipa. Plastik-plastik lain, seperti polistiren, digunakan untuk keranjang, mangkuk, dan botol. Sayangnya, kebanyakan plastik dapat merusak kehidupan; plastik tidak membusuk dan dapat mengeluarkan zat-zat atau uap beracun jika dibakar. Plastik juga tidak dapat terurai oleh mikroba dalam tanah, sehingga timbunan sampah plastik dapat mencemari lingkungan.

Selain plastik dalam zaman modern ini, bahan kimia industri yang paling penting adalah asam sulfat. Bahan ini sangat dibutuhkan untuk semua jenis industri, dari bahan-bahan pewarna dan pupuk sampai metalurgi dan plastik. Proses pembuatan asam sulfat di Industri dikenal dengan nama **Proses Kontak**, adalah proses dimana asam sulfat dibuat secara langsung dari sulfur yang dibakar di udara untuk menghasilkan sulfur dioksida, kemudian sulfur dioksida dengan bantuan *katalisator* (vanadium pentaoksida), dioksidasi menjadi senyawa sulfur trioksida. Akhirnya asam sulfat terbentuk dengan mereaksikan sulfur trioksida dengan air.

Produk utama industri kimia raksasa adalah bahan bakar (*petrokimia*). Kira-kira 10 % dari minyak bumi yang diproses menghasilkan bahan mentah untuk banyak industri kimia organik modern, terutama karet, plastik, dan karet sintetis yang banyak menggantikan sumber ter batu bara. Walaupun industri kimia merupakan kebutuhan pokok kehidupan modern. Industri ini benar-benar memiliki kelemahan. Bahan-bahan limbah pabrik kimia yang sangat besar dapat mencemari lautan dan lingkungan hidup. Namun, pengawasan yang ketat secara bertahap sedang diperkenalkan sebagai usaha untuk mengontrol pencemaran ini.



Gambar 1.9 Plastik, merupakan serat sintesis yang memiliki banyak kegunaan

5. Profesi di Bidang Kimia

Bidang kimia merupakan profesi yang menarik dan sangat diperlukan oleh Negara dalam melaksanakan pembangunan. Pada umumnya, sarjana kimia bekerja di Laboratorium. Sebagian dari mereka bertugas sebagai pengendali mutu (*Quality Control*) dalam industri kimia. Dengan menggunakan berbagai alat serta teknik-teknik laboratorium dari yang sederhana hingga yang canggih, mereka menguji mutu bahan baku dan produk industri kimia. Sebagian lainnya bekerja dalam laboratorium-laboratorium riset. Mereka ada yang bertugas menganalisis kandungan bahan-bahan alam, baik yang berasal dari tumbuhan maupun mineral.

KIMIA - INTISARI

- ✍ Kimia termasuk ke dalam cabang ilmu pengetahuan alam
- ✍ Pengetahuan kimia mencakup komposisi, struktur, sifat-sifat materi, perubahan suatu materi menjadi materi yang lain dan energi yang menyertai perubahan materi
- ✍ Pengetahuan kimia diperoleh dan dikembangkan oleh para ahli kimia melalui kegiatan penelitian.
- ✍ Penelitian merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk menguji dan atau menemukan teori-teori baru dengan menggunakan suatu **metode ilmiah** meliputi: *menemukan masalah, membuat hipotesis, melakukan eksperimen, menarik kesimpulan dan menyusun teori sesuai dengan fakta.*
- ✍ Teknologi dan aplikasi ilmu kimia telah mampu menghasilkan zat-zat yang bermanfaat bagi kehidupan manusia, seperti: plastik, pakaian, pupuk, bahan bakar dan sebagainya
- ✍ Kita dapat mempelajari ilmu kimia yang terdapat di alam atau pun di Laboratorium.
- ✍ Bidang ilmu kimia merupakan profesi yang menarik dan diperlukan dalam dunia industri, pendidikan, perdagangan, penelitian, pertanian, dan bidang-bidang lain.

KIMIA - EVALUASI

I. Pilihan Ganda

A. Berilah tanda silang (x) huruf a, b, c, d atau e pada jawaban yang benar

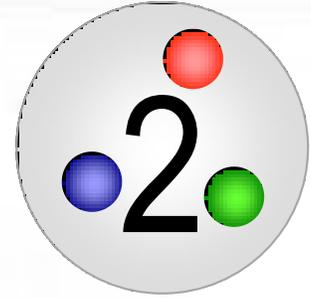
1. Ilmu kimia dapat digunakan untuk ...
 - a. memanfaatkan kesejahteraan hidup manusia di masa sekarang dan masa datang
 - b. memanfaatkan reaksi-reaksi yang berguna dan mencegah reaksi yang merugikan
 - c. memahami hubungan antara sebab dan akibat berbagai penyakit
 - d. membuktikan kehidupan manusia terhadap benda-benda angkasa
 - e. memahami berbagai peristiwa alam yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari
2. Dibawah ini tergolong ilmu pengetahuan alam, *kecuali* ...
 - a. fisika
 - b. kimia
 - c. geologi
 - d. biologi
 - e. sosiologi
3. Peristiwa alam yang dapat dijelaskan dengan ilmu kimia, *kecuali* ...
 - a. rumah roboh
 - b. kertas terbakar
 - c. logam besi jadi pedang
 - d. lilin yang meleleh
 - e. es yang mencair

4. Untuk memahami besar arus listrik diperlukan ilmu ...
 - a. fisika
 - b. biologi
 - c. ekonomi
 - d. farmasi
 - e. sosiologi
5. Energi kimia diperoleh dari ...
 - a. minyak tanah dibakar
 - b. air dipanaskan
 - c. angin berhembus
 - d. udara dicairkan
 - e. air dibekukan
6. Ilmu yang mempelajari susunan, sifat, perubahan zat, serta energi yang terjadi disebut ...
 - a. fisika
 - b. kimia
 - c. geologi
 - d. geografi
 - e. biologi
7. Perubahan yang menghasilkan materi baru merupakan suatu perubahan ...
 - a. kimia
 - b. geografi
 - c. biologi
 - d. fisika
 - e. geodesi
8. Asas yang dapat digunakan menjelaskan gejala alam disebut ...
 - a. eksperimen
 - b. kesimpulan
 - c. data
 - d. hukum
 - e. teori
9. Dalam metode ilmiah diperlukan hal-hal berikut, *kecuali* ...
 - a. observasi
 - b. eksperimen
 - c. kesimpulan
 - d. membahas teori
 - e. menciptakan teori
10. Untuk membuktikan data yang diperoleh dalam metode ilmiah diperlukan ...
 - a. observasi
 - b. menyimpulkan
 - c. eksperimen
 - d. menciptakan konsep
 - e. mengolong-golongkan

II. Esai

B. Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar.

1. Apakah yang dimaksud dengan materi? Jelaskan.
2. Bagaimana peranan ilmu kimia terhadap dunia kedokteran?
3. Apakah yang dimaksud dengan unsur, senyawa dan campuran? Berikan contohnya.
4. Carilah dan catat 5 jenis zat-zat kimia yang biasa anda temui di dapur rumah?
5. Carilah suatu masalah yang berada disekitar lingkungan anda dan buatlah urutan metode ilmiah untuk memecahkan masalah itu?



STRUKTUR ATOM



“Barangsiapa mengerjakan kebaikan seberat zarah (atom) pun, niscaya dia akan melihat (balasan) nya. Dan barangsiapa yang mengerjakan kejahatan seberat zarah (atom) pun, niscaya dia akan melihat (balasan) nya pula”

QS. Az - Zalzalah 99 : 7-8

STRUKTUR ATOM



Gambar 2.1 John Dalton (1766-1844), pencetus teori atom modern

1. Sejarah Perkembangan Model Atom

Konsep atom berawal dari **Demokritos** seorang ahli filsafat Yunani yang hidup sekitar tahun 400 sebelum Masehi. Demokritos membangun sebuah teori tentang materi tidak berdasarkan hasil eksperimen tetapi lebih ke pemahaman filosofi mereka tentang Alam Semesta. Menurut pemikiran Demokritos, bahwa setiap materi tersusun dari partikel-partikel kecil yang tidak dapat diperkecil lagi. Partikel penyusun materi itu dinamakan **Atom**, berasal dari bahasa Yunani (*a* = tidak, *tomos* = terbagi).

A. Model Atom Dalton

Konsep atom dari Demokritos tidak dihiraukan orang, dan segera terlupakan selama berabad-abad. Baru pada tahun 1803 seorang guru SMU di Manchester, Inggris **John Dalton** (1766-1844) mengemukakan teorinya tentang atom melalui bukunya yang berjudul *a New System of Chemical*

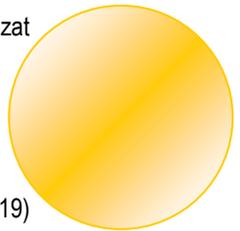
Philosophy (Sistem Baru Ilmu Kimia). Teori atom Dalton ini dapat disimpulkan sebagai berikut.

- Setiap unsur tersusun dari partikel-partikel kecil yang tidak dapat dibagi lagi yang disebut atom.
- Atom-atom dari unsur yang sama, mempunyai sifat yang sama sedangkan atom-atom dari unsur yang berbeda akan mempunyai sifat yang berbeda pula.
- Pembentukan senyawa dari unsur-unsurnya berlangsung melalui *ikatan antar atom* unsur-unsur yang menyusun senyawa tersebut.
- Dalam reaksi kimia tidak ada atom yang hilang, tetapi hanya terjadi perubahan susunan atom-atom dalam zat tersebut.

Sejak pertengahan abad ke-19, para ilmuwan banyak meneliti daya hantar listrik dari gas-gas pada tekanan rendah. Pada tahun 1854 tabung lampu gas pertama kali dirancang oleh **Heinrich Geissler** (1829-1879) dan dilanjutkan oleh rekannya, **Julius Plucker** (1801-1868) dengan membuat beberapa eksperimen pada tabung gas. Tabung gas ini kemudian lebih dikenal sebagai tabung **sinar katode**.

Percobaan Julius Plucker dengan tabung sinar katode, diulang secara teliti oleh **William Crookes** (1832-1919) dari Inggris. Hasil eksperimen Crookes adalah sebagai berikut;

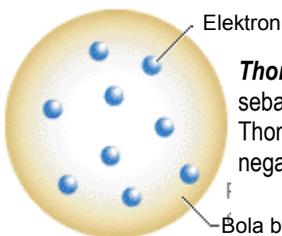
- Partikel sinar katode bermuatan negatif, sebab tertarik oleh pelat bermuatan positif
- Partikel sinar katode mempunyai *massa*, sebab mampu memutar baling-baling dalam tabung
- Partikel sinar katode dimiliki oleh semua materi, sebab semua bahan yang digunakan (padat, cair, dan gas) menghasilkan sinar katode yang sama.



Gambar 2.2 Model Atom Dalton

B. Model Atom J.J. Thomson

Setelah William Crookes menemukan tabung katode yang lebih baik pada tahun 1879, maka **J.J. Thomson** meneliti lebih lanjut tentang sinar katode ini dan dapat dipastikan bahwa sinar katode merupakan partikel, sebab dapat memutar baling-baling yang diletakkan di antara katode dan anode. Dari hasil percobaan itu J.J. Thomson menyatakan bahwa sinar katode merupakan partikel penyusun atom (partikel sub-atom) yang bermuatan negatif dan selanjutnya disebut **elektron**. Atom merupakan partikel yang bersifat netral dan karena elektron bermuatan negatif maka harus ada partikel lain yang bermuatan positif untuk menetralkan muatan negatif elektron tersebut. Dari penemuannya tersebut J.J. Thomson mengemukakan teori atomnya yang dikenal sebagai Teori Atom Thomson.



Gambar 2.3 Model Atom Thomson

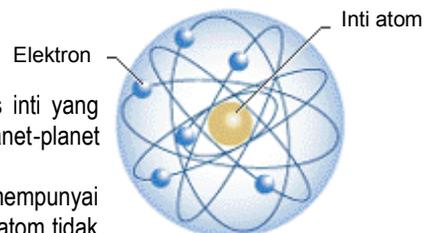
"Atom merupakan bola pejal yang bermuatan positif dan di dalamnya tersebar muatan negatif elektron"

Model atom Thomson tidak berumur panjang. Hanya setelah 10 tahun dipublikasikan, model ini ditunjukkan ketidaksempurnaannya oleh salah seorang murid J. J. Thomson yang bernama **Ernest Rutherford** (1871-1937).

C. Model Atom Rutherford

Pada tahun 1911, Rutherford menemukan bukti bahwa dalam atom terdapat inti atom yang bermuatan positif yang berukuran jauh lebih kecil dari pada ukuran atom, tetapi massa atom hampir seluruhnya berasal dari massa intinya. Model atom Rutherford menggambarkan atom terdiri atas inti yang bermuatan positif dan berada pada pusat atom, serta elektron bergerak melintasi inti, seperti planet-planet mengitari matahari.

Seperti halnya temuan-temuan lain dalam ilmu pengetahuan, model atom Rutherford mempunyai berbagai kelemahan. Model atom Rutherford tidak mampu menerangkan apa sebab elektron dalam atom tidak jatuh ke inti sebagai akibat gerakan mengitari inti yang muatannya berlawanan (positif). Penyempurnaan model atom Rutherford dilakukan oleh ahli fisika bangsa Denmark, yang bernama **Niels Bohr**.



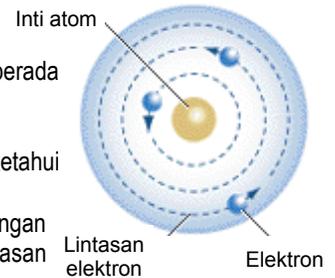
Gambar 2.4 Model Atom Rutherford

D. Model Atom Bohr

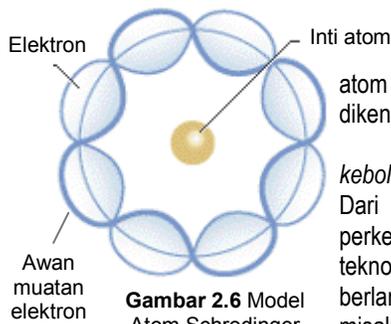
Pada tahun 1913, Niels Bohr berdasarkan hasil percobaannya tentang spektrum atom hidrogen. Bohr menyatakan bahwa selama mengelilingi inti atom, elektron tidak kehilangan energi dan berada pada lintasan-lintasan energi tertentu yang disebut **orbit** atau kulit elektron.

Pokok-pokok model atom Bohr adalah sebagai berikut.

1. Didalam mengelilingi inti elektron bergerak menurut lintasan(orbit) tertentu, dari penyelidikan diketahui terdapat 7 lintasan elektron.
2. Pada setiap lintasan energi gerak elektron selalu tetap besarnya (elektron tidak mengalami kehilangan energi sewaktu melintas pada lintasannya mengelilingi inti. Oleh karena energi elektron pada lintasan selalu tetap maka elektron tidak akan tertarik masuk ke inti.
3. Lintasan elektron berenergi tetap ini disebut lintasan stasioner atau lebih sering disebut tingkat energi elektron, atau tingkat energi saja. Tingkat energi (lintasan elektron) diberi tanda huruf E.
4. Setiap lintasan elektron mempunyai tingkat energi tertentu besarnya. Tingkat energi E1 yang paling dekat ke inti adalah yang terkecil energinya yang paling besar energinya adalah tingkat energi yang paling luar
5. Elektron dapat berpindah dari satu lintasan ke lintasan yang lain, atau dari satu tingkat energi ke tingkat energi yang lain (**tereksitasi**).



Gambar 2.5 Model Atom Bohr



Gambar 2.6 Model Atom Schrodinger

E. Model Atom Heisenberg dan Schrodinger

Penemuan **Heisenberg** tentang dualisme materi dan energi menunjukkan bahwa model atom Bohr tidak tepat lagi. Bersama-sama **Schrodinger**, Heisenberg membuat model atom yang lebih dikenal dengan **model atom mekanika gelombang** atau model modern.

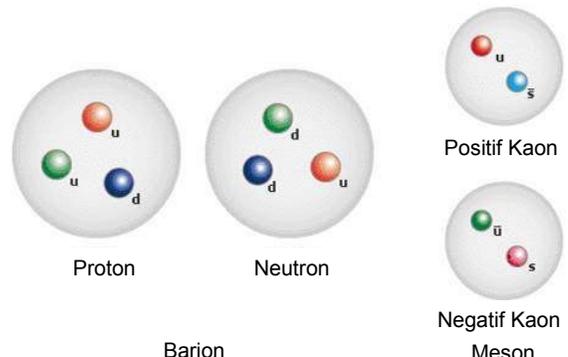
Menurut model atom modern, *elektron tidak dapat dipastikan tempatnya, hanya dapat ditentukan keboleh-jadian (kemungkinan) terbesar elektron berada yang disebut orbital.*

Dari pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa model atom selalu mengalami modifikasi dan perkembangan sejalan dengan diketemukan fakta-fakta baru dari hasil penelitian dan perkembangan teknologi, serta alat-alat bantu yang semakin canggih. Perburuan misteri atom sampai sekarang masih berlanjut, bahkan sampai saat ini makin bertambah partikel-partikel penyusunan atom yang ditemukan, misalnya meson, quark, dan lain-lainnya oleh para ilmuwan dari Jepang, Amerika dan negara maju lainnya.

Elektron:
Partikel penyusun atom yang bermuatan negatif.

Orbit:
Lintasan-lintasan elektron pada tingkat energi tertentu (kulit atom).

Eksitasi:
Pergeseran elektron dari satu lintasan ke lintasan yang lain.



Gambar 2.7 Partikel-partikel penyusun atom yang baru ditemukan (**Barion** dan **Meson**).

LATIHAN 2.1

Jelaskan secara bagan alir perkembangan model atom dari Teori Dalton sampai Teori atom Modern?

2. Partikel Penyusun Atom

A. Elektron

Elektron adalah partikel penyusun atom yang bermuatan listrik negatif. Penemuan elektron bermula dengan diketemukannya tabung katode yang memancarkan sinar hijau lemah. Tabung katode terbuat dari dua kawat yang diberi potensial listrik yang cukup besar



Gambar 2.7 Tabung sinar katode

dalam tabung kaca sehingga dapat terjadi perbendaharaan cahaya. J.J. Thomson meneliti lebih lanjut tentang sinar katode ini dan dapat dipastikan bahwa sinar katode merupakan partikel, sebab dapat memutar baling-baling yang diletakkan di antara katode dan anode. Dari hasil percobaan itu J.J. Thomson menyatakan bahwa sinar katode merupakan partikel penyusun atom (partikel sub-atom) yang bermuatan negatif dan selanjutnya disebut **elektron**

Elektron memiliki massa $9,11 \times 10^{-28}$ gram, kira-kira 1 kali massa proton. Dalam suatu atom yang netral

1837

Jumlah elektron harus sama dengan jumlah proton. Oleh karena itu, nomor atom pun menyatakan jumlah elektron.

Penyelidikan lebih lanjut mengenai elektron ini dilakukan oleh **Robert A. Milikan** (1908-1917) yang dikenal dengan percobaan tetes minyak Milikan. Dari percobaan tersebut Milikan berhasil menemukan muatan setiap tetes minyak. Muatan-muatan tersebut merupakan kelipatan dari bilangan yang sangat kecil, yaitu $1,59 \times 10^{-19}$ C. Berdasarkan percobaan Milikan tersebut disimpulkan bahwa muatan 1 elektron adalah $1,59 \times 10^{-19}$ coulomb dan selanjutnya disebut dengan 1 satuan muatan elektron (1 s.m.e).

B. Inti Atom (Proton dan Neutron)

Penemuan elektron oleh Thomson menyebabkan para ahli semakin yakin bahwa atom tersusun oleh partikel-partikel sub-atom yang lebih kecil ukurannya. Oleh karena itu, penelitian sinar katode dilakukan lebih mendalam. Pada tahun 1886, **Eugen Goldstein** memodifikasi tabung sinar katode dengan melubangi lempeng katodenya. Dari percobaan tersebut, Goldstein menemukan sinar yang arahnya berlawanan dengan sinar katode melalui lubang katode tersebut. Oleh karena sinar ini melewati lubang (kanal) yang dibuat pada lempeng katode, maka sinar ini tersebut **sinar kanal**.

Pada tahun 1899, **Wilhelm Wien** menunjukkan bahwa sinar kanal merupakan partikel yang bermuatan positif. Sinar kanal ini disebut proton. Sifat **proton** ini tergantung gas yang diisikan pada tabung katode. Dari penelitiannya terhadap atom hidrogen dapat ditentukan bahwa massa proton adalah 1.837 kali massa elektron.

Penemuan proton oleh Goldstein ini menimbulkan pertanyaan, bagaimanakah kedudukan masing-masing partikel tersebut di dalam atom. Untuk mengetahui kedudukan partikel-partikel tersebut Ernest Rutherford bersama dua orang muridnya (**Hans Geiger dan Ernest Marsden**). Melakukan percobaan yang dikenal dengan hamburan sinar alfa terhadap lempeng tipis emas.

Dari pengamatan mereka didapatkan fakta bahwa apabila partikel alfa ditembakkan (dihamburkan) pada lempeng emas yang sangat tipis, maka sebagian besar partikel alfa diteruskan (ada penyimpangan sudut kurang dari 1°), tetapi dari pengamatan Marsden diperoleh fakta bahwa satu di antara 20.000 partikel alfa akan membelok dengan sudut 90° bahkan lebih.

Berdasarkan gejala-gejala yang terjadi diperoleh kesimpulan, antara lain sebagai berikut.

1. Atom bukan merupakan bola pejal, karena hampir semua partikel alfa diteruskan
2. Jika lempengan emas tersebut dianggap sebagai satu lapisan atom-atom emas, maka dalam atom emas terdapat partikel yang sangat kecil yang bermuatan positif
3. Partikel tersebut merupakan partikel yang menyusun suatu inti atom, berdasarkan fakta bahwa 1 dari 20.000 partikel alfa akan dibelokkan, bila perbandingan 1 : 20.000, merupakan perbandingan diameter maka didapatkan ukuran inti atom kira-kira 10.000 lebih kecil dari ukuran atom keseluruhan.

Dari percobaan tersebut Rutherford dapat memperkirakan jari-jari atom kira-kira 10^{-8} cm dan jari-jari inti kira-kira 10^{-13} cm. Dugaan tersebut baru dapat dibuktikan oleh **James Chadwick** pada tahun 1932, berdasarkan perhitungan terhadap massa atom dan percobaan hamburan partikel alfa terhadap boron dan parafin.

Partikel netral yang menyusun inti atom dinamakan **neutron**, sedangkan partikel positif yang telah diketemukan lebih dahulu oleh James Chadwick dan Wilhelm Wien disebut **proton**. Jadi di dalam inti atom terdapat proton yang bermuatan positif dan neutron yang tidak bermuatan (netral). Berdasarkan fakta-fakta yang didapatkan dari percobaan tersebut, Rutherford mengusulkan model atom yang dikenal sebagai Model Atom Rutherford yang menyatakan bahwa atom terdiri dari inti atom yang sangat kecil dan bermuatan positif, dikelilingi oleh elektron yang bermuatan negatif. Rutherford menduga bahwa di dalam inti atom terdapat partikel netral yang berfungsi mengikat partikel-partikel positif agar tidak saling tolak menolak. Massa elektron sangat kecil dibandingkan dengan massa proton dan massa neutron. Oleh karena itu, massa elektron dapat diabaikan terhadap massa atom secara keseluruhan.

TABEL 2.1 Partikel-partikel dasar penyusun atom

Partikel	Massa eksak (gram)	Massa relatif (amu)	Muatan eksak (Coloumb)	Muatan relatif (sma)
Elektron	$9,1100 \times 10^{-28}$	0	$1,6 \times 10^{-19}$	- 1
Proton	$1,6726 \times 10^{-24}$	1	$1,6 \times 10^{19}$	+1
Neutron	$1,6750 \times 10^{-24}$	1	0	0



Proton:

Partikel penyusun inti atom yang bermuatan positif.

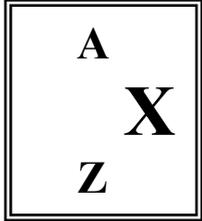
Neutron:

Partikel penyusun inti atom yang bermuatan netral.

3. Simbol Atom

A. Nomor Atom Moseley

Pada tahun 1913, Hendry Moseley seorang ahli fisika berkebangsaan Inggris, menemukan bahwa jumlah muatan positif dalam inti atom merupakan sifat khas masing-masing unsur. Atom-atom dari unsur yang sama memiliki jumlah muatan positif yang sama. Moseley sendiri mengusulkan istilah **Nomor Atom** disimbolkan dengan huruf Z, untuk menyebutkan jumlah muatan positif dalam inti atom. Jumlah muatan positif yang dikemukakan oleh Moseley disebut dengan **Proton** adapun jumlah nukleon (jumlah proton dan neutron) dalam inti atom disebut **Massa Atom** atau **Nomor Massa** disimbolkan dengan huruf A. Tanda atom yang lengkap ditulis sebagai berikut



- X : lambang unsur
- A : nomor massa (jumlah proton + jumlah neutron)
- Z : nomor atom (jumlah proton)

B. Menentukan Jumlah Proton, Elektron dan Neutron

Pada atom netral :

- Jumlah proton = Jumlah Elektron = Nomor atom
- Jumlah neutron = Nomor Massa (A) - Nomor Atom (Z)

Pada atom bermuatan positif (ion positif)

- Jumlah proton = Nomor atom
- Jumlah elektron = Nomor Atom (Z) - Jumlah Muatan
- Jumlah neutron = Nomor Massa (A) - Nomor Atom (Z)

Pada atom bermuatan negatif (ion negatif)

- Jumlah proton = Nomor atom
- Jumlah elektron = Nomor Atom (Z) + Jumlah Muatan
- Jumlah neutron = Nomor Massa (A) - Nomor Atom (Z)

Contoh:

Hitunglah jumlah proton, jumlah elektron dan jumlah neutron pada masing-masing atom dibawah ini.

- a. $^{23}_{11}\text{Na}^+$
- b. $^{80}_{35}\text{Br}^-$
- c. $^{14}_7\text{N}$

Jawab:

- | | | | | | |
|----|-------------------------------|----|-------------------------------|----|-----------------------------|
| a. | $^{23}_{11}\text{Na}^+$ | b. | $^{80}_{35}\text{Br}^-$ | c. | $^{14}_7\text{N}$ |
| | Jumlah proton = 11 | | Jumlah proton = 35 | | Jumlah proton = 7 |
| | Jumlah elektron = 11 - 1 = 10 | | Jumlah electron = 35 + 1 = 36 | | Jumlah elektron = 7 |
| | Jumlah neutron = 23 - 11 = 12 | | Jumlah neutron = 80 - 35 = 45 | | Jumlah neutron = 14 - 7 = 7 |



Nomor Atom:
Banyaknya jumlah muatan positif (proton) dalam inti atom.

Nomor Massa atau Massa Atom:
Banyaknya jumlah nukleon (proton + neutron) dalam inti atom

LATIHAN 2.2

1. Tentukanlah jumlah proton, elektron dan neutron pada atom-atom unsur berikut:

- a. $^3_3\text{Li}^7$
- b. $^{39}_{19}\text{K}$
- c. $^{137}_{56}\text{Ba}$
- d. $^{29}_{13}\text{Al}$
- e. $^{32}_{16}\text{S}$
- f. $^{84}_{36}\text{Kr}$

2. Suatu atom memiliki jumlah elektron 15 dan jumlah neutron 16, berapakah massa atom dan jumlah protonnya?

3. Jika massa elektron $9,1 \times 10^{-28}$ gram dan massa proton dan neutron masing-masing = $1,6 \times 10^{-24}$ gram, berapakah massa 1 atom raksa yang mempunyai tanda atom $^{201}_{80}\text{Hg}$

4. Bagaimanakah model atom Bohr? Dan jelaskan kelemahan dari model atom tersebut?

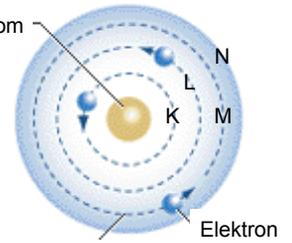
5. Jelaskan mengenai percobaan hamburan sinar alpa terhadap lempeng tipis emas dan untuk membuktikan apa?

4. Konfigurasi Elektron

Percobaan-percobaan selanjutnya mengenai model atom bertujuan untuk mengetahui bagaimana partikel-partikel penyusun atom itu tersusun di dalam suatu atom. Niels Bohr melalui percobaannya tentang spektrum atom hidrogen berhasil memberikan gambaran keadaan elektron dalam menempati daerah di sekitar inti atom. Berdasarkan pengamatan terhadap spektrum atom hidrogen, Niels Bohr berhasil menyusun model atom yang dikenal sebagai model atom Bohr.

Menurut model atom Bohr, elektron-elektron mengelilingi inti pada lintasan-lintasan tertentu yang disebut **kulit elektron** atau **tingkat energi**. Tingkat energi paling rendah adalah kulit elektron yang terletak paling dalam, makin ke luar makin besar nomor kulitnya dan makin tinggi tingkat energinya.

Kulit elektron diberi simbol (lambang), untuk kulit pertama (paling dekat dengan inti) diberi lambang **K**, kulit kedua diberi lambang **L**, kulit ketiga **M**, dan seterusnya. Tiap kulit elektron hanya dapat ditempati elektron maksimum $2n^2$, dengan n adalah nomor kulit. Kulit dan jumlah elektron maksimum dapat dilihat pada tabel dibawah ini.



Gambar 2.8 Kulit elektron atau tingkat energi menurut Bohr

TABEL 2.2 Kulit dan Jumlah Elektron Maksimum

Nomor Kulit	Nama Kulit	Jumlah elektron maksimum
1	K	2 elektron
2	L	8 elektron
3	M	18 elektron
4	N	32 elektron
5	O	50 elektron
6	P	72 elektron

Elektron-elektron akan menempati kulit elektron dimulai dari kulit K sampai terisi maksimum, kemudian kulit L sampai terisi maksimum, dan seterusnya. Penempatan elektron sampai penuh akan terjadi pada kulit K, L, dan M, sedangkan untuk kulit-kulit keempat (kulit N) sudah akan terisi bila kulit M sudah terisi 8 elektron.

Konfigurasi elektron seperti pada gambar di atas dapat ditulis dengan singkat sebagai berikut.

Contoh: Tuliskan konfigurasi elektron dari ^{12}Mg dan ^{19}K

Jawab: $^{12}\text{Mg} = 2, 8, 2$

$^{19}\text{K} = 2, 8, 8, 1$

Pada atom K tidak membentuk konfigurasi 2, 8, 9 sebab mulai kulit ketiga dan seterusnya jika sisa dari kulit L lebih dari 8 tetapi kurang dari 18, maka diisi 8 saja dan elektron berikutnya akan menempati kulit N. Jumlah elektron yang menempati kulit terluar disebut **elektron valensi**. Jadi, elektron valensi atom Mg adalah 2 dan elektron valensi atom K adalah 1. Konfigurasi elektron dari beberapa unsur dalam golongan Alkali dapat dilihat pada tabel disamping ini.

TABEL 2.3 Konfigurasi elektron golongan Alkali

Nama Unsur	Lambang	Jumlah elektron	Konfigurasi elektron
Hidrogen	H	1	1
Litium	Li	3	2, 1
Natrium	Na	11	2, 8, 1
Kalium	K	19	2, 8, 8, 1
Rubidium	Rb	37	2, 8, 18, 8, 1
Sesium	Cs	55	2, 8, 18, 18, 8, 1
Fransium	Fr	87	2, 8, 18, 32, 8, 8, 1



Kulit elektron atau Tingkat energi:

Lintasan-lintasan tertentu dimana elektron-elektron mengelilingi inti.

Elektron valensi:

Banyaknya elektron yang menempati kulit (lintasan) yang paling luar.



Batu kapur atau gamping terdiri atas kalsium karbonat (CaCO_3) yang bersumber dari sel-sel dan kerangka tulang spesies seperti kerang-kerangan. Air hujan akan menyebabkan timbulnya busa dan melarutkan sejumlah kecil CaCO_3 dan selama ribuan tahun akan berubah menjadi sumber batu kapur yang banyak. Sumber batu kapur dapat kita temukan di daerah pantai, berupa karang-karang atau di gua-gua berbentuk stalagnit dan stalagmit.



Gambar 2.8 Pembentukan batu kapur di alam

Kenapa Batu Kapur?

- ✍ Struktur atom menggambarkan bagaimana partikel-partikel dasar tersusun dalam atom.
 - ✍ Inti atom terdiri atas partikel proton dan neutron.
 - ✍ Elektron bergerak mengelilingi inti pada kulit atom.
 - ✍ Nomor atom menunjukkan jumlah proton dalam inti atom suatu unsur.
 - ✍ Nomor massa suatu atom menunjukkan jumlah proton dan neutron dalam inti atom (nukleon)
 - ✍ Isotop suatu unsur mempunyai nomor atom sama tetapi memiliki nomor massa berbeda.
 - ✍ Perkembangan model atom mengalami perubahan sesuai dengan fakta eksperimen dari model atom Dalton, Thomson, Rutherford, Niels Bohr sampai model atom modern.
 - ✍ Sifat kimia suatu unsur ditentukan oleh jumlah atau susunan elektron dalam suatu unsur.
 - ✍ Pengisian elektron pada kulit-kulit atom dinamakan konfigurasi elektron.
 - ✍ Jumlah elektron yang menempati kulit terluar disebut elektron valensi dan berperan dalam proses ikatan kimia.
 - ✍ Elektron valensi menunjukkan golongan utama, nomor perioda ditentukan jumlah kulit pada konfigurasi elektron suatu unsur.
4. Suatu isotop memiliki 41 neutron dan 39 elektron, maka nomor massa dari unsurnya adalah...
 - a. 38
 - b. 39
 - c. 40
 - d. 41
 - e. 80
 5. Atom unsur nikel simbolnya Ni, jika membentuk ion Ni^{2+} , maka dalam ion tersebut mengandung...
 - a. 26 proton
 - b. 26 Elektron
 - c. 28 Elektron
 - d. 28 Proton
 - e. 30 Elektron
 6. Partikel penyusun atom yang memiliki muatan -1 adalah...
 - a. nukleon
 - b. proton
 - c. neutron
 - d. elektron
 - e. inti atom
 7. Unsur Barium memiliki...
 - a. 55 neutron dan 137 proton
 - b. 55 proton dan 82 neutron
 - c. 55 proton dan 137 elektron
 - d. 55 proton dan 137 neutron
 - e. 137 proton dan 55 neutron
 8. Ion K^+ dan atom Krypton (nomor atom $K=9$, $Kr=18$), memiliki kesamaan dalam hal...
 - a. muatan inti
 - b. jumlah neutron
 - c. jumlah elektron
 - d. jumlah proton
 - e. jumlah partikel
 9. Unsur X memiliki nomor atom 52, maka ion X^{2-} memiliki jumlah proton sebanyak...
 - a. 56
 - b. 58
 - c. 54
 - d. 52
 - e. 50
 10. Suatu unsur dengan nomor atom 15 dan nomor massa 31 memiliki konfigurasi elektron ...
 - a. 2 8 18 1
 - b. 2 8 6
 - c. 2 8 5
 - d. 2 10 4
 - e. 2 10 3

KIMIA-EVALUASI

I. Pilihan Ganda

A. Berilah tanda silang (x) huruf a, b, c, d atau e pada jawaban yang benar

1. Partikel penyusun inti atom adalah...
 - a. proton
 - b. elektron
 - c. neutron
 - d. proton dan elektron
 - e. proton dan neutron
2. Atom terdiri dari inti atom dan elektron, bagian atom yang bermuatan positif adalah...
 - a. inti atom
 - b. neutron
 - c. nukleon
 - d. proton
 - e. elektron
3. Suatu atom memiliki nomor atom 32 dan mengandung neutron sebanyak 34, maka simbol atomnya...
 - a. ${}_{32}X^{34}$
 - b. ${}_{32}X^{65}$
 - c. ${}_{34}X^{32}$
 - d. ${}_{34}X^{66}$
 - e. ${}_{32}X^{66}$

II. Esai

B. Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar.

1. Apakah yang dimaksud dengan atom menurut Dalton, J.J Thomson, Rutherford serta Schrodinger?
2. Jelaskan kelemahan model atom Rutherford dan bagaimana Niels Bohr memperbaiki model atom Rutherford?
3. Tentukanlah jumlah proton, elektron dan neutron pada atom-atom unsur berikut:
 - a. ${}_{15}P^{31}$
 - b. ${}_{13}Al^{27}$
 - c. ${}_{26}Fe^{56}$
4. Buatlah konfigurasi elektron dan tentukan jumlah elektron valensi dari masing-masing atom berikut:
 - a. ${}_{16}S$
 - b. ${}_{11}Na$
 - c. ${}_{20}Ca$
5. Faktor-faktor apakah yang dapat menyempurnakan teori atom dari waktu ke waktu? Jelaskan.



Perkembangan sistem periodik dimulai pada akhir abad ke-18 dan permulaan abad ke-19. Setelah Robert Boyle memberikan penjelasan tentang konsep unsur, **Lavoisier** pada tahun 1769 menerbitkan suatu daftar unsur-unsur. Lavoisier membagi unsur-unsur dalam logam dan non logam.

Sudah sejak dahulu para ahli kimia berusaha mengelompokkan unsur-unsur berdasarkan kemiripan sifat, agar unsur-unsur mudah dipelajari. Dalam bab ini akan dikemukakan upaya para ahli untuk mengelompokkan unsur berdasarkan persamaan dan perbedaan sifat-sifatnya. Mulanya pengelompokan didasarkan pada berat atom relatif, seperti yang dikemukakan oleh **Dobereiner**, **Newlands** dan **Mendeleev**. Sejak ditemukan nomor atom, sifat unsur ditentukan oleh nomor atomnya, sehingga terbentuklah sistem periodik modern.

Dengan mengetahui letak suatu unsur, dapat ditentukan sifat-sifat umum unsur antara lain: jari-jari atom, energi ionisasi, afinitas elektron, keelektronegatifan, sifat logam dan non logam serta titik didih dan titik leleh.

1. Sejarah Perkembangan Sistem Periodik Unsur

A. Triade Döbereiner

Pada tahun 1829 **Johann Wolfgang Döbereiner** mempelajari sifat-sifat beberapa unsur yang sudah dikenal saat itu. Dari unsur-unsur yang dipelajari itu diperoleh suatu pola yang disebut **Triade Döbereiner**, yaitu *bila unsur-unsur dikelompokkan berdasarkan kesamaan sifatnya dan diurutkan massa atomnya, maka setiap kelompok terdapat tiga unsur dengan massa unsur yang di tengah merupakan rata-rata dari massa unsur yang di tepi*. Tiga unsur yang sifatnya mirip ini disebut unsur sekeluarga atau **triade**.

TABEL 3.1 Daftar unsur Triade Döbereiner

Triad 1	Triad 2	Triad 3	Triad 4	Triad 5
Li (6,94)	Ca (40,1)	S (32,07)	Cl (35,45)	Mn (54,94)
Na (22,99)	Sr (87,62)	Se (78,96)	Br (79,90)	Cr (52,00)
K (39,10)	Ba (137,3)	Te (127,6)	I (126,9)	Fe (55,84)

Contoh:

Li = 6,94
Na = 22,99
K = 39,10

$$\text{Ar Na} = \frac{\text{Ar Li} + \text{Ar K}}{2}$$

$$\text{Ar Na} = \frac{6,94 + 39,10}{2}$$

$$\text{Ar Na} = 22,99 \approx 23,02$$

Contoh:

Mn = 54,94
Cr = 52,00
Fe = 55,84

$$\text{Ar Cr} = \frac{\text{Ar Mn} + \text{Ar Fe}}{2}$$

$$\text{Ar Cr} = \frac{54,94 + 55,84}{2}$$

$$\text{Ar Cr} = 55,39 \approx 52,00$$

B. Hukum Oktaf Newlands

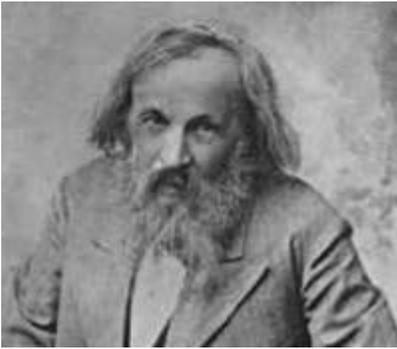
Döbereiner mempelajari sifat unsur dengan hanya menitikberatkan pada hubungan masing-masing unsur dalam triad dan tidak berhasil menjelaskan hubungan antara triad yang satu dengan yang lain. Baru pada tahun 1865, **John Newlands** yang juga seorang penggemar musik menyusun daftar unsur yang lebih banyak melibatkan unsur-unsur yang sudah dikenal pada saat itu. Susunan Newlands tersebut menunjukkan bahwa bila unsur-unsur disusun berdasarkan kenaikan massa atomnya, maka setelah atom kedelapan akan didapatkan unsur yang mirip dengan unsur pertama, unsur kesembilan sifatnya mirip dengan unsur kedua, dan seterusnya.

Kecenderungan tersebut dinyatakan sebagai **Hukum Oktaf Newlands**, yaitu :

Jika unsur-unsur disusun berdasarkan kenaikan massa atom, maka sifat unsur tersebut akan berulang setelah unsur kedelapan.

TABEL 3.2 Daftar unsur Oktaf Newlands

I	II	III	IV	V	VI	VII
Li (6,94)	Be (9,01)	B (10,9)	C (12)	N (14)	O (16)	F (19)
Na (22,99)	Mg (24,3)	Al (27)	Si (28,1)	P (31)	S (32,1)	Cl (35,5)
K (39,10)	Ca (40,1)	Ti (47,9)	Cr (52,0)	Mn (54,9)	Fe (55,9)	dst



Gambar 3.1 Dmitri Ivanovitch Mendeléyev (1834-1907)

Dengan demikian, Li, Na dan K mempunyai sifat yang mirip, juga Be, Mg dan Ca dan seterusnya. Dilihat dari beberapa kasus tampaknya hukum ini benar, tetapi untuk unsur yang lain terbukti tidak, contohnya S dan Fe yang tidak mempunyai kemiripan sifat.

C. Sistem Periodik Mendeleev

Pada tahun 1869 **Dmitry Ivanovitch Mendeleev** ilmuwan Rusia membuat daftar unsur-unsur yang didasarkan pada sifat-sifat fisis dan sifat kimia dihubungkan dengan massa atom unsur. Penyusunan sebelumnya hanya menitik beratkan pada sifat fisis saja. Susunan Mendeléyev tersebut merupakan sistem periodik pertama yang sering disebut sistem periodik unsur bentuk pendek.

Sistem periodik Mendeléyev disusun berdasarkan kenaikan massa atom dan kemiripan sifat. Sistem periodik ini pertama kali diterbitkan dalam Jurnal Ilmiah *Annalen der Chemie* pada tahun 1871. Dari susunan itu didapatkan hukum periodik. Hukum periodik Mendeléyev berbunyi:

“Bila unsur-unsur disusun berdasarkan kenaikan massa atomnya, maka sifat unsur akan berulang secara periodik”.

Lajur tegak disebut **golongan** dan lajur mendatar disebut **periode**. Pada tabel sistem periodik tersebut tampak bahwa ada sifat kimia yang dicantumkan, misalnya rumus oksidanya. Sebagai contoh, pada golongan I (Gruppe I) terdapat rumus R_2O yang menunjukkan bahwa golongan I tersebut bila membentuk oksida mempunyai rumus H_2O , Li_2O , dan Na_2O .

Disamping itu adanya rumus umum tersebut, ada beberapa tempat disediakan untuk unsur yang diramalkan dan diyakini oleh Mendeléyev bahwa unsur tersebut akan ditemukan, bahkan ada unsur yang belum ditemukan saat itu oleh Mendeléyev telah diramalkan sifat-sifatnya termasuk massa atomnya. Pada akhirnya unsur yang diramalkan tersebut memang ditemukan dan sifatnya sangat mirip, dan bahkan beberapa sifat persis seperti yang diramalkan Mendeléyev misalnya Germanium dan Gallium

	Group I	Group II	Group III	Group IV	Group V	Group VI	Group VII	Group VIII
1	H 1							
2	Li 7	Be 9,4	B 11	C 12	N 14	O 16	F 19	
3	Na 23	Mg 24	Al 27,3	Si 28	P 31	S 32	Cl 35,5	
4	K 39	Ca 40	- 44	Ti 48	V 51	Cr 52	Mn 55	Fe 56, Co 59 Ni 59, Cu 63
5	Cu 63	Zn 65	- 68	- 72	As 75	Se 78	Br 80	
6	Rb 85	Sr 87	? Yt 88	Zr 90	Nb 94	Mo 96	- 100	Ru 104, Rh 104 Pd 105, Ag 108
7	Ag 108	Cd 112	In 113	Sn 118	Sb 122	Te 128	I 127	
8	Cs 133	Ba 137	? Di 138	? Ce 140	-	-	-	- - - -
9	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	? Er 178	? La 180	Ta 182	W 184	-	Os 195, Ir 197 Pt 198, Au 199
11	Au 199	Hg 200	Tl 204	Pb 207	Bi 208	-		
12	-	-	-	Th 231	-	U 240	-	- - - -

Tabel 3.3 Sistem Periodik Mendeleev

D. Sistem Periodik Modern

Susunan periodik yang disusun oleh Moseley akhirnya berkembang lebih baik sampai didapatkan bentuk yang sekarang ini dengan mengikuti hukum periodik bahwa:

“bila unsur – unsur disusun berdasarkan kenaikan nomor atom, maka sifat unsur akan berulang secara periodik”.

Sistem periodik modern dikenal juga sebagai sistem periodik bentuk panjang, terdapat *lajur panjang* yang disebut **periode** dan *lajur tegak* yang disebut **golongan**.

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

Periode 1 disebut periode yang sangat pendek dan berisi dua unsur.

Periode 2 dan **Periode 3** disebut periode pendek dan masing-masing berisi 8 unsur.

Periode 4 dan **Periode 5** disebut periode panjang dan masing-masing berisi 18 unsur

Periode 6 disebut periode panjang yang berisi 32 unsur. Pada periode ini unsur Lantanida yaitu unsur nomor 58 sampai 71 dan diletakan pada bagian bawah.

Periode 7 disebut periode belum lengkap karena mungkin masih akan bertambah lagi jumlah unsur yang akan menempatnya, sampai saat ini berisi 24 unsur. Pada periode ini berisi pula deretan unsur yang disebut deret *aktinida*, yaitu unsur bernomor 90 sampai nomor 103, dan diletakan pada bagian bawah.

Jumlah golongan sistem periodik ada 8 dan ditandai angka Romawi. Ada dua golongan besar yaitu golongan utama (**golongan A**) dan golongan transisi (**golongan B**).

Beberapa golongan diberi nama khusus, misalnya:

Golongan IA disebut golongan **alkali**

Golongan IIA disebut golongan **alkali tanah**

Golongan VIA disebut golongan **khalkogen**

Golongan VIIA disebut golongan **halogen**

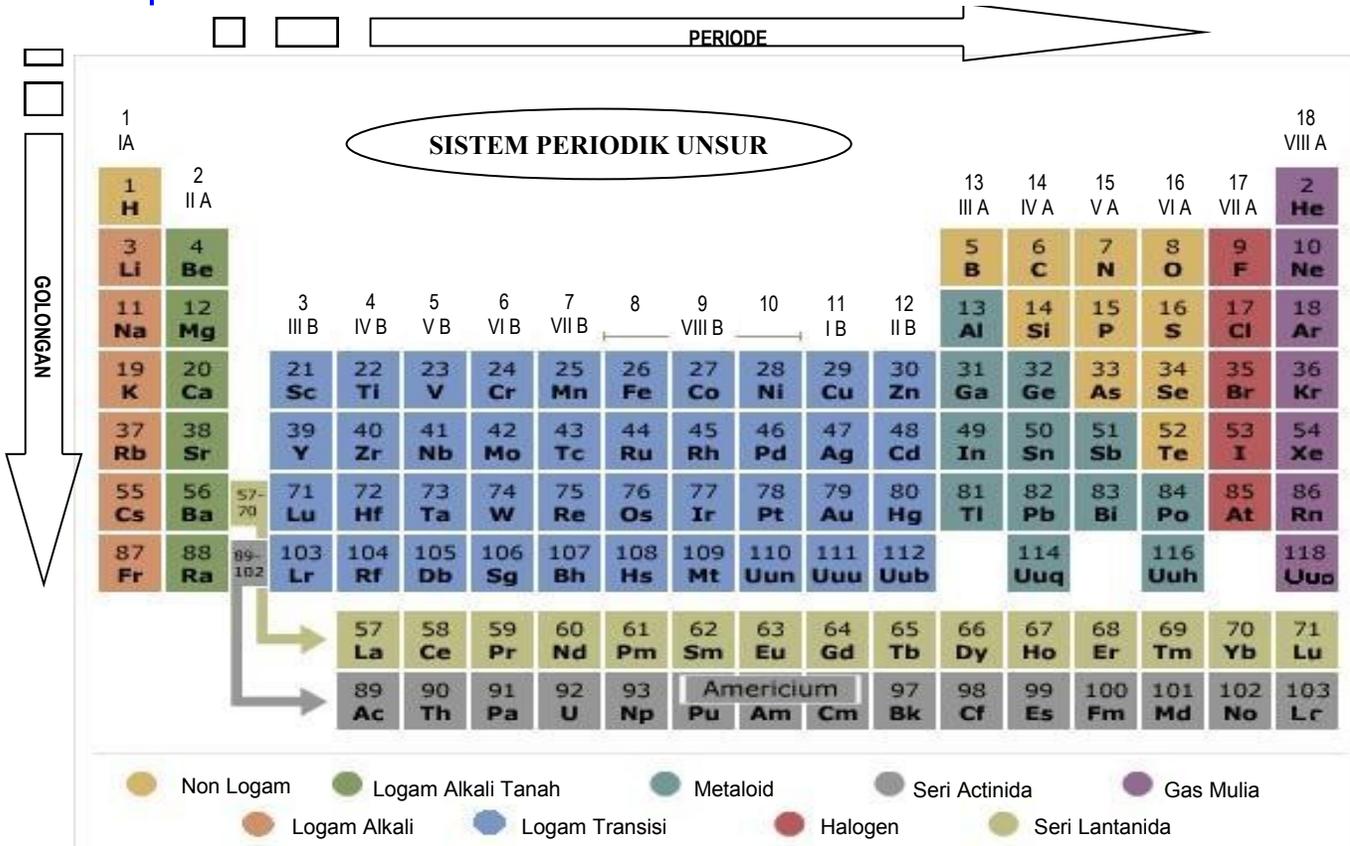
Golongan VIIIA disebut golongan **gas mulia**

Hubungan Konfigurasi Elektron dan Sistem Periodik. Pada konfigurasi terlihat bahwa unsur-unsur periode kedua mempunyai jumlah kulit sebanyak 2 buah. Hal yang sama akan terjadi pada unsur-unsur periode ketiga yang akan mempunyai jumlah kulit sebanyak 3 buah.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa dari konfigurasi elektron dapat ditentukan letak unsur dalam sistem periodik, yaitu, *jumlah kulit elektron menunjukkan letak periode dalam sistem periodik unsur*. Bagaimanakah untuk menunjukkan letak golongan? Dari konfigurasi elektron sederhana dapat ditentukan letak unsur didalam golongan utama (golongan A) didalam sistem periodik.

LATIHAN 3.1

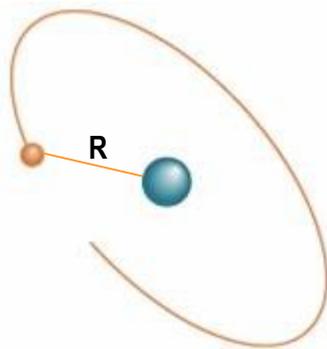
1. Jelaskan perbedaan antara Hukum Triade dan Hukum Oktaf dalam penggolongan unsur-unsur?
2. Bagaimana perbedaan Tabel periodik pendek dan Tabel periodik panjang ?



Gambar 3.2 Sistem Periodik Unsur Modern

2. Sifat-sifat Periodik Unsur

Sistem periodik unsur disusun dengan memperhatikan sifat-sifat dalam unsur. Dalam bagian ini akan dibahas beberapa sifat-sifat unsur, misalnya jari-jari atom, energi ionisasi, dan keelektronegatifan unsur-unsur dalam sistem periodik unsur.



Gambar 3.3 Jari-jari atom Hidrogen

A. Jari-Jari Atom

Jari-jari atom (R) merupakan jarak dari pusat atom (inti atom) sampai kulit elektron terluar yang ditempati elektron. Panjang pendeknya jari-jari atom ditentukan oleh 2 faktor yaitu:

1. Jumlah Kulit Atom

Makin banyak jumlah kulit yang dimiliki suatu atom, maka jari-jari atomnya makin panjang. Jari-jari atom Natrium lebih panjang daripada jari-jari atom Litium, sebab jumlah kulit yang dimiliki atom Natrium lebih banyak daripada atom Litium.

2. Muatan Inti Atom

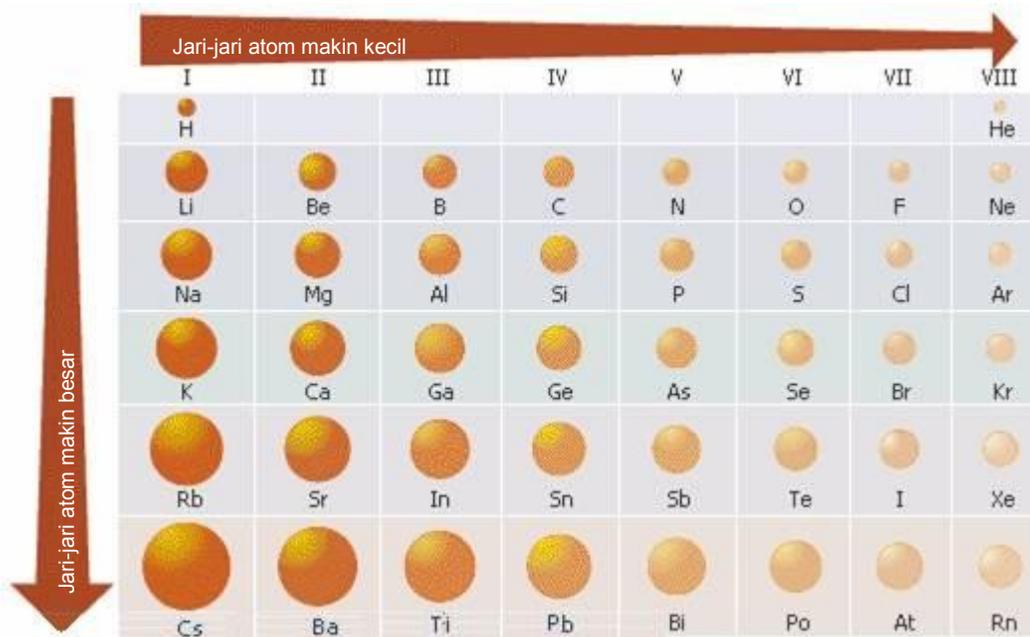
Bila jumlah kulit dari dua atom sama banyak, maka yang berpengaruh terhadap panjangnya jari-jari atom adalah muatan inti atom. Makin banyak inti atom berarti makin besar muatan intinya dan gaya tarik inti atom terhadap elektron lebih kuat sehingga elektron lebih mendekat ke inti atom.

Dari tabel tersebut terlihat ada kecenderungan bahwa jari-jari atom dalam satu periode dari kiri kekanan makin pendek, sedangkan jari-jari atom unsur segolongan dari atas ke bawah makin panjang. Hal ini dapat dijelaskan bahwa kecenderungan tersebut diakibatkan oleh adanya gaya tarik inti terhadap elektron dan jumlah kulit elektron.

Dalam satu periode dari kiri ke kanan muatan inti makin bertambah, sedangkan jumlah kulit elektronnya tetap, akibatnya gaya tarik inti terhadap elektron terluar makin kuat sehingga menyebabkan jarak elektron kulit terluar dengan inti makin dekat.

Dalam satu golongan makin ke bawah jumlah kulit makin banyak meskipun dalam hal ini jumlah muatan inti makin banyak, tetapi pengaruh bertambahnya jumlah kulit lebih besar daripada pengaruh muatan inti, akibatnya jarak elektron kulit terluar terhadap inti makin jauh.

Kecenderungan perubahan jari-jari atom unsur-unsur seperiode dan unsur-unsur segolongan semakin jelas bila diperhatikan dari grafik keperiodikan jari-jari atom. Jari-jari atom menunjukkan besarnya volum atom tersebut. Keperiodikan volum dibawah ini dapat digunakan sebagai gambaran sifat keperiodikan jari-jari atom.



Gambar 3.4 Kecenderungan perubahan jari-jari atom pada sistem periodik unsur

LATIHAN 3.3

1. Diketahui 5 buah unsur $_{16}\text{S}$, $_{17}\text{Cl}$, $_{18}\text{Ar}$, $_{19}\text{K}$, $_{20}\text{Ca}$. Susunlah kelima unsur ini menurut bertambahnya (makin besarnya jari-jari atom? Jelaskan.

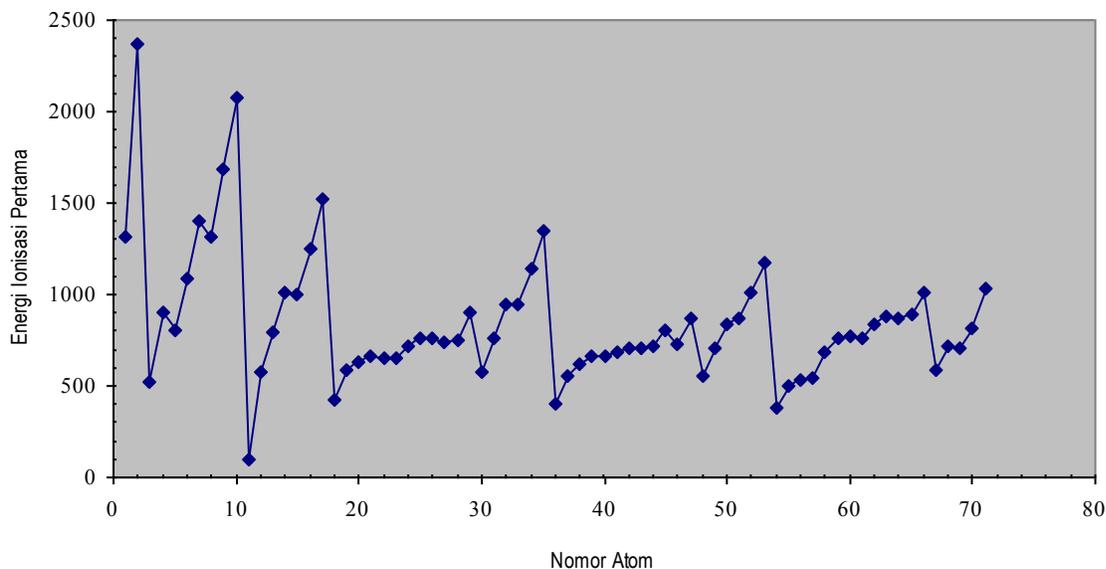
B. Energi Ionisasi

Energi ionisasi adalah energi yang diperlukan untuk melepaskan elektron yang terikat paling lemah oleh suatu atom atau ion dalam wujud gas. Energi ionisasi pertama digunakan oleh suatu atom untuk melepaskan elektron pada kulit terluar, sedangkan energi ionisasi kedua merupakan energi yang diperlukan suatu ion ($\text{ion} + 1$) untuk melepas elektronnya yang terikat paling lemah.

Energi ionisasi merupakan energi yang diperlukan untuk melawan gaya tarik inti terhadap elektron, sehingga elektron dapat terlepas dari atomnya. Jadi, jika jarak antara elektron dengan inti semakin jauh, maka energi yang diperlukan untuk melawan gaya tarik inti semakin kecil dan itu berarti energi ionisasinya kecil.

Kesimpulan yang dapat ditarik adalah *makin panjang jari-jari atom atau ion makin kecil energi ionisasinya*. Untuk lebih memudahkan dalam melihat kecenderungan perubahan ionisasi dalam sistem periodik dapat dilihat pada grafik energi ionisasi di bawah.

Grafik Kecenderungan Energi Ionisasi Unsur-unsur



Contoh:

Diketahui 6 buah unsur: ${}_{3}\text{Li}$, ${}_{4}\text{Be}$, ${}_{5}\text{B}$, ${}_{6}\text{C}$, ${}_{7}\text{N}$, ${}_{8}\text{O}$. Unsur yang mempunyai energi ionisasi terbesar adalah? Jelaskan

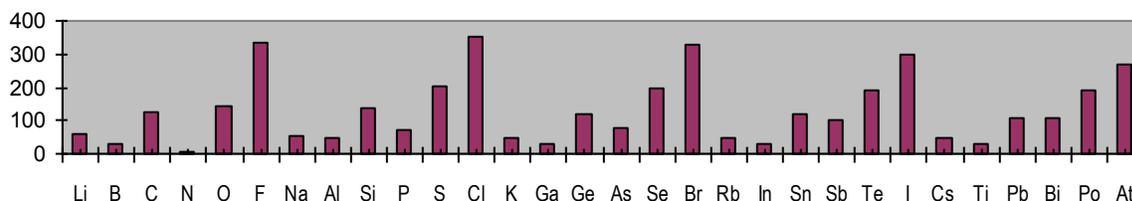
Jawab:

Unsur 8O memiliki energi ionisasi terbesar, karena unsur yang seperiode, makin ke kanan gaya tarik inti makin kuat, sehingga energi ionisasi pada umumnya makin ke kanan makin besar, dan semakin besar energi ionisasi makin sukar untuk melepaskan elektron.

C. Afinitas Elektron

Tidak semua atom mudah melepaskan elektron, tetapi ada sebagian atom-atom unsur justru cenderung lebih mudah menarik elektron. Bila energi ionisasi merupakan energi yang diperlukan untuk melepaskan elektron maka afinitas elektron adalah besarnya energi yang dihasilkan atau dilepaskan apabila suatu atom menarik sebuah elektron. Afinitas elektron dapat digunakan sebagai ukuran mudah tidaknya suatu atom menangkap elektron. Semakin besar energi yang dilepas (afinitas elektron) menunjukkan bahwa atom tersebut cenderung menarik elektron menjadi ion negatif.

Grafik kecenderungan afinitas elektron unsur-unsur



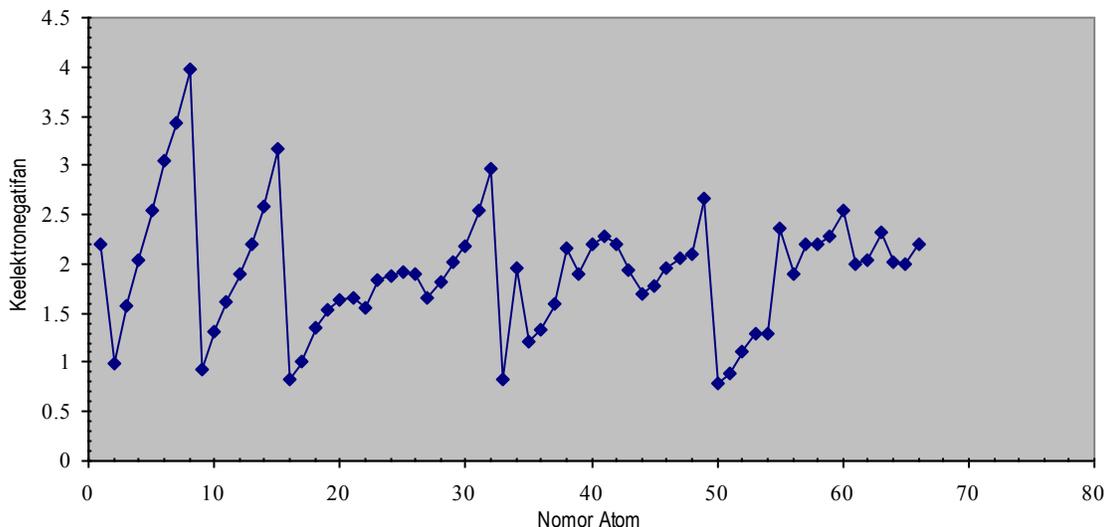
D. Keelektronegatifan

Adanya kesulitan dalam pengukuran afinitas elektron untuk semua unsur, maka para ahli kimia menciptakan besaran baru yang dapat menggantikan harga afinitas elektron, yaitu keelektromagnetikan atau elektronegativitas. **Keelektronegatifan** atau **elektronegativitas** adalah kecenderungan suatu atom dalam menarik pasangan elektron yang digunakan bersama dalam membentuk ikatan. (Mengenai pasangan elektron bersama ini akan dibahas pada bab 7).

Makin besar harga keelektronegatifan suatu atom makin mudah menarik pasangan elektron ikatan, atau gaya tarik elektron dari atom tersebut kuat. Dengan demikian, pola kecenderungannya akan sama dengan afinitas elektron. Keelektronegatifan mempunyai makna yang berlawanan dengan energi ionisasi, sebab makin mudah suatu atom melepas elektron berarti makin sukar dalam menarik elektron dan sebaliknya.

Skala keelektronegatifan tidak mempunyai satuan, sebab harga ini hanya didasarkan kepada gaya tarik atom terhadap elektron relatif terhadap gaya tarik atom lain terhadap elektron.

Grafik Kecenderungan Sifat Elektronegatifitas Unsur-unsur



E. Sifat Logam dan Non Logam

Unsur-unsur logam memperlihatkan sifat-sifat yang spesifik, yaitu mengkilat, menghantarkan panas dan listrik, dapat ditempa menjadi lempeng tipis, serta dapat direntangkan menjadi kawat atau kabel panjang. Sifat-sifat di atas tidak dimiliki oleh unsur-unsur non logam. Sifat-sifat logam ini dijelaskan dalam Al-Qur'an surat Al-Hadid :25 yang berbunyi:

"Dan kami ciptakan besi (Fe) yang padanya terdapat kekuatan (sifat) yang hebat dan berbagai manfaat bagi manusia, supaya mereka mempergunakannya dan supaya Allah mengetahui siapa saja yang menolong (agamanya) dan rasul-Nya". (QS Al-Hadid 57 : 25)



Jari-jari atom:

Jarak dari inti atom sampai kulit terluar.

Energi ionisasi:

Energi yang diperlukan untuk melepaskan elektron terluar suatu atom.

Keelektronegatifan:

Kemampuan suatu atom untuk menangkap/melepas elektron.

Afinitas elektron:

Energi yang dibebaskan oleh atom netral apabila menerima 1 elektron untuk membentuk ion negatif



Sejumlah kecil F (fluorida) dapat melindungi gigi dari serangan asam yang terdapat dalam makanan, serangan ini dapat dia atasi dengan menambahkan fluorida kedalam pasokan air. Pasta gigi modern sekarang telah ditambahkan dengan fluorida untuk dapat mengurangi kerusakan gigi yang serius, baik pada anak-anak maupun dewasa.

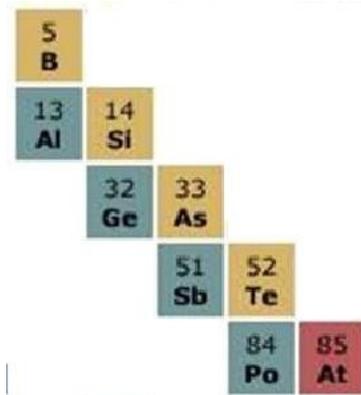


Gambar 3.5. Gigi manusia tersusun dari kalsium (Ca) dan harus dilindungi dengan menyikat gigi

Ditinjau dari konfigurasi elektron, unsur-unsur logam cenderung melepaskan elektron (memiliki energi ionisasi yang kecil). Sedangkan unsur-unsur non logam cenderung menangkap elektron (memiliki keelektronegatifan yang besar). Dengan demikian, dalam sistem periodik sifat-sifat logam makin ke bawah makin bertambah serta makin kekanan makin berkurang.

Unsur-unsur logam terletak dibagian kiri, dan unsur-unsur non logam dibagian kanan dari sistem periodik unsur. Batas logam dan non logam pada sistem periodik sering digambarkan dengan tangga diagonal bergaris tebal

Unsur-unsur di daerah perbatasan memperlihatkan sifat ganda. Berilium dan aluminium, misalnya, adalah logam-logam yang memiliki beberapa sifat bukan logam, dan disebut unsur-unsur **amfoter**. Di lain pihak, boron dan silikon merupakan unsur bukan logam yang memiliki beberapa sifat logam, dan disebut unsur-unsur **metalloid**.



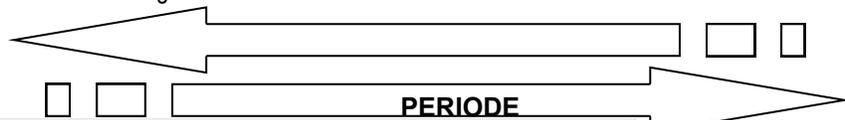
F. Titik Didih dan Titik Leleh

Bagi unsur-unsur logam segolongan, titik leleh dan titik didih makin ke bawah makin rendah. Sebaliknya, bagi unsur-unsur non logam segolongan, titik leleh dan titik didih makin ke bawah makin tinggi. Misalnya, titik leleh Kalium lebih rendah daripada titik leleh Natrium, sedangkan titik didih Klorin lebih tinggi daripada titik didih fluorin.

G. Metode Pemahaman Sifat Keperiodikan Unsur

Untuk memahami beberapa sifat-sifat keperiodikan unsur seperti: jari-jari atom, energi ionisasi, afinitas elektron, keelektronegatifan, sifat logam dan non logam, serta titik didih dan titik leleh, diperlukan suatu metode pemahaman yang sederhana dan cepat. Metode tersebut dimaksudkan untuk kemudahan para siswa menguasai perubahan sifat-sifat keperiodikan unsur. Perhatikanlah diagram penguasaan sifat-sifat keperiodikan unsur dibawah ini.

- Jari-jari Atom
- Sifat Logam



- Energi Ionisasi
- Afinitas Elektron
- Keelektronegatifan
- Sifat Non Logam



- Energi Ionisasi
- Afinitas Elektron
- Keelektronegatifan
- Sifat Non Logam

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

● Non Logam ● Logam Alkali Tanah ● Metalloid ● Seri Actinida ● Gas Mulia
● Logam Alkali ● Logam Transisi ● Halogen ● Seri Lantanida

- Jari-jari Atom
- Sifat Logam

Untuk memahami sifat keperiodikan di atas, arah Tanda Panah menunjukkan harga semakin besar untuk masing-masing sifat berikut: **Energi Ionisasi**, **Afinitas Elektron**, **Keelektronegatifan**, dan **Sifat non Logam**.

Untuk arah yang berlawanan dengan arah Tanda Panah maka sifat keperiodikan makin kecil. Seperti pada sifat periodik **Jari-jari Atom** dan **Sifat Logam**.

Hal ini tidak berlaku untuk titik didih dan titik leleh. **Titik leleh** dan **Titik didih** semakin kebawah makin rendah dalam golongan unsur **logam**, sedangkan untuk unsur-unsur **non logam** titik leleh dan titik didih makin kebawah makin tinggi.



Logam merkuri mempunyai nama kimia *hydrargirum* yang berarti perak cair. Logam merkuri dilambangkan dengan Hg, pada tabel periodik menempati urutan nomor atom 80 dan mempunyai bobot atom 200,59. Merkuri dan senyawa garamnya banyak digunakan dalam industri cat, bahan peledak, lampu, alat-alat listrik, baterai, dan termometer.

Penggunaan merkuri banyak disalahgunakan sebagai zat pemutih kulit pada kosmetik. Banyak kosmetik dijual bebas dipasaran yang mengandung merkuri dalam bentuk racikan khususnya produk-produk import yang dengan sengaja tanpa mencantumkan komposisi. Apabila kosmetika banyak mengandung Hg efek merkuri yang masuk kedalam kulit akan menimbulkan toksisitas yang sangat berbahaya pada wajah. Misalnya panas, memerah, mengelupas bahkan jika digunakan dalam waktu yang lama dapat mengakibatkan kanker kulit.



Gambar 3.4 Logam raksa berbentuk cair pada suhu kamar



- ✍ Sistem periodik unsur adalah tabel –tabel atom yang ada hubungannya dengan letak unsur pada sistem periodik.
- ✍ Pengelompokan unsur-unsur dalam tabel periodik mengalami perkembangan.
- ✍ Golongan dalam tabel periodik terdiri atas golongan utama dan golongan transisi.
- ✍ Unsur-unsur yang teletak dalam satu golongan mempunyai sifat kimia yang mirip.
- ✍ Baris-baris horizontal dalam tabel periodik disebut periode.
- ✍ Baris-baris vertikal dalam tabel periodik disebut golongan.
- ✍ Elektron valensi menunjukkan nomor golongan utama.
- ✍ Nomor periodik ditentukan oleh jumlah kulit pada konfigurasi elektron suatu unsur.
- ✍ Sifat-sifat keperiodikan dalam sistem periodik unsur adalah jari-jari atom, energi ionisasi, afinitas elektron, keelektronegatifan, sifat logam dan non logam serta titik leleh dan titik didih.



IKATAN KIMIA



“Maha suci Allah yang telah menciptakan semuanya berpasang-pasangan (ikatan) baik dari apa yang ditumbuhkan oleh bumi dan dari diri mereka maupun dari apa yang mereka belum ketahui”

QS Yassin 36:36



Gambar 4.1 Albrecht Kossel (1853-1927)

1. Kestabilan Atom

Sifat terpenting yang dimiliki oleh hampir semua jenis atom adalah kemampuan bergabung dengan atom lain untuk membentuk senyawa, dalam setiap senyawa atom-atom terjalinkan secara terpadu oleh suatu bentuk ikatan antar atom yang disebut **ikatan kimia**.

Terjadinya penggabungan atau terikatnya suatu atom seringkali ditahan oleh kekuatan gaya tarik menarik. Atom-atom yang sukar mengalami perubahan disebut sebagai **atom stabil**. Oleh karena untuk bergabung atom harus berubah dahulu, maka atom-atom yang stabil sukar bergabung dengan atom yang lain.

Atom tersusun dari inti atom yang sangat kecil dan terletak dipusat atom yang dikelilingi elektron-elektron. Jadi, pada saat atom-atom bergabung yang berubah hanyalah elektron-elektronnya.

Diantara atom-atom di alam hanya atom **gas mulia** yang stabil. Dan sebagaimana telah disebutkan diatas bahwa proses penggabungan atom-atom yang mengalami perubahan adalah elektron-elektronnya. Oleh karena pada dasarnya elektron mempunyai sifat yang sama, maka dapat disimpulkan bahwa kestabilan suatu atom dapat

ditentukan oleh konfigurasi elektron atom tersebut. Bagaimanakah konfigurasi (susunan) elektron dari atom yang stabil itu? Untuk itu perlu ditinjau susunan elektron atom-atom gas mulia yang merupakan atom-atom stabil.

Dari konfigurasi tersebut **Kossel** dan **Lewis** membuat kesimpulan bahwa konfigurasi atom-atom akan stabil bila elektron terluarnya 2 (*duplet*) dan 8 (*oktet*). Untuk mencapai keadaan stabil seperti gas mulia, maka atom-atom *membentuk konfigurasi elektron seperti gas mulia*. Konfigurasi elektron stabil dari gas mulia sebagai berikut.

TABEL 4.1. Jumlah elektron tiap kulit unsur gas mulia

Nama Unsur	Konfigurasi Elektron
Helium	2
Neon	2 8
Argon	2 8 8
Kripton	2 8 18 8
Xenon	2 8 18 18 8
Radon	2 8 18 32 18 8

Dapat disimpulkan bahwa atom akan stabil bila elektron terluar (elektron valensinya) terisi penuh. Jadi bagi semua unsur berlaku suatu ketentuan yang disebut dengan aturan **oktet**. Aturan oktet menyatakan bahwa, suatu atom cenderung mempunyai elektron valensi delapan, yaitu seperti gas mulia kecuali helium adalah dua. Unsur yang elektron valensinya tidak terisi penuh cenderung berubah untuk menyamai gas mulia yaitu dengan cara *melepas* atau *menerima elektron*.

2. Peran Elektron dalam Ikatan Kimia

Sifat kimia suatu unsur ditentukan terutama oleh konfigurasi elektron pada kulit terluarnya (elektron valensi) karena kemampuan suatu atom untuk bergabung dengan atom lain. Apabila terjadi interaksi antara dua atom maka akan terjadi perubahan susunan elektron pada ke dua atom tersebut. Perubahan ini dapat mengakibatkan terjadinya tarikan antara kedua atom sehingga dapat bergabung. Tetapi ada kemungkinan lain, yaitu bahwa tidak terjadi tarikan antara kedua atom, dan keduanya tidak dapat bergabung. Ini artinya bahwa apabila terbentuk suatu molekul dari dua atau beberapa atom, susunan elektron dalam atom yang membentuk molekul itu telah berbeda dengan susunan elektron dalam atom bebas. Ada dua teori yang dapat digunakan untuk menerangkan hal ini.

Pertama teori ikatan valensi menganggap bahwa hanya elektro-elektron terluar saja yang terlibat dalam pembentukan molekul. Dengan demikian perubahan konfigurasi elektron juga hanya terjadi pada kulit-kulit terluar saja, sedang kulit-kulit elektron yang lebih dalam tidak mengalami perubahan susunan electron.

Kedua teori orbital molekul apabila dua atom bergabung, semua elektron dari kedua atom akan mengalami perubahan susunan dalam suatu molekul electron-electron tidak lagi bergerak dalam orbital atom, melainkan bergerak dalam orbital molekul mengelilingi kedua inti.

Pada umumnya atom tidak berada dalam keadaan bebas tetapi menyatu dengan atom lain membentuk senyawa, hal ini merupakan suatu fakta bahwa atom yang bergabung lebih stabil daripada atom yang menyendiri.

Kecenderungan suatu atom untuk menerima elektron atau melepaskan elektron valensinya bergantung pada besarnya energi yang dilepaskan. Unsur yang energi ionisasinya kecil akan melepaskan elektron dengan sangat mudah dan unsur yang mempunyai energi ionisasi besar akan menerima elektron dan sangat sukar untuk melepaskan elektron. Jumlah electron yang dilepaskan atau yang diterima bergantung pada jumlah elektron valensi unsur yang bersangkutan.



b a s ,

Atom melepas elektron:

Jika atom memiliki elektron terluar 1, 2, atau 3 maka atom cenderung melepaskan elektron

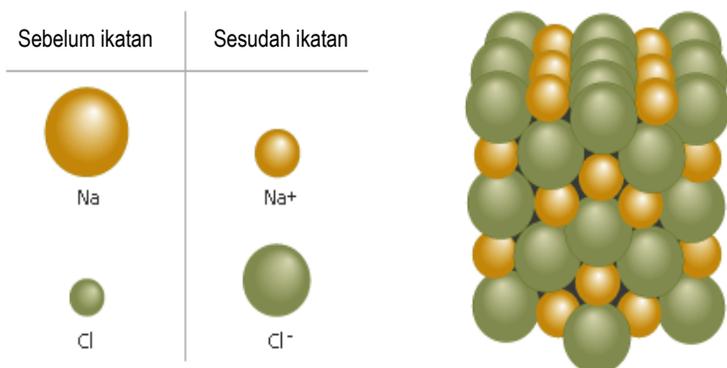
Atom menangkap elektron:

Jika atom memiliki elektron terluar 4, 5, 6, atau 7 maka atom cenderung menangkap elektron

Atom stabil:

Jika atom memiliki elektron terluar 8 maka susunan atom dikatakan stabil

3. Ikatan Ion (Ikatan Elektrovalen)



Gambar 4.2 Struktur kristal NaCl berbentuk kubus

Ikatan ion pada umumnya terjadi antara atom-atom yang mempunyai energi ionisasi rendah dengan atom-atom yang mempunyai afinitas elektron yang besar. Unsur-unsur logam umumnya mempunyai energi ionisasi yang rendah, sedangkan unsur-unsur nonlogam mempunyai afinitas elektron yang tinggi. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa antara unsur-unsur logam dengan unsur-unsur nonlogam umumnya akan membentuk ikatan ion.

Setelah atom logam (golongan Alkali dan alkali Tanah) melepaskan elektron valensinya untuk memperoleh struktur atom gas mulia atau struktur stabil, maka atom ini akan berubah menjadi ion positif. Sebaliknya setelah atom non logam (golongan VI A dan golongan halogen) menerima elektron untuk mencapai struktur gas mulia atau oktet, maka atom ini akan berubah menjadi

ion negatif.

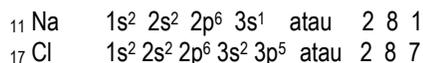
Selanjutnya antara ion positif dengan ion negatif terjadi gaya elektrostatik dan terbentuklah ikatan ion. Umumnya ikatan ion merupakan ikatan yang kuat, senyawanya merupakan kristal yang besar dari beberapa ion positif dengan beberapa ion negatif.

Misalnya, senyawa NaCl membentuk kristal dengan titik didih dan titik lebur yang tinggi dengan struktur kristal kubus, dengan tiap-tiap ion Na⁺ dikelilingi oleh enam ion Cl⁻ dan sebaliknya tiap-tiap ion Cl⁻ akan dikelilingi oleh enam ion Na⁺. Umumnya senyawa ini mempunyai sifat mudah larut dalam air, larutannya dapat menghantar arus listrik, tetapi dalam wujud padat tidak menghantar listrik.

Contoh:

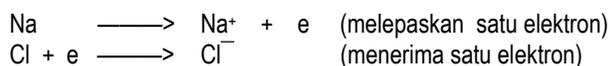
Proses Pembentukan Ikatan Ion Pada NaCl (Natrium Klorida)

Perhatikan konfigurasi elektron atom natrium dan atom klor dibawah ini :



Atom natrium cenderung melepaskan satu elektron, agar kulit terluarnya mengandung delapan elektron. Dan atom klor cenderung menangkap satu elektron agar memiliki delapan elektron dikulit terluar. Jika atom Na bertemu dengan atom Cl, maka atom Na memberikan elektron kepada atom Cl.

Akibatnya terbentuklah ikatan ion Na⁺ dan Ion Cl⁻ :



Ikatan ion:

Ikatan yang terjadi antara ion positif dan ion negatif

Ion positif:

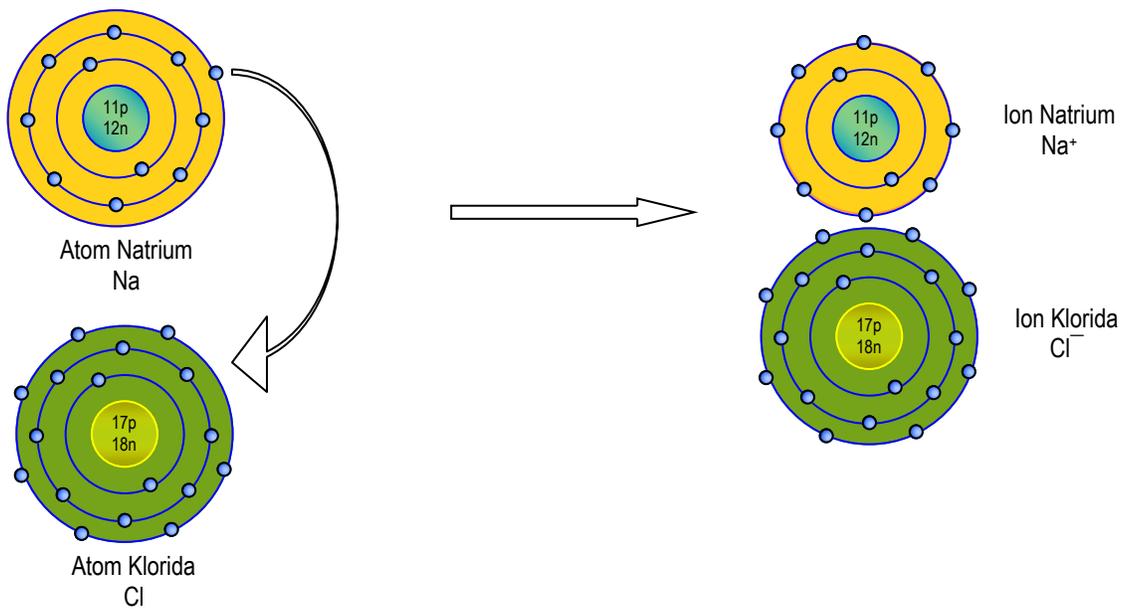
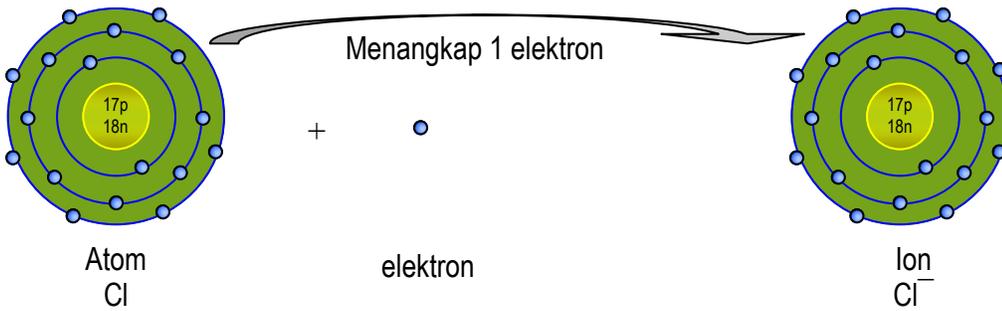
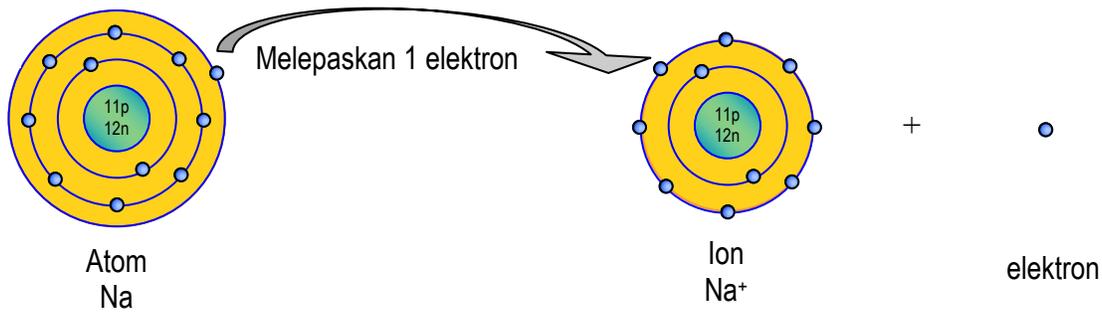
Atom yang melepaskan elektron.

Ion negatif:

Atom yang menerima elektron

LATIHAN 4.1

- Tuliskan ikatan yang terbentuk antara:
 - ${}_{12}\text{Mg}$ dan ${}_{35}\text{Br}$
 - ${}_{19}\text{K}$ dan ${}_{17}\text{Cl}$
- Gambarkan rumus elektron berikut ini:
 - Br₂
 - NH₃
 - SO₂
- Tuliskan ion yang terbentuk jika unsur dibawah ini melepaskan 1 elektronnya.
 - Kalium
 - Litium
 - Natrium



Antara ion Na⁺ dan ion Cl⁻ terjadi tarik menarik karena muatan mereka berlawanan. Akibatnya terbentuklah senyawa NaCl. Terbentuknya ikatan ion Na⁺ dan Cl⁻ membentuk senyawa NaCl (garam). Penggambaran ikatan ion natrium dan klorida membentuk senyawa natrium klorida (NaCl) dapat dianalogikan sebagai gambar perempuan dan laki-laki sebagai berikut.



4. Ikatan Kovalen

A. Menggambarkan Rumus Titik Elektron (Lewis)

Bergabunnya atom dengan atom lain tidak selalu melalui terbentuknya ikatan ion, tetapi dapat pula bergabung melalui kerjasama (kooperatif) atau *pemakaian electron valensi bersama* dalam upaya membentuk konfigurasi gas mulia (menurut kaidah *duplet* dan *oktet*). **Ikatan kovalen** merupakan ikatan yang terjadi karena *pemakaian pasangan elektron* secara bersama. Pasangan elektron ini dapat berasal dari masing-masing atom yang saling berikatan.

Untuk menggambarkan bagaimana ikatan kovalen terjadi, digunakan rumus titik elektron (struktur Lewis). Rumus ini dapat menggambarkan peranan elektron valensi dalam mengadakan ikatan. Rumus Lewis merupakan tanda atom yang di sekelilingnya terdapat titik, silang atau bulatan kecil yang menggambarkan elektron valensi atom yang bersangkutan.

Contoh:



(elektron Valensi 1) (elektron valensi 4) (elektron valensi 5) (elektron valensi 6) (elektron valensi 7)

Bila dua atom hidrogen membentuk ikatan, maka masing-masing atom akan menyumbangkan sebuah elektron dan membentuk sepasang elektron yang digunakan bersama. Dengan membentuk pasangan elektron maka masing-masing atom akan mempunyai konfigurasi yang sama dengan atom helium dengan dua elektron pada kulit terluarnya. Sepasang elektron dapat digantikan dengan sebuah garis yang disebut **tangan ikatan**, sehingga pada molekul H_2 dapat digambarkan sebagai berikut.



Jumlah tangan ikatan dapat menggambarkan jumlah ikatan dalam suatu senyawa kovalen, dalam molekul H_2 di atas ikatannya disebut **ikatan kovalen tunggal**.

Molekul O_2 terjadi dari dua atom oksigen dengan **ikatan kovalen rangkap**, sedangkan ikatan pada molekul N_2 terjadi tiga ikatan kovalen yang disebut dengan **ikatan rangkap tiga**.



Dalam pembentukan ikatan kovalen belum tentu semua elektron valensi digunakan untuk membentuk pasangan elektron bersama. Pasangan elektron yang digunakan bersama oleh dua atom yang berkaitan disebut **pasangan elektron ikatan (PEI)**, sedangkan pasangan elektron yang tidak digunakan bersama oleh kedua atom **pasangan elektron bebas (PEB)**.

Penggambaran rumus titik elektron (struktur Lewis) dari molekul beratom banyak (poliatom) kadang-kadang menimbulkan kesulitan. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dibuat beberapa kemungkinan. Beberapa catatan berikut dapat berguna dalam meramalkan struktur Lewis dari molekul yang beratom banyak.

Semua elektron terluar (elektron valensi) dari masing-masing atom yang berikatan harus dihitung.

Umumnya atom-atom dalam struktur Lewis akan mempunyai delapan valensi, *kecuali* atom hidrogen yang hanya akan mempunyai 2 elektron (*duplet*).

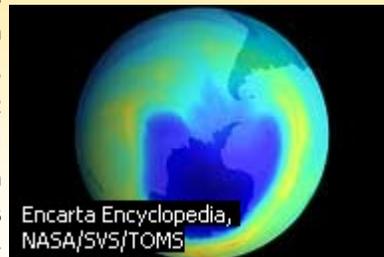
Jumlah elektron yang diterima oleh suatu atom akan sama dengan yang diberikan, *kecuali terjadi ikatan koordinasi, yaitu suatu atom hanya memberi atau menerima saja pasangan elektron*.

Umumnya dalam struktur Lewis semua elektron berpasangan, *termasuk pasangan elektron bebas (tidak untuk berikatan)*.



Freon adalah nama suatu senyawa kimia yang diciptakan untuk digunakan sebagai fluida kerja dalam lemari es, AC dan lain-lain. Tiap senyawa Freon didesain memiliki Titik Didih tertentu dan sangat stabil sehingga tidak akan bereaksi dengan bahan-bahan yang digunakan dalam lemari es. Ketika gas Freon (CFC)

lepas ke atmosfer tidak dapat diuraikan pada ketinggian rendah dari permukaan bumi. Dan mencapai lapisan ozon yaitu suatu lapisan yang terdapat di stratosfer sejauh 12—50 Km dari permukaan bumi, maka gas Freon ini menjadi penyebab menipisnya lapisan ozon. Ozon adalah suatu jenis oksigen yang terdiri dari tiga atom (O_3), berikatan kovalen. Oksigen biasa hanya mengandung atom O sebanyak 2 buah. Molekul ozon berfungsi menyerap ultraviolet sehingga melindungi manusia, hewan dan tumbuh-tumbuhan dari sinar matahari. Klor dari Freon akan merampas dengan paksa 1 atom O dari ozon yang semula beratom 3 berubah menjadi molekul biasa yang beratom 2, sehingga molekul ini tidak mampu menahan sinar UV, dan meningkatnya sinar UV menyebabkan kanker kulit, katarak mata dan mengurangi sistem kekebalan tubuh.



Encarta Encyclopedia,
NASA/SVS/TOMS

Gambar 3.4 Lapisan lubang ozon pada atmosfer bumi

www.Microsoft Encarta 2004

Kimia Ku tau?

B. Ikatan Kovalen Koordinasi

Di awal subbab telah dikemukakan bahwa ikatan kovalen koordinasi terjadi bila pada pembentukan ikatan terdapat pasangan elektron yang hanya berasal dari salah satu atom yang berikatan. Ikatan kovalen koordinasi umumnya terjadi pada molekul yang juga mempunyai ikatan kovalen.

Contoh:



Penyimpangan Kaidah Oktet

Beberapa molekul kovalen mempunyai struktur Lewis yang tidak oktet atau duplet. Struktur demikian dapat dibenarkan karena fakta menunjukkan adanya senyawa tersebut, misalnya CO dan BF_3 . Ditemukan beberapa senyawa kovalen yang tidak sesuai dengan aturan oktet, tetapi dapat terbentuk dan cukup stabil. Hal ini disebut, pengecualian aturan oktet yaitu sebagai berikut.

1. Oktet yang tidak sempurna, yaitu senyawa yang mempunyai atom dengan elektron valensi kurang dari delapan Contohnya: Be dalam BeCl_2 .
2. Oktet yang diperluas, yaitu senyawa yang mempunyai atom dengan elektron valensi lebih dari delapan. Contohnya: P dalam PCl_5 .
3. Elektron tidak berpasangan (spesi ganjil) yaitu senyawa yang mempunyai atom dengan elektron valensi tidak berpasangan. Contohnya: N dalam NO_2 .

C. Ikatan Kovalen Polar dan Nonpolar

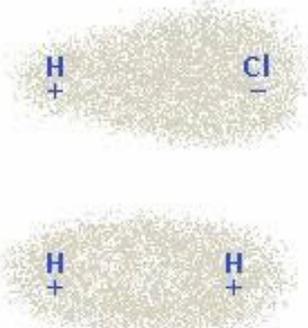
Pada pembentukan ikatan kovalen tidak terjadi adanya kutub listrik positif dan negatif seperti pada ikatan ion, sebab terjadinya ikatan karena pemakaian pasangan elektron bersama. Meskipun demikian, dalam kenyataannya ada senyawa yang berikatan kovalen, tetapi dapat tertarik oleh medan listrik. Hal ini menunjukkan bahwa ikatan kovalen ada yang menimbulkan kutub-kutub muatan listrik.

Terjadinya kutub listrik dalam ikatan kovalen disebut dengan peristiwa **polarisasi ikatan** (Inggris, *polar* = kutub). Peristiwa terjadinya polarisasi ikatan ini disebabkan adanya perbedaan kekuatan gaya tarik terhadap pasangan elektron yang digunakan bersama. Besarnya kekuatan gaya tarik elektron dari suatu atom dinyatakan sebagai harga keelektronegatifan.

Atom yang mempunyai harga keelektronegatifan lebih besar akan menarik pasangan elektron lebih dekat padanya, sehingga atom tersebut menjadi lebih negatif daripada atom yang kurang kuat gaya tariknya.

Makin besar perbedaan harga keelektronegatifan antara kedua atom yang berikatan, makin polar ikatannya. Atom-atom yang tidak mempunyai perbedaan keelektronegatifan, ikatannya merupakan ikatan nonpolar. Misalnya molekul O_2 , N_2 , H_2 , dan Cl_2 .

Senyawa kovalen non polar memiliki sifat yang bertolak belakang dengan senyawa ion, yaitu senyawa kovalen non polar umumnya bersifat cair, larut dalam pelarut non polar, bentuk padatan dan cairan larutannya tidak menghantarkan listrik. Umumnya terdiri dari senyawa-senyawa non logam. Sedangkan sifat senyawa kovalen polar tergantung dari kepolarannya, semakin kuat atau semakin besar beda keelektronegatifannya sifatnya makin mendekati senyawa ion. Misalnya senyawa HCl, HBr, HF dan HI



Gambar 4.3 Ikatan kovalen polar dan non polar pada HCl dan H_2

D. Ikatan Logam

Logam mempunyai beberapa sifat yang unik, antara lain mengkilat, dapat menghantarkan arus listrik dan kalor dengan baik, mudah ditempa, ulet, dan dapat di ulur menjadi kawat. Sifat-sifat logam tersebut tidak dapat dijelaskan dengan menggunakan teori ikatan kovalen maupun ikatan ion.

Logam tersusun secara teratur dalam suatu kisi kristal yang terdiri dari ion-ion positif logam di dalam lautan elektron (Gambar 4.10.a). Lautan elektron tersebut merupakan elektron-elektron valensi dari masing-masing atom yang saling tumpang tindih. Masing-masing elektron valensi tersebut dapat bergerak bebas mengelilingi inti atom yang ada di dalam kristal tersebut dan tidak hanya terpaku pada salah satu inti atom. Jumlah elektron yang membentuk lautan elektron berasal dari masing-masing atom logam. Gaya tarikan inti atom-atom logam dengan lautan elektron mengakibatkan terjadinya **ikatan logam**. Adanya elektron yang dapat bergerak bebas dari satu atom ke atom yang lain menjadikan logam sebagai penghantar listrik dan kalor yang baik. Lautan elektron pada kristal logam memegang erat ion-ion positif pada logam, sehingga



Gambar 4.4 Ion positif tersebar dalam lautan elektron pada logam

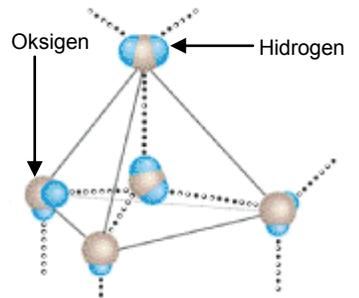
bila dipukul atau ditempa logam tidak akan pecah tercerai berai, tetapi akan menggeser. Hal itulah yang menyebabkan sifat logam yang ulet, dapat ditempa maupun diulur menjadi kawat.

Salah satu model untuk dapat menggambarkan ikatan logam adalah model lautan elektron. Model ini berdasarkan adanya kenyataan, bahwa logam mudah mengantarkan arus listrik yang berarti logam mudah menerima maupun melepas elektron. Model lain adalah berdasarkan asumsi bahwa, logam-logam ini mempunyai elektron yang bebas berhamburan yang mempunyai ikatan kerjasama antara atom pada lapisan kulit yang lebih dalam. Ikatan semacam ini terbentuk pada saat logam ditempa dalam keadaan panas. Sehingga logam tempaan akan jauh lebih kokoh.

E. Ikatan Hidrogen

Ikatan hidrogen adalah ikatan yang terbentuk atas dasar tarik menarik antar molekul melalui jembatan hidrogen. Ikatan hidrogen tidak hanya terjadi pada molekul sejenis, tetapi dapat pula terjadi pada berbagai jenis molekul. Contohnya: ikatan antara air dan alkohol, ikatan antara asam-asam organik.

Adanya ikatan hidrogen inilah yang menyebabkan titik didih air lebih tinggi dibandingkan dengan senyawa lain yang tidak mengalami polarisasi. Sehingga tidak membentuk ikatan hidrogen.



Gambar 4.5 Ikatan hydrogen pada molekul air



Ikatan kovalen:

Ikatan yang terjadi karena pemakaian pasangan elektron secara bersama.

Ikatan logam:

Ikatan yang terbentuk karena gaya tarikan inti atom-atom logam dengan lautan elektron.

Ikatan hidrogen:

Ikatan yang terbentuk atas dasar tarik menarik antar molekul melalui jembatan hidrogen

LATIHAN 4.2

- Buatlah struktur Lewis untuk molekul-molekul berikut:

A. Cl_2	D. HNO_3
B. CO_2	E. H_2S
C. H_2SO_4	F. N_2H_4
- Diketahui 3 buah senyawa PCl_3 , H_2S , HCl (Nomor Atom P = 15; S = 16; Cl = 17; H = 1). Hitunglah pasangan elektron ikatan (PEI) dan pasangan elektron bebas (PEB) dalam atom pusat masing-masing senyawa?
- Tuliskan rumus senyawa serta jenis ikatan yang terbentuk dari:
 - Atom Fosfor (Z = 15) dengan atom Klorin (Z = 17)
 - Atom Karbon (Z = 6) dengan atom Belerang (Z = 16)
- Diketahui 5 senyawa memiliki rumus kimia sebagai berikut:

H_2O	CH_4	CO_2	CCl_4	NH_3
----------------------	---------------	---------------	----------------	---------------

 Tentukan senyawa yang polar dan senyawa yang non polar
- Mengapa logam dapat menghantarkan arus listrik? Jelaskan.
- Jelaskan pengertian ikatan hidrogen dan apakah dalam senyawa CH_4 terdapat ikatan hidrogen? Jelaskan.

KIMIA-INTISARI

- ✍ Ikatan kovalen terjadi antara unsur-unsur non logam dengan non logam atau terjadi akibat pemakaian elektron secara bersama-sama.
- ✍ Ikatan ionik merupakan ikatan yang terjadi antara ion positif (kation) dan ion negatif (anion) atau diakibatkan terjadinya serah terima elektron.
- ✍ Ikatan kovalen koordinat adalah ikatan yang terbentuk akibat pemakaian elektron secara bersama, tetapi elektron yang digunakan berasal dari salah satu atom.
- ✍ Ikatan kovalen polar dan non polar terjadi akibat perbedaan harga keelektronegatifan dari dua atom yang berikatan.
- ✍ Ikatan logam adalah ikatan antar atom dalam unsur logam dengan mengembangkan konsep lautan elektron.
- ✍ Ikatan antara unsur hidrogen dengan atom yang mempunyai keelektronegatifan tinggi (F, O, N) disebut ikatan hidrogen.

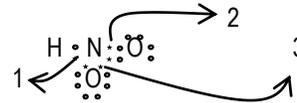
KIMIA-EVALUASI

I. Pilihan Ganda

- A. Berilah tanda silang (x) huruf a, b, c, d atau e pada jawaban yang benar
1. Ikatan ion (elektrovalen) akan mudah terjadi antara ...
 - a. Unsur alkali dengan alkali tanah
 - b. Unsur alkali dengan halogen
 - c. Unsur halogen dengan gas mulia
 - d. Unsur halogen dengan halogen
 - e. Unsur hidrogen dengan halogen
 2. Jumlah pasangan elektron yang dipergunakan bersama dalam molekul O₂ (nomor atom O = 8) adalah ...
 - a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. 4
 - e. 5
 3. Ikatan kovalen terjadi akibat ...
 - a. Perpindahan elektron dari satu atom ke atom yang lain
 - b. Pemakaian bersama pasangan elektron yang berasal dari salah satu atom
 - c. Pemakaian bersama pasangan elektron yang berasal dari kedua belah pihak
 - d. Gaya tarik antara elektron dan ion positif logam
 - e. Muatan yang berlawanan dari dua atom
 4. Ikatan kimia yang terdapat dalam ion H₃O⁺ (nomor atom H = 1, O = 8) merupakan ikatan ...
 - a. Ionik
 - b. Kovalen polar
 - c. Kovalen koordinat
 - d. Elektrovalen
 - e. Kovalen non polar

5. Pasangan senyawa berikut yang keduanya berikatan kovalen polar adalah ...
 - a. NaCl dan H₂O
 - b. CH₄ dan K₂O
 - c. HCl dan H₂O
 - d. HBr dan NaCl
 - e. KNO₃ dan NH₃
6. Senyawa AB terbentuk akibat pelepasan dan pengikatan elektron. Ikatan yang terdapat dalam senyawa AB adalah ...
 - a. Ikatan ion
 - b. Ikatan kovalen
 - c. Ikatan kovalen koordinat
 - d. Ikatan kovalen rangkap
 - e. Ikatan kovalen non polar
7. Dari zat-zat berikut yang memiliki ikatan rangkap tiga adalah ...
 - a. HCl
 - b. NH₃
 - c. Cl₂
 - d. N₂
 - e. O₂
8. Unsur X dengan No. Atom 12 berikatan dengan unsur Y dengan No. Atom 17, dapat membentuk senyawa dengan rumus molekul ...
 - a. XY
 - b. X₂Y
 - c. XY₂
 - d. X₂Y₂
 - e. XY₃

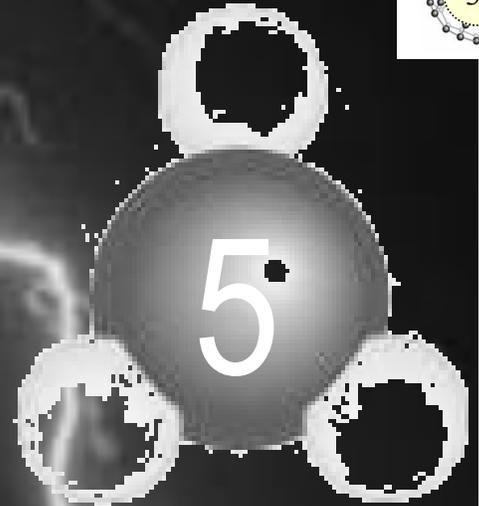
9. Perhatikanlah rumus elektron Lewis dari asam nitrat (HNO₃) berikut.



- Pasangan elektron yang membentuk ikatan kovalen koordinasi adalah ...
- a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. 1 dan 3
 - e. 2 dan 3
10. Diantara senyawa-senyawa berikut yang mempunyai ikatan ion adalah ...
 - a. HBr
 - b. NaF
 - c. I₂
 - d. C₆H₁₂O₆
 - e. NH₃

II. Esai

- B. Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar.
1. Tuliskan perbedaan terbentuknya ikatan kovalen dengan ikatan ion? Jelaskan dan berikan contohnya.
 2. Gambarkan struktur Lewis dari H₂SO₄ dan tunjukkan ikatan kovalen koordinatnya? (nomor atom H=1 S=16 O=8)
 3. Diketahui lima senyawa memiliki rumus kimia sebagai berikut.
H₂O CCl₄ NH₃ SO₂ HCl
Tentukan senyawa polar dan non polar dari senyawa-senyawa diatas? Jelaskan.
 4. Jelaskan pengertian ikatan logam dan ikatan hydrogen?
 5. Apakah persamaan dan perbedaan antara ikatan kovalen tunggal, rangkap dua dan rangkap tiga? Jelaskan.



RUMUS KIMIA, TATA NAMA DAN PERSAMAAN REAKSI

“ Dialah Tuhan yang memperlihatkan kilat (reaksi kimia) kepada mu untuk menimbulkan ketakutan dan harapan, dan Dia mengadakan awan mendung, dan guruh itu bertasbih dengan memuji Allah demikian pula para malaikat karena takut kepada-Nya dan Allah melepaskan halilintar, lalu menimpakannya kepada siapa yang dia kehendaki dan mereka berbantah-bantahan tentang Allah dan Dialah Tuhan yang maha keras siksa-Nya”

(QS Ar-Rad 13 : 12-13)



RUMUS KIMIA, TATA NAMA DAN PERSAMAAN REAKSI

TABEL 5.1 Nama dan Lambang beberapa unsur

Nama	Lambang	Nama	Lambang
Belerang	S	Oksigen	O
Boron	B	Magnesium	Mg
Fospor	P	Natrium	Na
Fluorida	F	Perak	Ag
Hidrogen	H	Tembaga	Cu
Kalium	K	Timbal	Pb
Karbon	C	Raksa	Hg
Nitrogen	N	Krom	Cr
Aluminium	Al	Helium	He
Argon	Ar	Mangan	Mn
Barium	Ba	Klorida	Cl
Besi	Fe	Seng	Zn
Emas	Au	Bromida	Br

1. Rumus Kimia

A. Lambang Unsur

Dalam ilmu kimia banyak dijumpai lambang-lambang yang bertujuan menyederhanakan suatu konsep. Dengan menggunakan lambang dan simbol tersebut akan memudahkan dalam membangun dan menghubungkan antara satu konsep dengan konsep yang lain.

Penggunaan lambang dan simbol dalam ilmu kimia diatur oleh suatu badan internasional yang disebut IUPAC (*International Union Pure and Applied Chemistry*), dengan demikian penggunaan lambang menjadi seragam di seluruh dunia.

Berkaitan dengan hal tersebut, dalam bab ini akan dibahas pemberian **lambang** atau **simbol** bagi suatu zat/unsur yang menunjukkan komposisi zat tersebut, disebut dengan **rumus kimia**, serta cara memberikan lambang bagi suatu perubahan kimia (reaksi kimia), disebut dengan **persamaan reaksi**.

Rumus kimia suatu zat menyatakan komposisi dari partikel penyusunan zat tersebut, yang dinyatakan dengan lambang unsur penyusun serta perbandingan jumlah atom-atom unsur penyusun zat tersebut.

Rumus kimia bagi zat yang partikel penyusunannya merupakan atom-atom unsur dinyatakan oleh lambang unsur tersebut. Misalnya, rumus kimia logam besi adalah Fe, logam natrium Na, helium He, dan seterusnya.

Rumus kimia bagi zat yang partikel penyusunannya merupakan molekul disebut **rumus molekul**, sedangkan rumus kimia bagi zat yang partikel penyusunannya merupakan ion-ion atau gabungan ion disebut sebagai **rumus empiris**.

B. Rumus Empiris

Rumus empiris menyatakan jenis dan jumlah perbandingan yang paling tinggi sederhana dari partikel penyusun suatu zat, dan dinyatakan dengan lambang unsur-unsurnya.

Rumus empiris digunakan untuk zat yang penyusunannya ion-ion atau gabungan ion yang strukturnya tidak pasti. Misalnya, garam dapur tersusun dari ion-ion natrium yang bermuatan positif dan ion-ion klorida yang bermuatan negatif. Setiap satu ion natrium dikelilingi 6 ion klorida dan sebaliknya setiap ion klorida dikelilingi 6 ion natrium. Jadi, dalam bentuk kristal, garam dapur dapat terdiri 6 ion Na^+ dan 6 ion Cl^- atau kelipatannya, dengan demikian garam dapur dapat mempunyai rumus kimia Na_6Cl_6 , $\text{Na}_{12}\text{Cl}_{12}$, $\text{Na}_{24}\text{Cl}_{24}$, dan seterusnya. Oleh karena itu, rumus empirisnya dinyatakan sebagai **NaCl**.

Rumus empiris suatu zat dapat identik dengan rumus molekulnya. Misalnya H_2O , CCl_4 , HCl , dan lain-lain.

Rumus molekul dapat merupakan penggandaan dari rumus empirisnya misalnya rumus empiris glukosa adalah CH_2O dan rumus molekul glukosa adalah $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ atau $(\text{CH}_2\text{O})_6$.

Suatu zat dapat memiliki rumus empiris, tetapi tidak mempunyai rumus molekul, misalnya NaCl , MgCl_2 , K_2SO_4 , dan lain-lain. Dalam menentukan rumus empiris suatu senyawa, mula-mula menghitung gram atau prosentase dari masing-masing unsur penyusun senyawa. Kemudian angka-angka tersebut dibagi dengan berat atom (Ar) masing-masing, sehingga diperoleh perbandingan mol terkecil dari unsur-unsur penyusun senyawa.



Rumus Empiris:

Menyatakan perbandingan terkecil dari atom-atom unsur yang menyusun suatu senyawa.

Rumus Molekul:

Menyatakan jumlah dari atom-atom unsur yang menyusun satu molekul senyawa

Contoh:

Sebanyak 40 gram suatu oksida besi ternyata mengandung 28 gram besi (Ar Fe = 56, O = 16). Tentukan rumus empiris oksida besi tersebut?

Jawab:

Fe = 28 gram

O = 40 - 28 = 12 gram

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan mol Fe : mol O} &= \frac{28}{56} : \frac{12}{16} \\ &= 0,50 : 0,75 \\ &= 2 : 3 \end{aligned}$$

Jadi rumus empiris oksida besi adalah Fe₂O₃

C. Rumus Molekul

Rumus molekul menyatakan jenis dan jumlah yang sesungguhnya atom-atom yang menyusun suatu molekul, dan dinyatakan dengan lambang unsur-unsurnya. Rumus molekul dan rumus empiris suatu senyawa adakalanya sama, walaupun kebanyakan tidak sama. Rumus molekul merupakan kelipatan dari rumus empiris. Jika suatu senyawa mempunyai rumus empiris CH₂O maka rumus molekulnya mungkin C₂H₄O₂ atau C₆H₁₂O₆. Untuk menentukan rumus molekul suatu senyawa terlebih dahulu harus diketahui rumus empiris suatu senyawa dan bobot molekul (Mr) suatu senyawa.

Contoh:

Suatu senyawa organik mempunyai massa molekul relatif 90 tersusun dari 40% unsur Karbon, 6,6% Hidrogen dan sisanya unsur oksigen (Ar C=12, Ar H=1, dan Ar O=16). Tentukan rumus empiris dan rumus molekul senyawa organik tersebut?

Jawab:

Diketahui Unsur C = 40%

Unsur H = 6,6%

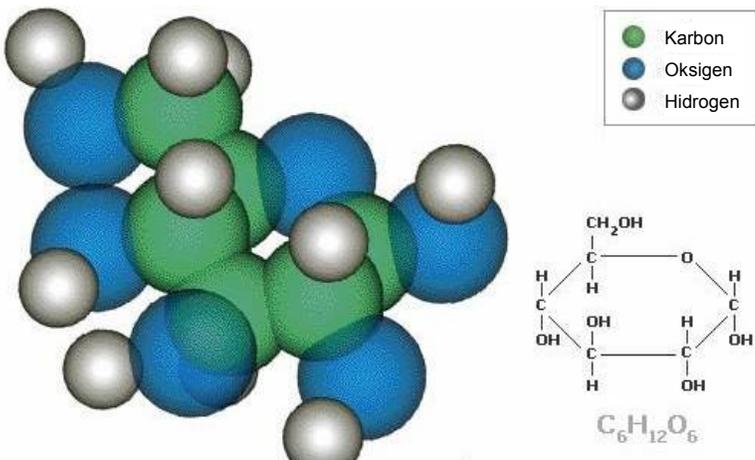
Unsur O = 53,4%

$$\begin{aligned} \text{Mol C : Mol H : Mol O} &= \frac{40}{12} : \frac{6,6}{1} : \frac{53,4}{16} \\ &= 3,3 : 6,6 : 3,3 \\ &= 1 : 2 : 1 \end{aligned}$$

Jadi rumus empirisnya adalah CH₂O.
(penentuan rumus molekul)

$$\begin{aligned} (\text{CH}_2\text{O})_n &= \text{Mr} \\ (\text{Ar C} + 2 \cdot \text{Ar H} + \text{Ar O})_n &= 90 \\ (12 + 2 \cdot 1 + 16)_n &= 90 \\ (30)_n &= 90 \\ n &= 3 \end{aligned}$$

Jadi rumus molekulnya adalah C₃H₆O₃



Gambar 5.1 Struktur molekul glukosa dengan rumus molekul C₆H₁₂O₆



Ledakan bom atom

merupakan bencana besar bagi daerah sekitarnya, meratakan struktur bumi dengan gelombang guncangan yang sangat hebat dan membebaskan panas yang berlebihan. Peledakan bom atom merupakan reaksi fisi yang tidak terkendali. Peledakan bom atom pertamakali terjadi pada perang dunia ke 2. Pada perang Dunia ke dua Hiroshima dan Nagasaki di bom atom oleh Amerika.



Gambar 3.4 Ledakan Bom Atom kekuatannya dapat 10 kali lipat dari Bom TNT

LATIHAN 5.1

1. Tentukan rumus empiris dari senyawa yang tersusun 31,25 % kalsium, 18,75 % karbon dan sisanya oksigen (Ar Ca = 40, C = 12, O = 16)?
2. Sebanyak 11 gram suatu senyawa organik dibakar sempurna menghasilkan 44 gram CO₂ dan 9 gram H₂O (Ar C = 12, O = 16, H = 1). Jika bobot molekul senyawa sama dengan 88. Tuliskan rumus molekulnya?

2. Tata Nama Senyawa

Komisi tata nama *International Union and Pure Applied Chemistry (IUPAC)*, telah menyusun peraturan tata nama senyawa-senyawa kimia, agar nama-nama senyawa mempunyai keseragaman diseluruh penjuru dunia.

Aturan tata nama untuk senyawa-senyawa yang mengandung dua jenis atom (senyawa biner) adalah sebagai berikut.

1. Semua nama senyawa biner harus memakai akhiran **-ida**
2. Jika senyawa biner tersusun dari unsur logam dan bukan logam maka akhiran **-ida** diterapkan pada unsur bukan logam.

Contoh:

Beberapa nama senyawa-senyawa yang mengandung dua jenis atom (senyawa biner).

NaCl : natrium **klorida** (garam dapur)

CaCl₂ : kalsium **klorida**

MgO : magnesium **oksida**

CO₂ : karbon **dioksida**

NaBr : natrium **bromida**

BaS : barium **sulfida**

3. Jika Suatu logam mempunyai lebih dari satu macam valensi maka terdapat dua cara penamaan

- a. Valensi logam ditandai dengan angka romawi dibelakang nama logam tersebut

Contoh:

Fe₂O₃ : besi (III) oksida

CuS : tembaga (II) sulfida

- b. Logam yang mempunyai valensi rendah memakai nama latin yang berakhiran -o dan logam dengan valensi tinggi memakai nama latin yang berakhiran -i.

Contoh:

Cu₂S : kupro sulfida

CuS : kupri sulfida

4. Jika senyawa biner tersusun dari unsur-unsur bukan logam, maka ada dua cara penamaan.

- a. Memakai valensi dengan angka romawi.

Contoh:

N₂O : nitrogen (I) oksida

NO : nitrogen (II) oksida

N₂O₃ : nitrogen (III) oksida

NO₂ : nitrogen (IV) oksida

- b. Jumlah masing-masing atom dalam senyawa ditandai dengan awalan bahasa Yunani.

1 = *mono*,

2 = *di*,

3 = *tri*,

4 = *tetra*,

5 = *penta*,

6 = *heksa*,

7 = *hepta*,

8 = *okta*, 9 = *nona*,

10 = *deka*

Contoh:

N₂O : dinitrogen monoksida

NO : nitrogen monoksida

N₂O₃ : dinitrogen trioksida

NO₂ : nitrogen dioksida

5. Nama senyawa yang sudah umum tidak usah menggunakan aturan tata nama **IUPAC**.

Contoh:

H₂O : air

NH₃ : amoniak

Aturan tata nama untuk **senyawa ion** (senyawa yang tersusun dari gabungan ion). Senyawa ion sebenarnya merupakan gabungan dari ion positif dan ion negatif. Jumlah masing-masing ion di dalam satuan rumus kimia senyawa ion sedemikian rupa sehingga satuan rumus kimia yang terbentuk mempunyai muatan netral. Masing-masing ion terdiri dari atom tunggal.

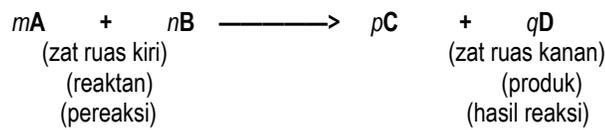
Adapula ion-ion poliatom dimana dua atau lebih atom-atom terikat bersama-sama dalam satu ion. Hampir semua ion poliatom negatif mengandung atom oksigen. Ion yang berakhiran **-it** mengandung atom oksigen yang lebih sedikit daripada ion yang berakhiran **-at**. Pada umumnya ion poliatom negatif berakhiran **-it** atau **-at**. Ada beberapa ion yang beawalan **hipo, per, di**, atau **tio**.

Contoh;

HClO	: asam hipoklorit	Na ₂ SO ₃	: natrium sulfat
HClO ₂	: asam klorit	Na ₂ SO ₄	: natrium sulfat
HClO ₃	: asam klorat	Na ₂ S ₂ O ₃	: natrium tiosulfat
HClO ₄	: asam perklorat		

3. Persamaan Reaksi

Pada reaksi kimia atau perubahan kimia, zat-zat yang mengalami perubahan disebut **zat pereaksi** (reaktan) dan zat-zat hasil perubahan disebut **hasil reaksi** (produk).



Keterangan: *m, n, p, q* adalah koefisien reaksi

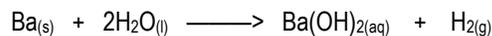
Dibaca: zat A direaksikan dengan zat B, menghasilkan zat C dan D

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

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

Solid (s)	: zat padat
Liquid (l)	: zat cair
Gas (g)	: zat gas
Aqueous (aq)	: zat terlarut dalam air

Contoh:



Dibaca: unsur barium dalam bentuk padat bereaksi dengan dua buah molekul air dalam bentuk cair menghasilkan barium hidroksida (zat terlarut dalam air) dan hidrogen dalam bentuk gas.

Persamaan reaksi yang sempurna disebut juga persamaan reaksi yang telah setara. Syarat-syarat persamaan reaksi setara adalah:

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

Contoh:

Setarakan reaksi dibawah ini.

1. $\text{N}_2(g) + \text{H}_2(g) \longrightarrow \text{NH}_3(g)$
2. $\text{C}_2\text{H}_6(g) + \text{O}_2(g) \longrightarrow \text{CO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(l)$

Jawab:

1. $\text{N}_2(g) + \text{H}_2(g) \longrightarrow \text{NH}_3(g)$

Kita lihat bahwa persamaan reaksi diatas *belum setara*.

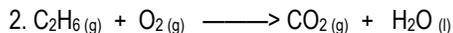
Pengecekan:

Unsur atom N diruas kiri terdapat 2 atom, di ruas kanan terdapat 1 atom N
Untuk atom H diruas kiri terdapat 2 atom, di ruas kanan terdapat 3 atom H

Penyetaraan:

Tuliskan angka 2 (sebagai koefisien reaksi) di depan NH₃
 Tuliskan angka 3 (sebagai koefisien reaksi) di depan H₂

Persamaan reaksi menjadi:



Kita lihat bahwa persamaan reaksi diatas *belum setara*.

Pengecekan:

Unsur atom C diruas kiri terdapat 2 atom, di ruas kanan terdapat 1 atom C
 Untuk atom H diruas kiri terdapat 6 atom, di ruas kanan terdapat 2 atom H
 Untuk atom O diruas kiri terdapat 2 atom, di ruas kanan terdapat 3 atom C

Penyetaraan:

Tuliskan angka 2 (sebagai koefisien reaksi) di depan CO₂
 Tuliskan angka 3 (sebagai koefisien reaksi) di depan H₂O
 Tuliskan angka 7/2 (sebagai koefisien reaksi) didepan O₂

Persamaan reaksi menjadi:



Agar koefisien tersebut berupa bilang bulat maka seluruh koefisien dikalikan 2, persamaan reaksi menjadi:



Akan tetapi tidak semua persamaan reaksi dapat disetarakan secara mudah seperti di atas. Ciri persamaan reaksi yang penyetaraannya sukar (reaksi kimia rumit) adalah ada unsur diluar hydrogen atau oksigen yang pada salah satu ruasnya terletak lebih dari satu senyawa.

Contoh:



Jawab:

Misalkan koefisien reaksi adalah:



Unsur yang terdapat dalam satu senyawa di kiri dan satu senyawa di kanan adalah: Sb, S, H, dan N.

Jadi:

$$\begin{aligned} \text{Sb: } c &= a & \text{N: } d &= b \\ \text{S: } e &= 3a & \text{H: } f &= 1/2 b \end{aligned}$$

Persamaan reaksi:



unsur yang lain adalah O, maka $3b = 5a + 2b + 1/2 b$

Misalkan: $a = 1$ sehingga
 $3b = 5 + 2 \cdot 1/2 b$
 $b = 10$

Persamaan reaksi menjadi:



LATIHAN 5.2

1. Berilah nama senyawa berikut:

- | | |
|----------------------|----------------------------------|
| A. Cu ₂ O | D. SO ₃ |
| B. MgCl ₂ | E. N ₂ O ₅ |
| C. KI | F. AgNO ₃ |

2. Tuliskan rumus kimia dari:

- | | |
|----------------------|---------------------|
| A. Kalium hidroksida | D. Alumunium nitrat |
|----------------------|---------------------|

- | | |
|------------------|-----------------------|
| B. Barium sulfat | E. Besi(III) karbonat |
| C. Perak kromat | F. Tembaga(II) sulfat |

3. Sempurnakan koefisien dari persamaan reaksi berikut ini:

- | |
|---|
| A. $\text{C}_3\text{H}_4 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ |
| B. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{HBr} \longrightarrow \text{FeBr}_3 + \text{H}_2\text{O}$ |
| C. $\text{Al} + \text{HCl} \longrightarrow \text{AlCl}_3 + \text{H}_2$ |
| D. $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$ |
| E. $\text{I}_2 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaI} + \text{NaIO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ |

KIMIA - INTISARI

- ✍ Rumus kimia suatu zat menyatakan jenis atom-atom dan jumlah relatif atom-atom yang terdapat dalam zat tersebut.
- ✍ Rumus empiris adalah rumus yang menyatakan perbandingan terkecil dari atom-atom unsur yang menyusun suatu senyawa.
- ✍ Rumus molekul adalah rumus yang menyatakan jumlah dari atom-atom unsur yang menyusun satu molekul suatu senyawa.
- ✍ Tata nama suatu senyawa mengikuti aturan IUPAC.
- ✍ Koefisien reaksi adalah angka yang ditetapkan agar jumlah atom-atom ruas kiri tanda panah (pereaksi) sama dengan jumlah atom-atom di ruas kanan tanda panah (hasil reaksi).

KIMIA - EVALUASI

I. Pilihan Ganda

A. Berilah tanda silang (x) huruf a, b, c, d atau e pada jawaban yang benar

1. Rumus kimia garam dapur adalah ...

a. KCl	d. Na ₂ SO ₄
b. NaCl	e. K ₂ SO ₄
c. CaCl ₂	
2. Empat molekul gas hidrogen mengandung atom sebanyak ...

a. 4 buah	d. 7 buah
b. 5 buah	e. 8 buah
c. 6 buah	
3. Dibawah ini yang merupakan rumus empiris glukosa adalah ...

a. C ₆ H ₁₂ O ₆	d. C ₃ H ₄ O ₃
b. CHO	e. CH ₂ O
c. C ₂ H ₄ O ₂	
4. Sebanyak 92 gram suatu senyawa dibakar sempurna, menghasilkan 176 gram CO₂ dan 108 gram H₂O (Ar C = 12 ; H = 1 ; O = 16), rumus empiris senyawa adalah ...

a. C ₂ H ₆ O	d. C ₂ H ₆ O ₃
b. C ₃ H ₈ O	e. C ₄ H ₈ O
c. C ₃ H ₈ O ₂	
5. Semua yang tercantum dibawah ini merupakan lambang unsur, *kecuali* ...

a. Na	d. C
b. Ni	e. N
c. CO	
6. Rumus kimia Timah(IV) sulfat adalah ...

a. Sn ₂ SO ₄	d. Sn(SO ₄) ₂
b. SnSO ₄	e. SnSO ₃

- c. Sn₂(SO₃)₂
7. Jumlah atom O terbanyak terdapat pada senyawa ...

a. Ca(NO ₃) ₂	d. Al ₂ (SO ₄) ₃
b. Na ₂ SO ₄	e. KNO ₃
c. H ₃ PO ₄	
8. Senyawa Cu₂O memiliki nama ...

a. Tembaga(II) oksida	d. Kuprat(I) oksida
b. Tembaga(I) oksida	e. Tembaga(IV) oksigen
c. Kumpum(II) oksida	
9. Dinitrogen pentaoksida memiliki rumus molekul ...

a. NO	d. N ₂ O ₃
b. N ₂ O	e. N ₂ O ₅
c. NO ₂	
10. Nama senyawa berikut benar, *kecuali* ...

a. H ₂ S	= Asam sulfida
b. Na ₂ O	= dinatrium oksida
c. SO ₂	= Belerang dioksida
d. CO ₂	= karbon dioksida
e. N ₂ O ₃	= dinitrogen trioksida

II. Esai

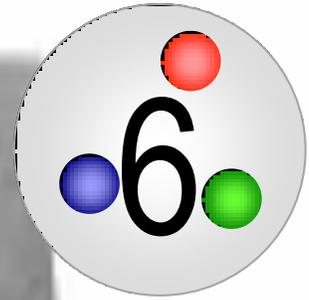
B. Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar.

1. a. Tuliskan rumus molekul senyawa berikut.
 1. Air
 2. Alkohol
 3. Asam nitrat
 4. Asam klorat
- b. Berilah nama senyawa berikut.
 1. KCl
 2. MnO₂
 3. NaOH
 4. Cu₂O
2. Tentukan rumus empiris dari senyawa berikut.

a. C ₆ H ₆	b. C ₂ H ₄
c. N ₂ O ₄	d. Fe ₂ O ₃
3. Berikan nama senyawa berikut.

a. NaNO ₃	d. BaCl ₂
b. KOH	e. H ₂ CO ₃
c. MgSO ₄	f. P ₂ O ₈
4. Tuliskan rumus kimia dari:

a. Perak oksida	b. Magnesium sulfida
c. Besi(II) klorida	d. Barium nitrat
5. Sempurnakan persamaan reaksi dibawah ini.
 - a. Fe + O₂ → Fe₂O₃
 - b. KClO → KCl + O₂
 - c. N₂O₃ → NO + O₂
 - d. HNO₃ + H₂S → NO + S + H₂O
 - e. C₂H₅OH + O₂ → CO₂ + H₂O
 - f. KMnO₄ + H₂C₂O₄ + H₂SO₄ → K₂SO₄ + MnSO₄ + CO₂ + H₂O



HUKUM-HUKUM DASAR ILMU KIMIA

“... Sesungguhnya Allah menetapkan hukum-hukum menurut yang dikehendaki-Nya”.

Al - Maidah 5 : 1

HUKUM-HUKUM DASAR ILMU KIMIA

1. Hukum Kekekalan Massa

Antoine Laurent Lavoisier (1743 – 1794) melakukan penelitian terhadap proses pembakaran dari beberapa zat. Dalam percobaan tersebut diamati proses reaksi antara raksa (merkuri) yaitu logam cair yang berwarna perak dengan oksigen untuk membentuk merkuri oksida yang berwarna merah.

Telah diketahui bahwa bila merkuri oksida (waktu itu dikenal dengan merkuri calx) yang berwarna merah dipanaskan akan menghasilkan logam merkuri, dan sebaliknya bila logam merkuri dipanaskan dengan oksigen akan dihasilkan merkuri oksida. Dari percobaan tersebut ternyata bila merkuri oksida dipanaskan akan menghasilkan logam merkuri dan gas oksigen, dan massa gas oksigen ini ternyata sama dengan yang dibutuhkan untuk mengubah logam merkuri menjadi merkuri oksida kembali. Dari hasil percobaannya itu, maka Lavoisier mengemukakan **hukum kekekalan massa** atau **hukum Lavoisier** yang menyatakan bahwa.

“massa total zat-zat sebelum reaksi akan selalu sama dengan massa total zat-zat hasil reaksi”.

2. Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust)

Berdasarkan proses terbentuknya, senyawa adalah gabungan dua unsur atau lebih unsur dengan perbandingan tertentu dan tetap. Bergabungnya unsur-unsur pembentuk senyawa disertai hilangnya sifat unsur-unsur pembentuk. Sifat senyawa yang dihasilkan berbeda dengan sifat-sifat awal dari unsur pembentuknya.

Senyawa tembaga (II) sulfida dapat diperoleh dengan pemijaran logam tembaga dan serbuk belerang. Jika pada pemijaran tersebut massa tembaga diukur dengan teliti dan jumlah belerang dibuat sebanyak-banyaknya, ternyata senyawa tembaga (II) sulfida yang dihasilkan mengandung perbandingan massa tembaga dan belerang yang selalu tetap, sedangkan belerang yang tidak membentuk senyawa masih tetap tersisa sebagai unsur belerang. Hasil percobaan tersebut tertera pada Tabel 6.1.

Massa Senyawa	Massa Tembaga (gram)	Massa Belerang (gram)	Perbandingan
0,72	0,48	0,24	1 : 2
0,93	0,62	0,31	1 : 2
1,22	0,82	0,41	1 : 2
1,52	1,02	0,51	1 : 2
1,92	1,28	0,64	1 : 2



Hukum Kekekalan Massa:

Massa total zat-zat sebelum reaksi akan selalu sama dengan massa total zat-zat hasil reaksi

Hukum Perbandingan Tetap:

Dalam suatu senyawa perbandingan massa unsur-unsur penyusunnya selalu tetap

Berdasarkan percobaan-percobaan itu dapat disimpulkan bahwa:

1. Setiap senyawa tertentu selalu (tersusun) dan mengandung unsur-unsur yang sama.
2. Perbandingan massa unsur-unsur dalam senyawa selalu tetap.

Pernyataan ini dikenal sebagai **Hukum Perbandingan Tetap** atau **Hukum Proust**.

3. Hukum Kelipatan Tetap (Hukum Dalton)

Dari dua unsur dapat dibentuk beberapa senyawa dengan perbandingan massa yang berbeda-beda. Misalnya, belerang dengan oksigen dapat membentuk senyawa SO_2 dan SO_3 . dari unsur hidrogen dan oksigen dapat dibentuk senyawa H_2O dan H_2O_2 .

Dalton menyelidiki perbandingan unsur-unsur tersebut pada setiap senyawa dan didapatkan suatu pola keteraturan. Pola tersebut dinyatakan sebagai **Hukum Perbandingan Kelipatan** yang bunyinya :

“Bila dua unsur dapat membentuk lebih dari satu senyawa, dan jika massa salah satu unsur tersebut tetap (sama). Maka perbandingan massa unsur yang lain dalam senyawa-senyawa tersebut merupakan bilangan bulat dan sederhana”.

Contoh :

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



Hukum Perbandingan Berganda:

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

Senyawa	Massa Nitrogen (gram)	Massa Oksigen (gram)	Perbandingan
N ₂ O	28	16	7 : 4
NO	14	16	7 : 8
N ₂ O ₃	28	48	7 : 12
N ₂ O ₄	28	64	7 : 16

Dari tabel tersebut bila massa N dibuat tetap (sama) sebanyak 7 gram, maka perbandingan massa oksigen dalam N₂O : NO : N₂O₃ : N₂O₄ = 4 : 8 : 12 : 16 atau 1 : 2 : 3 : 4

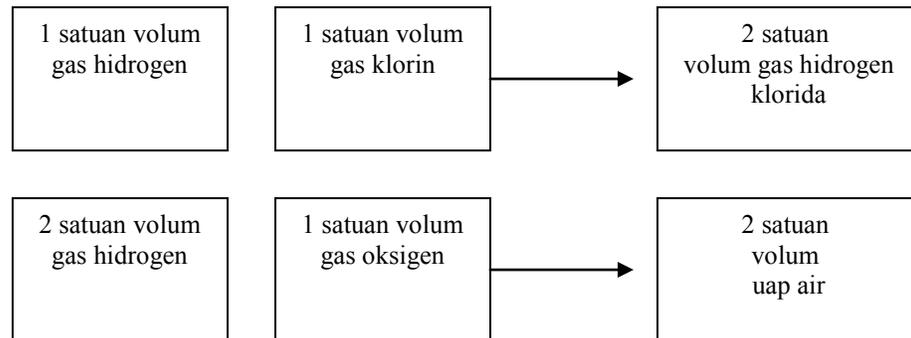
4. Hukum Perbandingan Volum (Hukum Gay-Lussac)



Gambar 6.1 Joseph Louis Gay Lussac (1778 – 1850)

Ilmuwan Perancis **Joseph Louis Gay Lussac** (1778 – 1850) berhasil melakukan percobaan tentang volum gas yang terlibat pada berbagai reaksi.

Setiap satu satuan volum gas hidrogen bereaksi dengan satu satuan volum gas klorin akan menghasilkan dua satuan volum gas hidrogen klorida. Setiap dua satuan volume gas hidrogen bereaksi dengan satu satuan volum gas oksigen akan menghasilkan dua satuan volume uap air.



Dari percobaan-percobaan yang telah dilakukannya, Gay-Lussac berkesimpulan bahwa :

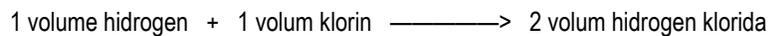
“Volume gas-gas yang bereaksi dan volum gas-gas hasil reaksi bila diukur pada suhu dan tekanan yang sama berbanding sebagai bilangan bulat dan sederhana”.

Hasil percobaan di atas menunjukkan bahwa :

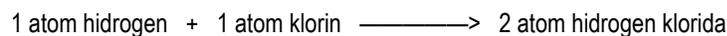
Volum gas hidrogen : klorin : hidrogen klorida = 1 : 1 : 2,

Volum gas hidrogen : oksigen : uap air = 2 : 1 : 2.

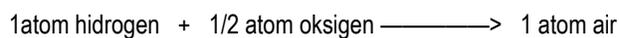
Hukum tersebut hanya berlaku untuk reaksi-reaksi dalam wujud gas, dan pada kenyataannya untuk reaksi yang bukan gas massa zat volum zat cair tidak berlaku. Bila dihubungkan dengan teori atom Dalton terdapat ketidaksesuaian, karena Dalton menganggap bahwa atom merupakan partikel terkecil dari suatu zat. Jadi, bila volum diperkecil sehingga didapat:



Jika dianggap bahwa gas-gas dalam keadaan sebagai atom, maka:



Bila konsep ini diterapkan pada gas hidrogen dan oksigen, maka didapat



Konsep setengah atom bertentangan dengan teori atom Dalton, sebab tidak ada atom yang hanya separo. Untuk menghindari hal tersebut Amadeo Avogadro mengusulkan hipotesis yang dikenal sebagai **Hipotesis Avogadro**.

5. Hukum Avogadro

Amadeo Avogadro (1776-1856), berpendapat bahwa satuan terkecil dari suatu zat tidaklah harus atom, tetapi dapat merupakan gabungan atom yang disebut molekul. Dengan konsep ini maka teori atom Dalton tetap benar dan fakta percobaan Gay-Lussac dapat dijelaskan, sehingga pernyataan tentang reaksi antara hidrogen dengan oksigen menjadi

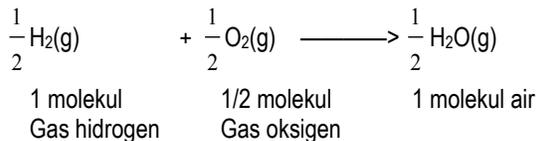
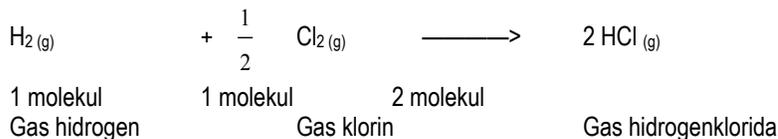


(konsep molekul ini dapat dibenarkan karena bisa jadi molekul oksigen itu hanya berisi 1 atom oksigen saja)

Berdasarkan hal tersebut, maka Avogadro membuat hipotesis yang dikenal dengan hipotesis Avogadro yang menyatakan bahwa :

"Pada suhu dan tekanan yang sama semua gas yang volumenya sama akan mengandung jumlah molekul yang sama".

Menurut hipotesis Avogadro unsur yang berwujud gas umumnya merupakan molekul dwi-atom atau **diatomik**. Bila demikian maka dalam persamaan reaksinya dua reaksi tersebut dapat dituliskan sebagai berikut :



Hukum Avogadro:

Jika diukur pada suhu dan tekanan yang sama perbandingan volum gas yang terlibat dalam reaksi sama merupakan angka yang bulat dan sederhana".

Avogadro juga menemukan pola hubungan antara perbandingan volum gas-gas yang bereaksi, yaitu:

"Jika diukur pada suhu dan tekanan yang sama perbandingan volum gas yang terlibat dalam reaksi sama merupakan angka yang bulat dan sederhana".

Jika diperhatikan ternyata perbandingan volum tersebut sesuai dengan perbandingan koefisien persamaan reaksi. Dengan dasar itulah beberapa rumus molekul gas dapat diramalkan.

LATIHAN 6.1

- Unsur X dan Y membentuk dua senyawa, senyawa pertama mengandung 15 gram X dan 80 gram Y. Senyawa kedua mengandung 45 gram X dan 120 gram Y. Tentukan perbandingan massa unsur sesuai hukum Dalton (Hukum Kelipatan Tetap) ?
- Perbandingan massa unsur besi dan unsur belerang dalam senyawa besi belerang (FeS) adalah 7 : 4. Berapa gram besi dapat bereaksi dengan 8 gram belerang?
- Pada reaksi tembaga dengan belerang akan dihasilkan tembaga sulfida. Jika tembaga yang direaksikan 254 gram dan belerang 128 gram. Berapa gram tembaga sulfida (CuS) yang dihasilkan?
- Berapa liter gas oksigen yang diperlukan pada pembakaran 10 liter gas butana?
- Sebanyak 20 ml gas N₂ dan 30 ml gas O₂ tepat habis bereaksi menjadi 20 ml gas N_xO_y. Tentukan rumus kimia gas N_xO_y tersebut?

6. Perhitungan Kimia

A. Massa Atom Relatif (A_r)

Suatu hal yang tidak mungkin untuk dilakukan yaitu menentukan massa suatu atom dengan menimbang sebuah atom. Mengapa? Oleh karena atom merupakan partikel yang sangat kecil. Namun demikian, dengan perkembangan teknologi, massa atom dapat ditentukan dengan alat **Spektrograf massa**. Alat ini bukan merupakan neraca, tetapi suatu alat rekayasa teknologi yang mampu untuk menentukan massa partikel-partikel yang sangat kecil. Hasil dari spektrograf massa berupa kurva yang menunjukkan massa dan persentase kelimpahan isotop dari atom-atom tersebut yang terdapat dari alam. Seperti telah dibahas dalam teori atom bahwa atom-atom tertentu di alam dapat mempunyai massa yang berbeda. Oleh, karena itu massa atom relatif dihitung berdasarkan massa rata-rata dari keseluruhan isotop atom yang terdapat di alam. Dengan menggunakan alat tersebut, ternyata atom hidrogen (atom paling ringan diantara atom-atom yang lain) mempunyai masa $1,67 \times 10^{-27}$ kg. Oleh karena harganya sangat kecil, maka dibuat suatu cara untuk mempermudah perhitungan di mana massa suatu partikel yang beratnya $1,67 \times 10^{-27}$ kg disebut dengan 1 **s.m.a** (*satuan massa atom*). Jadi, massa 1 atom hidrogen dianggap sama dengan 1 s.m.a.

Atom-atom unsur yang sama tidak selalu mempunyai massa yang sama. Hal itu dapat dianalogikan dengan massa butiran beras, meskipun jenis beras yang sama, tetapi massa satu butir beras yang satu dengan yang lain tidaklah sama persis. Atom-atom unsur yang sama, tetapi memiliki massa yang berbeda telah kita kenal sebagai isotop. Misalnya atom karbon ada yang mempunyai massa 12 s.m.a dan 13 s.m.a. Dengan adanya isotop tersebut, maka massa atom merupakan massa rata-rata dari keseluruhan isotop atom yang ada di alam.

Contoh:

Atom klorin di alam terdapat dalam dua macam isotop, yaitu 75% sebagai Cl - 35 yang bermassa 35 s.m.a, dan yang 25% sebagai Cl - 37 yang bermassa 37 s.m.a. Maka massa rata-rata atom klorin adalah?

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{Massa rata-rata 1 atom Cl} &= \frac{\sum \text{massa Cl-35} + \sum \text{massa Cl-37}}{\text{jumlah seluruh atom Cl di alam}} \\ &= \frac{(75\% \times 35) + (25\% \times 37)}{100\%} \\ &= 35.5 \text{ s.m.a} \end{aligned}$$

Mengukur massa adalah membandingkan massa suatu benda terhadap benda yang lain. Massa benda pembanding disebut sebagai massa standar. Misalnya, kita menimbang gula dan dinyatakan beratnya 1 kg, maka sebenarnya massa gula tersebut adalah sama (sebanding) dengan massa anak timbangan yang beratnya 1 kg. Sebagai standar massa dalam penimbangan gula tersebut adalah massa anak timbangan.

Hal yang sama juga berlaku dalam menentukan massa suatu atom. Sebagai standar massa atom ditetapkan massa 1 atom karbon -12 (*atom karbon yang bermassa 12 s.m.a*). Jadi, massa atom yang diperoleh dari pengukuran merupakan massa atom relatif terhadap atom karbon -12.

Massa atom relatif diberi lambang A_r dan dirumuskan sebagai berikut :

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

dengan :

$A_r X$: massa atom Relatif X

Massa 1 atom C-12 = 12 s.m.a

Massa rata-rata atom X merupakan massa rata-rata dari semua isotop X yang ada di alam.

Massa atom relatif tidak mempunyai satuan.

B. Massa Molekul Relatif (M_r)

Molekul merupakan gabungan dari dua atau lebih atom. Oleh karena itu, massa molekul ditentukan oleh massa seluruh atom-atom penyusunannya, yaitu merupakan jumlah dari seluruh atom yang menyusun molekul tersebut. Bagi senyawa ion, bila struktur tidak dapat ditentukan dengan pasti, maka massa molekul tidak tepat digunakan. Oleh karena itu, massanya dihitung berdasarkan setiap rumus empirisnya dan dinamakan sebagai massa rumus. Seperti halnya massa atom relatif, maka massa molekul juga merupakan perbandingan massa rata-rata 1 molekul atau satuan rumus suatu zat relatif (dibandingkan) terhadap massa 1 atom C-12, sehingga:

$$M_r A_x B_y = \frac{\text{massa rata-rata 1 molekul } A_x B_y}{\frac{1}{12} \times \text{massa 12 atom C} - 12}$$

Apabila dijabarkan lebih lanjut di dapat :

$$M_r A_x B_y = \frac{\text{massa rata-rata}(x \text{ atom A} + y \text{ atom B})}{\frac{1}{12} \times \text{massa 12 atom C} - 12}$$

Sehingga dapat disederhanakan menjadi :

$$M_r A_x B_y = (x A_r A + y A_r B)$$

Jadi massa rumus relatif suatu molekul atau senyawa merupakan jumlah massa atom relatif dari seluruh atom penyusun molekul atau satuan rumus kimia senyawa tersebut.

Contoh:

Hitunglah massa molekul relatif senyawa $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, diketahui $A_r \text{ N} = 14$, $\text{H} = 1$, $\text{S} = 32$, $\text{O} = 16$.

Jawab:

$$\begin{aligned} M_r(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 &= (2 \times A_r \text{ N}) + (8 \times A_r \text{ H}) + (1 \times A_r \text{ S}) + (4 \times A_r \text{ O}) \\ &= (2 \times 14) + (8 \times 1) + (1 \times 32) + (4 \times 16) \\ &= 28 + 8 + 32 + 64 \\ &= 132 \end{aligned}$$

C. Mol

Dalam kehidupan sehari-hari dikenal beberapa satuan jumlah zat. Misalnya 1 kodi kain, 1 lusin gelas, 1 rim kertas dan sebagainya. Akan tetapi, ada pula zat-zat yang tidak mungkin dinyatakan dengan menggunakan satuan jumlah tetapi satuan massa misalnya 1 kg beras, 1 kg gula, 1 liter minyak. Mengapa? Sebab tidak mungkin orang akan mengitung butiran beras, gula atau butiran minyak. Dapat dibayangkan bagaimana jika seseorang membeli seribu butir beras, gula atau minyak di pasar.

Seperti halnya beras, gula, atau minyak, atom merupakan partikel yang sangat kecil, sehingga tidak mungkin untuk mengambil atom dalam bilangan butir, tetapi juga tidak memungkinkan menimbang beberapa butir atom. Dalam kenyataannya reaksi-reaksi kimia melibatkan banyak atom, molekul, atau ion. Satuan jumlah atom tidak mungkin digunakan satuan biji, lusin atau satuan-satuan yang banyak dikenal dalam kehidupan sehari-hari.

Para ahli kimia sepakat mencari satuan yang mudah digunakan dan satuan tersebut oleh IUPAC disebut dengan mol. Jadi, mol merupakan satuan yang menyatakan jumlah partikel yang terkandung dalam sejumlah zat. Berdasarkan perjanjian digunakan standar atom karbon-12 (C-12) dengan ketentuan :

"Satu mol suatu zat adalah sejumlah partikel yang terkandung dalam suatu zat yang jumlahnya sama dengan banyaknya atom yang terdapat dalam 12.00 C-12".

Dari percobaan yang dilakukan oleh **Jhon Lochemid** dan kemudian dibenarkan oleh Avogadro melalui percobaan yang dilakukannya ternyata banyaknya atom karbon yang terdapat dalam 12.00 gram C-12 adalah $6,02 \times 10^{23}$ butir atom. Bilangan ini selanjutnya disebut **bilangan Avogadro** atau **tetapan Avogadro** dan diberi lambang **L** (diambil dari nama Lochemid).

Jadi, satu mol logam besi mengandung $6,02 \times 10^{23}$ butir atom besi, 1 mol air mengandung $6,02 \times 10^{23}$ molekul air.

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

Partikel dapat sebagai atom, molekul atau ion. Menghitung atom sejumlah itu sangatlah tidak mungkin. Oleh sebab itu, digunakan cara seperti yang dilakukan oleh para pegawai bank menghitung uang logam dalam jumlah yang sangat banyak, yaitu dengan menimbang uang logam dari jenis yang sama. Untuk itu berarti harus diketahui lebih dahulu untuk setiap 100 keping uang logam mempunyai berat beberapa gram.

Demikian pula dalam ilmu kimia, untuk mengambil sejumlah mol zat digunakan dengan cara menimbang. Mula-mula ditentukan dahulu berat massa dari 1 mol zat, baru kemudian digunakan sebagai patokan untuk penghitungan selanjutnya. Misalnya, telah diketahui bahwa setiap 12 gram C-12 berisi $6,02 \times 10^{23}$ atom C, maka jika ditimbang 6 gram tentulah akan mengandung $3,01 \times 10^{23}$ atom karbon. Massa 1 mol zat tersebut selanjutnya dinamakan **massa molar**.

D. Massa Molar

Hubungan massa dengan jumlah partikel dinyatakan dalam massa molar yang menyatakan massa zat yang mengandung $6,02 \times 10^{23}$ partikel zat itu. Dengan berdasarkan kepada standar mol, yang menyatakan bahwa dalam 12 gram C-12 terdapat $6,02 \times 10^{23}$ atom C-12, maka dapat dihitung hubungan antara massa molar dengan massa atom relatif sebagai berikut. Untuk menghitung massa molar dengan massa atom relatif sebagai berikut. Untuk menghitung massa 1 mol zat A dapat digunakan rumusan massa atom relatif (A_r) sebagai berikut.

$$A_r \text{ A} = \frac{\text{massa rata-rata 1 atom A}}{\frac{1}{12} \times \text{massa 12 atom C-12}} \dots\dots\dots (6.1)$$

Massa 1 mol A = jumlah 1 mol atom A x massa rata-rata 1 atom A
 = $6,02 \times 10^{23} \times$ massa rata-rata 1 atom A

Dari persamaan (6.1) didapat bahwa:

$$\text{Massa rata-rata 1 atom A} = A_r \text{ A} \times \frac{1}{12} \times \text{massa 12 atom C-12} \dots\dots\dots (6.2)$$

Massa atom C-12 dapat ditentukan dari ketepatan bahwa 12 gram C-12 mengandung $6,02 \times 10^{23}$ atom karbon.

$$\text{Jadi, massa 12 atom C-12 adalah : } \frac{12}{6,02 \times 10^{23}} \text{ gram} \dots\dots\dots (6.3)$$

Maka persamaan 6.3 dan 6.4 dapat disubstitusikan ke persamaan 6.2.

$$\text{Massa 1 mol A} = 6,02 \times 10^{23} \times A_r \text{ A} \times \frac{1}{12} \times \frac{12}{6,02 \times 10^{23}} \text{ gram} \dots\dots\dots (6.4)$$

Jadi,
massa 1 mol A = ($A_r \text{ A}$) gram

Kesimpulan :

“Massa molar adalah massa zat itu yang sama dengan massa atom atau massa rumus zat tersebut dinyatakan dalam gram”..

Oleh karena M_r dari suatu molekul atau satuan rumus kimia senyawa adalah jumlah A_r dari atom-atom penyusunannya, maka :

massa 1 mol AB = ($M_r \text{ AB}$) gram

Dari kedua rumusan di atas dapat dicari hubungan antara massa, jumlah mol, dan massa rumus (M_r) suatu zat.

$$A \text{ gram zat} = \left(\frac{a}{M_r} \right) \text{ mol}$$

E. Volum Molar

Volum molar gas menyatakan volum 1 mol gas pada suhu dan tekanan tertentu. Jika pengukuran dilakukan pada suhu 0°C dan tekanan 1 atm, volum molar gas disebut sebagai volum **molar standar**. Hal itu disebabkan keadaan suhu 0°C dan tekanan 1 atm merupakan keadaan standar gas dan disingkat STP (*Standard Temperature and Pressure*).

Untuk menentukan volum molar gas pada keadaan standar dilakukan dengan menimbang sejumlah volum gas tertentu dalam tabung yang sudah diketahui berat kosong tabung gas tersebut pada suhu 0°C dan tekanan gas 1 atm.

Contoh:

Hitunglah volume 8 gram gas SO_3 jika diketahui ($A_r \text{ S} = 32, \text{ O} = 16$)

Jawab:

$$M_r \text{ SO}_3 = 80$$

$$\text{Massa Molar SO}_3 = 80 \text{ gram / mol}$$

$$\text{Jadi 8 gram SO}_3 = \frac{8 \text{ gram}}{80 \text{ gram / mol}}$$

$$= 0,1 \text{ mol}$$

$$\text{Volume pada STP} = 0,1 \text{ mol} \times 22,4 \text{ liter/mol}$$

$$= 2,24 \text{ liter}$$

F. Hukum Gas Ideal

Telah diketahui bila suatu gas dipanaskan maka akan terjadi pemuaian volum. Adanya pemuaian volum menyebabkan terjadinya penyimpangan pada hukum-hukum yang berlaku pada gas. Untuk gas ideal dianggap bahwa tidak ada penyimpangan-penyimpangan tersebut. Beberapa hukum tentang gas yang berlaku pada gas ideal adalah :

1. Hukum Boyle : Pada suhu tetap dan jumlah mol tetap, berlaku $P \approx 1/V$
2. Hukum Amonton : Pada volum dan jumlah mol tetap, maka $P \approx T$
3. Hukum Charles : Pada volum dan jumlah mol tetap, maka $V \approx T$

Hukum Avogadro : Pada volum dan suhu tetap, maka $V \approx n$

Dari keempat hukum tersebut dapat disimpulkan bahwa pada gas ideal berlaku persamaan :

$$PV = nRT$$

Dengan,

- P : tekanan (atmosfir)
 T : suhu mutlak (Kelvin = °C + 273)
 V : volum (liter)
 N : jumlah mol (mol)
 R : tetapan gas ideal (0,082 L atm K⁻¹ mol⁻¹)

G. Hukum Avogadro dan Jumlah Mol Gas

Hukum Avogadro menyatakan bahwa : Pada suhu dan tekanan yang sama sejumlah volum yang sama suatu gas (sembarang gas) mengandung jumlah molekul yang sama.

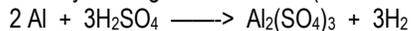
Dari pernyataan tersebut berarti apabila jumlah molekulnya sama, maka jumlah mol gas akan sama pula. Dengan demikian berlaku bahwa perbandingan volum gas akan sama dengan perbandingan mol gas atau secara matematis berlaku rumus :

$$V_1 : V_2 = n_1 : n_2$$

Untuk menentukan volum gas yang suhu dan tekanannya tidak diketahui, tetapi berdasarkan keadaan tertentu dibandingkan dengan gas lain dapat digunakan konsep volum molar, atau menggunakan rumus hubungan hukum Avogadro dan volum di atas.

Contoh:

Sebanyak 27 gram Aluminium (Ar Al = 27) direaksikan dengan larutan asam sulfat. Menurut reaksi:



Hitunglah volume gas yang terbentuk, jika diukur pada kondisi dimana 1 mol gas O₂ bervolume 20 liter.

Jawab:

$$\text{Al} = \frac{27 \text{ gram}}{27} = 1 \text{ mol}$$

$$\text{H}_2 = \frac{3}{2} \times 1 \text{ mol} = 1,5 \text{ mol}$$

Untuk mencari volume H₂ gunakan volume O₂ sebagai pembanding

$$\frac{\text{Mol H}_2}{\text{Volume H}_2} : \frac{\text{Mol O}_2}{\text{Volume O}_2}$$

$$\frac{1,5}{X} = \frac{1}{20}$$

$$X = 30 \text{ liter}$$

Jadi volume gas H₂ yang terbentuk adalah 30 liter.

LATIHAN 6.2

1. Hitunglah volume masing-masing gas berikut pada keadaan standar (STP)
 - A. 11 gram CO₂
 - B. 35 gram N₂
 - C. 200 gram SO₃
2. Pada suhu dan tekanan tertentu 2 liter gas X₂ bermassa 4 gram dan 20 liter gas NO (Mr = 30) bermassa 15 gram. Hitunglah massa atom relatif (Ar) unsur X tersebut?
3. Pada suhu dan tekanan tertentu 1 liter gas SO₂ bermassa 8 gram, berapa gram massa 5 liter gas CH₄ pada kondisi tersebut

7. Stoikiometri

Stoikiometri atau perhitungan kimia adalah bagian dari ilmu kimia yang membahas tentang perbandingan massa unsur-unsur dalam senyawa termasuk di dalamnya pembahasan tentang massa unsur-unsur dalam rumus kimia dan reaksi kimia.

A. Persentase Unsur dalam Senyawa

Rumus kimia menunjukkan jumlah atom-atom penyusunan suatu zat. Oleh karena massa atom suatu unsur sudah tertentu, maka dari rumus kimia tersebut dapat pula ditentukan persentase atau komposisi masing-masing unsur dalam suatu zat.

Contoh:13 :

Tentukan komposisi masing-masing unsur dalam senyawa Al_2O_3 . ($A_r \text{ Al} = 27$; $O = 16$)

Jawab:

Misalnya Al_2O_3 , sejumlah 1 mol berarti massanya = 102 gram ($M_r \text{ Al}_2\text{O}_3 = 102$). Setiap satu mol Al_2O_3 mengandung 2 mol Al = $2 \times 27 \text{ gram} = 54 \text{ gram}$

$$\begin{aligned} \text{Maka persentase massa Al dalam Al}_2\text{O}_3 &= \frac{54 \text{ gram}}{102 \text{ gram}} 100\% \\ &= 53,94 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Setiap 1 mol Al}_2\text{O}_3 \text{ mengandung 3 mol atom O} &= 3 \times 16 \text{ gram} \\ &= 48 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase massa O dalam Al}_2\text{O}_3 &= \frac{48 \text{ gram}}{102 \text{ gram}} 100\% \\ &= 46,06 \% \end{aligned}$$

atau

$$\begin{aligned} \text{Persentase massa O dalam Al}_2\text{O}_3 &= (100 - 53,94) \% \\ &= 46,06 \% \end{aligned}$$

Dari contoh di atas, maka secara umum dalam mencari persentase unsur dalam senyawa dapat dirumuskan :

$$\% \text{ A dalam senyawa } A_m B_n = \frac{m \times A_r A}{M_r A_m B_n} 100\%$$

$$\% \text{ B dalam senyawa } A_m B_n = \frac{n \times A_r B}{M_r A_m B_n} 100\%$$

Dengan cara yang sama dapat dilakukan pula untuk mencari massa senyawa (unsur) dalam sejumlah massa zat dapat dirumuskan dengan :

$$\text{Massa A dalam } p \text{ gram } A_m B_n = \frac{n \times A_r B}{M_r A_m B_n} \times p \text{ gram}$$

Kadang-kadang komposisi suatu unsur dalam suatu zat dinyatakan dengan senyawa sederhana dari unsur tersebut. Misalnya, kandungan unsur kalium dalam pupuk dapat dinyatakan sebagai 14% K_2O . Artinya jika semua kalium dalam pupuk diubah (dikonversi) menjadi K_2O , maka dalam 100 kg pupuk terdapat K_2O sebanyak 14 kg.

Jika di dalam suatu senyawa sudah diketahui massa masing-masing unsur dan massa rumusnya, maka dapat ditentukan rumus molekul senyawa tersebut.

B. Pereaksi Pembatas

Bila dua zat direaksikan akan didapatkan dua kemungkinan. Kemungkinan pertama, kedua pereaksi tepat habis bereaksi: dan kemungkinan kedua, salah satu pereaksi habis dan pereaksi yang lain bersisa. Pereaksi yang habis akan membatasi hasil reaksi yang didapatkan. Pereaksi yang membatasi hasil reaksi ini disebut **pereaksi pembatas**.

Contoh:

Sebanyak 20 gram tembaga direaksikan dengan 40 gram belerang menurut reaksi:



- A. Manakah yang berlaku sebagai pereaksi pembatas?
 B. Berapa gram tembaga sulfida yang terbentuk?
 C. Manakah zat sisa dalam reaksi tersebut dan berapa gram beratnya?

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{A. Cu} &= \frac{20 \text{ gram}}{63,5 \text{ gram/mol}} \\ &= 0,314 \text{ mol} \\ \text{S} &= \frac{40 \text{ gram}}{32 \text{ gram/mol}} \\ &= 1,25 \text{ mol} \end{aligned}$$

Berdasarkan perbandingan koefisien jika 0,314 mol Cu direaksikan, maka diperlukan 0,314 mol S, sedangkan S yang tersedia 1,25 mol. Jadi jumlah belerang yang tersedia cukup. Sebaliknya tidak mungkin bila S bereaksi semua sebab diperlukan Cu sebanyak 1,25 mol, sedangkan Cu yang tersedia 0,314 mol. Jadi yang berlaku sebagai pereaksi pembatas adalah Cu (tembaga).

$$\begin{aligned} \text{B. Mol CuS} &= \frac{\text{Koefisien CuS}}{\text{Koefisien Cu}} \times \text{mol Cu} \\ &= \frac{1}{1} \times 0,314 \text{ mol} \\ &= 0,314 \text{ mol} \\ &= 0,314 \text{ mol} \times 95,5 \text{ gram/mol} \\ &= 29,98 \text{ gram} \end{aligned}$$

Jadi massa tembaga sulfida yang terbentuk adalah 29,98 gram

$$\begin{aligned} \text{C. S yang bereaksi} &= \frac{1}{1} \times 0,314 \text{ mol} \\ &= 0,314 \text{ mol} \\ &= 0,314 \text{ mol} \times 32 \text{ gram/mol} \\ &= 10,04 \text{ gram} \end{aligned}$$

Jadi massa belerang yang tersisa adalah 40 gram—10,04 gram = 29,96 gram

LATIHAN 6.3

- Sebanyak 15 gram Urea ($M_r = 60$) dianalisis menjadi unsur-unsurnya. Jika diperoleh 7 gram nitrogen ($A_r \text{ N} = 14$), hitunglah jumlah atom nitrogen dalam satu molekul urea ?
- Hitunglah persen berat besi dan oksigen dalam Fe_2O_3 ($A_r \text{ Fe} = 56$, $\text{O} = 16$) ?
- Sebanyak 640 gram campuran zat-zat yang mengandung belerang dibakar sempurna sehingga diperoleh 480 gram SO_3 ($A_r \text{ S} = 32$, $\text{O} = 16$). Hitunglah kadar (persentase) belerang dalam campuran zat tersebut ?
- Tiga macam pupuk dibawah ini :
 Urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) ZA ($(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$) Amonium nitrat (NH_4NO_3),
 manakah pupuk tersebut yang paling kaya akan kandungan unsur nitrogen ? ($A_r \text{ H} = 1$, $\text{C} = 12$, $\text{N} = 14$, $\text{O} = 16$, $\text{S} = 32$)



Pupuk digunakan untuk menyuburkan tanah. Tumbuhan memerlukan bahan makanan untuk tumbuh. Sebagian kecil dari bahan makanan itu diambil dari udara, tetapi sebagian besar diambil dari tanah. Unsur-unsur yang diperlukan dalam jumlah besar disebut unsur makro, sedangkan unsur-unsur yang diperlukan dalam jumlah kecil disebut unsur mikro.

Pupuk urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ mempunyai kandungan Nitrogen 45-46 %. Urea bersifat agak netral dan mudah larut dalam air. Urea harus diuraikan dahulu oleh bakteri tanah untuk dapat diserap oleh tanaman mengingat kadar N yang sangat tinggi, maka cara pemakaiannya harus tepat.



Gambar 6.1 Proses penaburan pupuk urea pada area pertanian

Kimia Kita

- ✍ Hukum kekekalan massa (Hukum Lavoisier): jumlah massa zat sebelum dan sesudah reaksi adalah sama.
- ✍ Hukum perbandingan tetap (Hukum Proust): dalam suatu senyawa perbandingan massa unsur-unsur penyusunnya selalu tetap.
- ✍ Hukum perbandingan berganda (Hukum Dalton): bila unsur dapat membentuk lebih dari satu macam senyawa, untuk massa salah satu unsur sama dengan massa unsur kedua dalam masing-masing senyawa berbanding sebagai bilangan bulat dan sederhana.
- ✍ Hukum perbandingan volume (Hukum Gay Lussac): pada suhu dan tekanan yang sama perbandingan volume gas-gas yang bereaksi dan volume gas-gas hasil reaksi merupakan perbandingan bilangan bulat dan sederhana.
- ✍ Hukum Gay Lussac - Avogadro: perbandingan volume gas-gas yang bereaksi dan gas-gas hasil reaksi jika diukur pada temperatur dan tekanan yang sama akan sesuai dengan perbandingan jumlah molekulnya dan sama dengan perbandingan koefisien reaksinya.

KIMIA - EVALUASI

I. Pilihan Ganda

A. Berilah tanda silang (x) huruf a, b, c, d atau e pada jawaban yang benar.

1. Tetapan Avogadro menyatakan ...
 - a. Jumlah atom dalam satu mol gas helium
 - b. Jumlah molekul dalam satu mol unsur
 - c. Jumlah atom dalam satu mol zat
 - d. Jumlah ion dalam satu mol CaO
 - e. Jumlah atom dalam satu mol gas oksigen
2. Pada suhu dan tekanan yang sama, gas-gas yang volumenya sama mengandung jumlah molekul sama. Pernyataan tersebut merupakan bunyi Hukum ...
 - a. Lavoisier
 - b. Gay Lussac
 - c. Boyle
 - d. Avogadro
 - e. Dalton
3. Massa zat sebelum dan sesudah reaksi adalah sama. Pernyataan tersebut dikemukakan oleh ...
 - a. Dalton
 - b. Proust
 - c. Lavoisier
 - d. Avogadro
 - e. Gay Lussac
4. Massa atom relatif (Ar) menyatakan perbandingan ...
 - a. Massa 1 atom unsur terhadap massa 1 atom C - 12
 - b. Massa 1 molekul unsur terhadap massa 1 atom C - 12

- c. Massa rata-rata 1 molekul unsur terhadap 1/12 massa 1 atom C - 12
- d. Massa molekul unsur terhadap 1/12 massa 1 atom C - 12
- e. Massa rata-rata 1 atom unsur terhadap 1/2 massa 1 atom C - 12

5. Berapakah massa dari 0,8 mol NaCl (Ar Na = 23 ; Cl = 35,5)
 - a. 5,85 gram
 - b. 11,70 gram
 - c. 23,4 gram
 - d. 46,8 gram
 - e. 49,2 gram
6. Senyawa berikut ini yang mempunyai jumlah partikel terbesar adalah ...
 - a. 10 gram NH₃
 - b. 10 gram H₂O
 - c. 10 gram H₂
 - d. 10 gram CH₄
 - e. 10 gram O₂
7. Volume 1 mol gas CO₂ pada suhu 27 °C dan tekanan 1, 2 atm adalah ...
 - a. 11,2 liter
 - b. 16,8 liter
 - c. 20,5 liter
 - d. 22,4 liter
 - e. 44,8 liter
8. Data percobaan pembentukan senyawa Besi—Belerang adalah sebagai berikut.

Massa (gram)		Senyawa (gram)	Massa Sisa (gram)	
Fe	S	Fe - S	Fe	S
7	5	11	-	1
20	8	22	6	-
21	30	33	-	18

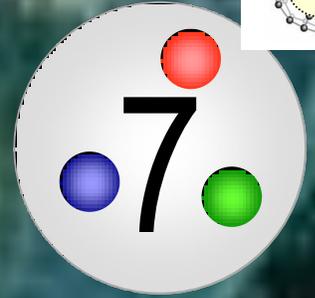
Dari data di atas perbandingan massa besi dan belerang adalah ...

- a. 7 : 5
 - b. 2 : 4
 - c. 7 : 6
 - d. 7 : 4
 - e. 3 : 2
9. 10 liter gas propana dibakar sempurna dengan oksigen menghasilkan H₂O dan CO₂. Berapa volume gas karbon dioksida yang dihasilkan ...
 - a. 5 liter
 - b. 10 liter
 - c. 20 liter
 - d. 30 liter
 - e. 40 liter
 10. Jumlah atom Hidrogen pada 9 gram H₂O adalah ... (L = 6,02 x 10²³)
 - a. 6,02 x 10²³ atom
 - b. 3,01 x 10²³ atom
 - c. 1,5 x 10²³ atom
 - d. 6,02 x 10²² atom
 - e. 3,012 x 10²² atom

II. Esai

B. Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar.

1. Hitung Mr dari senyawa berikut, jika Ar Na=23 ; C=12; O=16 ; Ca=40; P=31
 - a. Na₂CO₃
 - b. Ca₃(PO₄)₂
 - c. CaC₂O₄
2. Berapa berat besi yang terdapat dalam 32 gram Fe₂O₃ (ArFe=56; O=16)?
3. Sebanyak 35 gram logam besi direaksikan dengan 25 gram gas oksigen, membentuk besi(III) oksida (Ar Fe=56 ; O=16)
 - a. Berapa gram senyawa yang terbentuk ?
 - b. Berapa gram unsur yang tersisa ?



LARUTAN ELEKTROLIT DAN NON ELEKTROLIT

“Dan tiada sama (antara) dua laut; yang ini tawar, segar, sedap diminum (non elektrolit) dan yang lain asin (elektrolit) lagi pahit...”

QS Fathir 35:12

LARUTAN ELEKTROLIT DAN NON ELEKTROLIT



Gambar 7.1 Michael Faraday (1791-1867), fisikawan Inggris penemu sifat-sifat listrik pada larutan

1. Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit

Larutan mempunyai peranan besar dalam kehidupan sehari-hari, tubuh kita menyerap mineral, vitamin dan makanan dalam bentuk larutan. Demikian pula hewan dan tumbuhan menyerap makanan dalam bentuk larutan.

Larutan tersusun dari **pelarut** dan **zat terlarut** yang dimaksud dengan pelarut adalah umumnya komponen larutan yang jumlahnya lebih banyak dan zat terlarut merupakan komponen larutan yang jumlahnya sedikit. Pada kebanyakan reaksi kimia, baik di laboratorium maupun di bidang industri pelarut yang lebih banyak digunakan adalah air. Banyaknya zat terlarut yang dibandingkan terhadap jumlah pelarut disebut konsentrasi larutan.

Pada permulaan abad ke-19 pengetahuan tentang larutan berkembang sangat pesat. Pada waktu itu para ilmuwan tertarik pada dampak arus listrik yang dialirkan melalui berbagai larutan. Pada saat itu pula telah diketahui ada larutan yang dapat menghantarkan arus listrik dan ada larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik.

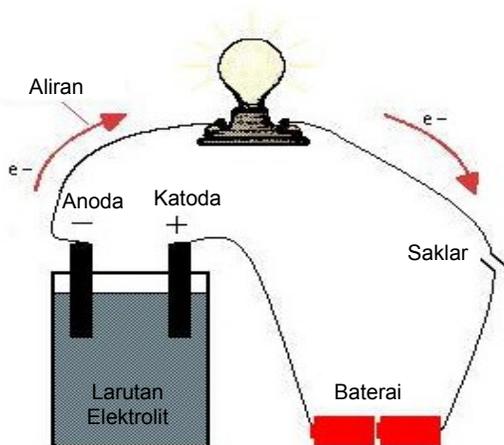
Michael Faraday adalah orang pertama yang menemukan bahwa bila arus listrik dialirkan melalui larutan asam atau basa, zat-zat itu akan terurai dan berkumpul pada elektroda-elektrodanya. Ia adalah orang pertama yang memberi istilah **elektroda** dan **elektrolit**. Elektroda merupakan unsur padat yang dihubungkan langsung dengan sumber arus listrik, sedangkan elektrolit adalah zat-zat yang dapat menghantarkan arus listrik. Zat-zat yang tidak dapat menghantarkan arus listrik disebut dengan zat-zat non elektrolit. Larutan zat-zat elektrolit dalam air akan menjadi **larutan elektrolit** sedangkan larutan zat-zat non elektrolit dalam air akan menjadi **larutan non elektrolit**.

Untuk membuktikan apakah suatu larutan adalah termasuk elektrolit atau non elektrolit dapat dilakukan dengan cara yang mudah. Rangkaian alat penguji elektrolit dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Bagaimana larutan elektrolit atau zat elektrolit dapat menghantarkan arus listrik ?

Pada tahun 1884, **Svante August Arrhenius** mengajukan teorinya, bahwa larutan elektrolit dalam air terionisasi ke dalam partikel-partikel yang bermuatan positif (kation) dan negatif (anion) yang disebut ion. Jumlah muatan ion positif akan sama dengan jumlah muatan ion negatif, sehingga muatan ion-ion dalam larutan adalah netral. Ion-ion inilah yang bertugas menghantarkan arus listrik dalam larutan elektrolit tersebut. Selanjutnya Arrhenius mengemukakan bahwa larutan elektrolit tidak selalu terdisosiasi secara sempurna dan terjadi untuk suatu elektrolit pada konsentrasi tertentu hanya sebagian kecil saja terionisasi (terdisosiasi) menjadi ion. Besar kecilnya ionisasi disebut derajat disosiasi yang bergantung pada harga konsentrasi larutan elektrolit dan jenis elektrolit.

Misalnya apabila kristal NaCl dilarutkan dalam air, maka oleh pengaruh air NaCl terurai (disosiasi) menjadi ion positif Na^+ (kation) dan ion negatif Cl^- (anion) yang bebas bergerak. Ion-ion inilah yang bergerak sambil membawa muatan listrik ke dua ujung kawat (kutub elektrode) alat uji elektrolit.



Gambar 7.2 Rangkaian alat penguji elektrolit



Elektrolit:

Zat-zat yang dapat menghantarkan arus listrik

Non Elektrolit:

Zat-zat yang tidak dapat menghantarkan arus listrik

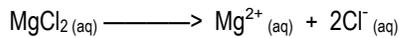
Elektroda:

Unsur padat yang dihubungkan langsung dengan sumber arus listrik

A. Senyawa Ion

Senyawa yang atom-atomnya terbentuk dari unsur logam dan non logam disebut senyawa ion atau suatu unsur yang mempunyai kecenderungan untuk melepas elektron bergabung dengan unsur yang mempunyai kecenderungan untuk menangkap elektron. Misalnya, MgCl_2 merupakan senyawa ion apabila MgCl_2 padat terdiri atas ion-ion Mg^{2+} dan 2Cl^- bila dilarutkan kedalam air zat tersebut akan terurai menjadi ion-ion.

Apakah semua senyawa ion bila dilarutkan dalam air merupakan larutan elektrolit?



Aliran elektron dari sumber arus listrik masuk kedalam larutan melalui salahsatu elektrode sehingga elektrode itu akan bermuatan negatif. Muatan Mg^{2+} akan berpindah menuju elektroda yang bermuatan listrik negatif dan mengambil paksa elektron sehingga terbentuk lapisan magnesium pada elektroda tersebut.

Pada elektroda lain ion Cl^- melepaskan elektron dan keluar dari larutan melalui elektrode tersebutakhirnya terjadilah aliran listrik mengalir secara kontinyu sampai semua ion menjadi netral. Selain itu terjadi endapan Mg pada elektroda negatif dan gas Cl_2 pada elektroda positif.

B. Senyawa Kovalen Polar

Pada hakikatnya polarisasi atau pengkutuban muatan listrik dari suatu senyawa terjadi karena adanya perbedaan keelektronegatifan dari atom-atom yang bersenyawa. Semakin besar perbedaan keelektronegatifan semakin sempurna terjadi polarisasi.

Perbedaan keelektronegatifan dua atom yang membentuk molekul dwiatom menimbulkan molekul polar atau senyawa kovalen polar, secara keseluruhan merupakan partikel yang netral. Misalnya: HCl , NH_3 , CH_3COOH . Senyawa tersebut dalam bentuk murninya merupakan penghantar listrik yang tidak baik (isolator) tetapi bila senyawa tersebut dilarutkan dalam air akan menghasilkan larutan yang dapat menghantarkan arus listrik.

Senyawa-senyawa tersebut mempunyai kemampuan untuk larut dalam air disebabkan air merupakan molekul dipole atau dua kutub dan senyawa-senyawa tersebut bereaksi dengan air menjadi partikel bermuatan listrik atau ion-ion. Ion-ion ini dapat bergerak bebas dalam larutan (zig-zag) sehingga dapat menghantarkan arus listrik. Oleh karena itu, larutan senyawa-senyawa kovalen polar juga merupakan larutan elektrolit. Jika ditinjau dari ikatannya larutan elektrolit dapat berupa senyawa ion atau senyawa kovalen polar.



Senyawa ion:

Senyawa yang atom-atomnya terbentuk dari unsur logam dan non logam.

Polarisasi atau **pengkutuban muatan** listrik dari suatu senyawa terjadi karena adanya perbedaan keelektronegatifan dari atom-atom yang bersenyawa.

2. Larutan Elektrolit Lemah dan Elektrolit Kuat

Daya hantar larutan elektrolit ditentukan oleh banyak sedikitnya ion yang terjadi oleh proses disosiasi atau ionisasi. Makin banyak ion yang terdapat di dalam larutan, makin kuat daya hantar listriknya. Larutan elektrolit di yang berdaya hantar listrik kuat disebut **elektrolit kuat**, sedangkan larutan yang berdaya hantar listrik lemah disebut larutan **elektrolit lemah**. Perbedaan sifat elektrolit kuat dan elektrolit lemah dapat dilihat pada Tabel berikut.

Elektrolit Kuat	Elektrolit Lemah
Terionisasi Sempurna	Terionisasi Sebagian
Daya hantar listrik kuat	Daya hantar listrik lemah
Gelembung gas banyak	Gelembung gas sedikit
Nyala lampu terang	Nyala lampu redup
Tidak ada molekul dalam larutan	Masih ada molekul dalam larutan
Derajat disosiasi (α) = 1	Derajat disosiasi (α) = $0 < \alpha < 1$

tetapi ada gelembung-gelembung gas di sekitar elektrode.

Umumnya, senyawa ion di dalam air akan terionisasi semuanya (sempurna), karena itu larutan senyawa ion merupakan elektrolit kuat. Senyawa kovalen ada yang terionisasi dalam persentase yang besar, misalnya larutan HCl , larutan H_2SO_4 , dan larutan HNO_3 ; sedangkan beberapa senyawa kovalen yang lain, misalnya NH_3 , CH_3COOH , dan H_3PO_4 di dalam larutan hanya terionisasi sebagian, maka dikelompokkan sebagai larutan elektrolit lemah.

Elektrolit lemah dalam air sukar terurai menjadi ion-ionnya, sehingga kadar ion elektrolit lemah dalam larutan hanya sedikit. Dalam air elektrolit lemah dapat menghasilkan endapan, gas dan cairan. Sedangkan elektrolit kuat dalam air mudah terurai secara sempurna menjadi ion-ionnya.

Kekuatan elektrolit ini dapat dibedakan pula dengan alat uji elektrolit. Pada larutan elektrolit kuat lampu akan menyala terang dan disekitar elektrode kadang-kadang timbul gelembung-gelembung gas yang banyak, sedangkan pada elektrolit lemah lampu menyala redup dan bahkan tidak menyala sama sekali

LATIHAN 7.1

1. Diberikan beberapa contoh jenis larutan sebagai berikut:

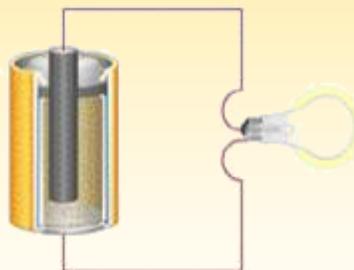
No.	Jenis larutan	Rumus Kimia
1.	Perak klorida	AgCl
2.	Natrium iodida	NaI
3.	Gula	C ₆ H ₁₂ O ₆
4.	Asam asetat	CH ₃ COOH
5.	Alkohol	C ₂ H ₅ OH
6.	Garam dapur	NaCl

Tentukan:

- Jenis larutan yang dapat menghantarkan arus listrik?
 - Jenis larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik?
 - Senyawa yang termasuk elektrolit lemah?
 - Senyawa yang termasuk elektrolit kuat?
 - Senyawa yang termasuk senyawa ion dan kovalen?
- Apakah setiap zat yang menghantarkan arus listrik disebut elektrolit? Jelaskan.
 - Jelaskan Teori Arrhenius tentang larutan elektrolit?
 - Jelaskan perbedaan antara:
 - Elektrolit kuat dan elektrolit lemah
 - Ionisasi senyawa ionik dan ionisasi senyawa kovalen
 - Jelaskan pengertian reaksi ionisasi dan berikan contohnya?



Bahan-bahan kimia digunakan untuk menghasilkan listrik dan listrik dapat menghasilkan bahan-bahan kimia. Volta berhasil membuat listrik dengan baterai dan menggunakan logam-logam yang berbeda yang dipisahkan melalui larutan garam. Penelitian tentang pengaruh aliran listrik, baterai-baterai melalui larutan elektrolit ditemukan bahwa mengalirkan arus listrik melalui air menyebabkan gas hidrogen dan oksigen terpisah, yang merupakan unsur-unsur pembentuk air. Air murni tidak dapat menghantarkan listrik dengan baik tetapi jika ditambah garam, daya hantar listriknya akan meningkat. Hal ini disebabkan listrik dibawa oleh ion-ion dalam larutan, air merupakan konduktor yang lemah atau elektrolit. Karena air hanya sedikit terionisasi. Garam, asam dan basa merupakan elektrolit yang baik. Listrik digunakan untuk menghasilkan zat-zat kimia dalam sel elektrolisis dan untuk pemurnian zat.



Gambar 7.3 Rangkaian listrik dan bagian-bagian dari sel volta (baterai)

Kimia itu tau?

KIMIA - INTISARI

- ✍ Larutan elektrolit ialah larutan yang dapat menghantarkan arus listrik.
- ✍ Larutan non elektrolit ialah larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik.
- ✍ Larutan elektrolit terbagi dua yaitu: larutan elektrolit lemah dan elektrolit kuat.
- ✍ Senyawa kovalen polar dalam bentuk murninya merupakan penghantar listrik yang kurang baik tetapi dalam larutannya merupakan penghantar listrik yang baik.

KIMIA - EVALUASI

I. Pilihan Ganda

A. Berilah tanda silang (x) huruf a, b, c, d atau e pada jawaban yang benar.

1. Dibawah ini yang termasuk larutan elektrolit adalah ...
 - a. Amilum
 - b. Alkohol
 - c. Glukosa
 - d. Garam dapur
 - e. Gula
2. Suatu larutan dapat terionisasi hampir sempurna, maka larutan tersebut tergolong ...
 - a. Asam
 - b. Amfoter
 - c. Elektrolit lemah
 - d. Basa
 - e. Elektrolit kuat
3. Diantara larutan zat-zat berikut yang tergolong larutan elektrolit lemah adalah ...
 - a. NH_4OH
 - b. HCl
 - c. NaCl
 - d. KOH
 - e. H_2SO_4
4. Asam yang di dalam air hanya menghasilkan ion H^+ dari setiap molekulnya adalah ...
 - a. H_2S
 - b. H_2SO_4
 - c. HCl
 - d. H_2CO_3
 - e. H_3PO_4
5. Suatu larutan dapat menghantarkan listrik dengan baik, jika larutan tersebut mengandung ...
 - a. Air penghantar listrik
 - b. Ion-ion yang bergerak bebas
 - c. Ion-ion positif
 - d. Logam yang merupakan penghantar listrik
 - e. Elektron yang tidak bebas bergerak
6. Asam klorida (HCl) merupakan contoh dari ...
 - a. Senyawa ionik yang non elektrolit
 - b. Senyawa ionik yang elektrolit
 - c. Senyawa kovalen yang non elektrolit
 - d. Senyawa kovalen yang elektrolit
 - e. Senyawa yang dapat menghantarkan arus listrik
7. Larutan elektrolit yang efektif untuk menarik sol As_2S_3 yang

bermuatan negatif adalah ...

- a. NaCl
- b. K_2SO_4
- c. CaCl_2

- d. SrCl_2
- e. AlCl_3

8. Data hasil pengujian daya hantar listrik beberapa larutan sebagai berikut

Keadaan zat Jenis zat	Padatan	Lelehan	larutan
A	non konduktor	Konduktor	konduktor
B	non konduktor	non konduktor	konduktor
C	non konduktor	non konduktor	konduktor
D	non konduktor	konduktor	konduktor

Dari data tersebut dapatlah disimpulkan bahwa

- a. semua air dari berbagai sumber, bersifat elektrolit
 - b. air laut dan sumur bersifat elektrolit
 - c. air sungai, danau, sendang dan ledeng termasuk larutan non elektrolit
 - d. larutan dapat tergolong elektrolit jika mempunyai persamaan sifat dengan air laut dan air sumur
 - e. larutan dapat tergolong non elektrolit jika mempunyai persamaan sifat dengan air ledeng
9. Data hasil percobaan daya hantar listrik berbagai zat adalah sebagai berikut :

No.	Jenis air	Nyala lampu	Pengamatan lain
1.	air laut	redup	banyak gas
2.	air sungai	-	sedikit gas
3.	air danau	-	sedikit gas
4.	air sendang	-	banyak gas
5.	air sumur	redup	banyak gas
6.	air ledeng	-	banyak gas

Elektrolit yang merupakan senyawa ion adalah

- a. AB
- b. AC
- c. AD
- d. BE
- e. CD

10. Dari larutan berikut yang diharapkan menghantarkan listrik paling baik adalah....
- a. larutan glukosa 2 M
 - b. larutan asam cuka 0,2 M
 - c. larutan asam cuka 2 M
 - d. larutan asam sulfat 0,2 M
 - e. larutan asam sulfat 2 M

II. Esai

B. Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar.

1. Jelaskan pengertian elektrolit, non elektrolit, kation dan anion? Berikan contohnya.
2. Mengapa larutan elektrolit dapat menghantarkan listrik? Jelaskan.
3. Tuliskan reaksi ion dari senyawa-senyawa berikut.
 - a. HCl
 - b. H_2SO_4
 - c. NaCl
 - d. CH_3COOH
 - e. NaOH
4. Sebutkan contoh larutan elektrolit dan non elektrolit yang sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari?
5. Jelaskan perbedaan antara elektrolit kuat dan elektrolit lemah?

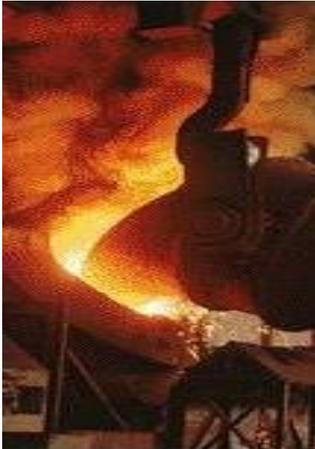


REAKSI OKSIDASI DAN REDUKSI

“Dan kami ciptakan besi (Fe) yang padanya terdapat kekuatan (sifat) yang hebat dan berbagai manfaat bagi manusia, supaya mereka mempergunakannya dan supaya Allah mengetahui siapa saja yang menolong (agamanya) dan rasul-Nya”.

(QS. Al- Hadid 57 : 25)

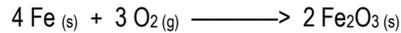
REAKSI OKSIDASI DAN REDUKSI



Gambar 8.1 Proses pembuatan besi murni (Fe) di industri

1. Konsep Reaksi Oksidasi-Reduksi

Pada mulanya pengertian reaksi reduksi-oksidasi hanya digunakan untuk reaksi-reaksi yang berlangsung dengan adanya perpindahan oksigen. Reaksi-reaksi antara unsur-unsur atau senyawa dengan oksigen disebut **reaksi oksidasi**. Sebagai contoh perhatikanlah reaksi perkaratan besi berikut.

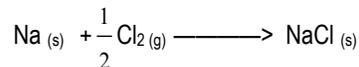


Pada peristiwa perkaratan, besi bereaksi dengan oksigen. Kita katakan, besi mengalami **reaksi oksidasi**. Kata oksidasi secara harfiah berarti "*pengoksigenan*". Karat besi adalah oksida dengan rumus Fe_2O_3 , sebagaimana bijih besi pada kulit bumi. Pada industri logam bijih besi diolah menjadi besi murni menurut reaksi berikut.

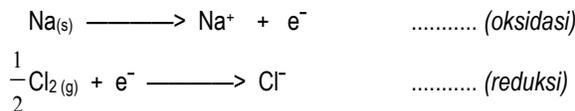


Pada pembuatan besi murni, terjadi pengeluaran atau pengurangan oksigen dari bijih besi (Fe_2O_3). Kita katakan, Fe_2O_3 mengalami **reaksi reduksi**. Kata reduksi secara harfiah berarti "*pengurangan*".

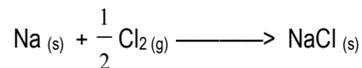
Tinjauan reaksi reduksi dan oksidasi berdasarkan pengikatan dan pelepasan oksigen ternyata kurang universal (luas) karena reaksi kimia tidak hanya melibatkan oksigen saja. Misalnya, reaksi antara logam natrium dengan gas klorin membentuk natrium klorida berikut.



Konsep reaksi reduksi dan oksidasi selanjutnya dijelaskan dengan menggunakan konsep perpindahan (transfer) elektron. **Oksidasi adalah reaksi pelepasan elektron**, sedangkan **reduksi adalah reaksi pengikatan elektron**. Dengan menggunakan konsep tersebut, maka dapat dijelaskan terjadinya reaksi oksidasi dan reaksi reduksi pada reaksi antara logam natrium dan gas klorin sebagai berikut.

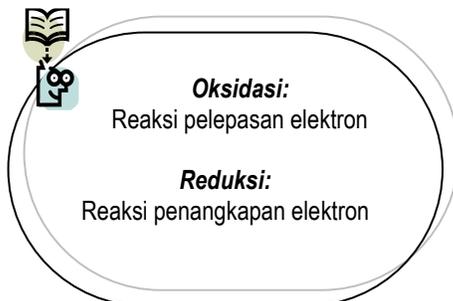


Kedua reaksi diatas masing-masing merupakan **setengah-reaksi**. Sedangkan reaksi lengkapnya adalah:

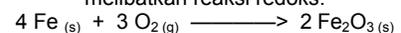


Oksidasi:
Reaksi penggabungan suatu zat dengan oksigen
Reduksi:
Reaksi pengeluaran oksigen dari suatu zat

Perlu diingat bahwa "*pelepasan elektron*" berarti memberikan elektron kepada atom lain, sedangkan "*pengikatan elektron*" berarti menerima elektron dari atom lain. Berdasarkan konsep ini dapat dinyatakan bahwa peristiwa reaksi oksidasi dan reduksi berlangsung secara bersamaan.



Gambar 8.2 Proses perkaratan besi pada mobil-mobil bekas melibatkan reaksi redoks.



Zat yang melepaskan elektron (teroksidasi) disebut **reduktor** (*pereduksi*), sebab ia menyebabkan zat lain mengalami reduksi (menangkap elektron).

Sebaliknya, zat yang mengalami reduksi disebut **oksidator** (*pengoksidasi*). Pada contoh reaksi di atas, logam Na merupakan reduktor, sedangkan Cl_2 adalah oksidator.

Reaksi transfer elektron terjadi pada senyawa-senyawa yang berikatan ion. Ion positif terjadi karena suatu atom melepas elektronnya, sedangkan ion negatif terjadi karena suatu atom mengikat elektron. Oleh karena itu, konsep reaksi redoks yang didasarkan pada perpindahan (transfer) elektron cukup memuaskan untuk menjelaskan reaksi-reaksi pembentukan senyawa ion.



Oksidator (pengoksidasi):
Zat yang mengalami reduksi
Reduktor (pereduksi):
Zat yang mengalami oksidasi

2. Bilangan Oksidasi

Konsep bilangan oksidasi merupakan cara untuk memudahkan kita dalam mengetahui reduktor dan oksidator, maka kepada masing-masing atom diberikan suatu harga yang disebut *bilangan oksidasi (biloks)* atau tingkat oksidasi. **Bilangan oksidasi** adalah muatan yang dimiliki suatu atom jika seandainya elektron diberikan kepada atom lain yang keelektronegatifannya lebih besar. Karena berkaitan dengan harga keelektronegatifan, maka perhatikan peringkat keelektronegatifan atom-atom berikut.



Jika dua atom berikatan, maka atom yang keelektronegatifannya lebih kecil memiliki bilangan oksidasi *positif*, sedangkan atom yang keelektronegatifannya lebih besar memiliki bilangan oksidasi *negatif*.

Bilangan oksidasi dituliskan dalam bentuk angka positif atau negatif pada atom dalam suatu senyawa, sebagai tanda agar dapat diketahui perubahan-perubahan yang terjadi dalam reaksi reduksi dan oksidasi.

A. Aturan Penentuan Bilangan Oksidasi

Untuk memudahkan kita menentukan harga bilangan oksidasi (biloks) suatu atom, kita dapat mempergunakan beberapa ketentuan berikut.

1. Bilangan oksidasi *unsur bebas* (tidak bersenyawa) adalah 0 (nol).

Contoh:

He, Ne, Au memiliki *biloks* = 0

2. Jumlah bilangan oksidasi masing-masing atom penyusun suatu *senyawa netral* adalah 0 (nol).

Contoh:

Pada senyawa $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, jumlah bilangan oksidasi dari:

Bilangan oksidasi $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ = 0

$[(2 \times \text{biloks H}) + (2 \times \text{biloks Cr}) + (7 \times \text{biloks O})] = 0$

$(2 \times 1) + (2 \times 6) + (7 \times (-2)) = 0$

$(2 + 12 + (-14)) = 0$

$(14 - 14) = 0$

3. Jumlah bilangan oksidasi masing-masing atom penyusun suatu *ion* sama dengan muatan ion tersebut.

Contoh:

Pada ion $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, jumlah bilangan oksidasi dari :

Bilangan oksidasi $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ = - 2

$[(2 \times \text{biloks Cr}) + (7 \times \text{biloks O})] = - 2$

$(2 \times 6) + (7 \times (-2)) = - 2$

$(12 + (-14)) = - 2$

4. Unsur-unsur tertentu dalam membentuk senyawa mempunyai bilangan oksidasi tertentu, misalnya :

- ♦ Atom-atom **golongan IA** (Li, Na, K, Rb, Cs dan Fr) dalam senyawa selalu mempunyai bilangan oksidasi +1.
- ♦ Atom-atom **golongan IIA** (Be, Mg, Ca, Sr, dan Ba) dalam senyawa selalu mempunyai bilangan oksidasi +2.
- ♦ Atom-atom **golongan IIIA** (B, Al, dan Ga) dalam senyawa selalu mempunyai bilangan oksidasi +3.
- ♦ Atom **hidrogen** (H) dalam senyawa umumnya mempunyai bilangan oksidasi +1, *kecuali* dalam hidrida logam. Pada **hidrida logam** seperti LiH, NaH, CaH_2 , MgH_2 , dan AlH_3 , atom hidrogen diberi bilangan oksidasi -1.
- ♦ Atom **oksigen** (O) di dalam senyawa umumnya mempunyai bilangan oksidasi -2, *kecuali* pada senyawa peroksida dan OF_2 . Pada **peroksida** seperti H_2O_2 , Na_2O_2 , BaO_2 atom oksigen diberi bilangan oksidasi -1, sedangkan pada OF_2 diberi bilangan oksidasi +2.

Untuk memudahkan pemahaman kita dalam upaya menentukan bilangan oksidasi suatu atom marilah kita pelajari contoh soal-soal berikut.

Contoh Soal:

Tentukan bilangan oksidasi atom klor (Cl) pada:

1. Cl_2
2. HCl
3. ClO_4^-

Jawab:

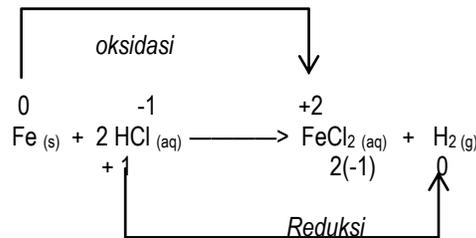
- Bilangan oksidasi Cl dalam $Cl_2 = 0$ (unsur bebas)
- Bilangan oksidasi Cl dalam HCl

Bilangan oksidasi HCl	= 0
[(biloks H + biloks Cl)]	= 0
(+1) + (biloks Cl)	= 0
Biloks Cl	= -1
- Bilangan oksidasi Cl dalam ClO_4^-

Bilangan oksidasi ClO_4^-	= -1
[(biloks Cl + 4x biloks O)]	= -1
[(biloks Cl) + 4x (-2)]	= -1
(biloks Cl) + (-8)	= -1
Biloks Cl	= +7

B. Konsep Reaksi Redoks Berdasarkan Bilangan Oksidasi

Dengan menggunakan harga *bilangan oksidasi*, pengertian oksidasi dan reduksi berdasarkan *konsep oksigen* dan *konsep transfer elektron* dapat kita tinjau kembali. Perhatikanlah reaksi redoks berikut.



Pada reaksi redoks diatas, bilangan oksidasi logam besi naik dari 0 menjadi +2. Sebaliknya bilangan oksidasi hidrogen turun dari +1 menjadi 0. Hal ini berarti logam Fe (**reduktor**) mengalami **oksidasi** menjadi Fe^{2+} , sedangkan H^+ (**oksidator**) mengalami **reduksi** menjadi H_2 .

Beberapa hal penting yang harus diperhatikan antara lain:

- Reaksi redoks adalah reaksi yang disertai perubahan bilangan oksidasi
- Jika dalam suatu reaksi terjadi perubahan suatu unsur menjadi senyawa, maka dapat dipastikan reaksi itu adalah reaksi redoks, sebab perubahan unsur menjadi senyawa atau sebaliknya selalu disertai perubahan bilangan oksidasi
- Jika dalam suatu reaksi tidak terjadi perubahan bilangan oksidasi (semua atom memiliki biloks tetap), maka reaksi itu bukan reaksi redoks.



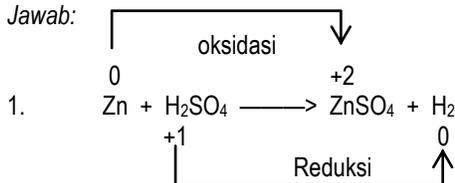
Oksidasi:
Penambahan bilangan oksidasi (naik)
Reduksi:
Pengurangan bilangan oksidasi (turun)

Contoh Soal:

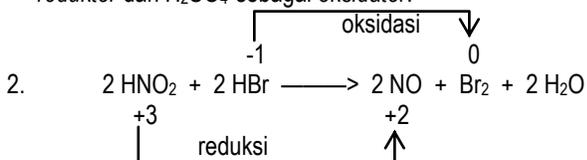
Pada masing-masing reaksi dibawah ini manakah yang merupakan reaksi redoks(tentukan reduktor dan oksidatornya) dan yang bukan reaksi redoks?

- $Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2$
- $2 HNO_2 + 2 HBr \longrightarrow 2 NO + Br_2 + 2 H_2O$
- $H_2SO_4 + 2 NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2 H_2O$
- $3 I_2(g) + 6 KOH_{(aq)} \longrightarrow 5 KI_{(aq)} + KIO_3_{(aq)} + 3 H_2O(l)$

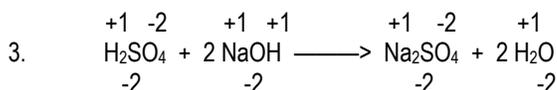
Jawab:



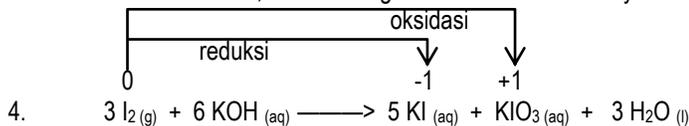
Reaksi redoks, sebab bilangan oksidasi Zn naik dari 0 menjadi +2 dan bilangan oksidasi H turun dari +1 menjadi 0. Logam seng sebagai **reduktor** dan H_2SO_4 sebagai **oksidator**.



Reaksi redoks, sebab bilangan oksidasi N turun dari +3 menjadi +2 dan bilangan oksidasi Br naik dari -1 menjadi 0. Asam nitrit (HNO₂) sebagai *oksidator* (pengoksidasi) dan HBr sebagai *reduktor* (pereduksi).



Bukan reaksi redoks, sebab bilangan oksidasi atom-atomnya tidak ada yang berubah.



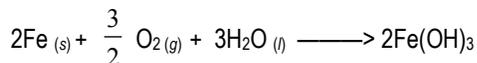
Reaksi autoreduks, karena I₂ dalam reaksi di atas mengalami oksidasi sekaligus ada yang mengalami reduksi. Artinya atom I mengoksidasi atom I yang lain dan sebaliknya mereduksi yang lain. Atom-atom kalium, oksigen dan hidrogen tidak mengalami oksidasi dan reduksi.

3. Aplikasi Reaksi Oksidasi dan Reduksi

Salah satu manfaat reaksi redoks adalah untuk pemisahan logam dari bijihnya. Umumnya logam di alam ditemukan dalam bentuk bijih logam, yaitu senyawa-senyawa logam. Misalnya besi sebagai Fe₃O₄, tembaga sebagai senyawa CuFeS₂, dan berbagai senyawa yang lain. Untuk memisahkan logam dari senyawaan tersebut dapat dilakukan dengan mereduksinya. Pereduksi yang digunakan untuk memisahkan logam dari bijihnya adalah gas CO. Reaksi reduksi pemisahan besi dari bijih yang mengandung Fe₂O₃ melalui reaksi berikut ini.



Reduksi ini dilakukan pada tungku yang bersuhu sangat tinggi dan disebut sebagai tanur tinggi (*blast furnace*). Perkaratan besi merupakan salah satu reaksi redoks yang sangat merugikan bagi manusia. Perkaratan besi merupakan reaksi oksidasi terhadap logam besi sehingga besi menjadi rusak.



Pemahaman tentang reaksi redoks pada proses perkaratan besi sudah mencapai tahap mencari cara terbaik terbaik untuk mencegah perkaratan pada besi.



Korosi didefinisikan sebagai proses pengikisan atau pengrusakan logam sebagai akibat reaksi elektrokimia antara logam dan lingkungan. Korosi dapat berjalan cepat atau lambat tergantung pada lingkungan, dengan korosi akan terjadi penurunan mutu logam. Oleh karena itu, logam yang terkena korosi akan mudah rapuh, kasar, dan mudah hancur.

Korosi logam kebanyakan disebabkan antara lain oleh uap air, lingkungan yang asam, garam dan suhu lingkungan yang tinggi. Bentuk-bentuk korosi pada logam adalah korosi merata, galvanik, celah, sumuran, batas butir dan korosi erosi.

Untuk menghindari dan mencegah korosi perlu dilakukan perlindungan terhadap logam yaitu dengan cara pelapisan (*electroplating*), pengecatan,



Gambar 8.3 Korosi menyebabkan kerusakan logam pada bagian-bagian mobil yang terbuat dari logam

Kimia ku tau?

KIMIA-INTISARI

- Pengertian reaksi redoks dapat ditinjau dari konsep penggabungan dan pelepasan oksigen, penerimaan dan penangkapan elektron, serta penurunan dan peningkatan bilangan oksidasi.
- Reaksi autoreduksi adalah reaksi oksidasi dan reduksi dimana suatu zat atau unsur berperan sebagai oksidasi sekaligus mengalami reaksi reduksi.

KIMIA-EVALUASI

I. Pilihan Ganda

A. Berilah tanda silang (x) huruf a, b, c, d atau e pada jawaban yang benar.

- Tiga macam pengertian oksidasi sebagai berikut :
 - Pengikatan oksigen
 - Kenaikan bilangan oksidasi
 - Pelepasan elektron
 Urutan perkembangan pengertian oksidasi tersebut adalah
 - 1 – 2 – 3
 - 1 – 3 – 2
 - 2 – 1 – 3
 - 2 – 3 – 1
 - 3 – 1 – 2
- Menurut kaidah pengikatan dan pelepasan elektron, zat yang mengikat elektron dinamakan
 - Reduktor
 - Oksidator
 - Oksidasi
 - Reduksi
 - Redoks
- Berdasarkan konsep pengikatan dan pelepasan oksigen, reaksi di bawah ini merupakan reaksi oksidasi, *kecuali*
 - $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$
 - $CS_2(g) + 3O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2SO_2(g)$
 - $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$
 - $Fe_2O_3(g) + 3CO(g) \rightarrow 2Fe(s) + 3CO_2(g)$
 - $2KClO_3(aq) + 3S(s) \rightarrow 2KCl(aq) + 3SO_2(g)$
- Diantara zat yang digaris bawahi berikut yang mengalami reduksi adalah
 - $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$
 - $2Al + Fe_2O_3 \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe$
 - $SnCl_2 + 2HgCl_2 \rightarrow SnCl_4 + Hg_2Cl_2$
 - $MnO_2 + 4HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$
 - $H_2S + 2FeCl_3 \rightarrow 2FeCl_2 + S + 2HCl$
- Pada reaksi penambahan oksigen di bawah ini :

$$MnO_2 + 4HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$$
 Yang bertindak sebagai oksidator adalah
 - MnO₂
 - HCl
 - MnCl₂
 - Cl₂
 - H₂O
- Redoks berdasarkan kaidah serah terima elektron dari reaksi :

$$Cr_2O_3(aq) + 2Al(s) \rightarrow Al_2O_3(aq) + 2Cr(s)$$
 Yang bertindak sebagai penyerah elektron adalah
 - Cr dalam Cr₂O₃
 - Al dalam Al₂O₃
 - O₂ dalam Cr₂O₃
 - Cr
 - Al

- Dari reaksi soal no. 6 yang bertindak sebagai oksidator adalah
 - Cr dalam Cr₂O₃
 - Al dalam Al₂O₃
 - O₂ dalam Cr₂O₃
 - Cr
 - Al
- Diketahui reaksi pembakaran anilin, C₆H₇N sebagai berikut

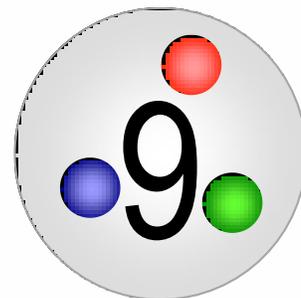
$$4C_6H_7N(g) + 35O_2(g) \rightarrow 24CO_2(g) + 4NO_2(g) + 14H_2O(l)$$
 Pernyataan di bawah ini sesuai dengan reaksi redoks sebagai penambahan dan pengurangan oksigen adalah
 - CO₂ sebagai hasil reduksi
 - H₂O sebagai oksidator
 - NO₂ sebagai oksidator
 - Oksigen sebagai reduktor
 - Anilin mengalami reaksi oksidasi
- Diantara reaksi berikut yang tergolong reaksi redoks adalah
 - $Cr_2O_7^{2-}(aq) + 2H^+(aq) \rightarrow CrO_4^{2-}(aq) + H_2O(l)$
 - $CuO(s) + 2HNO_3(aq) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + H_2O(aq)$
 - $2Na_2S_2O_3(aq) + I_2(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + 2NaI(aq)$
 - $Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow BaSO_4(s)$
 - $NH_4^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow NH_3(g) + H_2O(g)$
- Diantara reaksi berikut ini yang tidak tergolong reaksi redoks adalah
 - $S + O_2 \rightarrow SO_2$
 - $MnO_2 + 4H^+ + 2Cl^- \rightarrow Mn^{2+} + Cl_2 + 2H_2O$
 - $Al_2O_3 + 6H^+ \rightarrow 2Al^{3+} + 3H_2O$
 - $2S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2I^-$
 - $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6Fe^{2+} \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$

II. Esai

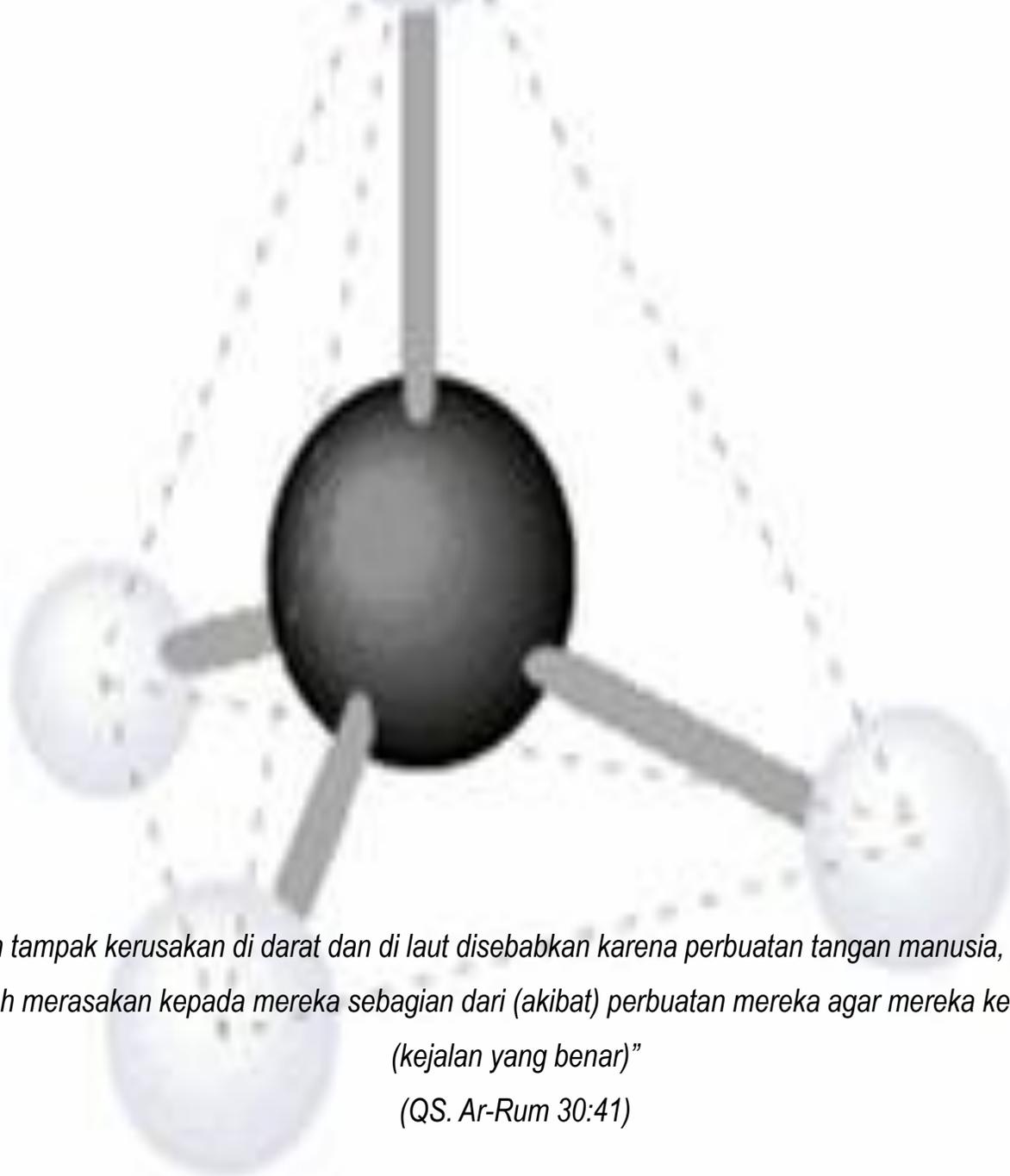
B. Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar.

- Apakah yang dimaksud dengan bilangan oksidasi?
 - Tentukan bilangan oksidasi masing-masing unsur berikut?
 - MnO₂
 - HNO₃
- Apakah reaksi-reaksi berikut tergolong reaksi redoks atau bukan redoks? Jelaskan.
 - $2H_2S + SO_2 \rightarrow 2H_2O + 2S$
 - $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl$
- Jelaskan pengertian reaksi oksidasi - reduksi menurut:
 - Konsep pelepasan oksigen?
 - Konsep pelepasan elektron?
 - Konsep penurunan bilangan oksidasi?
- Tentukan apakah perubahan dibawah ini merupakan reaksi oksidasi atau bukan ...
 - BrO₂⁻ menjadi Br⁻
 - OCl⁻ menjadi ClO₃⁻
- Isilah tabel berikut dengan benar.

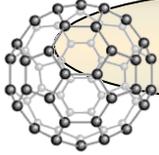
No	Reaksi	Oksidator	Reduktor
A	$Cu + NO_3^- \rightarrow Cu^{2+} + NO$		
B	$H_2S + HNO_3 \rightarrow H_2O + S + NO$		
C	$HNO_3 + Zn \rightarrow Zn(NO_3)_2 + H_2O + NH_4NO_3$		
D	$SO_2 + O_2 \rightarrow SO_3$		



HIDROKARBON DAN MINYAK BUMI



*“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (kejalan yang benar)”
(QS. Ar-Rum 30:41)*



HIDROKARBON DAN MINYAK BUMI

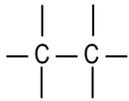
1. Keunikan Sifat Atom karbon

Atom karbon terletak pada golongan ke empat dan periode ke dua pada sistem periodik unsur. Hal ini berarti atom karbon memiliki konfigurasi elektron sebagai berikut

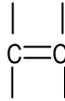


Dengan memiliki empat elektron pada kulit terluar (valensi), atom karbon memerlukan empat elektron lagi agar susunannya stabil sesuai dengan hukum Oktet.

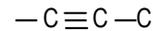
Untuk memenuhi hukum Oktet, atom karbon dapat berikatan dengan sesama atom C atau atom-atom unsur lain membentuk **ikatan kovalen tunggal**, **ikatan rangkap** dan **ikatan rangkap tiga**.



Ikatan kovalen tunggal

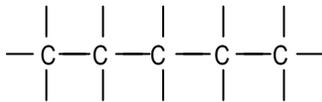


ikatan kovalen rangkap

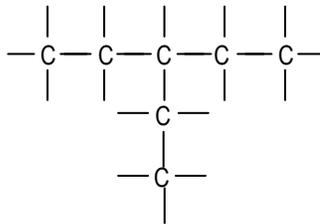


ikatan kovalen rangkap tiga

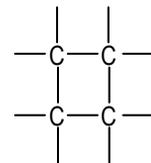
Selain itu, salah satu keunikan atom karbon adalah mampu membentuk rantai karbon. **Rantai karbon** adalah ikatan antara sesama atom karbon secara berantai. Rantai yang stabil tersebut dapat berbentuk **rantai lurus** (alifatik), **bercabang** atau **melingkar** (siklik)



Rantai karbon lurus



Rantai karbon bercabang

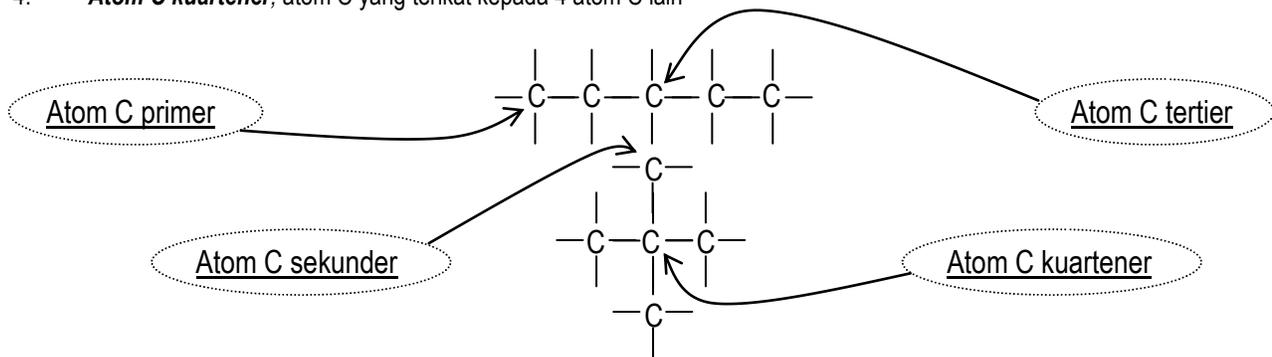


Rantai karbon siklik

Kestabilan pada rantai karbon ini disebabkan karena semua elektron terluar atom karbon digunakan ketika membentuk ikatan kovalen dengan atom karbon lain. Selain itu, elektron terluar atom karbon juga cukup dekat dengan inti atom. Sehingga gaya tarik inti terhadap elektron cukup kuat untuk membuat ikatan karbon tidak mudah putus.

Kemungkinan terbentuknya rantai cabang didalam rantai karbon banyak sekali, sehingga berbagai molekul bisa terbentuk. Disini perlu diperhatikan posisi sebuah atom karbon terhadap atom karbon lainnya pada rantai karbon. Posisi atom C pada rantai karbon terdapat empat kemungkinan yaitu:

1. **Atom C primer**, atom C yang hanya terikat kepada 1 atom C lain
2. **Atom C sekunder**, atom C yang terikat kepada 2 atom C lain
3. **Atom C tertier**, atom C yang terikat kepada 3 atom C lain
4. **Atom C kuartener**, atom C yang terikat kepada 4 atom C lain



2. Keberadaan Senyawa Karbon di Alam

A. Senyawa Organik dan Anorganik

Pada permulaan abad ke-18, ahli-ahli kimia menggolongkan semua zat ke dalam dua golongan yaitu zat organik dan zat anorganik. **Zat organik** adalah zat yang berasal dari makhluk hidup seperti tumbuh-tumbuhan dan hewan. Sedangkan **zat anorganik** adalah zat-zat yang berasal bukan dari makhluk hidup, seperti batuan dan mineral disekitar kita.

Untuk waktu yang cukup lama, berdasarkan teori **Jons Jakob Berzelius** (1779-1848) pada tahun 1870, diyakini bahwa senyawa-senyawa organik memiliki "kekuatan vital" yang tersembunyi sehingga para ahli kimia tidak dapat membuat tanpa bantuan tumbuh-tumbuhan dan binatang.

Teori kekuatan vital ini mendapat bantahan telak setelah pada tahun 1828, **Friedrich Wohler** (1800-1882) dari Jerman dapat membuat *urea* (senyawa organik) dari pembakaran ammonia dengan sianat yang merupakan senyawa anorganik. Nama organik sebenarnya pada saat ini sudah kurang tepat, lebih tepat digunakan nama senyawa karbon sebab semua senyawa organik selalu mengandung atom karbon.

Sejak saat itu banyak senyawa organik yang diproduksi di laboratorium, bahkan para ahli kimia mampu membuat (sintesis) senyawa-senyawa organik baru. Penggolongan senyawa organik dan anorganik pun tidak didasarkan lagi kepada definisi asal tetapi lebih kepada *sifat dan strukturnya*.

TABEL 9.1 Perbedaan sifat dan struktur senyawa organik dan anorganik

Senyawa Organik	Senyawa Anorganik
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tidak tahan panas (terurai pada suhu rendah) ✓ Sebagian besar tidak larut dalam air atau pelarut polar, tetapi larut dalam pelarut non polar ✓ Sukar bereaksi (kurang reaktif), jika bereaksi cenderung lambat ✓ Semuanya berikatan kovalen ✓ Jika dibakar menghasilkan karbon atau gas CO₂ ✓ Memiliki struktur rantai atom karbon 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tahan pada pemanasan (terurai pada suhu tinggi) ✓ Mudah larut dalam air atau pelarut polar ✓ Mudah bereaksi, jika bereaksi berlangsung cepat ✓ Ada yang berikatan ion maupun kovalen ✓ Jika dibakar tidak menghasilkan karbon atau gas CO₂ ✓ Tidak memiliki struktur rantai atom karbon



Zat organik:

Zat-zat yang berasal dari makhluk hidup seperti tumbuh-tumbuhan dan hewan.

Zat anorganik:

Zat-zat yang berasal bukan dari makhluk hidup, seperti batuan dan mineral.

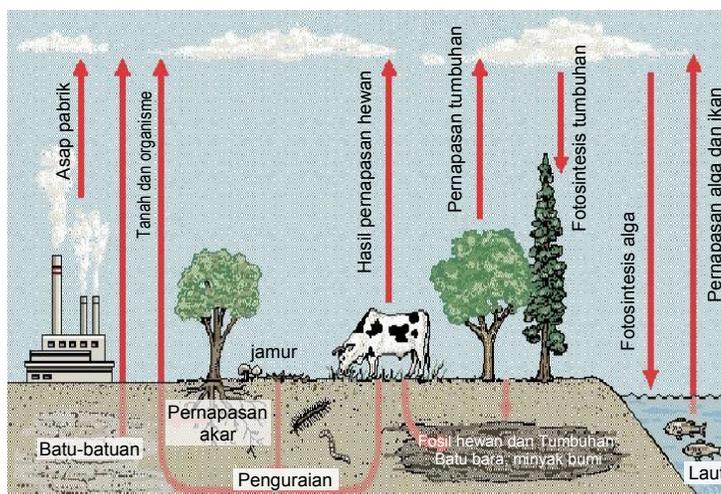
B. Siklus Karbon

Karbon merupakan unsur utama dalam senyawa yang dihasilkan oleh benda-benda hidup. Karbon ini bergerak sekitar dunia kita dengan proses **Siklus Karbon**. Karbondioksida di udara bergabung dengan air membentuk karbohidrat dalam tumbuh-tumbuhan melalui proses yang dinamakan fotosintesis.

Karbohidrat ini mencakup selulosa, yang merupakan komponen struktur utama dari batang dan daun. Banyak binatang memakan tumbuh-tumbuhan untuk mendapatkan karbon yang dibutuhkannya. Binatang-binatang pemakan tumbuhan (herbivora) dimakan oleh binatang-binatang lain, sehingga memberikan karbon kemakanan secara berantai.

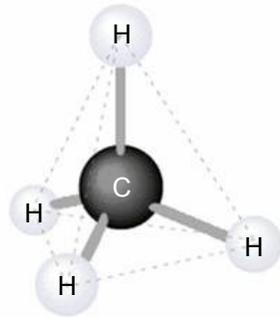
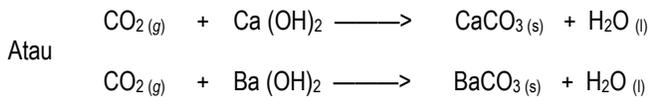
Jika binatang-binatang ini mati, karbonnya didaur ulang melalui pembusukan. Tumbuhan yang busuk dan materi binatang memberi makanan ke fungi dan bakteri, dan menghasilkan karbondioksida. Tumbuh-tumbuhan dapat juga ditanam dan dikonversi dibawah tekanan menjadi batu bara dan minyak bumi-sisa-sisa pembakaran. Jika sisa-sisa pembakaran ini dibakar, ia kembali keudara sebagai karbon dioksida.

Binatang-binatang juga mengembalikan karbon ke udara melalui pernapasannya, yang mengeluarkan karbon dioksida. Untuk mengetahui bahwa suatu bahan merupakan senyawa karbon dapat dilakukan dengan membakar senyawa tersebut. Hasil pembakaran sempurna senyawa karbon berupa gas karbon dioksida (CO₂), sedangkan apabila pembakarannya tidak sempurna akan menghasilkan gas karbon monoksida (CO) yang berupa asap dan zat sisa berupa arang (karbon).



Gambar 9.1 Siklus Karbon dalam kehidupan

Untuk mengenali gas CO_2 dapat dilakukan dengan cara mengalirkan gas hasil pembakaran tersebut ke dalam air kapur $\text{Ca}(\text{OH})_2$ atau air barit $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Jika gas hasil pembakaran tersebut mengeruhkan air kapur atau air barit, berarti senyawa yang dibakar merupakan senyawa karbon. Menurut persamaan reaksi.



Gambar 9.2 Metana (CH_4) senyawa karbon sederhana

3. Senyawa-senyawa Hidrokarbon

Sesuai dengan namanya, golongan senyawa ini hanya tersusun dari unsur karbon dan hidrogen saja. Golongan senyawa hidrokarbon merupakan senyawa karbon yang paling sederhana bila ditinjau dari komposisi dan rumus kimianya.

Molekul hidrokarbon yang paling sederhana adalah metana (CH_4). Metana memiliki empat garis ikatan karbon dengan hidrogen membentuk kedudukan ruang sebuah bidang empat (*tetrahedral*), dimana atom C sebagai titik pusat dan atom H menempati ke empat titik sudut bidang *tetrahedral*.



Bedasarkan jenis ikatan antara atom karbon, senyawa hidrokarbon dapat dikelompokkan menjadi senyawa hidrokarbon jenuh dan tak jenuh. Pada **hidrokarbon jenuh** seluruh ikatan antara atom-atom karbon adalah ikatan tunggal, sedangkan senyawa **hidrokarbon tak jenuh** memiliki satu atau lebih ikatan rangkap antar atom karbon atau dapat pula memiliki ikatan rangkap tiga.

Alkana merupakan senyawa hidrokarbon yang hanya memiliki *ikatan tunggal* (jenuh), sedangkan **Alkena** dan **Alkuna** termasuk senyawa tak jenuh karena memiliki *ikatan rangkap dua* dan *rangkap tiga*.

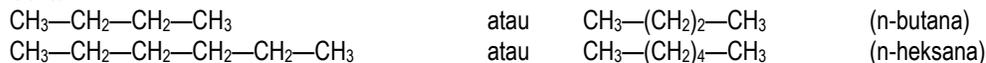
A. Alkana

Senyawa hidrokarbon jenuh alkana memiliki rumus umum $\text{C}_n \text{H}_{2n+2}$, dengan n adalah banyaknya atom C pada molekul alkana. Sesuai dengan banyaknya atom C pembentuknya, maka untuk satu atom C rumus molekulnya menjadi CH_4 , senyawanya disebut metana. Untuk dua atom C, rumus molekulnya menjadi C_2H_6 diberi nama etana dan seterusnya.

Pemberian nama senyawa karbon didasarkan pada aturan IUPAC (*Internasional Union And Pure Applied Chemistry*). Nama senyawa karbon dapat memberi informasi tentang rumus molekul dan strukturnya. Tata Nama Alkana berdasarkan aturan IUPAC, sebagai berikut.

1. Untuk alkana rantai lurus diberi nama normal, disingkat n

Contoh:



Beberapa nama alkana rantai lurus dapat dilihat pada Tabel 9.2.

2. Untuk alkana rantai bercabang, mengikuti aturan:

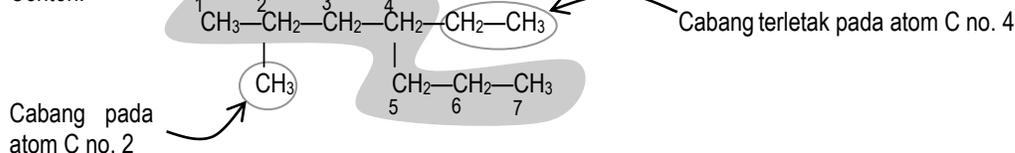
- A. Memilih rantai utama. Rantai utama adalah rantai yang terpanjang

Contoh:



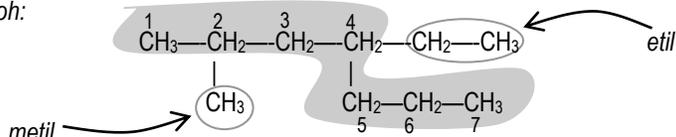
- B. Beri nomor atom C pada rantai utama, dimulai dari ujung rantai yang terdekat dengan cabang.

Contoh:



C. Menetapkan gugus cabang yang terikat pada rantai utama. Gugus cabang pada umumnya merupakan alkil. **Alkil** adalah gugus alkana yang kehilangan sebuah atom hidrogen dengan nama disesuaikan dengan nama alkananya dengan mengganti akhiran **-ana** menjadi **-il**.

Contoh:



Beberapa nama gugus cabang alkil dapat dilihat pada Tabel 9.3.

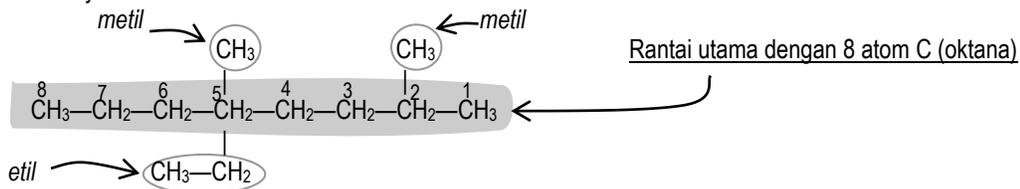
D. Urutkan nama gugus cabang sesuai urutan abjad. Kemudian beri nama senyawanya dengan urutan:

Nomor cabang — nama cabang — nama rantai utama

Jadi untuk senyawa alkana diatas namanya adalah: **4-etil - 2-metil heptana**

E. Untuk senyawa alkana yang memiliki lebih dari satu cabang yang sama, maka namanya disebut sekali tetapi diawali dengan jumlahnya dalam bahasa latin. Misal: 2 = *di* 3 = *tri* 4 = *tetra*

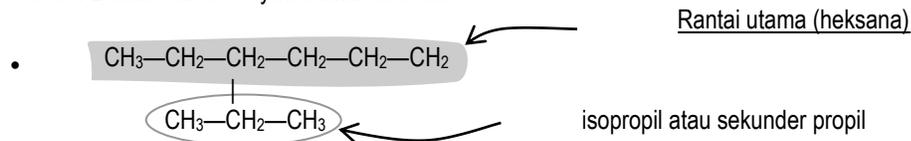
Contoh: Berilah nama senyawa alkana berikut.



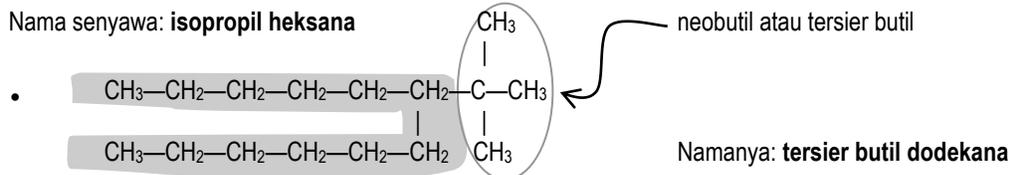
Nama senyawa alkana diatas adalah: **5-etil - 3,5-dimetil oktana**

F. Khusus untuk gugus *alkil bercabang* atau yang tidak terikat pada atom C primer diberinama tertentu.

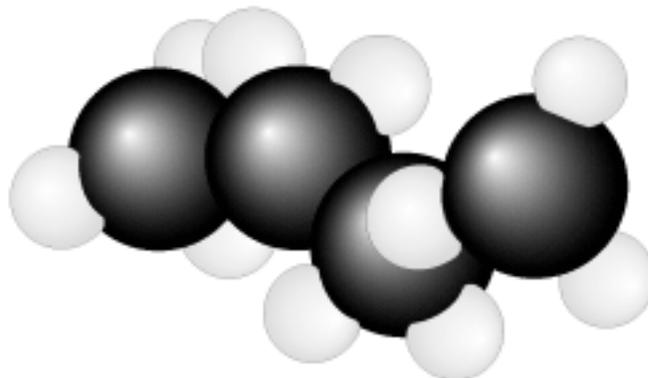
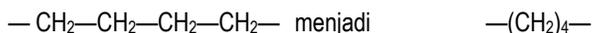
Contoh: Berilah nama senyawa alkana berikut



Nama senyawa: **isopropil heksana**



Penulisan rumus struktur dapat diringkas sebagai berikut.



Gambar 9.3 Molekul Butana (C₄H₁₀)

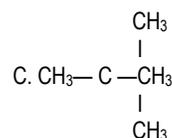
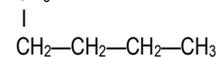
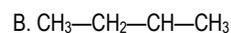
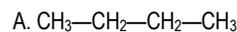
Tabel 9.2 Model rumus bangun, rumus struktur serta nama beberapa alkana rantai lurus

Banyaknya atom C	Model Rumus Bangun	Rumus Struktur	Rumus	Nama
1	<pre> H H-C-H H </pre>	CH ₄	CH ₄	metana
2	<pre> H H H-C-C-H H H </pre>	CH ₃ —CH ₃	C ₂ H ₆	etana
3	<pre> H H H H-C-C-C-H H H H </pre>	CH ₃ —CH ₂ —CH ₃	C ₃ H ₈	propana
4	<pre> H H H H H-C-C-C-C-H H H H H </pre>	CH ₃ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₃	C ₄ H ₁₀	butana
5	<pre> H H H H H H-C-C-C-C-C-H H H H H H </pre>	CH ₃ —(CH ₂) ₃ —CH ₃	C ₅ H ₁₂	pentana
6	<pre> H H H H H H H-C-C-C-C-C-C-H H H H H H H </pre>	CH ₃ —(CH ₂) ₄ —CH ₃	C ₆ H ₁₄	heksana
7	<pre> H H H H H H H H-C-C-C-C-C-C-C-H H H H H H H H </pre>	CH ₃ —(CH ₂) ₅ —CH ₃	C ₇ H ₁₆	heptana
8	<pre> H H H H H H H H H-C-C-C-C-C-C-C-C-H H H H H H H H H </pre>	CH ₃ —(CH ₂) ₆ —CH ₃	C ₈ H ₁₈	oktana
9	<pre> H H H H H H H H H H-C-C-C-C-C-C-C-C-C-H H H H H H H H H H </pre>	CH ₃ —(CH ₂) ₇ —CH ₃	C ₉ H ₂₀	nonana
10	<pre> H H H H H H H H H H H-C-C-C-C-C-C-C-C-C-C-H H H H H H H H H H H </pre>	CH ₃ —(CH ₂) ₈ —CH ₃	C ₁₀ H ₂₂	dekana
11	<pre> H H H H H H H H H H H H-C-C-C-C-C-C-C-C-C-C-C-H H H H H H H H H H H H </pre>	CH ₃ —(CH ₂) ₉ —CH ₃	C ₁₁ H ₂₄	hendekana

LATIHAN 9.1

- Jelaskan definisi senyawa hidrokarbon dan berikan contohnya?
- Terangkan perbedaan senyawa organik dan anorganik? Berikan contohnya.
- Tuliskan karakteristik dari atom C?
- Buatlah struktur dari senyawa berikut:
 - 2-metil propana
 - n-pentana
 - 2,4-dimetil oktana
 - 2,2,4-trimetil nonana

- 3-etil-2-metil heptana
5. Berikanlah nama dari struktur berikut:

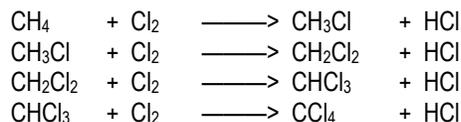


Tabel 9.3 Beberapa nama gugus alkil dengan rumus $C_n H_{2n+1}$ diturunkan dari senyawa alkananya

Banyaknya Atom C	Rumus Molekul Alkana	Nama Alkana	Titik didih $^{\circ}C$	Wujud	Rumus Molekul Alkil	Nama Alkil
1	CH_4	metana	-163,9	gas	CH_3-	metil
2	C_2H_6	etana	-88,5	gas	C_2H_5-	etil
3	C_3H_8	propana	-42,0	gas	C_3H_7-	propil
4	C_4H_{10}	butana	-0,4	gas	C_4H_9-	butil
5	C_5H_{12}	pentana	36,2	cair	$C_5H_{11}-$	pentil atau amil
6	C_6H_{14}	heksana	69,1	cair	$C_6H_{13}-$	heksil
7	C_7H_{16}	heptana	98,5	cair	$C_7H_{15}-$	heptil
8	C_8H_{18}	oktana	125,8	cair	$C_8H_{17}-$	oktil
9	C_9H_{20}	nonana	150,9	cair	$C_9H_{19}-$	nonil
10	$C_{10}H_{22}$	dekana	174,2	cair	$C_{10}H_{21}-$	dekil
11	$C_{11}H_{24}$	undekana	196,1	cair	$C_{11}H_{23}-$	undekil
12	$C_{12}H_{26}$	dodekana	216,4	cair	$C_{12}H_{25}-$	dodekil
14	$C_{14}H_{30}$	tetradekana	253,5	padat	$C_{14}H_{29}-$	tetradekil
18	$C_{18}H_{38}$	oktadekana	313,9	padat	$C_{18}H_{37}-$	oktadekil
20	$C_{20}H_{42}$	eikosana	343,9	padat	$C_{20}H_{41}-$	eikosil

Sifat *fisis* alkana berkaitan dengan banyaknya atom C, semakin panjang rantai karbon yang menyusun alkana, makin tinggi titik didihnya. Senyawa alkana dengan 4 atom C berwujud gas, 5-12 atom C berwujud cair dan 13-20 atom C berbentuk padat pada suhu kamar. Hubungan panjangnya rantai karbon dengan titik didih dapat dilihat pada Tabel 9.4.

Secara *kimia* alkana sukar bereaksi dengan senyawa-senyawa lain. Alkana bersifat stabil, sukar bereaksi dan kurang reaktif. Semakin panjang rantai karbon yang dibentuk makin berkurang kereaktifannya. Tetapi pada suhu biasa *klorin* atau *bromin* dapat menggantikan atom-atom hidrogen dari alkana. Menurut reaksi:

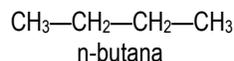


Alkana juga dapat terbakar sempurna dalam oksigen berlebih dengan nyala yang tak berasap dan membentuk karbondioksida dan air. Reaksinya:

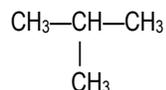


Reaksi ini sangat eksoterm (melepaskan panas), sehingga digunakan sebagai dasar pembakaran bahan bakar minyak bumi untuk sumber energi.

Senyawa-senyawa alkana terdapat melimpah pada minyak bumi, bahkan ada diantaranya yang mempunyai rumus molekul sama tetapi rumus strukturnya berbeda, disebut **isomer**. Pada alkana isomeri struktur baru terdapat pada C_4H_{10} .



dengan



Isobutana atau 2-metilpropana

Peristiwa **isomeri** ini disebabkan karena bentuk rantai karbonnya berbeda, misalnya **n-butana** dan **2-metil propana** diatas.

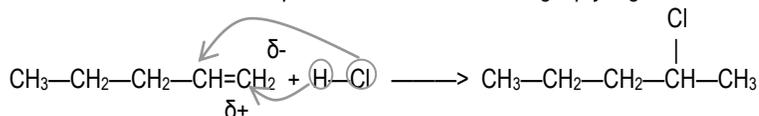


Isomer:

Senyawa-senyawa alkana yang memiliki rumus molekul sama tetapi rumus strukturnya berbeda.

Kenapa pada adisi 1-pentena diatas, senyawa yang terbentuk adalah 2-kloro pentana bukan 1-kloro pentana? Untuk menjelaskan hal ini, maka kita perlu terlebih dahulu memahami **aturan Markovnikov**, yang diteliti oleh **Vladimir Markovnikov** pada tahun 1870, yaitu:

“Atom H dari asam halida akan terikat pada atom C berikatan rangkap yang memiliki H lebih banyak”



Pada alkena dapat terjadi beberapa peristiwa isomeri, yaitu isomeri yang berkaitan dengan struktur rantai atom karbonnya (*isomeri rantai dan isomeri posisi*) dan isomeri yang berkaitan dengan atom atau gugus di dalam ruangan (*isomeri geometri*).

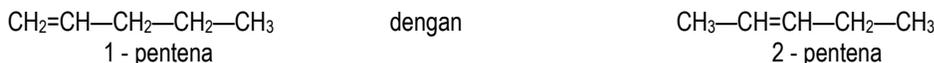
Isomeri rantai atau isomeri kerangka atom karbon yaitu peristiwa isomeri yang disebabkan adanya perbedaan rantai atau kerangka atom karbonnya. Isomeri ini dapat dikenali dengan melihat bercabang atau tidak bentuk rantainya dan banyak atom karbon pada rantainya.

Contoh:



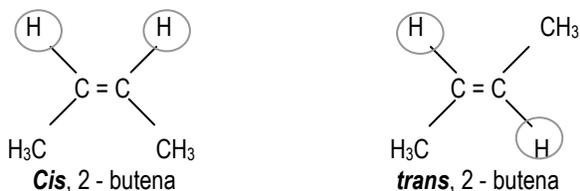
Selain isomeri rantai alkena juga memiliki **Isomeri posisi** yang terjadi karena adanya perbedaan posisi letak cabang atau posisi letak ikatan rangkapnya.

Contoh:



Pada kerangka molekul tiga dimensinya, alkena dapat memiliki isomer geometri. **geometri** merupakan isomeri yang terjadi karena perbedaan letak suatu gugus dalam ruangan. Isomeri geometri dapat terjadi bila dalam senyawa karbon tersebut terdapat rantai karbon yang membentuk bidang dan terdapat gugus yang sama pada dua atom karbon yang berbeda. Rantai atom karbon yang mengandung ikatan rangkap (alkena) dapat dianggap sebagai suatu bidang batas, sedangkan gugus-gugus yang terikat pada kedua atom karbon pada ikatan rangkap tersebut ditentukan letaknya dalam ruangan yang dibatasi oleh bidang-bidang yang dibentuk oleh rantai karbon. Bila gugus-gugus tersebut berada dalam satu ruang disebut kedudukan **cis** dan bila kedua gugus tersebut berbeda ruang disebut kedudukan **trans**.

Contoh:



Isomeri

Isomeri rantai:
Peristiwa isomeri yang disebabkan adanya perbedaan rantai atau kerangka atom karbonnya

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

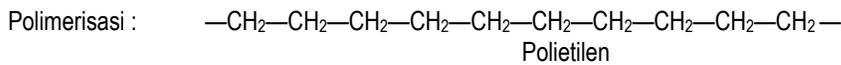
Isomeri geometri:
isomeri yang terjadi karena perbedaan letak suatu gugus dalam ruangan

Alkena dapat mengalami polimerisasi. **Polimerisasi** adalah penggabungan molekul-molekul sejenis menjadi molekul raksasa sehingga berantai karbon sangat panjang. Molekul-molekul yang bergabung disebut **monomer-monomer**, sedangkan molekul raksasa yang terbentuk disebut **polimer**. Salah satu polimer alkena yang paling terkenal adalah Plastik.

Plastik merupakan polimer dari alkena atau turunannya. Plastik tersusun dari monomer-monomer penyusunnya. Ketika monomer-monomer bergabung membentuk polimer plastik, ikatan *tidak jenuh* berubah menjadi *jenuh*. Beberapa jenis plastik yang biasa kita temui dalam kehidupan sehari-hari sebagai berikut.

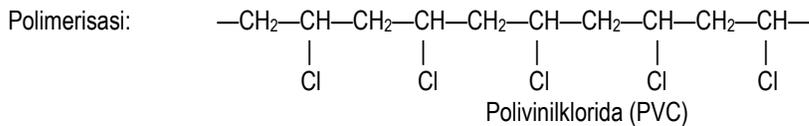
1. **Polietilena**, plastik tipis tembus cahaya (transparan) yang dipakai sebagai pembungkus makanan, botol minuman atau sampul buku. Polietilen tersusun dari monomer-monomer etena (etilena). Reaksi polimerisasinya.

Contoh:



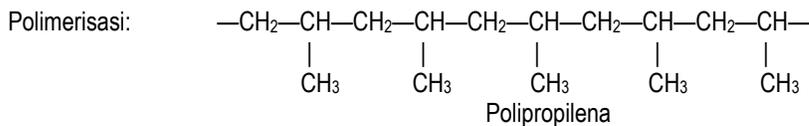
2. **Polivinilklorida (PVC)**, plastik keras dan kaku untuk pipa saluran air atau peralatan rumah tangga seperti ember dan kursi.

Contoh:



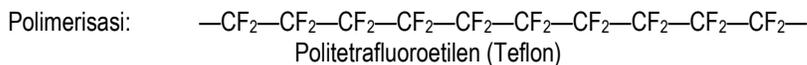
3. **Polipropena (polipropilena)**, plastik agak tebal dan tidak tembus cahaya, yang biasa digunakan sebagai tas, kemasan barang-barang di toko, peralatan rumah tangga, bagian bodi kendaraan dan sebagainya.

Contoh:



4. **Politetrafluoroetilen (Teflon)**, plastik tahan api yang banyak dipakai sebagai peralatan masak. Sepeti panci, dan penggorengan. Teflon memiliki banyak keunggulan dibandingkan peralatan dari logam, karena Teflon tahan karat, ringan, murah dan tidak menghantarkan listrik.

Contoh:



Gambar 9.4 Beberapa jenis plastik dari polimer polipropilena



Polimerisasi:

Penggabungan molekul-molekul sejenis menjadi molekul raksasa sehingga berantai karbon sangat panjang.

Molekul-molekul yang bergabung disebut **monomer-monomer**, sedangkan molekul raksasa yang terbentuk disebut **polimer**

C. Alkuna dan Alkadiena

Alkuna merupakan senyawa hidrokarbon yang mempunyai sebuah *ikatan rangkap tiga* antar atom karbonnya. Sedangkan **alkadiena** ialah senyawa hidrokarbon yang mempunyai *dua buah ikatan rangkap dua*. Alkuna dan alkadiena memiliki rumus umum yang sama yaitu: $C_n H_{2n-2}$ dengan n banyaknya atom C pada molekul alkuna. Nama-nama alkuna sesuai dengan nama alkananya, hanya dengan mengganti akhiran **-ana** menjadi **-una**. Beberapa struktur, rumus molekul dan nama alkuna dapat dilihat pada Tabel 9.6 dibawah ini.

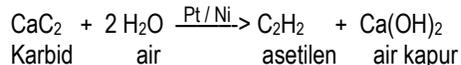
TABEL 9.5 Struktur, rumus molekul dan nama beberapa Alkuna

Banyaknya Atom C	Struktur Alkuna	Rumus Molekul	Nama Alkuna
2	CH ≡ CH	C ₂ H ₂	etuna
3	CH ≡ C—CH ₃	C ₃ H ₄	propuna
4	CH ≡ C—CH ₂ —CH ₃	C ₄ H ₆	butuna
5	CH ≡ C—(CH ₂) ₂ —CH ₃	C ₅ H ₈	pentuna
6	CH ≡ C—(CH ₂) ₃ —CH ₃	C ₆ H ₁₀	heksuna
7	CH ≡ C—(CH ₂) ₄ —CH ₃	C ₇ H ₁₂	heptuna
8	CH ≡ C—(CH ₂) ₅ —CH ₃	C ₈ H ₁₄	oktuna
9	CH ≡ C—(CH ₂) ₆ —CH ₃	C ₉ H ₁₆	nonuna
10	CH ≡ C—(CH ₂) ₇ —CH ₃	C ₁₀ H ₁₈	dekuna
11	CH ≡ C—(CH ₂) ₈ —CH ₃	C ₁₁ H ₂₀	undekuna
12	CH ≡ C—(CH ₂) ₉ —CH ₃	C ₁₂ H ₂₂	dodekuna



Gambar 9.5 Getah pohon karet yang merupakan senyawa isoprena

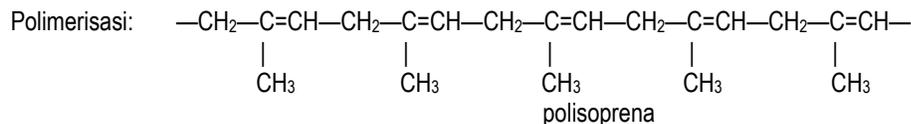
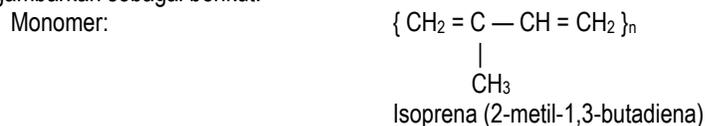
Alkuna yang terpenting adalah etuna, yang lebih dikenal sebagai **asetilena**, yaitu suatu gas yang sering digunakan pada proses pengelasan logam-logam. Gas asetilena diperoleh dengan cara mereaksikan kalsium karbida (*karbid*) dengan air.



Alkuna juga dapat mengalami reaksi adisi seperti pada alkena dan mengikuti aturan Markovnikov. Adisi gas hydrogen pada 1-propuna akan menghasilkan propane dengan katalis logam platina (Pt) atau Nikel (Ni). Reaksinya:



Alkadiena yang terpenting adalah 2-metil-1,3-butadiena (**isoprena**), suatu monomer dari karet alam. Struktur molekul karet alam dapat digambarkan sebagai berikut.

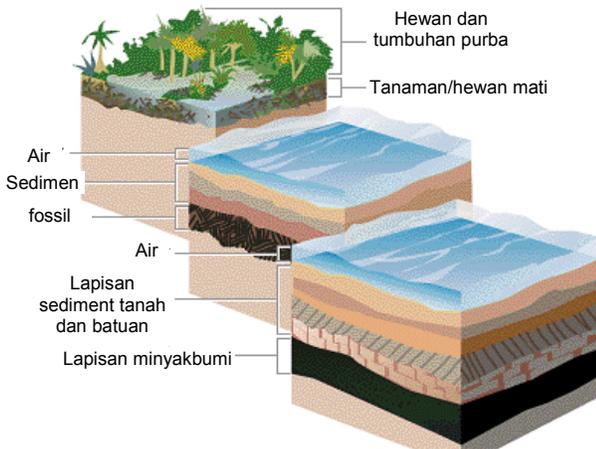


LATIHAN 9.2

- Sebutkan sifat fisis dan sifat kimia dari alkena?
- Tuliskan semua isomer dari pentena (C₅H₁₀) dan berikan tata namanya?
- Apa perbedaan plastik *polietilena* dan *polipropilena*? Berikan contohnya.
- Buatlah struktur 1-butuna dan 1,3-butadiena?
- Terangkan reaksi pembentukan gas asetilena dari karbid (CaC₂), dan sebutkan kegunaan gas asetilena dalam kehidupan sehari-hari?
- Selesaikanlah reaksi dibawah ini:
 - CH₃—CH=CH₂ + H₂ →
 - CH₃—CH=CH₂ + Br₂ →

3. MINYAK BUMI

A. Proses Terbentuknya Minyak Bumi



Gambar 9.6 Proses pembentukan minyak bumi

Minyak bumi berasal dari hewan dan tumbuhan yang hidup di darat atau laut pada jutaan tahun lalu. Ketika, hewan dan tumbuhan-tumbuhan tersebut mati, mereka terkubur tanah dan secara perlahan-lahan membentuk lapisan kaya organik di dalam tanah. Karena pengaruh besarnya tekanan dan suhu di dalam tanah menyebabkan terjadinya proses penguraian lapisan kaya organik (*fossil*) tersebut menjadi minyak bumi. Sebagai akibat adanya pererakan kulit bumi, minyak bumi menjadi terperangkap dan terkumpul pada batuan yang tidak berpori, kemudian terjadilah penumpukan (akumulasi) minyak dalam batuan tersebut. Itulah sebabnya minyak bumi disebut juga *petroleum* berasal dari bahasa Latin (*petrus*=batu, *oleum*=minyak).

Selain sebagai lapisan yang terperangkap, minyak bumi yang melewati batuan berpori akan muncul ke permukaan tanah sebagai lumpur minyak bumi. Pada awalnya lumpur minyak bumi ini disebut "*lumpur hitam*" karena memiliki warna hitam dan seperti lumpur. Setelah manusia mengetahui secara luas kegunaan "*lumpur hitam*" ini, maka daerah-daerah yang memiliki kandungan minyak bumi mulai dicari orang. Minyak bumi yang terdapat di

dalam tanah diambil dengan cara *pengeboran*. Ketika ujung bor tepat menembus lapisan minyak dalam batuan, tekanan yang tinggi dalam tanah membantu menekan minyak itu ke atas permukaan tanah. Proses pengeboran minyak bumi ini harus hati-hati, karena jika terjadi kesalahan teknis pengeboran, maka yang akan keluar adalah lumpur (mud). Seperti yang terjadi di sumur pengeboran Banjar Panji 1, Brantas - Jawa Timur.

Daerah-daerah sumber minyak bumi di Indonesia umumnya terdapat di daerah pantai atau lepas pantai, yaitu pantai utara Jawa (Cepu, Wonokromo, Cirebon), Daerah Sumatra bagian utara dan timur (Aceh, Riau), daerah Kalimantan bagian timur (Tarakan, Balikpapan), dan Daerah kepala burung Irian (Papua). Minyak dari daerah pengeboran umumnya diangkut dan diolah di tempat-tempat pengilangan minyak atau diekspor langsung sebagai minyak mentah. Tempat pengilangan minyak di Indonesia, antara lain Pangkalan Brandan, Plaju dan Sungai Gerong, Dumai dan Sungai Pekning, serta Cilacap.

B. Pengolahan Minyak Bumi

Oleh karena minyak bumi berasal dari fossil organisme, maka minyak bumi sebagian besar mengandung senyawa-senyawa hidrokarbon jenuh (alkana), hidrokarbon tak jenuh (alkena, alkuna dan alkadiena), hidrokarbon siklis (sikloalkana dan benzena) dan juga terdapat dalam jumlah sedikit senyawa belerang (0,1-7%), nitrogen (0,01-0,9%), oksigen (0,06-0,4%), dan senyawa-senyawa logam dalam jumlah kecil. Komposisi penyusun minyak bumi ini berbeda dari suatu daerah (deposit), dengan deposit lainnya. Hal ini disebabkan karena perbedaan karakteristik fossil hewan atau tumbuhan yang membentuk minyak bumi tersebut. Komposisi penyusun minyak bumi dapat dilihat

Jenis Senyawa	Jumlah (%)	Contoh
Hidrokarbon	90 – 99	Alkana, alkena, alkuna, sikloalkana dan aromatis
Senyawa belerang	0,1 – 7	Tioalkana (R—S—R) Alkanatiol (R—S—R)
Senyawa nitrogen	0,01 – 0,9	Pirol (C ₄ H ₅ N)
Senyawa oksigen	0,06 – 0,4	Asam karboksilat (RCOOH)
Organo logam	Sangat kecil	Senyawa logam nikel



Gambar 9.7 Proses pengeboran minyak bumi

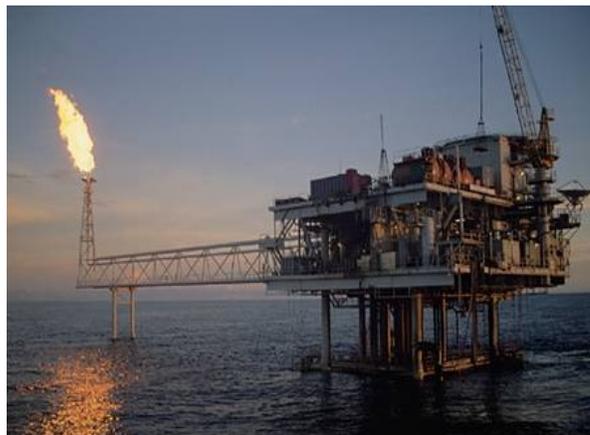
pada Tabel 9.6. dibawah ini

Proses pengolahan minyak bumi dimulai dari pengumpulan minyak mentah (*Crude Oil*) dalam suatu wadah (*tank*), kemudian dialirkan ke dalam tanur pemanas, dengan pemanasan sampai 350 °C, minyak mentah ini akan menguap dan terbagi menjadi beberapa fraksi-fraksi. Fraksi-fraksi uap ini kemudian dialirkan dalam suatu kolom. Sehingga diperoleh fraksi-fraksi uap yang terpisah sesuai dengan titik didihnya.

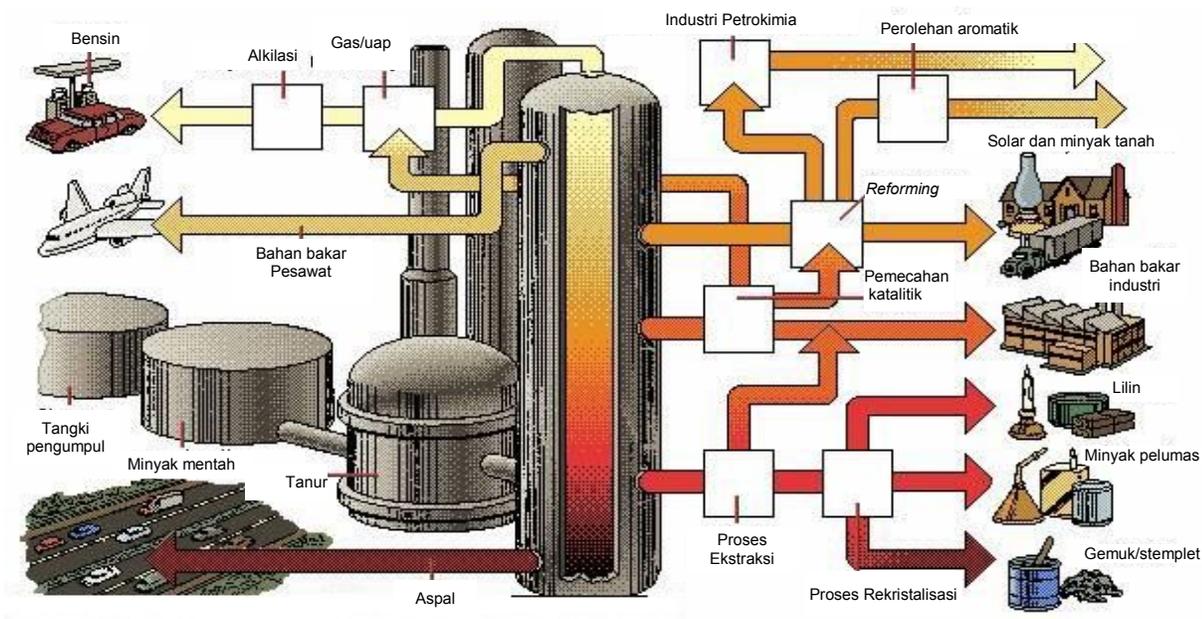
Proses ini lebih sering dikenal dengan nama proses *penyulingan (destilasi)*. Fraksi-fraksi yang diperoleh dari proses destilasi ini merupakan campuran hidrokarbon yang memiliki titik didih pada suhu tertentu. Misalnya, fraksi minyak tanah (kerosin) tersusun dari campuran senyawa-senyawa yang mendidih pada suhu 180 - 250 °C. Beberapa fraksi minyak bumi hasil penyulingan dapat dilihat pada Tabel 9.12

Pada pengolahan selanjutnya, minyak bumi hasil penyulingan diproses lagi lebih lanjut dengan cara:

1. Pemecahan katalitik (*Catalytic Cracking*), pada proses pemecahan katalitik ini, dilakukan perubahan struktur kimia senyawa-senyawa hidrokarbon, yang meliputi, pemecahan rantai, pembentukan alkil (alkilasi), penggabungan rantai karbon (polimerisasi). Hasil prosesnya seperti: solar dan minyak untuk industri
2. Proses ekstraksi dengan pelarutan (*Extraction*), pada proses ekstraksi ini, pembersihan produk dengan menggunakan pelarut, sehingga diperoleh hasil lebih banyak dengan mutu yang lebih baik. Hasilnya seperti: minyak pelumas, lilin dan parafin
3. Proses Kristalisasi (*Crystallization*), pada proses ini, fraksi-fraksi minyak diproses melalui perbedaan titik bekunya. Misalnya dari pemurnian solar melalui proses pendinginan, penekanan dan penyaringan akan diperoleh produk sampingan seperti gemuk atau stempet.
4. Pembersihan dari kontaminasi (*Treating*), pada proses ini fraksi minyak dibersihkan dari kontaminasi pengotor dengan cara menambahkan natrium



Gambar 9.9 Penyulingan lepas pantai di Laut Jawa



Gambar 9.8 Proses penyulingan minyak bumi menjadi fraksi-fraksi minyak bumi

hidroksida atau

Titik Didih	Banyaknya Atom Karbon	Penggunaan
< 20°C	C ₁ – C ₄	Bahan bakar gas, dikenal sebagai LPG (elpiji). bahan baku pembuatan berbagai produk petrokimia.
20 - 60°C	C ₅ – C ₆	Dikenal sebagai petroleum eter, merupakan pelarut nonpolar, digunakan sebagai cairan pembersih.
60 - 100°C	C ₆ – C ₇	Ligrolin atau nafta, pelarut nonpolar dan cairan pembersih.
40 - 200°C	C ₅ – C ₁₀	Bensin sebagai bahan bakar minyak.
175 - 325°C	C ₁₂ – C ₁₈	Kerosen (minyak tanah), bahan bakar jet.
250 - 400°C	C ₁₂ ke atas	Solar, minyak diesel.
Zat cair	C ₂₀ ke atas	Oli, pelumas.
Zat cair	C ₂₀ ke atas	Lilin, parafin, aspal dan ter.

(NaOH), tanah liat dengan proses hidrogenasi.

C. Kegunaan Minyak Bumi

Pada abad ke-20 komoditi minyak bumi menjadi semakin penting, baik dalam bidang ekonomi, industri maupun dalam bidang lainnya. Pentingnya minyak bumi disebabkan berbagai bahan industri dibuat dari komponen minyak bumi dan gas alam, bahan-bahan dan zat-zat yang dibuat dan berasal dari minyak bumi disebut petrokimia. Bahan dasar industri petrokimia dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok zat petrokimia, yaitu:

1. Bahan dasar induk adalah kelompok bahan atau zat yang langsung berasal dari minyak bumi, gas alam atau batu bara. Contohnya: metana, etena, etuna (asetilen), arang, propuna, butuna, benzene, toluena, xilena, naftalen dan kokas.
2. Untuk bahan dasar turunan adalah zat-zat ini dibuat dari zat-zat bahan dasar induk. Contohnya: plastic, serat sintetis, karet buatan, dan obat-obatan.

Petroleum eter, bensin, nafta, kerosin dan solar termasuk kelompok destilat. Sedangkan minyak pelumas, vaselin, lilin dan aspal termasuk kelompok residu (padatan sisa destilasi). Produk utama industri petrokimia raksasa adalah bahan baker. Kira-kira 10 % dari petroleum yang diproses menghasilkan bahan mentah untuk banyak idndustri kimia organic modern, terutama karet, plastic, dan karet sintetis yang banyak menggantikan sumber ter batu bara. Walaupun industri kimia merupakan kebutuhan pokok kehidupan modern. Industri ini benar-benar memiliki kelemahan. Bahan limbah pabrik kimia yang sangat besar dapat mencemari lautan dan lingkungan hidup. Namun, pengawasan yang ketat secara bertahap sedang diperkenalkan sebagai usaha untuk mengontrol pencemaran ini.

Bensin

Bensin merupakan fraksi minyak bumi yang paling komersial, paling banyak diproduksi dan digunakan, sebab ia berfungsi sebagai bahan baker kendaraan bermotor yang menjadi alat transportasi manusia sehari-hari. Bensin berasal dari campuran isomer-isomer heptana dan oktana. Nama lain bensin adalah petrol. Fraksi bensin dalam minyak bumi sebetulnya sangat sedikit, oleh karena itu pada pengolahan minyak bumi dilakukan proses *cracking* (penguraian minyak berat). Bagian komponen bensin (minyak ringan) yang dihasilkan dikilang minyak lebih kecil dibandingkan bagian komponen minyak berat lainnya (minyak tanah, solar, minyak pelumas, paraffin dan residu). Karena kebutuhan bensin jauh lebih besar dari jenis minyak berat, maka komponen minyak berat diuraikan menjadi minyak ringan di dalam kilang (pemecah minyak bumi). Pada proses tersebut molekul-molekul senyawa alkana yang rantainya panjang dipecah menjadi senyawa alkana yang rantainya lebih pendek. Komponen bensin yang berantai lurus atau bercabang sedikit akan menghasilkan energi yang kurang efisien, artinya energi banyak terbuang dalam bentuk kalor bukan bentuk kerja.

Efisiensi biasanya ditandai dengan suara (cnocking) pada mesin kendaraan. Jadi sebisa mungkin suara ketukan itu harus dikurangi, sehingga menghasilkan energi yang efisien. Komponen bensin yang paling banyak cabang pada rantai karbonnya adalah 2,2,4-trimetil pentane (isooktana). Untuk menilai mutu bahan bakar digunakan Angka oktana. Prosentase isooktana dalam suatu bensin disebut bilangan oktan. Makin tinggi angka oktan suatu bensin makin efisien bensin tersebut menghasilkan energi. Angka oktan 0 diberikan untuk bahan baker yang semuanya terdiri dari heptana (bahan baker jelek) dan angka oktan 100 diberikan untuk bahan baker yang terdiri dari 2,2,4-trimetil pentane (bahan baker bagus).

Bahan baker jelek mempunyai angka oktan rendah, sedangkan bahan baker yang baik mempunyai angka oktan yang tinggi. Bensin yang baru dihasilkan dari minyak bumi mempunyai angka oktan dibawah 60, untuk meningkatkan angka oktan dari bensin maka kedalam bensin ditambahkan tetraetiltimbal (TEL) suatu zat yang mampu mempercepat pembakaran bensin agar efisiensinya maksimum. Pemakaian TEL berdampak negatif yaitu mencemarkan udara dan akan menghasilkan debu-debu timbal (Pb) ke udara. Pencemaran udara akibat timbal yang terlepas di udara sangat berbahaya bagi kesehatan, oleh karena itu bensin bertimbal ditinggalkan dan diganti dengan bahan lain misalnya MTBE (metil *tersier*-butil eter).



Ditengah krisis bahan baker saat ini, berbagai pemikiran untuk mengembangkan sumber energi alternatif. Salah satu sumber biodiesel adalah pemanfaatan tanaman jarak (*Jatropha curcas*).

Tanaman ini penghasil biodiesel berasal dari jenis tanaman jarak pagar. Biodiesel adalah bahan baker diesel yang diperoleh dengan melakukan reaksi transesterifikasi trigliserida dengan alcohol dalam suasana katalis basa. Minyak jarak memiliki keunikan karena nabati ini mengandung senyawa utama 90 % asam richinoleat yang memiliki gugus hidroksil dalam rantai C non karboksil. Tanaman jarak dapat tumbuh dilahan kritis dan tidak membutuhkan banyak air serta pupuk, ini ternyata sangat efektif jika buah atau bijinya dikembangkan menjadi biodiesel sebagai energi alternative pengganti minyak diesel (solar, minyak bakar, minyak tanah) yang ramah lingkungan. Sehingga



Gambar 9.9 Pohon jarak (*Jatropha curcas*) yang dapat menghasilkan biodiesel

Kimia Kuantum?

- ✗ Rantai karbon pada senyawa hidrokarbon ada yang lurus, melingkar dan bercabang.
- ✗ Ikatan antar atom C dengan atom C lainnya dapat berupa ikatan jenuh (ikatan tunggal) dan tak jenuh (ikatan rangkap dua dan tiga).
- ✗ Minyak bumi berasal dari hewan dan tumbuhan yang hidup di darat atau laut pada jutaan tahun lalu.
- ✗ Pengolahan minyak bumi dilakukan dengan cara proses destilasi bertingkat (fraksinasi).
- ✗ Prosentase isooktana dalam suatu bensin disebut bilangan oktan, makin tinggi bilangan oktan suatu bensin makin efisien bensin tersebut menghasilkan energi.

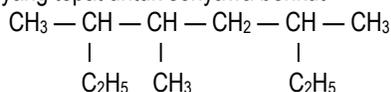
KIMIA-EVALUASI

I. Pilihan Ganda

A. Berilah tanda silang (x) huruf a, b, c, d atau e pada jawaban yang benar.

1. Alkana yang tidak mengandung lima atom karbon adalah ...
- n-pentana
 - 2-metil butana
 - Isopentana
 - 2-metil pentana
 - 2,2-dimetil propana

2. Nama yang tepat untuk senyawa berikut



Adalah ...

- 2,5-dietil-3-metil heksana
 - 3,5,6-trimetil oktana
 - 3,4,6-trimetil oktana
 - 2-etil-4,5-dimetil heptana
 - 6-etil-3,4-dimetil heptana
3. Berikut ini adalah beberapa suku dari deret homolog:
 C_4H_6 ; C_5H_8 ; C_6H_{10} ;
 Rumus umum deret homolog ini adalah ...
- $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$
 - C_nH_{2n}
 - $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$
 - $\text{C}_n\text{H}_{2n-4}$
 - $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$
4. Diantara senyawa berikut yang titik didihnya paling rendah adalah ...
- 2-metil propana
 - 3-metil butana
 - n-pentana
 - 2,2-dimetil pentana
 - n-butana
5. Diantara senyawa karbon dibawah ini. Yang mempunyai daya adisi

adalah ...

- $\text{CH}_3\text{CHC}(\text{CH}_3)_2$
 - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
 - $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$
 - $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{C}(\text{CH}_3)_3$
 - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_3$
6. Plastik PVC merupakan hasil polimerisasi dari ...
- $\text{CH}_2=\text{CH}_2$
 - $\text{CHCl}=\text{CHCl}$
 - $\text{CH}_2=\text{CCl}_2$
 - $\text{CH}_2=\text{CHCl}$
 - $\text{CHCl}=\text{CCl}_2$
7. Jumlah isomer dari $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$ adalah ...
- 6
 - 7
 - 8
 - 9
 - 10
8. Rantai dari 2-butuna adalah ...
- $\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
 - $\text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$
 - $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH}$
 - $\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
 - $\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
9. Berikut ini yang bukan merupakan kegunaan alkana adalah
- pelumas
 - bahan bakar
 - pelarut
 - sumber hidrogen
 - sumber nitrogen

10. Minyak pelumas tergolong dalam

- alkana
- alkena
- alkuna
- alkil
- alkalina

II. Esai

B. Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar.

- Tuliskan rumus struktur dari senyawa karbon berikut.
 - 2,4-dimetil heptana
 - 4,5-dietil-2,3,6-trimetil oktana
- Tuliskan semua isomer dari alkana dibawah ini dan beri nama berdasarkan tata nama yang benar.
 - C_5H_{12}
 - C_6H_{14}
- Selesaikan reaksi berikut.
 - 2-pentena + $\text{H}_2 \longrightarrow \dots + \dots$
 - 3-metil-1-butena + $\text{Cl}_2 \longrightarrow \dots + \dots$
- Mengapa TEL (tetra etil lead) dalam bahan bakar kurang baik bagi lingkungan? Jelaskan.
 - Jelaskan arti suatu bahan bakar mempunyai bilangan oktan 90?
- Apa yang anda ketahui tentang energi alternatif (biodiesel) dari pohon jarak pagar (*Jatropha curcas*) ?

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Qur'an dan Terjemahannya. Departemen Agama RI. Jakarta
- Ahmad, Hiskia. 1995. *Kimia Dasar 1*. Depdikbud. Jakarta
- Anshori, Irfan. 1998. *Kimia SMU*. Jilid 1. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Amir. 1981. *Penuntun Belajar Kimia*. Penerbit Wijaya. Jakarta
- Bernard, Jaffe. 1976. *The Story of Chemistry*. Dover Publication. New York
- Brady, James E .1998. *Fundamental Of Chemistry*. Third edition. New York. John Willey and Sons
- Brady, James E .1999. *Kimia Universitas Asas dan Struktur*. Edisi kelima. Binarupa Aksara. Jakarta
- Clark. 1986. *Modern Chemistry*. Holt Rinehart Winston. New York
- Cotton dan Willkinson. 1989. *Kimia Anorganik Dasar*. Jilid 1. UI Press. Jakarta
- Devie, K. P. 1994. *Kimia SMU Kelas 1*. Remaja Rosda Karya. Bandung
- Fessenden dan Fessenden. 1999. *Kimia Organik*. Edisi ketiga. Alih bahasa: A. H. Pudjaatmaka, Ph.D. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Firman, Harry dan Liliyasi. 1997. *Kimia 1*. ilid 1. Depdikbud. Jakarta
- Gordon, Aylward. 1994. *Chemical Data*. Third edition. John Willey and Sons. New York.
- Janice. 2003. *Proyek-Proyek Kimia*. Penerbit Pekan Raya. Bandung
- Karyadi, Benny. 1997. *Kimia Depdikbud*. Jakarta
- Linus Pauling. 1960. *The Nature Of The Chemical Bond*. Third edition. Cornell University Press. Ithaca. New York
- Nurdin, Sulaiman. 2000. *Sains Menurut Perspektif Islam*. PT. Dwi Rama
- Polling. 1989. *Ilmu Kimia Karbon (SMA)*. Jilid 3. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Purba Michael. 1998. *Buku Pelajaran Ilmu Kimia Untuk SMU Kelas 1*. Erlangga. Jakarta
- Purbianto, Agung. 1988. *Kimia I Program Inti*. PT. Intan Pariwara. Jakarta
- Ralph H, Petrucci . 1985. *Kimia Dasar (Prinsip dan Terapan Modern)*. Jilid 2. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Robert T Morrison. 1992. *Organic Chemsitry*. Sixth edition. Prentice Hall. Englewood Cliffs. New Jersey
- Rohimullah, M. 2007. *Kimia Untuk SMA Kelas X Semester Genap*. Pustaka Firdaus. Jawa Timur
- Sudarmo, Unggul. 2004. *Kimia Untuk SMA Kelas X*. Erlangga. Jakarta
- Sutresna, Nana . 1988. *Penuntun Pelajaran Kimia SMA*. Penerbit Ganesa Exact. Bandung
- Syukris. 1999. *Kimia Dasar I*. Jilid 1. Penerbit ITB. Bandung.
- WWW. chem.queensu.ca/people/faculty/mombourquette/
- WWW. chem-is-try.org
- WWW. Microsoft Encarta Reference Library. 2004

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Imam Isnaeni Sidiq, lahir di Pandeglang 29 Januari 1979, setelah lulus dari SMP N 1 Labuan tahun 1994, kemudian melanjutkan ke SMA N 1 Serang dan lulus tahun 1997. Kemudian ia melanjutkan ke Universitas Padjadjaran - Bandung dan pada tahun 2002 memperoleh gelar sarjana dalam bidang ilmu kimia murni (sains) dari UNPAD. Memperoleh sertifikat sebagai guru profesional tahun 2009. Dari tahun 2008 ia melanjutkan ke Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dan memperoleh gelar Magister Pendidikan (M.Pd) pada tahun 2010. Semenjak mahasiswa ia aktif dalam organisasi. Tahun 1999 tercatat sebagai ketua OSPEK Himpunan, selain itu ia juga aktif dalam bidang pendidikan, tahun 2000 s.d 2002 dipercaya sebagai asisten Laboratorium Kimia Dasar, Kimia Anorganik dan Kimia Fisik pada jurusan kimia - FMIPA UNPAD. Pada tahun 2001 s.d 2002, tercatat sebagai anggota tim peneliti BPPT - Jakarta dibawah bimbingan Bapak Drs. Ade Sholeh Hidayat, M. Eng.Sc, dan pernah mengikuti *Training Manajemen ISO 9000 : 9001* dari Sucofindo. Dari tahun 2003 s.d 2004 tercatat sebagai staf pengajar SMAN 4 Pandeglang. Selain itu, tercatat sebagai dosen di Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Mathla'ul Anwar, Pandeglang dari tahun 2004. Karimya dibidang tulis menulis dimulai sejak 2004 mengikuti lomba karya tulis *Metode Pendekatan Imtaq - Iptek* yang diselenggarakan oleh Departemen Pendidikan Nasional. Pada Tahun 2008 mengikuti lomba karya tulis Penulisan Buku Pelajaran Kimia yang diselenggarakan oleh Departemen Agama. Mulai tahun 2004 s.d 2006, tercatat sebagai pengajar di SMA N 7 Pandeglang, dari tahun 2007 bekerja sebagai pengajar di SMAN 15 Pandeglang sampai sekarang.