Pembelajaran 1. Partikel dan Materi

Sumber.

- **Modul Pendidikan Profesi Guru, Modul 6 Klasifikasi Materi, Sifat, dan Kegunaannya. Penulis : Eliyawati, S.Pd., M.Pd**
- **Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan, Kelompok Kompetensi A Pengukuran dan Sistem Klasifikasi dalam Kehidupan. Penulis : Sumarni Setiasih, S.Si, M.PKim**
- **Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan, Kelompok Kompetensi C Suhu dan Kalor, Perubahan Fisika da Kimia, serta Perubahan Iklim. Penulis : R. Fauzia Lu'luun Hasni, S.Si, M.Pd**
- **Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan, Kelompok Kompetensi D Gaya dan Gerak, serta Pemisahan Campuran. Penulis : Sumarni Setiasih, S.Si, M.PKim**
- **Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan, Kelompok Kompetensi G Genetika. Penulis : Sumarni Setiasih, S.Si, M.PKim**

A. Kompetensi

Penjabaran model kompetensi yang selanjutnya dikembangkan pada kompetensi guru bidang studi yang lebih spesifik pada pembelajaran 1. Partikel dan materi. adalah guru P3K mampu **menganalisis konsep materi dan partikel serta hubungannya**.

Pada pembelajaran ini, Anda akan dikenalkan bagaimana kimia merekam karakteristik suatu materi yang membedakannya dengan materi lain, menguraikan bagaimana materi-materi tersebut berinteraksi dan bertransformasi menghasilkan materi lainnya, dan meringkaskan sifat-sifat dan kegunaan materi tersebut untuk makluk hidup.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

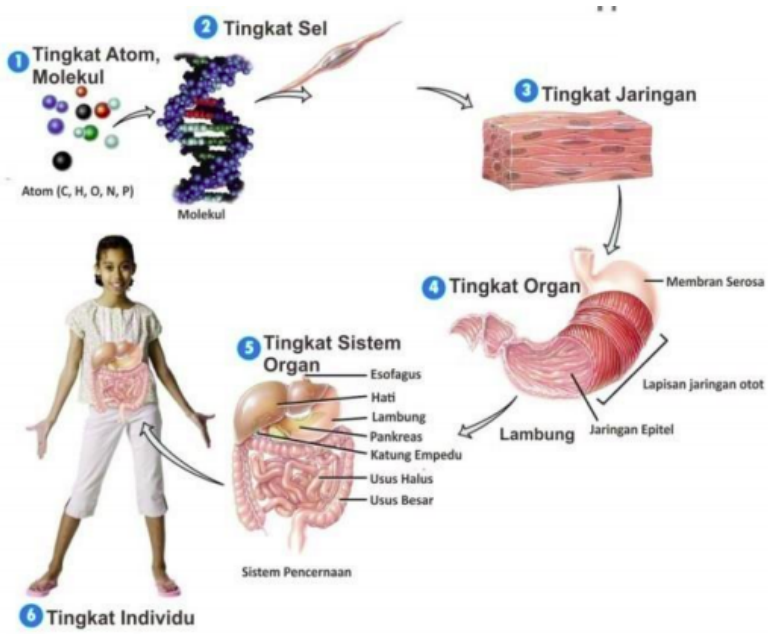
Dalam rangka mencapai komptensi guru bidang studi, maka dikembangkanlah indikator - indikator yang sesuai dengan tuntutan kompetensi guru bidang studi.
Indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai dalam pembelajaran 1. Partikel dan Materi adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis susunan partikel pada materi berbentuk padat, cair, dan gas melalui ilustrasi gambar mikroskopik keadaan materi.
2. Menganalisis partikel materi yang sesuai dengan teori perkembangan atom
3. Menganalisis perubahan materi dan energi yaitu perubahan fisika dan kimia berdasarkan perbedaan sifat materi yang diamati sebelum dan sesudah terjadi perubahan melalui contoh-contoh peristiwa kimia dan fisika yang diberikan.
4. Menganalisis penggolongan materi yang meliputi zat tunggal (unsur dan senyawa) dan campuran.
5. Menganalisis teknik pemisahan campuran dalam kehidupan sehari-hari

C. Uraian Materi

Perkembangan ilmu kimia sebagai bagian dari ilmu sains bermula dari penemuan berbagai materi yang dilakukan secara coba-coba pada masa lampau untuk tujuan praktis. Sejak awal berkembang, perkembangan sains kimia diwarnai oleh kajian praktis dan teoritis dan hingga saat ini kedua landasan tersebut pun menjadi landasan dalam pengembangan ilmu kimia. Perbedaan ilmu kimia dengan dua ilmu sains lainnya, yaitu biologi dan fisika adalah kajian kimia yang memfokuskan transformasi dari suatu materi yang mengkhususkan pada aspek proses, sifat, dan energi yang terlibat dalam transformasi (perubahan) materi tersebut menjadi materi lainnya. Untuk mengetahui bahwa suatu materi telah mengalami perubahan atau tidak maka kita harus memahami sifat-sifat dari suatu materi.
Untuk mengetahui sifat dari materi maka kita harus mempelajari struktur penyusun materi yang dikenal dengan partikel. Sekarang mari kita lihat bersama materi terdekat dari kita, yakni tubuh kita. Terbuat dari apakah tubuh kita? Jawaban ini tentu akan berbeda tergantung dari tingkat pengetahuan dan sudut pandang keilmuan yang Anda gunakan. Hal pertama yang akan muncul dalam benak Anda tubuh tersusun atas organ yang berbeda-beda, seperti jantung, hati, paru-paru,

dan perut yang kesemuanya bekerja secara sinergis untuk kelangsungan fungsi tubuh. Atau Anda dapat juga menyatakan pemikiran pada level tubuh terdiri atas berbagai jenis sel yang berbeda-beda. Pada tingkat yang lebih mendasar lagi Anda akan menyatakan bahwa semua makhluk hidup maupun benda mati tersusun atas partikel-partikel materi. Pada Gambar 1.1 diperlihatkan organisasi materi tubuh kita.



Gambar 1.1. Organisasi tubuh sebagai materi.
Sumber : http://satujam.com

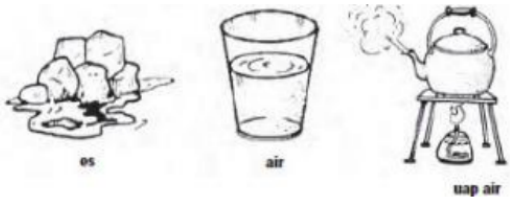
1. Materi dan Keadaannya

Pada modul sebelumnya tentu Anda sudah mempelajari mengenai massa sebagai salah satu besaran yang nilainya ditunjukkan oleh berat dan volume yang menunjukkan besaran ruang. Jika Anda diminta untuk menyebutkan berbagai benda hidup ataupun mati yang ada di sekitar Anda, maka Anda akan mampu dengan mudah menyebutkan semua benda tersebut. Udara, air, tanah, pakaian, perhiasan, makanan dan minuman, serta bahan bakar bensin adalah beberapa contoh bahan-bahan yang ada disekitar kita.

Sekarang bandingkan air dengan tanah. Apakah kedua bahan tersebut memiliki massa dan volume? Jika iya, maka air dan tanah disebut sebagai materi. Sekarang perbandingkan antara air dengan udara? Apakah keduanya sama secara fisis? Tentu berbeda, air dapat kita sentuh dan kita lihat, namun udara tidak bisa kita

sentuh dan umumnya tidak bisa dilihat. Meskipun tidak bisa disentuh dan dilihat, keberadaan udara dapat kita rasakan dan beberapa percobaan IPA sederhana tentu Anda kenal untuk membuktikan bahwa udara juga memiliki massa dan volume. Menggunakan kedua besaran ini, kemudian para pakar sains sepakat mendefiniskan **materi sebagai segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang**.

Para pakar sains sepakat mendefiniskan materi sebagai segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang. Materi melingkupi semua yang kita lihat (seperti air, bumi, tumbuhan, kita sebagai manusia, dan semua makhluk hidup di dunia bahkan matahari dan bintang) dan tidak mampu kita lihat (seperti udara). Umumnya, berbagai jenis materi yang terdapat di alam berbeda bentuk fisik karena perbedaan keadaan. Sebagai contoh, air adalah materi yang umum kita temui dalam tiga keadaan, yakni sebagai es (air padat), cairan (air cair), dan sebagai uap (uap air). Bentuk materi padatan dicirikan oleh ketegaran dan kekompakan strukturnya. Zat padat memiliki bentuk dan volume yang tetap. Cairan memiliki karakteristik mudah mengalir, bentuk materinya relatif tidak dapat dimampatkan dengan volume tetap tapi bentuk tidak tetap karena mengikuti wadah yang ditempatinya. Gas merupakan materi yang dapat dimampatkan, memiliki bentuk dan volume yang tidak tetap, dan dapat mengalir. Suatu gas yang ditempatkan dalam sebuah kontainer, maka bentuk dan volumenya akan mengikuti wadah yang ditempatinya. Pada Gambar 1.2 ditunjukkan tiga keadaan air.



Gambar 1.2. Tiga keadaan air: padat, cair, dan gas.
Sumber: http://fembrisma.wordpress.com

Apakah yang menyebabkan suatu materi terdapat dalam keadaan padat, cair atau gas? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, silahkan Anda bandingkan keadaan materi dalam bentuk padat, cair, dan gas pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3. Tiga keadaan materi: padat (s), cair (l) dan gas (g) serta ilustrasi mikroskopik susunan pertikel materi di dalamnya.
Sumber: http://docplayer.info

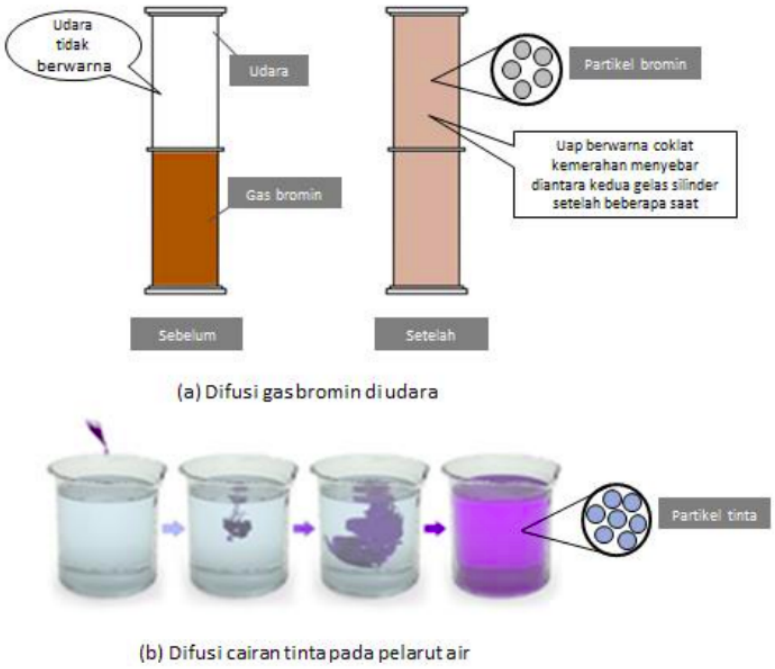
Jika Anda bandingkan keadaan materi pada Gambar 1.3, ditunjukkan bahwa setiap materi tersusun atas bagian kecil materi yang keberadaannya tidak dapat kita lihat dengan menggunakan mata langsung dan bahkan dengan menggunakan mikroskop biasa. Bagian penyusun materi yang kecil tersebut dikenal sebagai partikel. Lakukan analisis terhadap susunan partikel pada materi padat, cair, dan gas untuk menemukan keterkaitan antara wujud zat dan keadaan pertikel. Dengan membandingkan struktur partikelnya, ditunjukkan bahwa padatan bersifat keras, memiliki bentuk dan volume tetap karena susunan partikelnya sangat berdekatan, kaku, kompak, dan teratur. Berbeda dengan padatan, cairan memiliki kemampuan mengalir karena susunan partikel materinya relatif berjauhan jika dibandingkan dengan padatan. Mengapa gas tidak memiliki volume yang tetap? Karena pada materi berwujud gas, letak partikel sangat berjauhan sehingga zat tersebut mudah menyebar ke seluruh wadah yang ditempatinya. Bagaimana menyelidiki bahwa materi terdiri atas partikel materi?

Keberadaan partikel dalam suatu materi dapat diamati secara tidak langsung dengan melakukan proses difusi. Pada proses ini, partikel dari suatu materi dapat berpindah dari bagian yang berkonsentrasi tinggi ke bagian yang berkonsentrasi rendah. Difusi secara khusus diamati pada zat-zat berbentuk padat atau gas. Difusi akan terus berlangsung sampai seluruh partikel tercebar secara luar atau mencapai kesetimbangan. Selain proses difusi, dikenal juga proses osmosis yaitu perpindahan molekul pelarut (misalnya air) melalui selaput semipermiabel dari bagian yang lebih encer ke bagian yang lebih pekat atau dari bagian yang konsentrasi pelarut (misalnya air) tinggi ke konsentrasi pelarut (misalnya air)

rendah. Membran semipermeabel harus dapat dilewati oleh pelarut, tetapi tidak oleh zat terlarut, yang mengakibatkan gradien tekanan sepanjang membran. Rasa teh tawar yang berubah manis setelah ditambahkan gula menunjukkan terdapat bagian kecil dari materi yang menyebar di dalam air teh dan menyebabkan teh tawar berubah menjadi manis.

Cepat atau lambatnya proses difusi suatu partikel dipengaruhi oleh massanya. Semakin besar massa partikel, maka difusinya akan semakin lambat, begitu juga sebaliknya. Berbagai bau masakan, makanan, ataupun bau yang dihasilkan dari suatu materi dapat dengan cepat tercium karena adanya kemampuan gas untuk melakukan difusi contohnya difusi gas bromin yang dapat dilhat pada link youtube https://www.youtube.com/watch?v=R_xDe004oTQ

Percobaan sederhana difusi pada gas dan cairan ditunjukkan pada Gambar 1.4.



Gambar 1.4. Percobaan sederhana difusi partikel (a) gas, (b) cair.
Sumber : http://docplayer.info

Partikel suatu materi dapat berupa atom, molekul, atau ion. Besi, emas, dan perak, masing-masing tersusun atas atom-atom sebagai partikel terkecilnya. Gula pasir yang kita gunakan tersusun atas kumpulan molekul-molekul gula sebagai partikel terkecil dari materinya, sedangkan garam natrium klorida terdiri atas ion-ion sebagai partikel materi penyusunnya. Pada Gambar 1.4 ditunjukkan bahwa pada keadaan padat, jarak partikel penyusun materi sangatlah dekat, teratur, dan

bersifat kaku. Sebaliknya dalam keadaan cairannya, jarak partikel sedikit berjauhan dan tidak kaku, sehingga posisinya dapat sedikit berubah. Dalam keadaan gas, jarak partikel sangat berjauhan dan lebih tidak beraturan.

2. Partikel materi: Atom, molekul, dan ion

Sejak zaman Yunani kuno para pakar filsafat telah memikirkan tentang struktur materi. Pemikiran mereka bertolak dari pembelahan materi. Jika suatu materi dipecah-pecah menjadi butiran itu dipecah lagi sampai halus, maka apabila pembelahan materi itu dilanjutkan menimbulkan dua pendapat yang berbeda. Menurut aristoteles, pembelahan materi sifatnya sinambung, artinya dapat dibelah sampai tak terhingga. Menurut Democritus, pembelahan materi sifatnya tidak sinambung, artinya pada suatu ketika pembelahan akan sampai kepada suatu partikel terkecil yang tidak dapat dibelah lagi. Partikel itu dinamakan atom. Bagian terkecil dari suatu materi dinamakan partikel. Partikel dapat berupa atom, molekul dan ion. Contohnya besi, tersusun atas atom-atom besi. Atom-atom besi adalah partikel, sebab merupakan bagian terkecil dari materi besi. Contoh lain adalah garam dapur, garam ini tersusun atas ion-ion natrium dan ion-ion klorida. Ion natrium dan ion klorida adalah partikel dari garam dapur, sebab merupakan bagian terkecil dari garam dapur.

a. Atom

Selama beberapa abad lamanya, konsep tentang atom yang dikemukakan Democritus dilupakan orang. Baru pada tahun 1803, seorang guru kimia dan matematika dari Inggris, Jhon Dalton menemukan konsep tentang atom yang didasarkan pada pengukuran kuantitatif dan reaksi-reaksi kimia. Teori atom ini terus berkembang dan mengalami penyempurnaan seperti penjelasan berikut.

1) Teori atom Dalton

Pada teori ini dijelaskan bahwa **materi tersusun atas sejumlah partikel yang sangat kecil yang tidak dapat dipecah-pecah lagi**. Atom-atom dalam suatu unsur identik dalam segala hal. Tetapi berbeda dengan atom-atom unsur lain. Dalam reaksi kimia, terjadi pengabungan atau pemisahan dan penataan ulang atom-atom dari satu komposisi tertentu membentuk komposisi lain. Atom dapat bergabung dengan atom lain membentuk suatu senyawa dengan perbandingan bulat dan sederhana.

Teori atom Dalton :

- Semua atom dari unsur yang sama memiliki ukuran dan massa yang sama. Atom-atom dari unsur yang berbeda memiliki massa yang berbeda pula. Dengan demikian, banyaknya macam atom sama dengan banyaknya macam unsur.
- Atom-atom tidak dapat dirusak, atom-atom tidak dapat dimusnahkan atau diciptakan melalui reaksi kimia.
- Melalui reaksi kimia, atom-atom dari pereaksi akan memiliki susunan yang baru dan akan saling terikat satu sama lain dengan rasio atau perbandingan bilangan tertentu.
- Menurut Dalton pada suatu reaksi kimia, atom-atom tidak pecah, tetapi saling mengikat. *Atom merupakan bagian yang terkecil dari suatu unsur yang masih mempunyai sifat unsur itu.*



Gambar 1.5. John Dalton
Sumber : http://pbslearningmedia.org



Gambar 1.6. Model Atom Dalton
Sumber : http://seekpng.com

2) Teori Atom Thomson

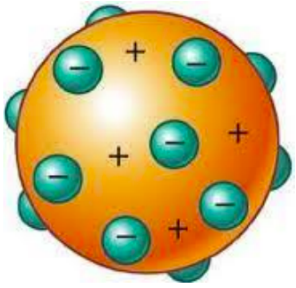
Pada tahun 1897 J. J. Thompson menemukan elektron. Berdasarkan penemuannya tersebut, kemudian Thompson mengajukan teori atom baru yang dikenal dengan sebutan model atom Thomson. Thomson adalah orang pertama yang membayangkan bentuk atom ditinjau dari sudut kelistrikan. Model atom Thompson dianalogkan seperti sebuah roti kismis, di mana atom terdiri atas materi bermuatan positif dan di dalamnya tersebar elektron bagaikan kismis dalam roti kismis. Karena muatan positif dan negatif bercampur jadi satu dengan jumlah yang sama, maka secara keseluruhan atom menurut Thompson bersifat netral. Jumlah muatan positif sama dengan jumlah muatan negative.

Teori atom J.J. Thomson :

- Atom merupakan bola masif pejal yang bermuatan positif.
- Pada tempat-tempat tertentu terdapat elektron-elektron yang bermuatan negatif.



Gambar 1.7. JJ. Thomson
Sumber : http://science.abc.com



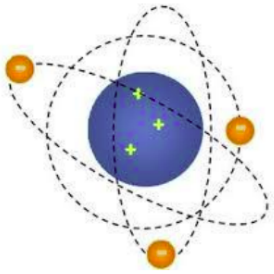
Gambar 1.8. Model Atom Thomson
Sumber : http://ilmukimia.com

3) Teori Atom Rutherford

Menurut Rutherford melalui eksperimen penghamburan sinar alfa menerangkan bahwa seluruh muatan positif dari atom terpusat pada suatu inti yang sangat kecil. Dari penelitian penghamburan sinar alfa dan dari penelitian lainnya, Rutherford menarik kesimpulan bahwa atom terdiri atas suatu inti yang kecil (jari-jari 10-13) dengan muatan listrik positif di mana praktis seluruh muatan atom terpusat, dan elektron-elektron sebanyak Z yang bergerak mengelilingi inti. Z adalah sesuai dengan nomor atom.



Gambar 1.9. Rutherford
Sumber : http://physicsworld.com



Gambar 1.10. Model Atom Rutherford
Sumber : http://pengajar.co.id

Teori atom Rutherford :

- Sebagian besar massa dan seluruh muatan positif yang terdapat dalam atom terpusat di wilayah yang sangat kecil yang disebut inti atom. Atom itu sendiri sebagian besar merupakan ruang kosong.
- Besarnya muatan positif berbeda antar satu atom dengan atom lainnya.
- Banyaknya elektron di sekitar inti atom sama dengan banyaknya muatan positif pada inti atom. Atom itu sendiri secara keseluruhan bersifat netral (p = e).

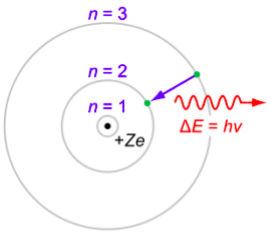
Kelemahan dari teori ini adalah jika elektron bergerak mengelilingi inti maka energi akan berkurang sehingga elektron akan jatuh ke inti atom. Tetapi pada kenyataannya atom bersifat stabil

4) Teori Atom Bohr

Dua tahun berikutnya, yaitu pada tahun 1913, seorang ilmuwan dari Denmark yang bernama Niels Henrik David Bohr (1885-1962) menyempurnakan model atom Rutherford. Model atom Bohr menyertakan gagasan tentang gerakan elektron dalam orbit melingkar, namun ia memasukkan syarat yang ketat. Tiap elektron dalam atom hidrogen hanya dapat menempati orbit tertentu. Karena tiap orbit memiliki energi tertentu, energi yang berkaitan dengan gerakan elektron pada orbit yang diizinkan harus mempunyai nilai yang konstan atau terkuantisasi artinya Elektron-elektron dalam atom hanya dapat melintasi lintasan-lintasan tertentu yang disebut kulit-kulit atau tingkat tingkat energi, yaitu lintasan di mana elektron berada pada keadaan stationer, artinya tidak memancarkan energi.



Gambar 1.11. Niels Bohr
Sumber : http://atomiceritage.com



Gambar 1.12. Model Atom Bohr
Sumber: http://tentorku.com

5) Teori Atom Mekanika Kuantum

Pada tahun 1926, fisikawan Austria Erwin Schrodinger mengembangkan teori atom mekanika kuantum dengan merumuskan suatu persamaan yang menggambarkan perilaku dan energi partikel submikroskopis secara umum yang dinamakan persamaan Schrodinger. Mekanika kuantum menjelaskan bahwa kita dapat menunjuk posisi elektron dalam atom. Konsep kerapatan elektron memberikan peluang elektron akan ditemukan pada daerah tertentu dalam atom. Daerah dengan kerapatan tinggi menyatakan daerah yang berpeluang tinggi untuk ditempati elektron sedangkan kebalikannya berlaku untuk daerah dengan kerapatan yang lebih rendah. Untuk membedakan

deskripsi mekanika kuantum dari atom model Bohr, kita sebut orbital atom (atomic orbital), bukan orbit. Orbital atom dapat dianggap sebagai fungsi gelombang dari elektron dalam atom. Orbital atom mempunyai energi yang khas dan distribusi elektron yang khas juga.

Teori atom yang bersifat abstrak memungkinkan suatu penganalogian dalam bentuk ilustrasi/animasi yang tidak cukup dijelaskan dengan teks dan gambar saja, tetapi perlu adanya animasi. Sehingga bahan ajar yang tepat dapat berupa video infografis yang dilengkapi dengan animasi model atom dapat dilihat pada link berikut https://www.youtube.com/watch?v=v4xQz4GRd8k

b. Struktur *Atom*

Setiap unsur mempunyai jenis atom yan berbeda dengan atom unsur lain. Sampai saat ini baru ditemukan 118 macam unsur, maka dapat dipastikan bahwa jenis atom yang ada sampai saat ini sebanyak 118 macam. Keberadaan mereka di alam terdapat dalam wujud gas, cair atau padatan.

1) Partikel Dasar Penyusun Atom

Dengan teknologi dan pengetahuan modern diperoleh informasi bahwa atom tersusun dari inti atom dan elektron bergerak mengelilingi inti. Inti atom tersusun atas proton dan neutron, kecuali hidrogen tidak memiliki neutron. Proton bermuatan positif; elektron bermuatan negatif; sedangkan neutron tidak bermuatan secara listrik.

a) ***Elektron.***

Elektron merupakan partikel dasar penyusun atom yang bermuatan negatif. Elektron ditemukan berdasarkan percobaan sinar katoda pada tahun 1897 oleh fisikawan Inggris yang bernama Joseph John Thomson (1856 - 1940). Dari hasil percobaannya, J. J. Thomson menyimpulkan bahwa partikel sinar katode tidak bergantung pada bahan katode. Semua bahan katoda hanya menghasilkan satu jenis partikel sinar katode yang bermuatan listrik negatif yang kemudian disebut elektron.

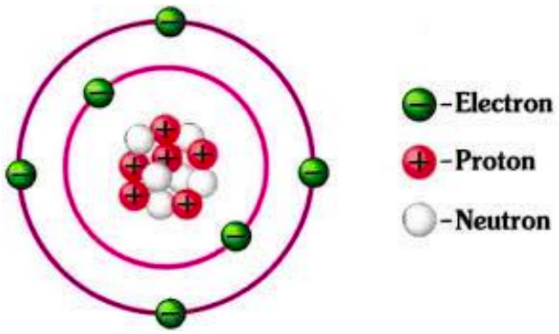
b) ***Proton***.

Proton merupakan partikel dasar penyusun atom yang bermuatan positif. Proton ditemukan oleh fisikawan Jerman yang bernama Eugene Goldstein pada tahun 1886. Proton ditemukan berdasarkan eksperimen dengan tabung sinar katode yang telah dimodifikasi. Dari hasil eksperimennya,

ternyata ditemukan seberkas sinar yang berbeda dengan sinar katode yang melewati lubang katode dan bergerak dari arah anode. Sinar itu disebut sinar terusan atau sinar saluran atau sinar anoda atau sinar positif yang kemudian dinamakan proton yang secara jelas. https://www.youtube.com/watch?v=h6bd4csi2DY

c) ***Neutron*.**

Neutron merupakan partikel dasar penyusun atom yang tidak bermuatan. Netron ditemukan oleh fisikawan Inggris yang bernama James Chadwick pada tahun 1932. Penemuan proton didasarkan pada eksperimen James Chadwick dengan cara menembaki atom berilium dengan sinar alfa (α). Dari hasil penembakan itu terdeteksi adanya partikel tidak bermuatan yang mempunyai massa hampir sama dengan proton yang disebu neutron. Video penemuan neutron dapat dilihat pada link berikut https://www.youtube.com/watch?v=XPqoGlKP5IY.



Gambar 1.13. Struktur Atom
Sumber: http://sahabatnesia.com

Pada atom netral, jumlah proton sama dengan elektron. Jumlah proton dalam inti atom menyatakan nomor atom; jumlah neutron plus proton menyatakan massa atom. Ketiga macam partikel subatom (proton, elektron, dan neutron) ini tergolong partikel dasar penyusun atom, sebab atom-atom unsur dibentuk dari partikel tersebut. Penjelasan atom dan struktur atom secara lebih rinci bisa dilihat pada link youtube berikut https://www.youtube.com/watch?v=o-3I1JGW-Ck. Massa dan muatan masing-masing partikel subatom ditunjukkan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Partikel dasar penyusun atom.

Partikel Subatom	Massa		Muatan	
	Sebenarnya (kg)	Relatif terhadap proton	Sebenarnya (Coulomb)	Relatif terhadap proton
Proton, p	$1{,}67 \times 10^{-27}$	1	$+1{,}60 \times 10^{-19}$	+1
Neutron, n	$1{,}67 \times 10^{-27}$	1	0	0
Elektron, e	$9{,}11 \times 10^{-31}$	1/1836	$-1{,}60 \times 10^{-19}$	−1

2) Notasi Atom

Atom suatu unsur memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda dengan atom unsur lainnya. Atom tersusun atas partikel-partikel dasar yaitu proton, elektron, dan neutron. Banyaknya jumlah partikel penyusun dinyatakan dalam *notasi atom*.

Notasi atom secara umum ditulis :

$$^{A}_{Z}X$$

Keterangan :

X = notasi atom/unsur

A = nomor massa

Z = nomor atom

Nomor atom suatu atom unsur melambangkan jumlah proton yang terkandung dalam atom unsur tersebut. Nomor atom diberi simbol Z. Jumlah muatan positif harus sama dengan jumlah muatan negatif, maka jumlah proton pun harus sama dengan jumlah elektron. Jadi, di samping menunjukkan jumlah proton, nomor atom pun juga menunjukkan jumlah elektron dalam suatu unsur.

Nomor massa suatu atom menunjukkan jumlah proton dan neutron dalam inti atom (nukleon). Proton dan neutron sebagai partikel penyusun inti atom, dinamakan nukleon. Jumlah nukleon dalam atom suatu unsur dinyatakan sebagai nomor massa dengan lambang A.

Setiap unsur dibedakan berdasarkan jumlah proton yang terdapat dalam inti atom. Karena itu, unsur-unsur merupakan fungsi dari jumlah proton, atau nomor atom. Bila inti atom mengandung jumlah proton sama tetapi jumlah neutron berbeda dinamakan isotop dari atom itu. Selain isotop dikenal pula

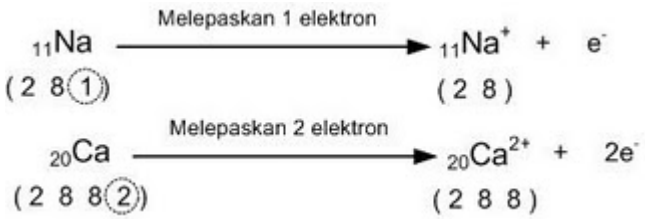
istilah isobar dan isoton. Isobar adalah atom-atom unsur yang berbeda (nomor atom berbeda) tetapi nomor massanya sama. Isoton adalah atom-atom unsur yang berbeda (nomor atom berbeda), tetapi mempunyai jumlah neutron yang sama.

c. Molekul *dan Ion*

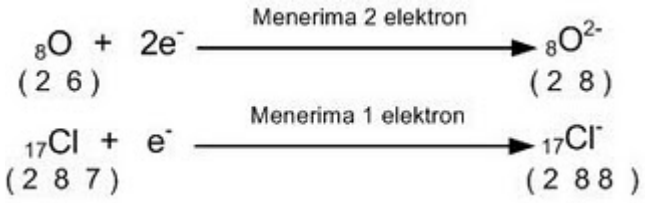
1) Ion

Pada uraian sebelumnya telah dibahas bahwa atom terdiri atas proton (muatan positif) dan elektron (muatan negatif). Elektron dapat meninggalkan atom dan atom dapat menerima elektron. Hal ini disebabkan beberapa faktor, antara lain pemanasan, adanya medan magnet dan medan listrik. Sebuah atom dikatakan netral jika jumlah proton sama dengan jumlah elektron. Jika suatu atom netral menangkap elektron, maka jumlah elektronnya akan menjadi lebih banyak dibandingkan dengan jumlah protonnya. Atom yang menangkap elektron ini dikatakan atom yang bermuatan negatif. Sebaliknya, jika suatu atom netral melepaskan elektron, maka jumlah protonnya akan menjadi lebih banyak dibandingkan dengan jumlah elektronnya. Atom yang melepaskan elektron ini dikatakan bermuatan positif. Atom yang bermuatan inilah yang dinamakan ion. Ion positif dinamakan **kation** dan ion negatif dinamakan **anion**.

Pembentukan ion positif



Pembentukan ion negatif



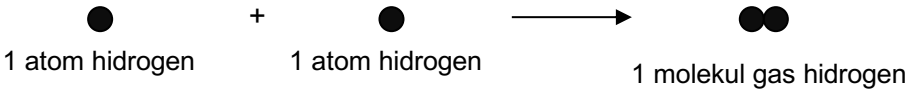
Ion merupakan atom atau gugus atom yang menerima atau melepas elektron. Peristiwa terlepasnya atau masuknya ion disebut ionisasi. Ion ditemukan pertama kali oleh fisikawan Jerman, Julius Elster dan Hans Friedrich Geitel

pada tahun 1899. Beberapa molekul dapat terbentuk melalui ikatan ion. Sebelum berikatan, atom-atom membentuk ion-ion terlebih dahulu.

2) Molekul

Bila atom-atom bergabung dan saling mengikat, maka akan membentuk *molekul*. Molekul adalah bagian terkecil dan tidak terpecah dari suatu senyawa kimia murni yang masih mempertahankan sifat kimia dan fisika yang unik. Berdasarkan jenis atom yang menyusun molekul, molekul terbagi menjadi dua jenis, yaitu molekul unsur dan molekul senyawa.

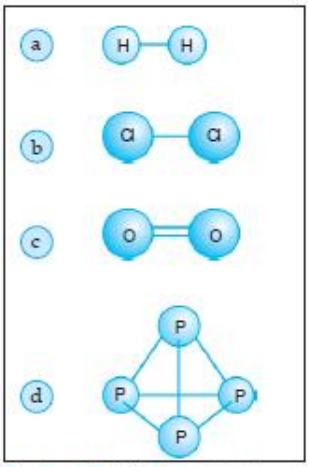
Molekul yang terbentuk dari satu jenis atom dinamakan molekul unsur. Contoh molekul unsur yaitu oksigen, dengan rumus kimia oksigen adalah O_2. Contoh :



1 atom hidrogen 1 atom hidrogen 1 molekul gas hidrogen

Satu molekul gas hidrogen terdiri atas 2 atom hidrogen yang saling mengikat, disebut molekul unsur (terdiri dari atom-atom yang sejenis).

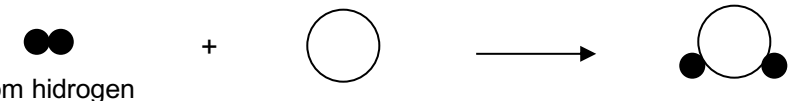
Contoh lainnya adalah Cl_2, I_2, Br_2, dan P_4.



Gambar 1.14. Struktur molekul unsur H_2, Cl_2, O_2, dan P_4
(Sumber: http://www.crayonpedia.org/mw/Berkas:Mempunyai_17_elektron.jpg.)

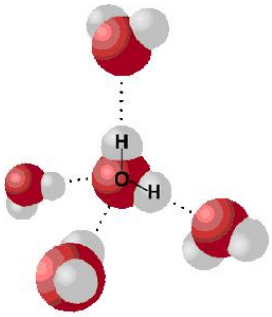
Bila dua atom atau lebih dari unsur yang berbeda bergabung membentuk molekul, maka molekul tersebut disebut *molekul senyawa*.

Contoh :



2 atom hidrogen 1 atom oksigen 1 molekul air

Molekul air terdiri dari 2 atom hidrogen dan 1 atom oksigen. Seperti tampak pada gambar berikut.



Gambar 1.15. Molekul senyawa air
(*Sumber:* http://www.crayonpedia.org/mw/Berkas:Mempunyai_17_elektron.jpg.)

Molekul unsur dan molekul senyawa dapat dibedakan berdasarkan jumlah jenis atom penyusunnya. Perbedaan ini dapat dilihat pada molekul unsur H_2 dan molekul senyawa H_2O. Dalam kehidupan sehari-hari, kita selalu berinteraksi dengan molekul unsur dan molekul senyawa. Contohnya ketika bernapas, kita menghirup molekul unsur oksigen (O_2) dan melepaskan molekul senyawa karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2 O) dalam bentuk uap air.

Contoh lain molekul unsur dan molekul senyawa dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 1.2. Nama molekul dan jumlah unsur penyusunnya

Molekul Unsur		**Molekul Senyawa**	
Molekul	**Unsur Penyusun**	**Molekul**	**Unsur Penyusun**
Gas Klor	2 Atom Cl	Gas Amoniak	1 Atom N, 3 Atom H
Gas Nitrogen	2 Atom N	Gas Metana	1 Atom C, 4 Atom H
Gas Oksigen	2 Atom O	Gas Karbon Monoksida	1 Atom C, 1 Atom O
Belerang	8 Atom S	Asam Klorida	1 Atom H, 1 Atom Cl

Rumus molekul dibedakan menjadi *rumus molekul unsur* dan rumus *molekul senyawa.* Rumus molekul unsur ditulis sesuai dengan lambang unsurnya dan jumlah atomnya. Beberapa contoh rumus molekul unsur dan rumus molekul senyawa tertera pada tabel berikut.

Tabel 1.3. Rumus molekul unsur diatomik dan poliatomik

Diatomik		Poliatomik	
Nama	**Rumus Molekul**	**Nama**	**Rumus Molekul**
Oksigen	O_2	Fosfor	P_4
Hidrogen	H_2	Belerang	S_8
Nitrogen	N_2	Oksigen	O_3
Klorin	Cl_2		
Fluorin	F_2		
Bromin	Br_2		
Iodium	I_2		

Tabel 1.4. Nama senyawa dan rumus molekul senyawa

Nama Senyawa	Rumus Molekul Senyawa
Air	H_2O
Amoniak	NH_3
Karbon Monoksida	CO
Karbon Dioksida	CO_2
Metana	CH_4
Alkohol	C_2H_6O
Cuka	CH_3COOH

3. Sifat Fisika dan Kimia Materi

Seperti yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya bahwa berdasarkan sifat fisiknya, materi dikelompokkan menjadi padat, cair, dan gas. Pengelompokkan materi (kemudian diistilahkan sebagai zat ketika menyiratkan ketiadaan materi lain di dalamnya) menjadi tiga keadaan didasarkan pada sifat fisika yang dimiliki oleh zat tersebut.

Sifat fisika adalah karakteristik/ciri zat yang membedakan zat yang satu dengan zat lainnya yang tidak melibatkan perubahan apapun ke zat lain. Contoh sifat fisika diantaranya: titik leleh, titik didih, massa jenis, viskositas, kalor jenis, dan kekerasan. Ketika suatu zat memiliki sifat fisika yang persis sama, maka zat yang diduga berbeda tersebut pastilah zat yang sama, karena zat yang berbeda akan memiliki sifat fisis yang berbeda dari zat lainnya.

Adapun sifat zat yang menyebabkan zat tersebut berubah baik dengan sendirinya maupun ketika berinteraksi dengan zat lain disebut dengan **sifat kimia**. Contoh sifat kimia diantara kemudahan untuk terbakar, kemudahan untuk mengalami proses perkaratan, kerentanan untuk mengalami pelapukan, dan sebagainya.

Setiap zat, misalnya gula, garam, perak, tembaga, emas, dan udara termasuk di dalamnya oksigen, nitrogen, hidrogen, helium dan sebagainya tentunya memiliki ciri-ciri khas yang membedakannya dari materi lainnya. Garam dapur memiliki ciri-ciri berbentuk padatan serbuk, berwarna putih, tidak berbau, dan larut baik dalam air. Ciri yang hampir sama ditunjukkan pula ketika Anda mengamati gula pasir. Namun, jika kita bandingkan rasa dari keduanya sangatlah berbeda. Garam berasa asin, sedangkan gula berasa manis. Gula akan meleleh dan berubah menjadi coklat ketika dipanaskan lama, tetapi garam menunjukkan perubahan yang berbeda ketika dipanaskan lama atau dibakar. Lakukan percobaan sederhana di rumah untuk mengetahui perbedaan ciri yang ditunjukkan oleh kedua materi tersebut ketika dibakar dengan api. Catat dan jelaskan hasil pengamatan Anda kemudian identifikasi dan kelompokkan sifat fisika dan sifat kimia yang dimiliki oleh gula dan garam sebelum dan setelah dibakar.

4. Perubahan Materi dan energi

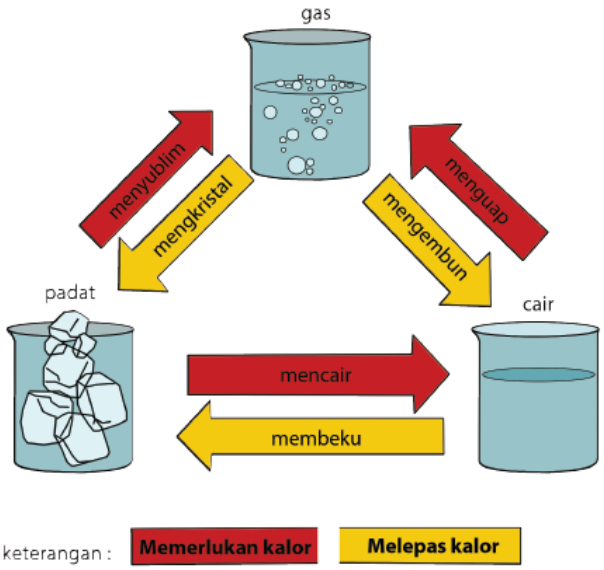
Perubahan materi merupakan bagian penting dalam sains kimia, karena perubahan tersebut pada dasarnya dikaji untuk menghasilkan perubahan yang menguntungkan, sedangkan pemahaman mengenai perubahan yang merugikan ditujukan untuk mencegah perubahan tersebut sedini mungkin. Jika kita amati berbagai gejala yang ditunjukkan oleh bahan disekitar kita, maka kita akan menemukan bahan-bahan tersebut dapat berubah baik dengan sendirinya maupun ketika diberikan perlakuan yang disengaja berdasarkan pemahaman kita terhadap sifat dari materi tersebut. Bahan tumbuhan dan hewan meluruh, logam berkarat, besin terbakar, air membeku ketika suhu diturunkan dan mencair kembali ketika dipanaskan, tanah mengalami erosi, air danau dan laut menguap, dsb.

Bila sifat zat-zat yang mengalami perubahan tersebut dipelajari, maka perubahan tersebut dapat dikelompokkan menjadi dua, yakni **perubahan fisika** dan **perubahan kimia**. Hal yang dilakukan ketika kita diminta untuk mengindentifikasi suatu materi, maka pengamatan yang kita lakukan adalah sifat dari materi tersebut

yang meliputi sifat kimia dan sifat fisika. Video tentang perubahan materi bisa dilihat pada link berikut ini https://www.youtube.com/watch?v=IwFkM6Jn2O4.

a. Perubahan Fisika

Pada perubahan fisika tidak terdapat perubahan pada komposisi. Perubahan fisika terjadi ketika suatu zat mengalami perubahan pada sifat fisikanya saja dan tidak pada komposisinya. Sebagai contoh, ketika es meleleh, beberapa sifat fisik dari es tersebut menjadi berubah, misalnya kekerasaanya, massa jenisnya, dan kemudahannya untuk mengalir. Tetapi komposisi dari sampel tersebut tetap dan tidak berubah yakni air. Pada perubahan fisika, zat yang terlibat akan sama antara sebelum dan setelah perubahan.



Gambar 1.16. Perubahan Wujud Benda
(Sumber: driveedukasi.blogspot.com)

Perubahan wujud zat dapat dijelaskan dengan melihat keadaan partikel-partikel penyusun zat dan teori kinetik atau gerakan partikel. Jika zat padat dipanaskan, gerakan molekul atau partikelnya akan menjadi cepat sehingga gaya tarik menarik antar molekul atau partikel akan berkurang dan partikel akan bebas bergerak. Akibatnya pada suhu tertentu keadaan zat yang berwujud padat dapat berubah wujud menjadi cair. Jika zat cair dipanaskan, molekul atau partikel-partikelnya akan bergerak lebih cepat dan akan terlepas satu sama lain. Molekul yang terlepas akan meninggalkan zat cair dan berubah menjadi uap.

Sementara jika suatu zat didinginkan, partikel-partikel zat tersebut akan mengalami kekurangan energi yang menyebabkan gaya tarik antar partikel menjadi lebih kuat. Akibatnya jarak antar partikel akan lebih rapat. Keadaan tersebut menyebabkan perubahan wujud zat dari gas menjadi cair, dari cair menjadi padat. Perubahan wujud tersebut tidak menyebabkan perubahan molekul atau partikel zat, maka yang dimaksud dengan perubahan fisika adalah perubahan materi yang tidak mengubah partikel zat, atau perubahan zat yang dapat kembali ke wujud semula. Contoh perubahan fisika antara lain meleleh, membeku, menguap, mengembun, menyublim dan deposisi. (Davis & Peck. 2010).

1) Mencair

Mencair adalah proses perubahan wujud zat dari padat menjadi cair. Istilah lain dari mencair adalah meleleh atau melebur. Sebagai contoh, lilin atau mentega akan meleleh jika dipanaskan, begitu juga es krim akan mencair atau meleleh jika dibiarkan di udara terbuka.

Pemanasan menyebabkan molekul-molekul atau partikel-partikel penyusun zat padat akan bergerak bebas sehingga zat padat akan berubah wujud menjadi cair, peristiwa tersebut disebut mencair atau meleleh. Suhu ketika zat mulai meleleh sampai proses meleleh berakhir disebut titik leleh atau titik lebur. Peristiwa pelelehan sengaja dilakukan untuk memperoleh produk yang murni atau dalam bentuk yang diinginkan. Contoh pelelehan bijih besi (hematit dan pirit) untuk mendapatkan besi.

2) Membeku

Membeku adalah proses perubahan wujud zat dari wujud cair menjadi padat. Sebagai contoh, air membeku menjadi es. Peristiwa membeku disebabkan karena adanya penurunan suhu, membeku biasanya terjadi pada suhu yang rendah. Suhu ketika suatu zat cair berubah wujud menjadi padat dinamakan titik beku. Titik beku adalah suhu di mana zat cair mulai membeku sampai semua zat cair berubah menjadi padat.

3) Menguap

Menguap adalah proses perubahan wujud zat dari cair menjadi gas atau uap. Penguapan, adalah proses dimana molekul pada permukaan cairan melepaskan diri dan masuk ke fase gas. Untuk melepaskan diri, molekul harus memiliki setidaknya beberapa energi kinetik minimum. Laju penguapan meningkat dengan meningkatnya suhu. Molekul suatu zat, rata-rata tidak

memiliki energi yang cukup untuk melepaskan diri dari cairan. Bila tidak, cairan akan berubah menjadi uap dengan cepat.

4) Mengembun

Mengembun adalah perubahan zat dari wujud gas menjadi cairan. Pengembunan atau dikenal pula dengan istilah *kondensasi* terjadi ketika uap didinginkan menjadi cairan, tetapi dapat juga terjadi bila uap dikompresi (yaitu, tekanan ditingkatkan) menjadi cairan, atau mengalami kombinasi dari pendinginan dan kompresi. Cairan yang telah terkondensasi dari uap disebut **kondensat**. Sebuah alat yang digunakan untuk mengkondensasi uap menjadi cairan disebut kondenser. Kondenser umumnya adalah sebuah pendingin yang digunakan untuk berbagai tujuan dengan rancangan yang bervariasi, begitu juga dengan ukurannya dari yang dapat digenggam hingga ukuran yang sangat besar. Kondensasi uap menjadi cairan adalah kebalikan dari proses penguapan (evaporasi) dan merupakan proses eksotermik (melepas panas).

5) Menyublim

Menyublim adalah perubahan wujud zat dari padat langsung menjadi gas (Harword, 2007). Contoh penyimpanan kapur barus di ruangan sekitarnya terasa harum karena parfum yang dicampurkannya ikut dengan kapur barus yang berubah menjadi gas. Es kering adalah CO_2 yang dimampatkan dengan tekanan yang sangat tinggi sampai berwujud padat. Es kering di udara terbuka secara spontan berubah menjadi gas dan terlihat seperti asap putih. Zat kimia yang biasa digunakan sebagai contoh menyublim diantaranya adalah iodium.
Menghablur merupakan peristiwa perubahan gas menjadi padatan, peristiwa ini sering disebut juga dengan pengkristalan. Proses di laboratorium dapat dilakukan untuk membuat kristal amonium sulfat yang berasal dari gas amonia dan belerang dioksida

6) Deposisi / mengkristal

Deposisi merupakan terjemahan dari *deposition* yang artinya adalah proses perubahan zat dari wujud gas menjadi padat, deposisi juga dikenal sebagai *desublimation* atau kebalikan dari sublimasi (Davis & Peck, 2010). Salah satu contoh deposisi adalah perubahan uap air menjadi es seperti terjadi didalam *freezer* lemari es tanpa terlebih dahulu menjadi cairan. Hal ini juga terjadi pada pembentukan salju di awan dan pembentukan es pada daun.

b. Perubahan Kimia

Perubahan kimia atau lebih dikenal dengan reaksi kimia terjadi ketika suatu zat berubah menjadi zat yang lain. Contoh perubahan kimia yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari diantaranya proses perkaratan besi, penguraian air menjadi hidrogen dan oksigen ketika diberikan arus listrik. Pada persamaan berikut ditunjukkan terjadi perubahan komposisi sehingga produk akhir berbeda dengan pereaksi semula.

Perubahan kimia : zat sebelum dan setelah reaksi berbeda

$$\text{Air} \xrightarrow{\text{Aliran listrik}} \text{Hidrogen} + \text{Oksigen} \qquad (1)$$

Reaksi kimia adalah suatu reaksi antar senyawa kimia atau unsur kimia yang melibatkan perubahan struktur dari molekul. Terjadinya reaksi kimia berkaitan dengan pembentukan dan pemutusan ikatan kimia.

Perubahan pada makanan atau minuman seperti buah membusuk, besi berkarat dan susu menjadi basi termasuk perubahan kimia/reaksi kimia. Adapun ciri-ciri atau gejala yang menyertai reaksi kimia adalah sebagai berikut.

1) Terjadinya perubahan Suhu

Banyak reaksi kimia yang diikuti dengan keluar atau diserapnya panas, misalnya bongkahan batu gamping atau kapur tohor jika dimasukkan ke dalam air dalam beberapa saat air seperti mendidih, campuran terasa panas karena reaksi menghasilkan energi dalam bentuk panas dan reaksi ini disebut reaksi eksoterm. Ada pula reaksi yang menyerap energi panas, reaksi ini disebut reaksi endoterm.

2) Terjadinya Endapan

Jika Anda melarutkan dua macam larutan kemudian campuran menjadi keruh atau muncul endapan berarti telah terjadi reaksi di antara kedua larutan tersebut.

Dalam kehidupan sehar-hari, banyak terjadi reaksi kimia yang menghasilkan endapan. Contohnya adalah dalam penjernihan air. Air keruh yang banyak mengandung lumpur dapat menjadi jernih setelah ditambah tawas. Hal ini

terjadi karena tawas mampu mengumpulkan kotoran sehingga dapat mengendap.

pencemaran dapat dialirkan ke sungai.

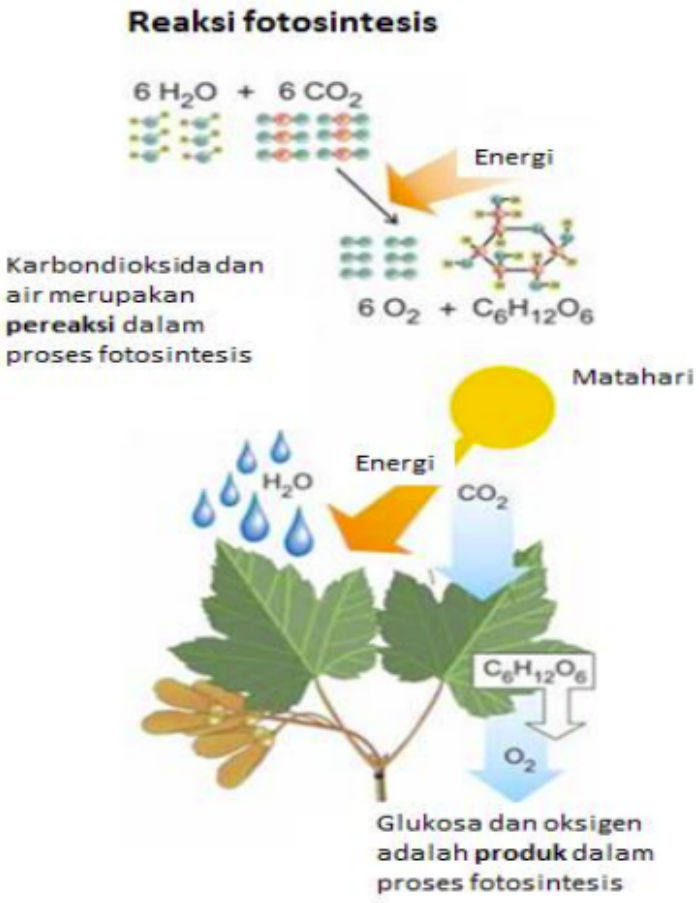
1) Terbentuknya Gas

Secara sederhana, dalam reaksi kimia adanya gas yang terbentuk ditunjukkan dengan adanya gelembung-gelembung dalam larutan yang direaksikan. Akan tetapi adanya gas juga dapat diketahui dari baunya yang khas, seperti asam sulfida (H_2S) dan amonia (NH_3) yang berbau busuk dan menyengat.

2) Terjadinya perubahan Warna

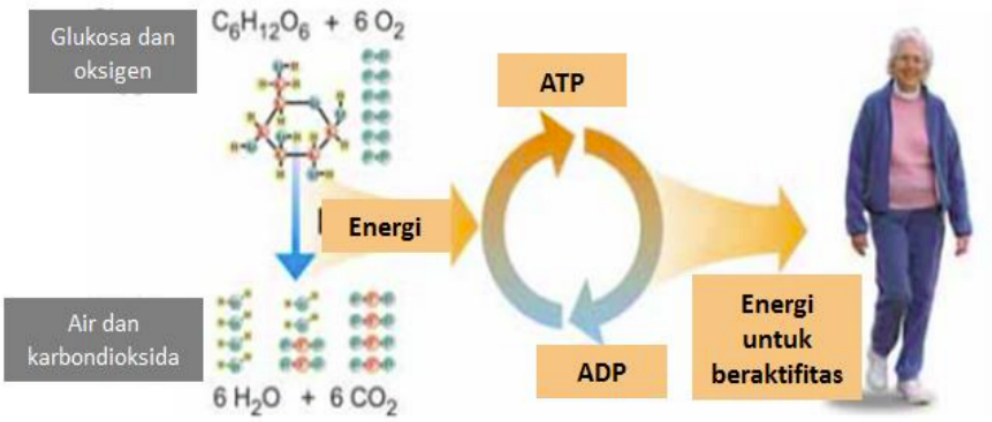
Beberapa reaksi kimia yang menghasilkan perubahan warna terjadi dalam kehidupan sehari-hari, misalnya gula pasir merupakan kristal berwarna putih, tetapi setelah di bakar menjadi karbon atau arang berubah warna menjadi hitam. Sepotong buah apel atau kentang atau pisang yang telah dikupas dan dibiarkan di udara terbuka, beberapa saat kemudian akan terlihat menjadi coklat.

Perubahan materi sangat bermanfaat untuk memperoleh bahan-bahan baru. Salah satu pemanfaatan prinsip perubahan fisika adalah proses pengambilan bahan-bahan tertentu dari sumber bahan alam (ekstraksi) untuk diversifikasi pemanfaatannya dalam bidang kesehatan, energi, maupun pangan alternatif. Prinsip-prinsip perubahan kimia juga banyak dimanfaatkan untukmenghasilkan bahan-bahan baru yang memiliki nilai fungsional bagi manusia maupun lingkungan. Pada gambar berikut disajikan proses fotosintesis yang merupakan contoh dari perubahan materi.



Gambar 1.16. Perubahan materi pada reaksi pembentukan glukosa melalui fotosintesis.
Sumber: https://1.cdn.edl.io

Perubahan materi selalu disertai dengan energi. Dalam proses biologis makhluk hidup, pemecahan makanan yang melibatkan enzim sebagai katalis secara jumlah bersih menghasilkan energi yang diperlukan tubuh untuk beraktivitas. Pembentukan energi yang dihasilkan dari pengubahan glukosa yang dihasilkan dari bahan makanan melalui proses reaksi biologis (metabolisme). Video perubahan materi pada reaksi pembentukan glukosa melalui fotosintesis dapat dilihat pada link berikut https://www.youtube.com/watch?v=IP6YabCahKc.



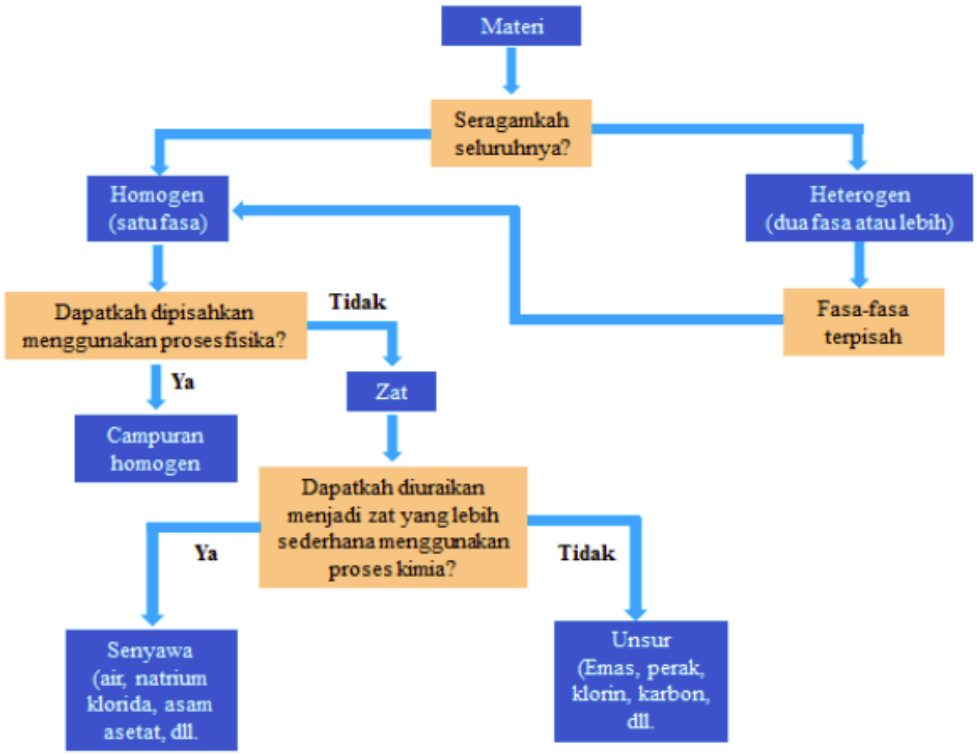
Gambar 1.17. Perubahan materi pada reaksi metabolisme glukosa untuk pembentukan energi pada makhluk hidup.
Sumber: https://1.cdn.edl.io

Contoh lain perubahan materi yang termasuk reaksi kimia adalah reaksi logam merkuri dan oksigen membentuk merkuri oksida. Jika reaksi ini dilakukan dalam ruang tertutup, maka berlaku hukum kekekalan massa. Hukum kekekalan massa ini ditemukan oleh Antonie Laurent Lavoisier. Beliau adalah seorang ahli kmia yang berasal dari Perancis dan mempunyai julukan “Bapak Kimia Modern”. Hukum kekekalan massa ini banyak mendasari reaksi kimia. Bunyi dari hukum kekekalan massa suatu massa (pada sistem yang tertutup) akan tetap meski dalam reaksi terjadi beberapa proses. Jadi, dengan kata lain, jenis atom dan jumlahnya antara sebelum dan sesudah reaksi adalah sama. Namun dengan catatan bahwa reaksi harus berjalan atau terjadi pada sistem tertutup.

5. Penggolongan Materi Berdasarkan Sifat Kimia

Materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang. Istilah materi sering disamakan dengan istilah benda dan zat. Sebenarnya, baik benda, materi, dan zat dapat didefinisikan sebagai segala sesuatu yang mempunyai massa dan menempati ruang.

Misalkan kita mengambil suatu sampel materi, yang mungkin berupa padatan, cairan, atau gas, dan memeriksa berbagai sifat atau membedakan cirinya seperti bau, warna, atau massa jenisnya. Berdasarkan sifat kimianya, materi digolongkan menurut komposisi dan sifat materi seperti ditunjukkan pada Gambar 1.18.



Gambar 1.18. Penggolongan materi berdasarkan sifat kimianya

6. Unsur, Senyawa, dan Campuran

Secara umum, materi dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu unsur, senyawa, dan campuran.

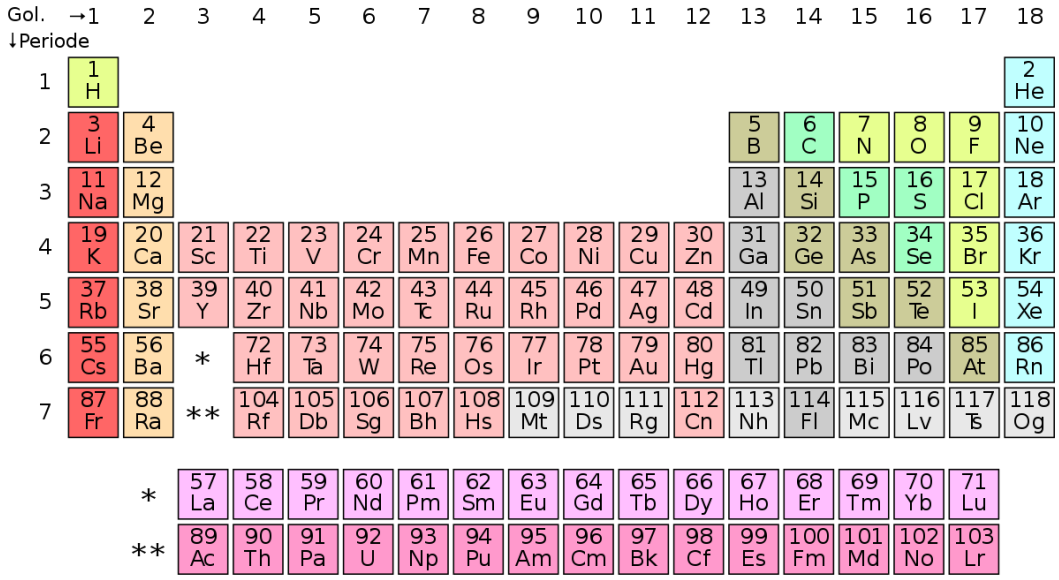
a. Unsur

Unsur merupakan jenis materi yang paling sederhana dengan sifat fisika dan kimia yang unik. Suatu unsur hanya memiliki satu jenis atom penyusun. Unsur tidak dapat diuraikan lagi menjadi zat-zat lain yang lebih sederhana, Oleh karena itu unsur merupakan zat tunggal. Unsur adalah bentuk paling sederhana dari suatu zat, terdiri hanya dari satu jenis atom saja. Sampai saat ini sudah lebih dari 118 unsur yang dikenal.

Seluruh unsur dari nomor atom 1 (*hidrogen*) hingga 118 (*oganesson*) telah ditemukan atau disintesis, dengan penambahan terbaru (*nihonium*, *moscovium*, *tennessine*, dan *oganesson*) yang dikonfirmasi oleh *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) pada tanggal

30 Desember 2015 dan secara resmi diberi nama pada tanggal 28 November 2016: mereka menyelesaikan tujuh baris pertama Tabel periodik. Sembilan puluh empat unsur pertama terdapat secara alami, meskipun beberapa ditemukan dalam jumlah renik dan disintesis dalam laboratorium sebelum ditemukan di alam. Unsur-unsur mulai nomor atom 95 hingga 118 adalah unsur sintetis yang dibuat di laboratorium.

Unsur-unsur dikelompokkan pada suatu tabel yang disebut *Tabel Periodik Unsur*. Pada Tabel Periodik, unsur-unsur dikelompokkan pada satu lajur vertikal dan lajur horizontal. Lajur vertikal disebut *golongan* dan lajur horizontal dinamakan *perioda*. Contoh tabel periodik tertera pada Gambar 1.19.



Gambar 1.19. Tabel Peridok Unsur.
(Sumber: *id.wikipedia.org*)

Pada tabel periodik unsur dibagi kedalam 18 golongan (1 sampai 18). Jumlah periode ada tujuh, pada perioda ke enam dan ke tujuh terdapat deretan unsur yang terpisah yang disebut unsur-unsur golongan *lantanida* dan *aktinida*. Selain itu unsur-unsur dikelompokkan pula berdasarkan sifat logam, non-logam dan semilogam. Penggolongan unsur ada pula yang menggunakan sistem IUPAC yaitu dengan penomoran mulai nomor 1 sampai 18, sehingga pada tabel periodik terdapat 18 golongan. Nama-nama golongan unsur tertera pada Tabel 1.2.

Tabel 1.5. Nama golongan unsur-unsur

Nama Golongan	Lambang Golongan	
	Lama	IUPAC
Alkali	IA	1
Alkali tanah	IIA	2
Boron,Alumunium	IIIA	13
Karbon	IVA	14
Nitrogen, Fosfor	VA	15
Oksigen,Belerang	VIA	16
Halogen	VIIA	17
Gas Mulia	VIIIA	18

Nama Golongan	Lambang Golongan	
	Lama	IUPAC
Transisi	IIIB	3
Transisi	IVB	4
Transisi	VB	5
Transisi	VIB	6
Transisi	VIIB	7
Transisi	VIIIB	8
Transisi	VIIIB	9
Transisi	VIIIB	10
Transisi	IB	11
Transisi	IIB	12

1) Nama Unsur dan Lambang Unsur

Masing-masing unsur memiliki nama ilmiah, nama tersebut ada yang diambil dari nama pembentuknya, sifatnya, nama benda langit, nama tempat, nama tokoh, dan nama-nama ilmuwan. Unsur-unsur lebih banyak ditulis dalam lambangnya yang disebut *lambang unsur*. Beberapa nama unsur dan asal pemberian namanya tertera pada tabel berikut.

Tabel 1.6. Nama unsur dan asal penamaannya

No	Dasar Penamaan Unsur	Contoh
1.	Zat yang dibentuk olehnya	Hidrogen (*hydro* = air); Oksigen (*oxys* = asam); Nitrogen (*nitro* = basa); Karbon (*carbo* = batubara). Kalsium (*calx* = kapur).
2.	Bau, rasa, atau warna	Khlor (*chloros* = hijau); Brom (*bromos* = pesing); Iodium (*iodes* = ungu); Aluminium (*alumen* = pahit); Berilium (*beryl* = manis).
3.	Nama benda langit	Helium (*helios* = matahari); Selenium (*selene* = bulan); Uranium (*Uranus*); Raksa atau Merkuri (Merkurius); Serium (*asteroid ceres*).
4	Nama tempat	Magnesium (Magnesia, daerah di Yunani); Tembaga atau Kuprum (*Kypros*, yaitu pulau Siprus); Stronsium (*strontia*, daerah di Skotlandia); Germanium (Jerman); Scandium (*Skandinavia*).
5.	Nama tokoh mitologi atau dongeng	Titanium (dewa raksasa); Vanadium (vanadis, dewa cinta Skandinavia); Thorium (thor, dewa halilintar); Amas atau Aurum (aurora, dewi fajar); Germanium (Jerman); Niobium (nioba, cucu wanita zeus).
6.	Nama ilmuwan yang berjasa	Kurium (Marie Curie); Einsteinium (Albert Einstein); Fermium (Enrico Fermi); Nobelium (Alfred Nobel); Hahnium (Otto Hahn).

No	Dasar Penamaan Unsur	Contoh
7	Nama asli unsur dalam bahasa Latin	Belerang atau sulfur; Besi atau Ferrum; Perak atau Argentums; Timah atau Stannum; Seng atau Zinkum.
8	Keadaan atau sifat tertentu	Fosfor (phosphoros = bercahaya); Mangan (magnes = bermagnit); Barium (barys = berat); Disprosium (dysprositos = sukar didapat); Astatine (astatos = tak stabil).

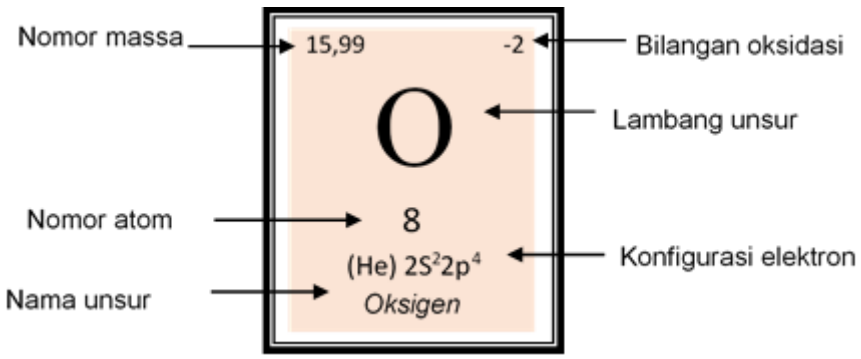
Pada tahun 1813, seorang ahli kimia Swedia, *Jons Jakob Berzelius* (1779 – 1848) menciptakan lambang-lambang unsur dari huruf-huruf abjad sehingga mudah diingat. Menurut sistem *Berzelius* ini, unsur ada yang mempunyai lambang yang terdiri dari *satu huruf* atau *dua huruf*, misalnya: Hydrogen = H, Oksigen = O, Natrium =Na, dan Khlor = Cl. Penulisan lambang unsur menurut Berzelius adalah; lambang unsur ada yang diambil dari huruf pertama saja dan yang diambil dari nama dengan yang kedua atau yang ketiga. Huruf depan ditulis dengan huruf kapital, *yang kedua atau ketiga* memakai *huruf kecil.* Lambang unsur berikut namanya dalam bahasa Latin, Inggris dan Indonesia tertera pada tabel berikut.

Tabel 1.71. Lambang-lambang unsur dan nama unsur

Lambang Unsur	Nama Latin	Nama Inggris	Nama Indonesia
Ag	Argentum	Silver	Perak
Al	Aluminium	Aluminium	Aluminium
Au	Aurum	Gold	Emas
Ba	Barium	Barium	Barium
Bi	Bismuth	Bismuth	Bismuth
Ca	Calcium	Calcium	Kalsium
Co	Cobaltum	Cobalt	Kobal
Cr	Chromium	Chrome	Khrom
Cu	Cuprum	Copper	Tembaga
Fe	Ferrum	Iron	Besi
Hg	Hydrargyrum	Mercury	Raksa
K	Kalium	Potassium	Kalium
Mg	Magnesium	Magnesium	Magnesium
Mn	Manganum	Manganese	Mangan
Na	Natrium	Sodium	Natrium
Ni	Nicculum	Nickel	Nikel
Pb	Plumbum	Lead	Timbal
Sn	Stannum	Tin	Timah
Zn	Zincum	Zinc	Seng
As	Arsenicum	Arsenic	Arsen
Br	Bromium	Bromine	Brom

Lambang Unsur	Nama Latin	Nama Inggris	Nama Indonesia
C	Carbonium	Carbon	Karbon
Cl	Chlorium	Chlorine	Khlor
F	Fluorium	Fluorine	Fluor
H	Hydrogenium	Hydrogen	Hidrogen
I	Iodium	Iodine	Iodium
N	Nitrogenium	Nitrogen	Nitrogen
O	Oxygenium	Oxygen	Oksigen
P	Phosphorus	Phosphorus	Fosfor
S	Sulphur	Sulfur	Belerang
Si	Silicum	Silicon	Silicon

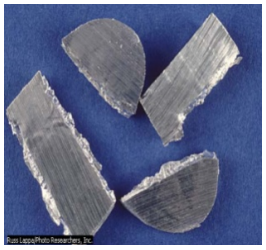
Pada tabel periodik setiap lambang unsur dilengkapi dengan nomor atom, nomor massa, dan bilangan oksidasi.



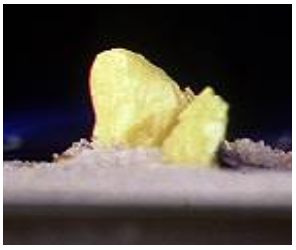
- Lambang unsur diambil dari huruf awal pertama, pertama dan kedua, pertama dan ketiga atau pertama dan keempat dari nama unsur.
- Nomor massa merupakan massa atom relatif, yaitu bilangan yang menyatakan perbandingan massa unsur dengan $\frac{1}{12}$ massa satu atom C-12. Digunakan C isotop 12, karena merupakan isotop paling stabil. Massa atom relatif diberi lambang ***Ar***.
- Nomor atom menyatakan jumlah proton atau jumlah elektron.
- Bilangan oksidasi menyatakan jumlah elektron yang dilepaskan atau diterima oleh suatu atom. Bila suatu atom melepaskan elektron maka bilangan oksidasinya akan bertanda positif, sedangkan apabila suatu atom menerima elektron maka bilangan oksidasinya akan bertanda negatif.

2) Sifat Unsur

Unsur-unsur alam dibagi menjadi unsur-unsur logam, unsur-unsur bukan logam dan semilogam. Berikut ini contoh unsur-unsur yang bersifat logam, semilogam dan nonlogam.


Magnesium


Silicon


Belerang

Gambar 1.19. Unsur logam, semilogam dan bukan logam
(Sumber: *Encarta Ensiklopedi*)

Sifat logam, semilogam dan non-logam dari unsur-unsur dapat diidentifikasi dengan menguji daya hantar listrik dan permukaannya. Beberapa sifat tertera pada tabel berikut.

Tabel 1.8. Sifat–sifat Unsur

Sifat-sifat unsur	Unsur Logam	Semilogam	Non logam
Daya hantar Listrik	Baik	Baik	Tidak menghantar
Daya hantar panas	Baik	Baik	Penghantar yang lemah
Penampilan/kena mpakan	Mengkilat	Mengkilat	Tidak mengkilat
Kekerasan	Keras	Keras	Rapuh (yang berwujud padat)
Titik leleh	Tinggi	Tinggi	Rendah

Unsur-unsur memiliki sifat fisik dan sifat kimia. Sifat fisik meliputi kekerasan, titik didih, titik leleh, daya hantar listrik, daya hantar panas, dan masa jenis. Sifat kimia meliputi kereaktifan, keelektronegatifan, sifat asam basa, daya oksidasi, dan daya reduksi.

Contoh sifat fisik dan sifat kimia dari salah satu unsur yaitu tembaga tertera pada Tabel 1.9.

Tabel 1.9. Sifat fisika dan sifat kimia unsur tembaga
(Sumber: *Chemistry The Molecular Nature of Matter and Change*)

<table>
<tr><th colspan="2">Sifat Fisika</th><th colspan="2">Sifat Kimia</th></tr>
<tr><td colspan="2">Coklat kemerah-merahan, berkilau</td><td rowspan="2">Pada keadaan yang lembab lambat laun terbentuk lapisan hijau-biru</td><td rowspan="2">  </td></tr>
<tr><td>Mudah dibentuk, lunak, dan mudah ditempa</td><td>  </td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Sifat Fisika</th><th colspan="2">Sifat Kimia</th></tr>
<tr><td colspan="2">Penghantar panas dan listrik yang baik</td><td rowspan="2">Dapat bereaksi dengan asam nitrat dan asam sulfat</td><td rowspan="2">  </td></tr>
<tr><td>Dapat di lebur dengan seng membentuk kuningan</td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="2">Massa jenis = 8,95 g/cm^3
Titik leleh = 1083 ^{o}C
Titik didih = 2570 ^{o}C</td><td>Dalam larutan ammonia, lambat laun terbentuk larutan biru tua</td><td>  </td></tr>
</table>

Sifat unsur–unsur baik sifat fisika maupun sifat kimia berubah secara periodik, contohnya sifat fisik logam, umumnya titik leleh logam berubah mengikuti urutan logam pada periode maupun golongan unsur tabel periodik. Demikian pula sifat kimia, misalnya kereaktifan logam Na, Mg, dan Al dengan air berbeda dari yang sangat reaktif, reaktif dan tidak reaktif.

3) Kegunaan unsur dalam kehidupan

Dalam kehidupan sehari-hari banyak unsur-unsur logam dapat dimanfaatkan secara langsung setelah unsur murni diolah dengan cara ditempa, digosok, dan dibentuk sesuai dengan kegunaannya, contohnya emas, perak, platina, tembaga, aluminium, dan seng. Logam biasanya ditemukan di alam dalam bentuk bijihnya yang masih bercampur dengan senyawa lain. Misalnya besi dalam bentuk pirit dan aluminium dalam bentuk bauksit. Bijih logam diolah dengan berbagai teknik pemisahan dengan beberapa tahap dan terakhir dimurnikan dengan cara elektrolisis. Contoh penggunaan logam-logam tertera pada tabel berikut.

Tabel 2.10. Unsur logam dan kegunaannya
(Sumber: *WebElements Periodic Table*)

Unsur Logam	Kegunaan
	Paku, pagar, pintu, jembatan, dan kerangka mobil.
	Alat-alat masak, kawat listrik, uang logam, dan patung.

Unsur Logam	Kegunaan
	Perhiasan, cinderamata, dan pelapis logam lain.
	Termometer

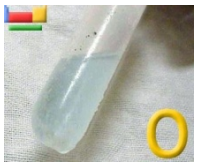
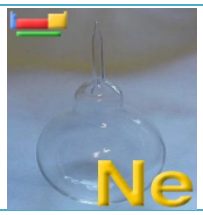
Besi merupakan unsur yang banyak digunakan dalam kehidupan mulai dari bahan baku jarum yang sangat kecil sampai konstruksi jembatan yang dapat menghubungkan dua pulau yang dibatasi oleh lautan. Beberapa kegunaan besi tertera pada gambar berikut.



Gambar 1.20. Benda- benda terbuat dari logam besi
Sumber: Encarta Ensiklopedi

Unsur non-logam jarang yang digunakan langsung tetapi banyak digunakan dalam bentuk senyawanya. Beberapa kegunaan unsur non-logam dan kegunaannya tertera pada tabel berikut.

Tabel 1.11. Unsur non-logam dan kegunaannya
Sumber: Web Elements Periodic Tabel

Unsur non-logam	Kegunaan
	Gas untuk mengelas dan pernafasan
	Pengisi lampu flurosens

Unsur non-logam	Kegunaan
	Bahan larutan antiseptik

Unsur-unsur non-logam ada yang berwujud padat, cair, dan gas. Kegunaan secara langsung dalam kehidupan sehari-hari sebagai unsurnya sangat jarang. Tetapi dalam bentuk persenyawaannya banyak dimanfaatkan.

b. Senyawa

Senyawa adalah gabungan dua unsur atau lebih yang terdapat dalam suatu materi yang dihasilkan melalui reaksi kimia biasa. Sifat senyawa berbeda dengan sifat-sifat dari unsur pembentuknya.

Sebagai contoh senyawa garam natrium klorida (NaCl), salah satu senyawa yang terdapat dalam garam dapur adalah hasil dari reaksi antara unsur natrium (Na) dengan unsur klorin (Cl). Garam natrium klorida berbentuk padat pada suhu ruangan berbentuk padatan putih, memiliki kelarutan yang baik dalam air, dan tidak beracun bagi tubuh. Sifat dari garan NaCl tersebut berbeda dengan sifat dasar dari unsur-unsur pembentuknya, yakni natrium dan klorin. Unsur logam natrium sangat reaktif terhadap air sehingga unsur ini harus disimpan dalam minyak atau materi lainnya yang tidak bercampur dengan air dan klorin merupakan gas yang bersifat racun. Perubahan sifat baru materi yang berbeda dari keadaan materi awalnya yang pada bagian sebelumnya disebut sebagai perubahan kimia atau reaksi kimia. Pada Gambar 1.21 ditunjukkan perubahan sifat materi garam NaCl.

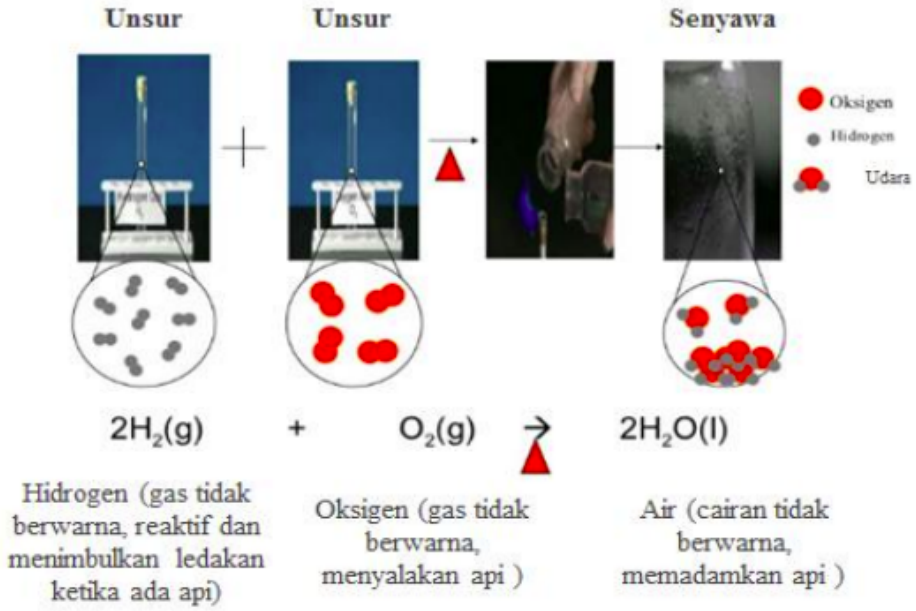


Gambar 1.21. Logam natrium direaksikan dengan gas klorin menghasilkan garam natrium klorida.
Sumber : https://docplayer.info/82616666-Pendalaman-materi-ipa-6.html

Contoh senyawa lainnya adalah magnesium oksida yang dihasilkan melalui reaksi pembakaran pita magnesium di udara (Gambar 1.22), dan pembentukan senyawa air dari reaksi unsur hidrogen dan unsur oksigen (Gambar 1.23). Masing-masing senyawa yang terbentuk pada kedua peristiwa tersebut memiliki sifat fisika maupun sifat kimia yang berbeda dengan unsur-unsur asalnya. Pada Gambar 1.22 ditunjukkan bahwa dalam gas hidrogen, atom-atomnya berpasangan membentuk molekul unsur, begitu pula pada gas oksigen (atom pada masingmasing unsur diwakili oleh masing-masing lingkaran). Ketika terjadi reaksi kimia, maka gabungan kedua gas tersebut membentuk tatanan atom yang berbeda melibatkan ikatan kimia menghasilkan molekul air, sehingga dalam setiap molekul air kita akan menemukan 1 atom oksigen mengikat dua atom hidrogen. Tanpa reaksi gabungan kedua gas hidrogen dan gas oksigen tidak akan berubah, seperti halnya campuran gas-gas di udara.



Gambar 1.22. Pembakaran pita magnesium di udara.
https://www.youtube.com/watch?v=uIxKRPJsy_o



Gambar 1.23. Pembentukan air melalui reaksi gas hidrogen dan oksigen
Sumber: docplayer.info

Berikut ini adalah beberapa contoh senyawa yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.

Tabel 1.12. Contoh senyawa dan kegunaannya

Nama Senyawa	Rumus Kimia	Kegunaan
Asam Askorbat	$C_6H_8O_6$	Vitamin C
Alum kalium / Tawas	$K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.24H_2O$	Penjernih air / Pembunuh kuman
Asam sulfat	H_2SO_4	Pengisi *Accu*
Asam klorida	HCl	Pembersih lantai
Aspirin	$C_9H_8O_4$	Pereda nyeri
Asam benzoat / Natrium Benzoat	$C_7H_6O_2$ / C_6H_5COONa	Bahan pengawet makanan
Asam nitrat	HNO_3	Untuk bahan peledak
Asam Salisilat	$C_7H_6O_3$	Obat kulit dan jerawat
Asam sitrat	$C_6H_8O_7$	Banyak terkandung dalam buah jeruk
Asam asetat	CH_3COOH	Cuka dapur
Formaldehida/formalin	H_2CO	Bahan disinfektan dan bahan pengawet
Kalsium hidroksida	$Ca(OH)_2$	Air kapur
Kalsium karbonat	$CaCO_3$	Bahan bangunan

Nama Senyawa	Rumus Kimia	Kegunaan
Kafein	$C_8H_{10}N_8O_2$	Banyak terdapat dalam kopi
Kalsium hipoklorit / kaporit	$Ca(ClO)_2$	Disinfektan
Karbon dioksida	CO_2	Penyegar minuman
Kloroform	$CHCl_3$	Bahan pembius
MSG (Monosodium Glutamat)	$C_5H_8NO_4Na$	Bahan Penyedap
Magneium hidroksida	$Mg(OH)_2$	Obat maag
Natrium klorida	NaCl	Garam dapur
Natrium bikarbonat	$NaHCO_3$	Soda kue
Natrium hipoklorit	NaOCl	Bahan pemutih
Sukrosa	$C_{12}H_{22}O_{11}$	pemanis
Urea	$CO(NH_2)_2$	Pupuk

c. Campuran

Campuran adalah materi yang tersusun atas dua atau lebih zat dengan komposisi tidak tetap dan masih memiliki sifa-sifat zat awalnya. Campuran tidak memiliki komposisi yang tetap dan terbentuk tanpa melalui reaksi kimia. Pada campuran senyawa-senyawa pembentuknya bergabung tanpa melibatkan ikatan kimia. Campuran dapat digolongkan menjadi campuran homogen (serbasama) (Gambar 1.20) dan campuran heterogen (serbaneka) (Gambar 1.21). Beberapa campuran yang tentu Anda kenal diantaranya campuran air teh manis yang merupakan campuran serbasama dari air dengan gula. Komposisi campuran air dan gula pada air teh manis dapat sangat beragam. Pada campuran serbasama ini, penyusun campuran tidak dapat dibedakan, namun sifat masing-masing komponen penyusunnya masih tampak. Misalnya rasa manis dari gula, warna coklat-merah dari teh, dan wujud cair dari air. Campuran serbasama lainnya adalah logam kuningan yang merupakan gabungan dari logam tembaga dan seng dengan variasi berkisar 10-60%. Air kopi, campuran tanah dengan pasir dan kerikil adalah sebagian contoh dari campuran serbaneka. Contoh jenis campuran tertera pada tabel 1.13.

Tabel 1.13. Jenis-jenis Campuran

Jenis Campuran	Zat yang dicampurkan	Penampilan Campuran
Larutan	Air dan garam	Tak berwarna

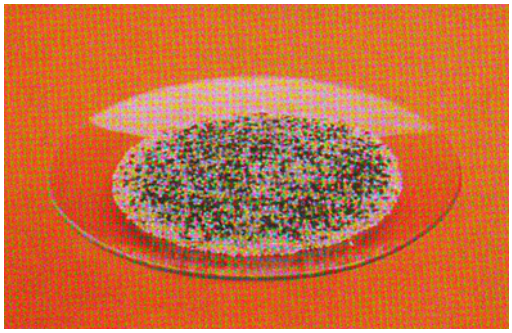
Suspensi (padat dalam cair)	Air dan tepung	Keruh dan terlihat partikel padat dalam zat cair
Suspensi (cair dalam cair)	Air dan minyak	Zat cair terpisah di bagian atas dan bagian bawah

Suspensi cair dengan cair akan menghasilkan campuran yang berupa *emulsi.* Beberapa campuran yang dikenal dalam kehidupan sehari-hari tertera pada Tabel 1.14.

Tabel 1.14. Larutan, suspensi dan emulsi

Larutan		**Suspensi**		**Emulsi**	
Campuran dari	**Produk**	**Campuran dari**	**Produk**	**Campuran dari**	**Produk**
Nitrogen (g) Oksigen (g)	Udara	Air (l) Udara (g)	Awan	Minyak tak berwarna (l) Air (l)	Cat
Petrol (l) Oli (l)	Bensin 2 tax	Debu(s) Air (l) Udara (g)	*Smog*	Minyak lemak(l) Air (l)	Susu
CO_2 (g) Air (l)	Air soda	Tanah (s) Air (l)	Air campur tanah	Minyak goreng (l) Cuka (l)	Bumbu salad

Jika pasir dicampurkan dengan serbuk besi, butir pasir dan serbuk besi akan tetap terlihat dan terpisah seperti tampak pada Gambar 1.24 jenis campuran ini, dimana susunannya tidak seragam, disebut campuran heterogen.



Gambar 1.24. Butir pasir dan serbuk besi
(Sumber: Chang, 2008, General Chemistry 5th)

Setiap campuran, apakah homogen atau heterogen, dapat dibuat dan kemudian dipisahkan dengan cara fisika menjadi komponen-komponen murninya tanpa mengubah identitas dari setiap komponen. Jadi, gula dapat diperoleh kembali dari larutannya dalam air dengan memanaskan larutan itu dan menguapkannya hingga kering. Dengan mengembunkan uap airnya kita dapat memperoleh kembali komponen airnya. Untuk memisahkan campuran besi-pasir, kita dapat

menggunakan magnet untuk memisahkan serbuk besi dari pasir, karena pasir tidak tertarik oleh magnet (lihat gambar 1.25). setelah pemisahan, komponen-komponen campuran akan memiliki susunan dan sifat yang sama seperti semula.



Gambar 1.25. Memisahkan serbuk besi dari campuran heterogen
(Sumber: *Chang, 2008, General Chemistry 5th*)

7. Teknik Pemisahan Campuran

Berbagai metode digunakan dalam pemisahan campuran yang bertujuan untuk mendapatkan zat murni atau beberapa zat murni dari suatu campuran. Pemisahan campuran juga digunakan untuk mengetahui keberadaan suatu zat dalam suatu sampel (analisis laboratorium). Bagaimana teknik dan prinsip pemisahan campuran akan dibahas dalam modul ini.

Metode Pemisahan Campuran dapat dibedakan menjadi dua golongan berdasarkan tahap proses pemisahannya, yaitu metode pemisahan sederhana dan metode pemisahan kompleks. Metode pemisahan sederhana adalah metode yang menggunakan cara satu tahap. Proses ini terbatas untuk memisahkan campuran atau larutan yang relatif sederhana. Metode pemisahan kompleks memerlukan beberapa tahapan kerja, diantaranya penambahan bahan tertentu, pengaturan proses mekanik alat dan reaksi-reaksi kimia yang diperlukan. Metode ini biasanya menggabungkan dua atau lebih metode sederhana. Contohnya pengolahan bijih dari pertambangan memerlukan proses pemisahan kompleks.

a. Prinsip Dasar Pemisahan Campuran

Sebagian besar senyawa kimia di alam ini ditemukan dalam keadaan yang tidak murni. Biasanya, suatu senyawa kimia berada dalam keadaan

tercampur dengan senyawa lain. Untuk beberapa keperluan seperti sintesis senyawa kimia yang memerlukan senyawa kimia murni atau proses produksi senyawa kimia dengan kemurnian tinggi, proses pemisahan perlu dilakukan.

Untuk memperoleh zat murni, kita harus memisahkannya dari campurannya. Prinsip pemisahan campuran didasarkan pada perbedaan sifat fisis penyusunnya. Beberapa dasar pemisahan campuran antara lain sebagai berikut :

1) **Ukuran partikel**

   Bila ukuran partikel zat yang akan dipisahkan berbeda dengan zat pencampur maka campuran dapat dipisahkan dengan metode filtrasi (penyaringan). Jika partikel zat hasil lebih kecil daripada zat pencampurnya, maka dapat dipilih penyaring atau media berpori yang sesuai dengan ukuran partikel zat yang diinginkan. Partikel zat yang lebih kecil akan melewati penyaring dan zat pencampurnya akan tertinggal pada penyaring.

2) **Titik didih**

   Bila antara zat yang ingin dipisahkan dari zat pencampur memiliki titik didih yang jauh berbeda dapat dipisahkan dengan metode destilasi. Apabila titik didih zat yang ingin dipisahkan lebih rendah daripada zat pencampur, maka pada saat campuran dipanaskan antara suhu didih zat tersebut dan di bawah suhu didih zat pencampur, zat tersebut akan lebih cepat menguap, sedangkan zat pencampur tetap dalam keadaan cair dan sedikit menguap ketika titik didihnya terlewati. Proses pemisahan dengan dasar perbedaan titik didih ini bila dilakukan dengan kontrol suhu yang ketat akan dapat memisahkan suatu zat dari campurannya dengan baik, karena suhu selalu dikontrol untuk tidak melewati titik didih campuran.

3) **Pengendapan**

   Suatu zat akan memiliki kecepatan mengendap yang berbeda dalam suatu campuran atau larutan tertentu. Zat-zat dengan berat jenis yng lebih besar daripada pelarutnya akan segera mengendap. Jika dalam suatu campuran mengandung satu atau beberapa zat dengan kecepatan pengendapan yang

berbeda dan kita hanya menginginkan salah satu zat, maka dapat dipisahkan dengan metode sedimentasi atau sentrifugasi.

Dalam modul ini akan dibahas beberapa metode pemisahan campuran yang pada umumnya digunakan diantaranya yaitu filtrasi, kristalisasi, sublimasi, destilasi, dan kromatografi.

b. Metode Pemisahan Campuran

1) Filtrasi

Filtrasi atau penyaringan merupakan metode pemisahan untuk memisahkan zat padat dari cairannya dengan menggunakan alat berupa penyaring. Dasar pemisahan metode ini adalah perbedaan ukuran partikel antara pelarut dan zat terlarutnya. Proses filtrasi yang dilakukan adalah bahan harus dibuat dalam bentuk larutan atau berwujud cair kemudian disaring. Hasil penyaringan disebut filtrat sedangkan sisa yang tertinggal disebut residu (ampas).

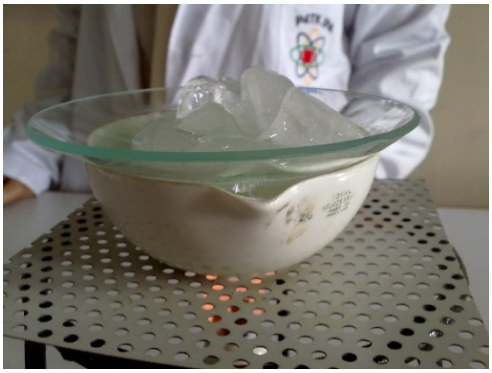
Metode ini dimanfaatkan untuk membersihkan air dari sampah pada pengolahan air, menjernihkan preparat kimia di laboratorium, menghilangkan pirogen (pengotor) pada air suntik injeksi dan obat-obat injeksi, dan membersihkan sirup dari kotoran yang ada pada gula. Penyaringan di laboratorium dapat menggunakan kertas saring dan penyaring buchner. Penyaring buchner adalah penyaring yang terbuat dari bahan kaca yang kuat dilengkapi dengan alat penghisap.



Gambar 1.26. Teknik filtrasi
Sumber: *Science Chemistry*

2) Sublimasi

Sublimasi merupakan metode pemisahan campuran yang didasarkan pada campuran di mana salah satu komponen dapat menyublim (perubahan wujud dari zat padat menjadi gas) sedangkan komponen yang lain tidak dapat menyublim. Bahan-bahan yang menggunakan metode ini adalah bahan yang mudah menyublim. Contohnya iodium atau kapur barus yang kotor dapat dipisahkan dan dibersihkan dari kotorannya. Kapur barus yang bercampur kotoran (pasir) akan menguap menjadi gas ketika dipanaskan seperti tampak pada gambar berikut.



Gambar 1.27. Proses Sublimasi Kapurbarus
Sumber : Dok. PPPPTK IPA

Uap (gas) dari kapur barus akan menyublim menjadi kapur barus dan menempel pada pinggan penguapan. Dengan cara ini dapat memisahkan kapur barus dari campurannya. Begitu juga pada iodium, seperti tampak pada gambar berikut.

Untuk mendapatkan iodium yang murni dari campurannya dilakukan dengan sublimasi, yaitu dengan cara memanaskan campuran tersebut dalam gelas kimia yang ditutup dengan labu alas bulat yang di dalamnya diberi es batu, uap iodium yang mengenai labu alas bulat akan berubah wujud gas dan memadat kembali membentuk kristal iodium karena pengaruh pendinginan.



Gambar 1.28. Proses Sublimasi iodium
Sumber : Dok. PPPPTK IPA

Metode sublimasi pemisahan campuran iodium dengan garam dapur dengan cara memanaskan campuran tersebut dalam gelas kimia yang ditutup dengan labu alas bulat yang di dalamnya diberi es batu, uap iodium yang mengenai labu alas bulat akan berubah membentuk kristal iodium, sedangkan garam dapurnya tertinggal di gelas kimia.

3) Kristalisasi

Kristalisasi merupakan metode pemisahan untuk memperoleh zat padat yang terlarut dalam suatu larutan. Dasar metode ini adalah kelarutan bahan dalam suatu pelarut dan perbedaan titik beku. Ada dua cara kristalisasi yaitu kristalisasi melalui penguapan dan pendinginan.

a) Kristalisasi melalui penguapan

Kristalisasi cara ini dilakukan dengan menguapkan pelarut dalam suatu larutan. Proses dilakukan dengan cara memanaskan larutan sampai semua pelarut menguap dan diperoleh bahan yang semula terlarut/ zat terlarut. Metoda ini dimanfaatkan pada industri pembuatan garam.

Berikut gambar contoh kristalisasi garam skala laboratorium sekolah. Kristalisasi larutan garam dengan cara penguapan. Larutan garam dipanaskan sampai mendidih dan airnya menguap sampai terbentuk kristal garam.



Gambar 1.29. Teknik Kristalisasi melalui penguapan
Sumber: Doc PPPPTK IPA

b) Kritalisasi melalui pendinginan

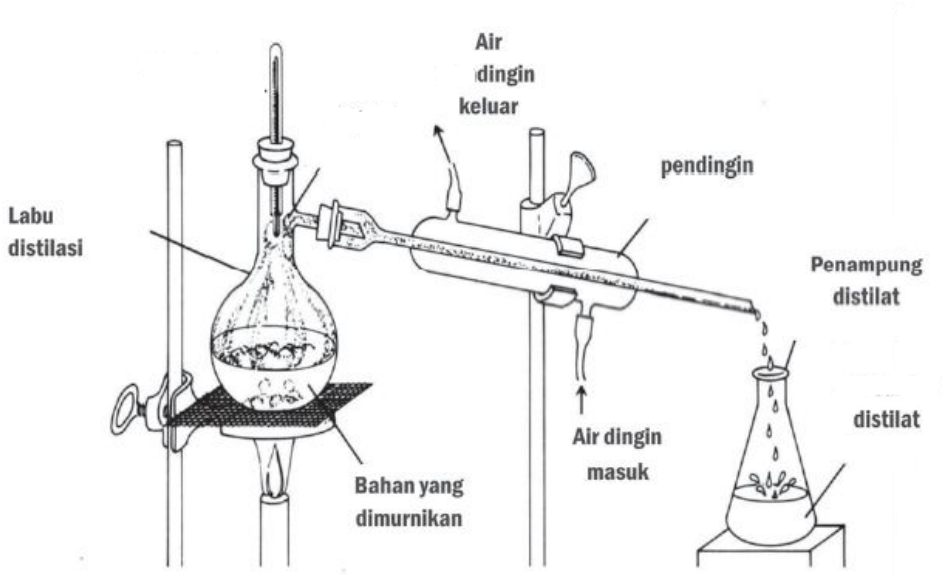
Pada kristalisasi ini larutan jenuh yang suhunya tinggi didinginkan sehingga zat terlarut mengkristal. Hal itu terjadi karena kelarutan berkurang ketika suhu diturunkan. Melalui kristalisasi ini diperoleh zat padat yang lebih murni karena pengotornya tidak ikut mengkristal. Contoh kritalisasi kalium nitrat

4) Destilasi

Destilasi merupakan metode pemisahan campuran berdasarkan perbedaan titik didih komponen-komponen dalam campuran tersebut. Dasar pemisahannya adalah titik didih yang berbeda antara komponen yang akan dipisahkan. Bahan yang dipisahkan dengan metode ini adalah bentuk larutan atau cair, tahan terhadap pemanasan, dan perbedaan titik didihnya tidak terlalu dekat.

Teknik yang digunakan adalah campuran dididihkan, diuapkan kemudian didinginkan kembali, sehingga dihasilkan zat murni yang diinginkan. Pelarut bahan yang diinginkan akan menguap, uap dilewatkan pada tabung pengembun (kondensor). Uap yang mencair ditampung dalam wadah. Bahan hasil pada proses ini disebut destilat, sedangkan sisanya disebut

residu. Rangkaian alat destilasi tertera pada Gambar 39.



Gambar 1.30. Destilasi
Sumber : www.guruipa.com

Pemisahan suatu senyawa dengan cara destilasi bergantung pada perbedaan tekanan uap senyawa dalam campuran. Tekanan uap campuran diukur sebagai kecenderungan molekul dalam permukaan cairan untuk berubah menjadi uap. Jika suhu dinaikkan, tekanan uap cairan akan naik sampai tekanan uap cairan sama dengan tekanan uap atmosfer. Pada keadaan itu cairan akan mendidih. Suhu pada saat tekanan uap cairan sama dengan tekanan uap atmosfer disebut titik didih. Cairan yang mempunyai tekanan uap yang lebih tinggi pada suhu kamar akan mempunyai titik didih lebih rendah daripada cairan yang tekanan uapnya rendah pada suhu kamar.

Jika campuran/larutan didihkan, komposisi uap di atas cairan tidak sama dengan komposisi pada cairan. Uap akan kaya dengan senyawa yang lebih volatile atau komponen dengan titik didih lebih rendah. Jika uap di atas cairan terkumpul dan dinginkan, uap akan terembunkan dan komposisinya sama dengan komposisi senyawa yang terdapat pada uap yaitu dengan senyawa yang mempunyai titik didih lebih rendah. Jika suhu relative tetap, maka destilat yang terkumpul akan mengandung senyawa murni dari salah satu komponen dalam campuran.

Bahan/zat hasil destilasi disebut destilat yang memiliki titik didih lebih rendah daripada campuran/pelarut, sehingga pada saat campuran/larutan dipanaskan suhunya tidak boleh melewati titik didih destilat tersebut, hal ini bertujuan agar zat tersebut lebih dulu menguap, sedangkan zat pencampur/pelarut tetap dalam keadaan cair. Proses pemisahan dengan dasar perbedaan titik didih ini bila dilakukan dengan kontrol suhu yang ketat akan dapat memisahkan suatu zat dari campurannya dengan baik.

Teknik yang digunakan adalah campuran dididihkan, diuapkan kemudian didinginkan kembali, sehingga dihasilkan zat murni yang diinginkan. Pelarut bahan yang diinginkan akan menguap, uap dilewatkan pada tabung pengembun (kondensor). Uap yang mencair ditampung dalam wadah. Bahan hasil pada proses ini disebut destilat, sedangkan sisanya disebut residu.

Adapula pemisahan yang dilakukan dengan destilasi bertingkat, bila campurannya mengandung banyak zat, misalnya pemisahan minyak bumi. Dari pemisahan minyak bumi ini dihasilkan berbagai produk dengan masing-masing kegunaannya.

5) Ekstraksi

Ekstraksi merupakan metode pemisahan dengan melarutkan bahan campuran dalam pelarut yang sesuai. Dasar pemisahan ini adalah kelarutan dalam pelarut tertentu. Ada beberapa macam ekstraksi diantaranya ekstraksi sederhana dan ekstraksi pelarut. Ekstraksi sederhana dilakukan dengan merendam bahan dalam pelarut diaman zat yang diinginkan dapat melarut kemudian setelah beberapa waktu larutan dipisahkan dari ampasnya. Cara ini dimanfaatkan untuk meperoleh zat-zat yang terdapat dalam tumbuh-tumbuhan. Ekstraksi pelarut dilakukan dengan melarutkan bahan dalam larutan yang sesuai kemudian ditambah pelarut kedua dimana zat yang diinginkan akan melarut dan tidak bercampur dengan pelarut pertama. Larutan dikocok lalu didiamkan hingga terjadi dua lapisan yang dapat dipisahkan dengan bantuan corong pisah. Metode ini biasanya digunakan untuk memurnikan logam.

6) Kromatografi

Kromatografi merupakan suatu metoda pemisahan berdasarkan perbedaan pola pergerakan antara fase gerak dan fase diam untuk memisahkan komponen (berupa molekul) yang berada pada larutan. Molekul yang terlarut dalam fase gerak, akan melewati kolom yang merupakan fase diam. Molekul yang memiliki ikatan yang kuat dengan kolom akan cenderung bergerak lebih lambat dibanding molekul yang berikatan lemah.

Kromatografi dapat dibedakan atas berbagai macam tergantung pada pengelompokannya. Jenis kromatografi dibedakan berdasarkan pada alat yang digunakan yaitu Kromatografi Lapis Tipis, Kromatografi Penukar Ion, Kromatografi Penyaringan Gel, Kromatografi Elektroforesis, Kromatografi Kertas, Kromatografi Gas. Khusus dalam modul ini akan dibahas Kromatografi Kertas.

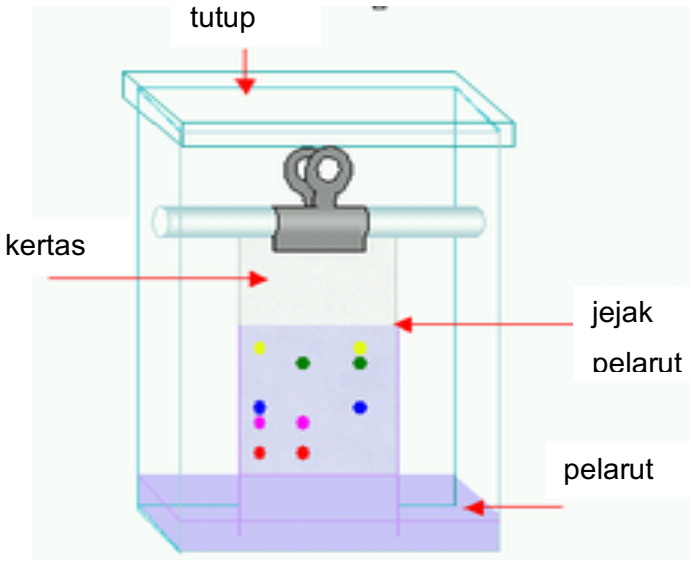
Kromatografi kertas merupakan salah satu metode pemisahan berdasarkan distribusi suatu senyawa pada dua fasa yaitu fasa diam dan fasa gerak. Pemisahan sederhana suatu campuran senyawa dapat dilakukan dengan kromatografi kertas, prosesnya dikenal sebagai analisis kapiler dimana lembaran kertas berfungsi sebagai pengganti kolom.

Kromatografi kertas adalah salah satu pengembangan dari kromatografi partisi yang menggunakan kertas sebagai padatan pendukung fasa diam. Oleh karena itu disebut kromatografi kertas. Sebagai fasa diam adalah air yang teradsorpsi pada kertas dan sebagai larutan pengembang biasanya pelarut organik yang telah dijenuhkan dengan air.

Dalam kromatografi kertas fasa diam didukung oleh suatu zat padat berupa bubuk selulosa. Fasa diam merupakan zat cair yaitu molekul H_2O yang teradsorpsi dalam selulosa kertas. Fasa gerak berupa campuran pelarut yang akan mendorong senyawa untuk bergerak disepanjang kolom kapiler. Secara umum kromatografi kertas dilakukan dengan menotolkan larutan yang berisi sejumlah komponen pada jarak 0,5 sampai 1 cm dari tepi kertas. Setelah penetesan larutan pada kertas, maka bagian bawah kertas dicelupkan dalam larutan pengambang (developing solution). Larutan ini umumnya terdiri atas campuran beberapa pelarut organik yang telah dijenuhkan dengan air.

Sistem ini akan terserap oleh kertas dan sebagai akibat dari gaya kapiler akan merambat sepanjang kertas tersebut. Selama proses pemisahan dilakukan, sistem secara keseluruhannya disimpan dalam tempat tertutup, ruang didalamnya telah jenuh dengan uap sistem pelarut ini.

Salah satu contoh pemisahan campuran dengan metoda kromatografi kertas yaitu memisahkan komponen-komponen warna pada tinta, seperti tampak pada gambar berikut.

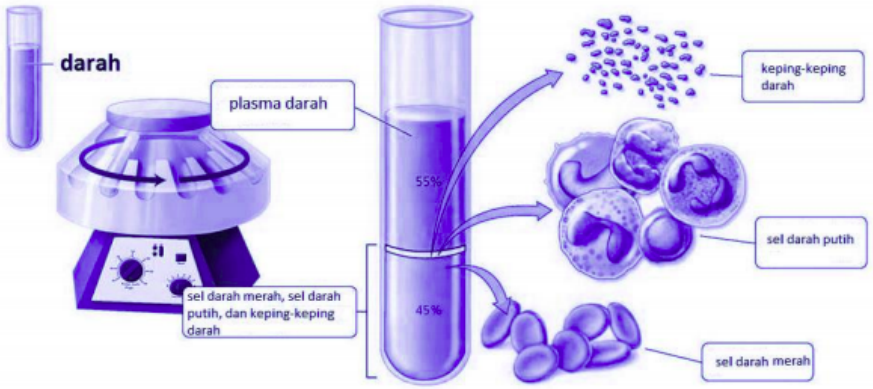


Gambar1.31. Teknik Pemisahan dengan kromatografi
Sumber : id.wikipedia.org

Tinta yang berwarna hitam ditotolkan pada kertas, kemudian kertas ini dicelupkan pada pelarut, pelarut ini akan bergerak membawa komponen-komponen pada campuran yang larut.

7) Sentrifugasi

Prinsip teknik pemisahan ini adalah adanya gaya sentrifugal yang diberikan pada partikel-partikel dalam campuran sehingga lama kelamaan partikel yang massa jenissnya lebih besar akan mengendap. Sehingga terjadi pemisahan antara partikel padat dan pelarutnya. Tahap pemisahan selanjutnya adalah dekantasi atau memipet cairan yang berada diatas padatannya lalu dipindahkan ke tempat lain contohnya adalah pemisahan partikel dalam darah dan pemisahan partikel dalam madu.



Gambar 1.31. Teknik Sentrifugasi untuk memisahkan partikel-partikel darah
Sumber gambar : https://rumus.co.id/pemisahan-campuran/

c. Pemanfaatan Pemisahan Campuran dalam kehidupan Sehari-hari

Berikut ini beberapa contoh pemanfaatan metode pemisahan suatu campuran dalam kehidupan sehari-hari.

1) **Metode penyaringan** dimanfaatkan pada proses pengolahan air, yaitu membersihkan air dari pengotornya.
2) **Metode kristalisasi** dalam kehidupan sehari-hari digunakan dalam pembuatan garam dapur dari air laut. Air laut banyak mengandung mineral terutama garam dapur (NaCl). Petani garam dapur memisahkannya dengan cara air laut ditampung dalam suatu tambak, kemudian dengan bantuan sinar matahari dibiarkan menguap. Setelah proses penguapan, dihasilkan garam dalam bentuk kasar dan masih bercampur dengan pengotornya, sehingga untuk mendapatkan garam yang bersih diperlukan proses rekristalisasi (pengkristalan kembali).

   Contoh lain penggunaan metode kristalisasi adalah pembuatan gula putih dari tebu. Batang tebu dihancurkan dan diperas untuk diambil sarinya, kemudian diuapkan dengan penguap hampa udara sehingga air tebu tersebut menjadi kental, lewat jenuh, dan terjadi pengkristalan gula. Kristal ini kemudian dikeringkan sehingga diperoleh gula putih atau gula pasir.
3) **Metode Destilasi**

Metode destilasi digunakan pada proses penyulingan minyak bumi, pembuatan minyak kayu putih, pembuatan minyak atsiri dan memurnikan air minum.

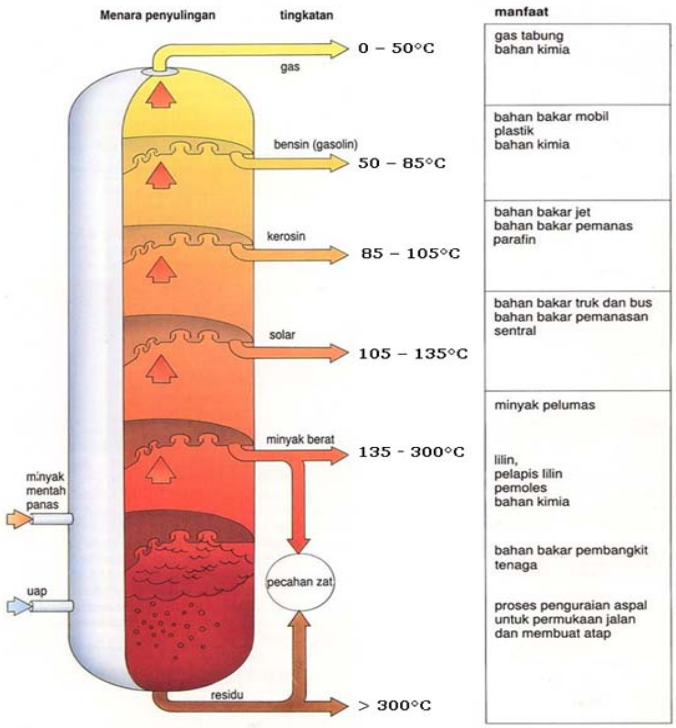
Minyak bumi mengandung campuran berbagai jenis cairan yaitu bensin, minyak tanah, solar, oli, dan bagian yang berupa padatan. Masing-masing cairan tersebut dapat dipisahkan melalui destilasi bertingkat atau destilasi fraksional karena mempunyai titik didih yang berbeda. Hasil destilasi minyak bumi, diantaranya: bensin, minyak tanah, oli dan gas.

Proses Penyulingan minyak bumi

Minyak bumi merupakan campuran berbagai jenis hidrokarbon. Pemanfaatan hidrokarbon-hidrokarbon penyusun minyak bumi akan lebih berharga bila memiliki kemurnian yang tinggi. Proses pemisahan minyak bumi menjadi komponen-komponennya akan menghasilkan produk LPG, solar, avtur, pelumas, dan aspal. Minyak bumi biasanya berada 3-4 km di bawah permukaan laut. Minyak bumi diperoleh dengan membuat sumur bor. Minyak mentah yang diperoleh ditampung dalam kapal tanker atau dialirkan melalui pipa ke stasiun tangki atau ke kilang minyak.

Minyak mentah mengandung sekitar 500 jenis hidrokarbon dengan jumlah atom C-1 sampai 50.Titik didih hidrokarbon meningkat seiring bertambahnya jumlah atom C yang berada di dalam molekulnya. Oleh karena itu, pengolahan minyak bumi dilakukan melalui destilasi bertingkat, dimana minyak mentah dipisahkan ke dalam kelompok-kelompok (fraksi) dengan titik didih yang mirip.

Pada proses penyulingan minyak mentah, terdapat 5 fraksi produk yang dihasilkan, yaitu: *refinery gas* (banyak mengandung metana, etana, dan hidrogen), *light distillates* (LPG, gasoline, naptha), *middle distillates* (*kerosene, diesel oil*), *heavy distillates* (fuel oil), dan *residuum* (*lubricating oils, wax, tar*). Tiap kategori dari bahan bakar ini memiliki *boiling point* pada kisaran temperatur yang berbeda-beda, seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1.32. Destilasi bertingkat
Sumber: autoexpose.org

Awalnya minyak mentah dipanaskan pada aliran pipa dalam *furnace* (tanur) sampai dengan suhu ± 370°C. Minyak mentah yang sudah dipanaskan tersebut kemudian masuk kedalam kolom fraksinasi pada bagian *flash chamber* (biasanya berada pada sepertiga bagian bawah kolom fraksinasi). Untuk menjaga suhu dan tekanan dalam kolom maka dibantu pemanasan dengan *steam* (uap air panas dan bertekanan tinggi).

Minyak mentah yang menguap pada proses destilasi ini naik ke bagian atas kolom dan selanjutnya terkondensasi pada suhu yang berbeda-beda. Komponen yang titik didihnya lebih tinggi akan tetap berupa cairan dan turun ke bawah, sedangkan yang titik didihnya lebih rendah akan menguap dan naik ke bagian atas melalui sungkup-sungkup yang disebut sungkup gelembung. Makin ke atas, suhu yang terdapat dalam kolom fraksionasi tersebut makin rendah, sehingga setiap kali komponen dengan titik didih lebih tinggi akan terpisah, sedangkan komponen yang titik didihnya lebih rendah naik ke bagian yang lebih atas lagi. Demikian selanjutnya sehingga komponen yang mencapai puncak adalah komponen yang pada suhu kamar berupa gas.

D. Rangkuman

- Perbedaan susunan partikel pada materi padat, cair dan gas menjadikan materi yang adal di alam terdapat pada tiga keadaan: padat, cair, dan gas. Sifat materi padat, cair, dan gas dimanfaatkan untuk penggunaan bahanbahan tersebut dalam aplikasi teknologi kendaraan maupun dalam penggunaan sehari-hari seperti parfum.
- Materi di alam mengalami perubahan secara berkesinambungan melalui perubahan fisis dan kimia atau keduanya.
- Materi tersusun oleh partikel dasar materi yang berukuran sangat kecil berupa atom, ion, atau molekul.
- Berdasarkan sifat kimianya, materi dikelompkkan menjadi zat tungal (unsur dan senyawa) dan campuran (homogen dan heterogen).
- Partikel terkecil dari unsur adalah atom. Partikel terkecil senyawa adalah molekul.
- Unsur adalah bahan dasar penyusun materi yang tidak dapat diraikanm kembali menjadi zat-zat yang lebih sederhana melalui reaksi kimia biasa.
- Molekul adalah gabungan dua atau lebih unsur yang sama atau berbeda.
- Senyawa adalah zat tunggal yang dapat dipisahkan kembali menjadi zat-zat sederhana melalui reaksi kimia. Senyawa merupakan gabungan dua unsur atau lebih melalu reaksi kimia dan memiliki komposisi tetap.
- Campuran adalah gabungan dua senyawa atau lebih dengan komposisi yang tidak tetap dan dapat dipisakan kembali menjadi senyawa-senyawa pembentuknya menggunakan proses fisika.
- Campuran dapat dipisahkan secara fisik dengan berbagai metoda pemisahan. Campuran dapat dibedakan menjadi campuran homogen dan campuran heterogen. Pemisahan campuran dapat dilakukan dengan metoda: penyaringan, kromatografi, kristalisasi, sublimasi, ekstraksi, destilasi, dan sentrifugasi.