

BAB 1

PENGENALAN ILMU KIMIA

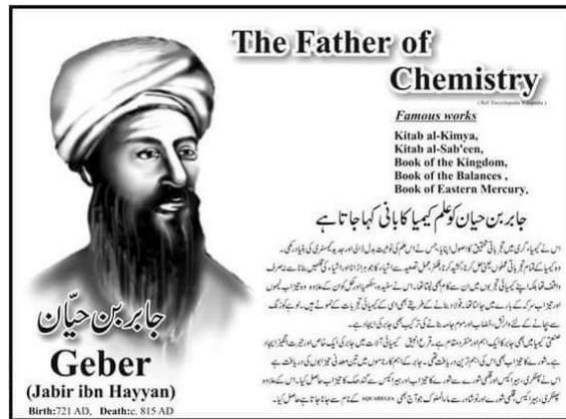
A. HAKIKAT ILMU KIMIA

Berbicara tentang ilmu kimia, kebanyakan orang akan langsung berpikir tentang **bahan kimia**. Kemudian, banyak peringatan yang kita lihat atau yang kita dengar, misalnya “*hati- hati dengan bahan kimia karena dapat berbahaya bagi kesehatan*”. Padahal bahan-bahan tersebut sebenarnya sangat dekat dengan kita.

Tidak semua bahan kimia merupakan bahan yang mematikan dan perlu ditakuti. Bahan kimia termasuk semua bahan yang sehari-hari kita pegang, lihat dan cium baunya. Buku yang kamu baca, makanan yang kamu makan, udara yang sedang kamu hirup, pakaian yang kamu pakai, perlengkapan mandi yang kamu gunakan, bahkan tubuh kamu pun terdiri atas bahan kimia. Sebagai manusia, kita harus bersyukur bahwa Allah SWT telah menciptakan berbagai macam bahan kimia yang bermanfaat bagi kita. Bahan- bahan tersebut diciptakan sesuai dengan aturan-aturan yang disediakan oleh Allah SWT. Aturan atau hukum-hukum Ilahi yang berlaku bagi seluruh isi jagat raya ini sering disebut hukum-hukum alam (*laws of nature*). Hukum-hukum alam itu bersifat pasti (*exact*) dan tidak pernah berubah (*immutable*), sehingga dapat dipelajari, dipahami dan dimanfaatkan oleh umat manusia.

Usaha manusia untuk memahami hukum-hukum alam tersebut melahirkan ilmu-ilmu pengetahuan alam (*natural science*) dengan berbagai cabang-cabangnya, diantaranya fisika, kimia, dan biologi.

Kimia sebagai ilmu yang melibatkan kegiatan ilmiah (pengamatan, percobaan, dan teori) dilahirkan oleh para Ilmuwan Arab dan Persia pada abad ke-8. Salah seorang bapak ilmu kimia yang terkemuka adalah **Abu Musa Jabir** (700-778), yang lebih dikenal di Eropa dengan nama latinnya, Geber.



Gambar 1.1 Bapak Kimia Muslim, Jabir ibnu Hayyan

Qudwah Hasanah

Ilmuwan Muslim Modern



Dr. Ahmad Zewail adalah ilmuwan Mesir yang dianugerahi hadiah nobel kimia pada tahun 1999. Beliau merupakan ilmuwan muslim kedua setelah Prof. Abdus Salam yang dianugerahi nobel melalui penemuan *fektokimia*. Dr. Zewail berhasil menemukan *femtosecond* yang dapat mengamati keadaan transisi suatu reaksi kimia. Dengan begitu, perpindahan atom dan molekul selama reaksi kimia dapat diamati.

Pelacakan perpindahan atom ini dilakukan dengan menggunakan cahaya laser ultra pendek yang memiliki skala 10^{-15} sekon. Sehingga pemisahan maupun penggabungan, dan ketergantungan reaksi terhadap temperature dapat dipelajari dalam *slow motion*.

Sumber: Wikipedia

Melalui pusat-pusat peradaban Islam di Spanyol dan Sisilia serta akibat hubungan antara Eropa dan Timur Trngah semasa perang salib, ilmu kimia mulai dikenal dan dipelajari oleh bangsa-bangsa Eropa. Sejak abad ke-17, Barat menggantikan Timur dalam pengembangan ilmu pengetahuan. Pada awal ke-19 umat manusia mulai memasuki era kimia modern. Pendasar ilmu kimia modern adalah Antoine Laurent Lavoiser (1743-1794), seorang ahli kimia Perancis yang dikenal dengan hukum kekekalan massanya.

Tahukah Kalian?

Zat Khayal Phlogiston

Sementara itu, di Paris, Prancis, ada seorang ilmuwan yang meragukan teori *phlogiston* yaitu **Antoine Laurent Lavoisier** (1743-1794). Bagi ilmuwan ini apa yang disebut “*phlogiston*” adalah suatu zat khayal yang keberadaannya belum terbukti melalui eksperimen. Lagi pula, menurut Lavoiser, suatu eksperimen kimia harus memakai pengukuran dan perhitungan kuantitatif seperti yang dirintis oleh Isaac Newton dan Galileo dalam ilmu fisika.

Pada tahun 1779 Lavoiser mengulangi eksperimen Priestly secara lebih teliti. Ia memanaskan logam raksa dalam tabung tertutup selama dua belas hari dan menghitung perubahan volume udara didalamnya. Ternyata

raksa bereaksi dengan seperlima bagian udara, membentuk *red calx*. Bagian udara yang bereaksi ini menunjukkan gejala yang sama dengan “*dephlogisticated air*” yang ditemukan oleh Priestley, dan oleh Lavoiser diberi nama **oksigen**. Empat perlima bagian sisa udara tetap berbentuk gas. Lavoiser mengamati bahwa dalam gas sisa itu lilin tidak dapat menyala serta dinamai *azote* (bahasa Yunani yang berarti “tiada kehidupan”) dan kini kita menyebutnya **nitrogen**. Pada pemanasan, *red calx* terurai kembali menjadi raksa dan oksigen. Lalu ketika gas oksigen dan gas *azote* dicampurkan, terjadilah udara yang normal.

Berdasarkan eksperimen tersebut, Lavoiser menyimpulkan bahwa udara tersusun dari sekurang-kurangnya dua jenis gas, yaitu oksigen dan *azote* (nitrogen). Peristiwa pembakaran suatu zat merupakan reaksi zat tersebut dengan oksigen di udara, dan sama sekali tidak ada hubungannya dengan zat khayal yang bernama *phlogiston*. Lavoiser mengoreksi penjelasan Johann Joachim Becher (Jerman) dan George Ernest Stahl (Jerman) yang sempat dianut oleh para ilmuwan selama 100 tahun. Suatu logam pada pembakaran bereaksi dengan gas oksigen menghasilkan *calx* atau *oksida*. Jika oksida tersebut dibakar bersama-sama karbon, maka karbon akan mengikat oksigen, sehingga logam murni diperoleh kembali.

Hal yang lebih penting lagi, Lavoiser tidak hanya mengamati apayang terjadi, tetapi juga menghitung berapa yang terbentuk. Suatu pengamatan kualitatif diikuti dengan perhitungan kuantitatif. Dari pembakaran 100 grain logam raksa (1 grain = 5,3 gram; saat itu sistem metrik belum populer), Lavoiser memperoleh 108 grain *red calx* serta mengamati bahwa volume udara berkurang sebanyak 16 inci kubik. Oleh karena setiap inci kubik oksigen memiliki berat setengah grain, hal ini

berarti bahwa oksigen dari udara sebanyak 8 grain bereaksi dengan 100 grain raksa untuk membentuk 108 grain *red calx*. Berdasarkan percobaan tersebut Lavoiser menyimpulkan bahwa jika suatu reaksi kimia dilakukan dalam tempat tertutup sehingga zat-zat tidak ada yang lolos, maka diamati bahwa jumlah zat-zat ternyata tetap, tidak berkurang atau bertambah.

Pada tahun 1789 terjadilah dua jenis revolusi besar di Prancis yang sangat mempengaruhi perkembangan sejarah. Pertama revolusi di bidang politik tatkala penjara Bastille diserbu rakyat, dan mengawali tumbuhnya demokrasi modern. Kedua, revolusi di bidang ilmu dalam buku *Traite Elementaire de Chimie* (kajian dasar kimia) dan mengawali tumbuhnya ilmu kimia modern.

Lavoiser wafat dipenggal guilotin, karena ia seorang pemungut pajak pada masa Raja Louis XVI. Namun nama ilmuwan ini senantiasa disebut-sebut sebagai perumus **Hukum Kekekalan Massa**.

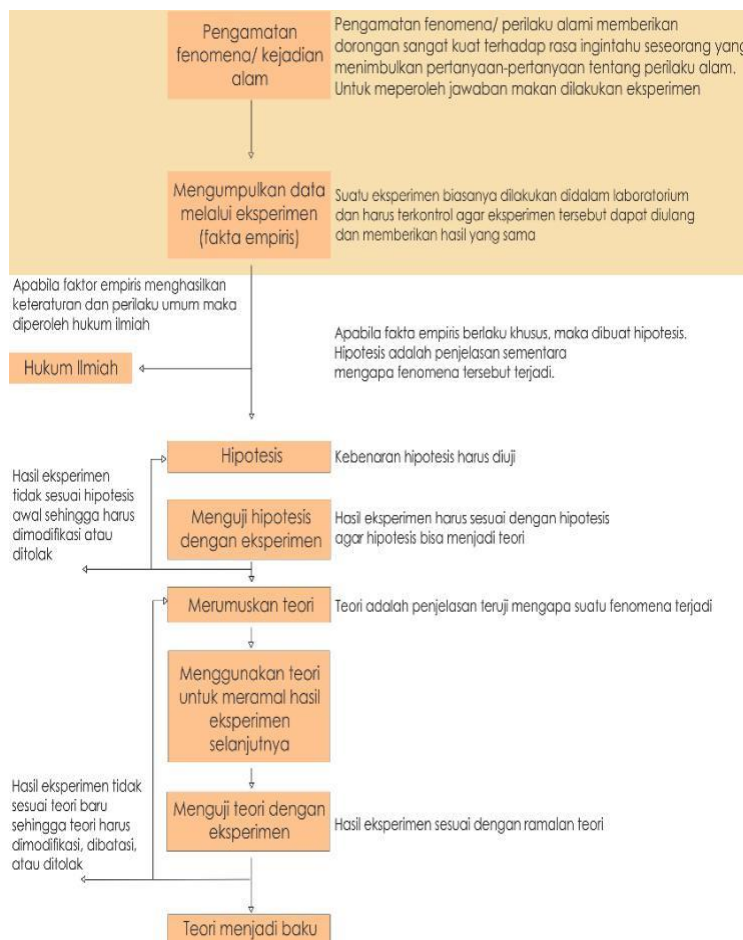
Sumber: Buku Kimia SMU, Irfan Anshori, hal. 6-8

Ilmu kimia merupakan ilmu yang berkembang melalui eksperimen yang melibatkan proses-proses ilmiah. Dalam proses ilmiah tersebut, diperlukan sikap ilmiah (jujur, teliti, kritis, objektif, tanggung jawab, menghargai karya orang lain, dan disiplin) dari para ilmuwan. Dengan demikian, untuk mempelajari kimia, selain harus memahami tentang struktur, sifat, dan energi yang menyertai perubahan suatu zat, juga diperlukan proses yang benar, untuk mengungkapkan fakta secara jujur. Dalam proses bereksperimen itulah dituntut sikap jujur, tekun, teliti dan disiplin.

B. METODE ILMIAH

Pendekatan umum yang biasanya digunakan untuk mempelajari dan

mengembangkan ilmu kimia adalah dengan metode ilmiah. Metode ilmiah harus dilakukan dengan rasional dan konsisten dengan hukum yang sudah berlaku sebelumnya. Kemudian harus diuji kembali dengan eksperimen atau percobaan berulang. Untuk lebih jelasnya, simak skema konsep metode ilmiah berikut.



Gambar 1.3 Rangkaian Konsep Metode Ilmiah

C. SIKAP ILMIAH

Sikap ilmiah merupakan sikap yang harus ada pada diri seorang ilmuwan, termasuk siswa, ketika menghadapi persoalan-persoalan ilmiah.

Sikap ilmiah ini perlu dibiasakan dalam kerja ilmiah (eksperimen) di laboratorium maupun dalam berbagai forum ilmiah, misalnya dalam diskusi, seminar dan penulisan karya ilmiah. Sikap-sikap ilmiah yang dimaksud adalah sebagai berikut:

a. Ingin Tahu

Sikap ingin tahu terlihat pada kebiasaan bertanya tentang berbagai hal yang berkaitan dengan bidang kajiannya:

- Mengapa bisa terjadi?
- Bagaimana caranya?
- Bagaimana mengatasinya?
- Apa saja komponen penyusunnya?

b. Kritis atau tidak cepat percaya

Sikap kritis terlihat pada kebiasaan mencari informasi sebanyak mungkin yang berkaitan dengan bidang kajiannya untuk dibandingkan kelebihan-kekurangannya, kecocokan-tidaknya dan kebenaran-tidaknya, dan sebagainya.

c. Terbuka

Sikap terbuka dapat dilihat pada kebiasaan mau mendengarkan pendapat, argumentasi, kritik, dan keterangan orang lain walaupun pada akhirnya pendapat, argumentasi, kritik dan keterangan orang lain tersebut tidak diterima karena tidak sepaham atau tidak sesuai.

d. Objektif

Sikap objektif merupakan suatu kebiasaan menyatakan apa adanya, tanpa diikuti perasaan atau kemauan pribadi.

e. Menghargai Karya Orang Lain

Sikap menghargai karya orang lain terlihat pada kebiasaan menyebutkan sumber secara jelas sekiranya pertanyaan atau pendapat yang disampaikan

memang berasal dari pernyataan atau pendapat orang lain. Plagiarisme karya orang lain harus dihindari.

f. Berani Mempertahankan Kebenaran

Sikap ini tampak pada kegigihan membela kebenaran fakta dan hasil temuan lapangan atau pengembangan walaupun bertentangan dengan teori sebelumnya ataupun pendapat kebanyakan orang.

g. Menjangkau ke Depan

Sikap ini dibuktikan dengan selalu ingin membuktikan hipotesis yang disusunnya demi pengembangan bidang ilmunya.

h. Jujur

Sikap jujur harus diterapkan dalam penelitian harus dibuat dengan jujur sesuai dengan kenyataan, bukan manipulasi data agar diperoleh hasil yang diharapkan. Jika data yang diperoleh berbeda dengan teori yang ada maka perlu dijelaskan alasan/penyebab perbedaan yang muncul.

i. Tekun

Sikap tekun berarti tidak mudah putus asa. Seorang ilmuwan tidak boleh patah semangat jika eksperimen yang dilakukan mengalami kegagalan. Ia akan mengulangi eksperimen tersebut dan berusaha mencari penyebab kegagalan hingga memperoleh hasil yang memuaskan.

j. Optimis

Seorang ilmuwan selalu memiliki harapan yang kuat. Ia tidak akan berkata bahwa sesuatu itu tidak dapat dikerjakan, tetapi akan mengatakan “berikan saya kesempatan untuk memikirkan dan mencoba mengerjakan.”

k. Tanggung Jawab

Sikap ini terlihat pada kerja yang serius dan tidak sembarangan dalam melaksanakan kegiatan ilmiah. Ilmuwan akan menanggung segala sesuatu

yang ia kerjakan. Ia sanggup dituntut kalau terjadi apa-apa terhadap penemuannya.

l. Disiplin

Sikap ini terlihat pada ketaatan dan kepatuhan terhadap aturan-aturan yang berlaku ketika mengerjakan kegiatan ilmiah. Misalnya, ketika sedang bekerja di laboratorium, ilmuwan akan menaati aturan keselamatan kerja di laboratoium.

m. Teliti

Sikap teliti berarti cermat dan seksama dalam segala hal. Seorang ilmuwan harus teliti ketika melakukan kerja ilmiah misalnya teliti dalam menyimpan alat-alat laboratorium, mencatat data, dan mengolah data hasil penelitian.

Uji Pemahaman

Dari pertanyaan-pertanyaan berikut, manakah yang termasuk pertanyaan ilmiah tingkat tinggi yang terbaik?

1. Kapan dinosaurus hidup di bumi?
2. Siapakah yang membuat mikroskop pertama kali?
3. Apakah jumlah garam dalam air memengaruhi temperatur didih air tersebut?
4. Berapa banyak jerapah yang hidup di

Amerika? Berikut ini manakah yang termasuk pengamatan?

1. Saya suka pisang
2. Pisang berwarna kuning
3. Pisang ada dalam makan siang saya
4. Pisang adalah buah favorit saya

D. KEGIATAN EKSPERIMEN

Kegiatan eksperimen merupakan salah satu tahapan dalam metode ilmiah. Apa saja yang dilakukan dalam suatu kegiatan eksperimen? Untuk memahaminya, lakukan eksperimen tentang **pengaruh suhu terhadap kelarutan garam** berikut.

Tahapan Kegiatan Eksperimen

1. Merencanakan eksperimen

“Jika sejumlah garam dilarutkan ke dalam air panas dan air dingin, apa yang dapat kamu amati? Bagaimana kamu dapat mengetahui pengaruh suhu terhadap kelarutan garam?”

- a. Identifikasi variabel, maksudnya faktor-faktor yang berpengaruh dalam eksperimen. Untuk mengetahui pengaruh suatu variabel dalam terhadap variabel lain, pengamatan dilakukan terhadap variabel tersebut, dan mengukur variabel yang dipengaruhi. Sementara itu, variabel yang lain dibuat tetap (terkontrol) untuk mengisolir fenomena yang dapat berpengaruh terhadap pengamatan tersebut. Ada 3 jenis variabel:
 - Variabel bebas (yang akan diubah): suhu
 - Variabel tak bebas (yang akan diukur): waktu
 - Variabel terkontrol (yang dibuat tetap): massa garam dan volume air
- Pengukuran minimal 5 nilai variabel bebas (pada suhu 50° , 60° , 70° , 80° , 90°)
- Untuk ketelitian, pengulangan pengukuran dilakukan pada nilai

yang sama kemudian diambil nilai rata-ratanya (coba 3 kali)

- b. Memilih peralatan yang sesuai
 - c. Melakukan pengamatan yang akurat
 - d. Menilai keselamatan eksperimen
2. Mengumpulkan data hasil eksperimen

Pencatatan harus jelas. Biasanya dalam bentuk tabel. Kolom berisi variabel bebas (suhu) dan tak bebas (waktu). Variabel terkontrol tidak disertakan karena tetap.

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Waktu untuk garam melarut			
	1	2	3	Rata-rata
50				
60				
70				
80				

3. Mengolah dan menganalisis data

Pengolahan dan penyajian data penting agar dapat menganalisis data dengan benar. Data biasanya disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan diagram.

Analisis data:

- Apakah setiap data menghasilkan kurva yang mulus?
- Apakah ada data diluar kurva?
- Apakah data tersebut dapat diabaikan atau ada alasan tertentu mengapa hal ini terjadi?

4. Kesimpulan

Perumusan mengenai apa yang diperoleh dari suatu eksperimen secara kualitatif (terkait dengan kualitas) maupun kuantitatif (terkait dengan

jumlah).

5. Membuat laporan kegiatan eksperimen

Hasil eksperimen dikomunikasikan secara tertulis dalam bentuk laporan kegiatan eksperimen (lihat format laporan kegiatan eksperimen).

Contoh Format Laporan Kegiatan Eksperimen

	Judul: Pengaruh Suhu Terhadap Kelarutan Garam dalam Air
1.	<p>Pendahuluan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Latar Belakang <p>Pengamatan menunjukkan bahwa garam lebih cepat larut dalam air panas dibandingkan dalam air pada suhu ruang. Banyaknya proses pelarutan zat padat lainnya yang melibatkan suhu juga merupakan pendorong dalam melakukan penelitian ini.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perumusan Masalah <p>Bagaimana panas atau suhu dapat memengaruhi laju kelarutan garam dalam air?</p>
2.	<p>Teori</p> <p>Berdasarkan teori yang ada, semakin panas air, maka semakin cepat partikel-partikel air bergerak. Akibatnya, partikel air lebih sering menumbuk padatan sehingga padatan lebih cepat larut.</p>
3.	<p>Eksperimen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alat dan bahan yang digunakan • Prosedur eksperimen • Data yang diperoleh

4.	<p>Pembahasan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis data yang diperoleh dari eksperimen <ul style="list-style-type: none"> - Secara kualitatif, kenaikan suhu menyebabkan waktu yang diperlukan untuk melarutkan garam semakin berkurang. Dengan kata lain, pemanasan mengakibatkan kelarutan garam bertambah. - Secara kuantitatif, setiap kenaikan suhu 10⁰ Celcius, garam dapat mudah larut sebesar x kali. • Menjelaskan hasil dengan hukum/teori yang ada <p>Teori menunjukkan bahwa pemanasan air menyebabkan terjadinya transfer energi ke partikel-partikel air. Hal ini mengakibatkan partikel-partikel air dapat bergerak lebih cepat sehingga semakin sering bertumbukan dengan padatan garam. Garam pun menjadi mudah larut.</p>
5.	<p>Kesimpulan (apakah hasil eksperimen sesuai dengan teori atau hukum yang ada)</p>
6.	<p>Evaluasi Eksperimen</p>
7.	<p>Daftar Pustaka</p>

Tahukah Kalian?
<p style="text-align: center;">Penyakit Aneh di Minamata Jepang (contoh penerapan metode ilmiah)</p> <p>Pada sekitar tahun 1958 terjadi masalah (kasus) wabah penyakit di kota Minamata, Jepang. Ratusan orang mati akibat penyakit yang aneh dengan gejala kelumpuhan saraf. Mengetahui hal tersebut, para ahli kesehatan <i>menemukan masalah</i> yang harus diamati dan dicari penyebabnya. Melalui</p>

pengamatan yang mendalam tentang gejala penyakit dan kebiasaan orang Jepang, termasuk pola makan dan didasarkan pada data gejala klinis penyakit dan penyebabnya yang mirip dengan keracunan logam berat khususnya air raksa. Maka dapat ditarik suatu ***prediksi*** bahwa penyakit tersebut disebabkan oleh keracunan air raksa. Kemudian timbul pertanyaan, bagaimana logam berat tersebut masuk ke dalam tubuh manusia.

Dari kebudayaan setempat diketahui bahwa orang Jepang mempunyai kebiasaan mengonsumsi ikan laut dalam jumlah banyak. Dari sosial budaya (kebiasaan pola makan) dan data klinis tersebut, maka dapat ditarik suatu ***hipotesis*** bahwa penyakit Minamata disebabkan oleh logam berat (air raksa) yang masuk ke dalam tubuh manusia melalui ikan-ikan di teluk Minamata banyak mengandung air raksa dengan kadar yang tinggi.

Setelah dilakukan penelitian didapat fakta bahwa air laut dan ikan-ikan teluk Minamata banyak mengandung logam air raksa (merkuri). Demikian juga orang-orang yang terkena penyakit aneh tersebut semuanya mempunyai kadar air raksa yang diakibatkan oleh keracunan logam merkuri akibat adanya ikan yang mengandung merkuri. Ikan tersebut mengandung merkuri akibat adanya orang atau pabrik yang membuang merkuri ke laut.

Penelitian berlanjut dan akhirnya ditemukan bahwa sumber air raksa berasal dari pabrik baterai Chisso. Akhirnya pabrik tersebut ditutup dan harus membayar kerugian kepada penduduk Minamata kurang lebih sebesar \$26,6 juta atau Rp 25 miliar.

Sumber: Encarta Encyclopedia, 2001