



MODUL KIMIA DASAR ANORGANIK
NUT 252 (KJ101)

Materi Pertemuan 5
Kimia Analitik

Disusun Oleh:
Reza Fadhillah, S.TP., M.Si

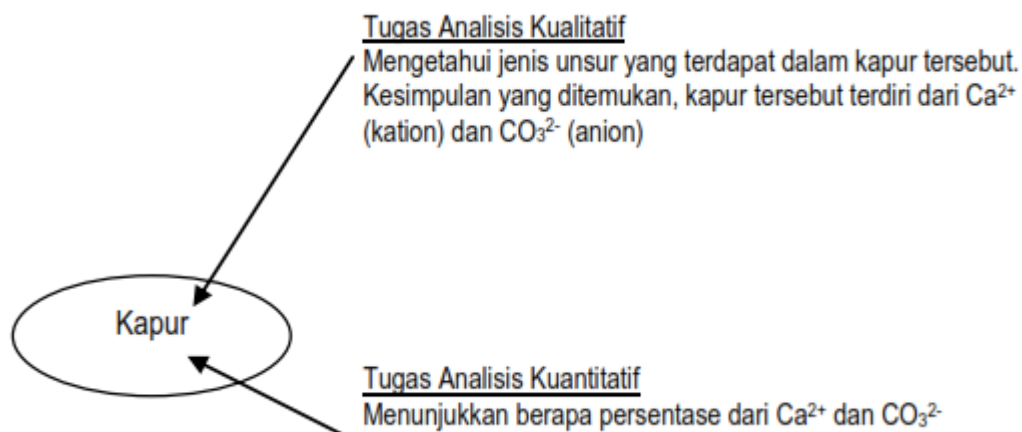
UNIVERSITAS ESA UNGGUL
2019

Pengertian dan Penggolongan Kimia Analitik

PENGERTIAN KIMIA ANALITIK

Kimia Analitik merupakan cabang dari ilmu kimia yang mempelajari teori dan cara-cara melakukan analisis kimia terhadap suatu bahan atau zat kimia termasuk di dalamnya pemisahan, identifikasi dan penentuan komponen dalam sampel. Analisis kimia dapat berupa analisis kualitatif dan analisis kuantitatif serta dapat diterapkan pada kimia anorganik maupun kimia organik.

Analisis kualitatif bertujuan untuk menemukan dan mengidentifikasi suatu zat, sedangkan analisis kuantitatif bertujuan untuk menentukan jumlah/banyaknya zat. Jadi analisis kualitatif berhubungan dengan unsur, ion atau senyawa apa yang terdapat dalam suatu sampel, sedangkan analisis kuantitatif berhubungan dengan berapa banyaknya suatu zat tertentu yang ada dalam sampel. Zat yang ditetapkan disebut konstituen yang diinginkan atau analit. Sedangkan jumlah banyaknya suatu zat tertentu dalam sampel biasanya dinyatakan sebagai kadar atau konsentrasi, misalnya persen berat, molar, gram per liter, atau ppm. Contoh perbedaan analisis kualitatif dan kuantitatif adalah sebagai berikut: Misalnya kita akan menganalisis kapur.



Dengan dua analisis ini (kualitatif dan kuantitatif) lengkaplah pengetahuan kita tentang zat tersebut. Jadi analisis kimia dapat digunakan untuk mengidentifikasi unsur dan senyawa serta mengukur konsentrasinya. Sudah pahamkah Anda tentang perbedaan analisis kualitatif dengan analisis kuantitatif? Cobalah cari contoh yang lain.

Pada dasarnya, sebelum suatu bahan dianalisis secara kuantitatif, perlu dilakukan terlebih dahulu analisis kualitatif, terutama bila sampel yang akan diperiksa sama sekali belum diketahui sebelumnya. Baik dalam analisis kualitatif maupun analisis kuantitatif, reaksi-reaksi kimia memegang peranan penting. Banyak reaksi-reaksi kimia yang berguna dalam analisis kualitatif dapat digunakan untuk keperluan analisis kuantitatif, tetapi ada pula reaksi-reaksi kimia yang penting dalam analisis kuantitatif namun tidak dapat digunakan untuk keperluan analisis kualitatif.

PENGGOLONGAN KIMIA ANALITIK

Pada bagian A sudah disebutkan bahwa analisis kimia dapat berupa analisis kualitatif dan analisis kuantitatif serta dapat diterapkan pada kimia anorganik maupun kimia organik. Salah satu contoh yang termasuk ke dalam analisis kualitatif adalah analisis kualitatif anorganik dengan cara H₂S. Analisis kualitatif anorganik dapat dilakukan pada skala makro, semi mikro atau mikro. Pada analisis makro, jumlah zat yang dianalisis adalah 0,5 – 1 gram dengan volume larutan sekitar 20 mL. Dalam analisis semi mikro, jumlah zat yang dianalisis dikurangi faktor 0,1 - 0,05, yaitu sekitar 0,05 gram dengan volume larutan sekitar 1 mL. Sedangkan untuk analisis mikro (kadang-kadang disebut analisis miligram), skala operasinya dikurangi dengan faktor $\leq 0,01$ yaitu 5 mg dan volume 0,1 mL.

Sebetulnya tidak ada batas yang jelas antara analisis semi mikro dan mikro, tetapi yang harus diingat adalah walaupun skala operasi dikurangi (berat sampel yang dianalisis dikurangi) namun perbandingan berat sampel dengan volume dipertahankan sebagai konsentrasi ion-ion dan spesi-spesi tetap. Selain itu analisis kualitatif dapat menggunakan dua macam uji yaitu reaksi kering dan reaksi basah. Reaksi kering dapat diterapkan untuk zat-zat padat dan dilakukan dalam keadaan kering yaitu tanpa melarutkan sampel, contohnya: uji nyala, dan uji mutiara boraks. Sedangkan reaksi basah diterapkan untuk zat-zat dalam larutan di mana suatu reaksi berlangsung ditandai dengan terbentuknya endapan, pembebasan gas, atau adanya perubahan warna. Pada umumnya analisis kualitatif dilakukan dengan cara basah. Seperti halnya dalam analisis kualitatif, pada analisis kuantitatif pun tipe analisis dapat dikelompokkan antara lain berdasarkan sifat informasi yang dicari, ukuran sampel yang ada dan proporsi konstituen yang akan ditetapkan.

1. Sifat informasi yang dicari

Berdasarkan informasi yang diberikan, tipe analisis kimia dapat digolongkan sebagai berikut:

- a. Analisis proksimat ("proximate analysis"), banyaknya masing-masing unsur dalam suatu sampel ditetapkan tanpa memperhatikan senyawa yang sebenarnya ada dalam sampel tersebut
- b. Analisis parsial ("partial analysis") mencakup penetapan konstituen-konstituen terpilih dalam sampel tersebut
- c. Analisis konstituen runutan ("trace constituent analysis"), merupakan contoh khusus analisis parsial, di mana yang ditetapkan adalah komponen-komponen khusus yang jumlahnya sangat kecil
- d. Analisis lengkap ("complete analysis"), bila proporsi tiap komponen dalam sampel ditetapkan.

2. Ukuran sampel

Berdasarkan banyaknya sampel yang dianalisis, metode analisis dikelompokkan sebagai berikut:

- a. Analisis makro, bila sampel yang dianalisis adalah lebih dari 0,1 gram

- b. Analisis semi mikro (meso), bila jumlah sampel antara 0,01 gram sampai 0,1 gram
- c. Analisis mikro, bila jumlah sampel antara 1 mg sampai 10 mg
- d. Analisis ultra mikro, bila jumlah sampelnya kurang dari 1 mg (setingkat mikrogram).

3. Proporsi sampel

Selain berdasarkan sifat informasi yang dicari dan ukuran sampel dapat juga dikelompokkan pada konstituen penyusunnya. Zat yang ditetapkan dapat merupakan konstituen utama, konstituen kecil atau konstituen runutan. Jadi dapat merupakan sebagian besar atau sebagian kecil dari sampel yang dianalisis. Apabila konstituen yang ditetapkan dalam analisis kadarnya lebih besar dari 1% maka disebut analisis konstituen utama (major), tetapi apabila kadarnya antara 0,01 – 1% disebut analisis konstituen kecil (minor), serta bila kadarnya kurang dari 0,01% disebut analisis konstituen runutan (trace).

C. METODE ANALISIS KUANTITATIF

Teknik utama yang digunakan dalam analisis kuantitatif anorganik didasarkan pada:

- a. penampilan kuantitatif reaksi-reaksi kimia yang cocok dan/atau pengukuran banyaknya pereaksi yang diperlukan untuk menyempurnakan reaksi atau pemastian banyaknya hasil reaksi yang mungkin
- b. pengukuran sifat-sifat kelistrikan
- c. pengukuran sifat optik tertentu
- d. kombinasi pengukuran optik atau listrik dan reaksi kimia kuantitatif.

Secara rinci teknik-teknik tersebut diuraikan sebagai berikut:

1. Penampilan kuantitatif reaksi kimia (Kesetaraan zat yang bereaksi)
Pelaksanaan kuantitatif reaksi kimia merupakan dasar dari analisis kimia metode konvensional yaitu gravimetri, titrimetri atau volumetri

a. Gravimetri

Dalam analisis gravimetri, zat yang akan ditetapkan diubah terlebih dahulu menjadi suatu endapan yang tidak larut kemudian dikumpulkan dan ditimbang, misalnya konsentrasi perak dalam sampel logam dapat ditetapkan secara gravimetri dengan cara mula-mula melarutkan sampel tersebut dalam asam nitrat kemudian ke dalam larutan tersebut ditambahkan ion klorida secara berlebihan sehingga semua ion perak yang ada dalam larutan mengendap sebagai perak klorida. Setelah dilakukan pencucian, endapan perak klorida dikeringkan dan akhirnya ditimbang.

b. Titrimetri

Dalam analisis titrimetri (sampai sekarang sering disebut analisis volumetri), zat yang akan ditetapkan dibiarkan bereaksi dengan suatu pereaksi yang ditambahkan sebagai larutan standar, kemudian volume larutan standar yang diperlukan diukur. Tipe reaksi yang biasa digunakan dalam titrimetri adalah:

- 1) reaksi penetralan (asam basa)
Contoh: jika asam (HA) ditetapkan dengan basa (BOH) maka reaksinya adalah: $HA + OH^- \rightarrow A^- + H_2O$
- 2) Reaksi pembentukan kompleks
Contoh: reaksi antara ion perak dengan sianida
 $Ag^+ + 2CN^- \rightarrow Ag(CN)_2^-$
- 3) Reaksi pengendapan
Contoh: pengendapan kation perak dengan anion halogen, reaksinya adalah:
 $Ag^+ + X^- \rightarrow AgX_{(p)}$
- 4) Reaksi oksidasi-reduksi
Contoh: besi(II) dalam larutan asam dititrasi dengan larutan kalium permanganat ($KMnO_4$) reaksinya adalah:
 $5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \rightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$

Karena pada dasarnya pekerjaan titrimetri diakhiri dengan menentukan volume zat yang bereaksi, maka titrimetri sering juga disebut dengan volumetri. Sedangkan volumetri atau gasometri didasarkan pada pengukuran volume gas yang dibebaskan atau diserap dalam suatu reaksi kimia.

2. Pengukuran sifat kelistrikan

Dalam metode analisis yang didasarkan pada sifat-sifat kelistrikan, melibatkan pengukuran arus, voltase atau tahanan dalam hubungannya dengan konsentrasi spesi tertentu dalam larutan. Metode yang dimaksud adalah:

- a. Voltametri (pengukuran arus pada suatu mikro elektroda pada voltase yang ditentukan)
- b. Koulometri (pengukuran arus dan waktu yang diperlukan untuk menyempurnakan suatu reaksi elektrokimia atau untuk menghasilkan cukup bahan untuk bereaksi secara sempurna dengan suatu pereaksi khusus)
- c. Potensiometri (pengukuran potensial suatu elektroda dalam kesetimbangan dengan suatu ion yang akan ditetapkan)
- d. Konduktometri (pengukuran daya hantar listrik suatu larutan).

3. Pengukuran sifat optik

Dalam metode optik, analisis bergantung pada pengukuran banyaknya energi cahaya yang diserap oleh sampel pada panjang gelombang tertentu; atau emisi energi cahaya dan pengukuran banyaknya energi suatu panjang gelombang tertentu yang dipancarkan. Metode serapan biasanya diklasifikasikan sesuai dengan panjang gelombang yang terlibat, misalnya spektrofotometri sinar tampak (Visible spectrophotometry) dan spektrofotometri sinar ultra violet (Ultra Violet spectrophotometry).

Berdasarkan uraian di atas, secara garis besar analisis kuantitatif dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu gravimetri, titrimetri (volumetri), dan instrumentasi (misalnya potensiometri dan spektrofotometri). Walaupun pada saat ini analisis lebih sering dilakukan dengan cara-cara instrumen, namun penetapan dengan cara gravimetri dan volumetri masih tetap penting. Hal ini disebabkan karena:

1. Peralatan untuk prosedur konvensional atau klasik murah dan mudah didapat dalam semua laboratorium, sedangkan instrumen umumnya mempunyai harga yang mahal
2. Instrumen umumnya memerlukan kalibrasi menggunakan zat pembanding. Zat pembanding ini biasanya ditentukan dengan metode konvensional
3. Metode instrumen lebih cocok untuk penetapan rutin yang jumlahnya besar.

Jadi sebenarnya metode instrumen dan konvensional itu saling melengkapi.

Ruang Lingkup Kimia Analitik

Pada masa lalu para ahli kimia analitik bekerja terutama pada penentuan komponen-komponen utama beberapa batuan dan mineral serta pengendalian mutu produk-produk kimia sederhana, seperti baja, campuran logam dan sebagainya. Tetapi saat ini banyak penelitian yang membutuhkan metode-metode analitik yang telah dikembangkan baru-baru ini, misalnya penelitian tentang kualitas udara dan air, serta pencemaran rantai makanan. Oleh karena itu pada Kegiatan Belajar 2 ini akan dikemukakan spesifikasi beberapa metode analisis yang dapat dipilih serta aplikasinya.

METODE ANALISIS

Penentuan kadar suatu komponen dalam cuplikan dapat dilakukan dengan berbagai metode/teknik. Teknik-teknik tersebut pada dasarnya berbeda dalam hal sensitivitas, selektivitas, biaya, kehandalan dan juga waktu yang diperlukan. Pada Tabel 1.1. dapat dilihat ikhtisar dari beberapa metode dan spesifikasinya.

Dalam memilih teknik/metode yang akan digunakan dalam suatu pekerjaan analisis, hendaknya diperhatikan hal-hal berikut:

1. Tipe analisis yang diperlukan; menyangkut bentuk komponen yang akan dianalisis, molekuler atau unsur. Perlu diketahui apakah untuk keperluan analisis rutin atau sewaktu-waktu.
2. Sifat material yang akan diselidiki, misalnya apakah termasuk zat radioaktif, korosif, dipengaruhi oleh air, dan sebagainya.
3. Kemungkinan adanya gangguan dari komponen lain yang terdapat bersama-sama dalam cuplikan.
4. Daerah konsentrasi yang diperlukan dalam penyelidikan
5. Ketepatan yang diperlukan.
6. Fasilitas laboratorium.
7. Waktu yang diperlukan.

8. Pemilihan cara destruksi cuplikan yang tepat. Bila cuplikan tidak perlu didestruksi, teknik apa yang akan dipilih.

Tabel 1.1. Beberapa metode analisis beserta spesifikasinya

Metode	Jenis/Teknik	Kecepatan	Biaya relatif	Daerah konsentrasi *)	Ketelitian
Gravimetri	Klasik	L	R	1 – 2	T
Titrimetri		S	R	1 – 4	T
Coulometri	Instrumen	L – S	R – S	1 – 4	T
Voltametri		S	S	3 – 10	S
Potensiometri		S – C	R – S	1 – 7	S
Spektrofotometri		S – C	R – S	3 – 6	S
SSA		C	S – T	3 – 9	S
SEA		C	T	5 – 9	S
Kromatografi (GLC, HPLC)		C	S – T	3 – 9	S
Aktivitas Netron	Non-destruktif	L	T	Sangat kecil	S
x-ray fluoresensi		C	T		T

*) Konsentrasi dalam $-\log C$; $C = \text{mol/L}$

L = Lambat

C = Cepat

R = Rendah

T = Tinggi

S = Sedang

Disadur dari: Vogel's Textbook of Quantitative Inorganic Anal. (1989)

Jadi untuk melakukan suatu analisis kimia, banyak metode analisis yang dapat dipilih, di mana dalam memilih metode analisis perlu diperhatikan antara lain mengenai sifat keterangan yang diperlukan, ukuran cuplikan dan maksud pengambilan data. Perlu diingat bahwa metode apapun yang dipilih, idealnya haruslah merupakan suatu metode yang khas, artinya metode tersebut harus dapat mengukur banyaknya zat yang diinginkan dengan tepat baik ada pengganggu atau tidak. Dalam prakteknya, prosedur seperti ini jarang ditemukan, tetapi banyak metode yang selektif dengan pengendalian kondisi percobaan. Selain itu dalam contoh pun sering terdapat zat-zat yang mengganggu sehingga perlu dipisahkan. Macam-macam metode pemisahan yang dapat dipilih antara lain: ekstraksi pelarut dan kromatografi. Suatu analisis yang baik akan menunjukkan ketepatan dan kecermatan yang tinggi. Ketepatan (accuracy) didefinisikan sebagai kesesuaian antara hasil penetapan tersebut dengan nilai yang sebenarnya, sedangkan kecermatan atau ketelitian (precision) menyangkut keberulangan pengukuran. Metode analisis kimia dan aplikasinya akan dibahas lebih lanjut pada Modul 2.

APLIKASI KIMIA ANALITIK

Peranan Kimia Analitik tidak terbatas hanya dalam bidang ilmu kimia tetapi berperan juga dalam bidang-bidang ilmu pengetahuan alam lainnya maupun dalam kehidupan praktis sehari-hari atau di masyarakat. Contohnya dalam bidang kedokteran, farmasi, biologi, pertanian, geologi, mineralogi, perindustrian, kesehatan masyarakat dan pencemaran lingkungan.

Ada 2 hal mengapa kimia analitik mempunyai penerapan yang luas. Pertama kimia analitik banyak sekali kegunaannya dalam berbagai disiplin ilmu kimia seperti kimia organik, kimia anorganik, kimia fisika dan biokimia. Kedua, kimia analitik juga terpakai di cabang ilmu pengetahuan lainnya.

Contoh:

1. Dalam ilmu lingkungan, kimia analitik bermanfaat untuk pemantauan pencemaran udara dan air.
2. Dalam produksi pangan, analisis kimia dapat melaporkan analisis makanan, apakah mengandung racun atau tidak.
3. Teknik analisis potensiometri dan kolorimetri dapat digunakan untuk memeriksa oksigen yang terlarut dan kandungan klor dalam air.
4. Analisis pestisida dalam tumbuh-tumbuhan hasil panen dapat dilakukan dengan kromatografi gas atau HPLC.
5. Penetapan kalium dan natrium dalam pupuk dapat dilakukan dengan AAS.

Sementara itu contoh aplikasi kimia analitik dalam bidang pertanian, kedokteran, industri diberikan di bawah ini. Dalam bidang pertanian, misalnya selalu diinginkan perolehan hasil panen yang maksimal, oleh karena itu diperlukan analisis komposisi tanah sehingga dapat memilih pupuk apa yang harus digunakan. Di bidang kedokteran diperlukan berbagai metode analisis yang dapat digunakan untuk menentukan kandungan unsur atau senyawa dalam sampel darah, air seni, cairan tubuh dan sebagainya. Dalam industri (industri kimia, industri farmasi, industri makanan dan kosmetik) diperlukan pemeriksaan kualitas (quality control) yang terus-menerus. Pemeriksaan kualitas hasil produksi dilakukan berdasarkan analisis kimia, baik analisis kualitatif maupun analisis kuantitatif.

Banyak proses industri yang menghasilkan polutan sehingga menimbulkan masalah kesehatan. Analisis kuantitatif dari sampel udara, air dan tanah perlu dilakukan untuk menetapkan tingkat polusi. Di rumah sakit, analisis kimia secara luas digunakan untuk membantu mendiagnosis suatu penyakit dan memonitor kondisi pasien. Untuk menjamin terpeliharanya kesehatan masyarakat maka dilakukan analisis berbagai bahan makanan, minuman, obat-obatan dan bahan kosmetik. Tabel 1.2 memberikan beberapa contoh masalah yang ditangani kimia analitik. Tabel 1.2 ini disadur dari buku Analisis Kimia Kuantitatif, (Day & Underwood, 1998).

Tabel 1.2. Beberapa Penentuan Terbaru yang dilaporkan

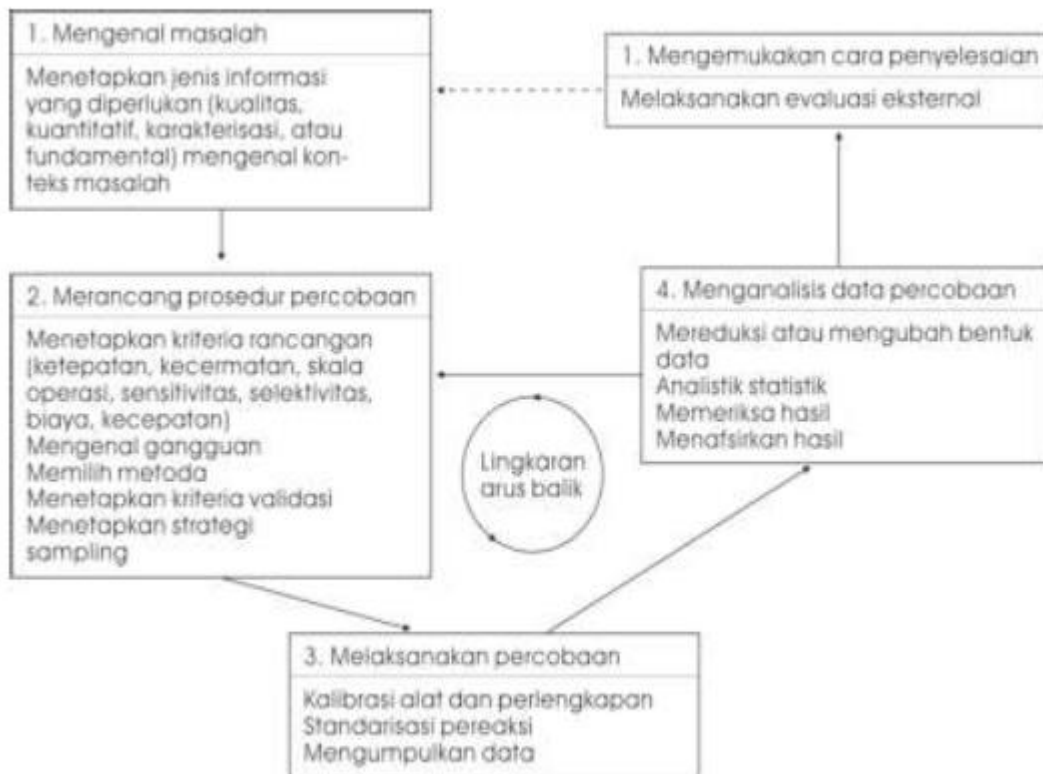
SAMPEL	ANALIT	METODE	BATAS DETEKSI	PENGARUH
Darah	Selenium	HPLC dengan deteksi fluoresensi	0,15 mg	Se adalah unsur runut (trace) utama dalam tubuh, tetapi tingkat yang lebih tinggi bersifat racun
O ₂ kemurnian tinggi	Ar, N ₂ , Kr, CH ₄ , Xe	GC dengan deteksi fotoionisasi	0,01 – 0,4 ppm	O ₂ yang sangat murni digunakan dalam pembuatan semikonduktor
Endapan	Tributilin (TBT)	Spektrometri massa	0,2 µg Sn per gram sampel	TBT bersifat racun terhadap kerang laut
Larutan berair	Amfetamin sebagai kation amfetaminium	Potensiometri dengan elektroda selektif ion	3 ppm	Amfetamin adalah zat perangsang dalam sistem saraf pusat
Air alami dan jaringan biologis	Timbel	Spektrografi absorpsi atom	1 pg/mL dalam air	Pb adalah bahan pencemar lingkungan yang beracun
Air seni (urin)	Poliamin seperti putresin, kadaverin, dan spermidin	HPLC dengan deteksi luminesensi kimiawi berdasarkan oksidasi enzim yang melepaskan H ₂ O ₂	5 pmol (putresin)	Kadar poliamin dinaikkan dalam pasien kanker tertentu
Otot, hati dan ginjal hewan potong	Nitroksinil	HPLC dengan deteksi spektrometri massa	2 mg/g jaringan	Nitroksinil digunakan dalam kedokteran hewan untuk mengendalikan cacing hati; kadar yang dibolehkan dalam produk daging tak boleh dilanggar
Serum darah	Interleukin-2 (IL-2)	Immunoassay	100 pg/mL	IL-2 adalah faktor pertumbuhan bagi sel-sel tertentu dalam sistem kekebalan; zat ini menjalani evaluasi untuk digunakan dalam pengobatan penyakit AIDS dan cancer
Sayuran dan tumbuhan	Arsenik dan selenium	Spektroskopi fluoresensi sinar-X	0,1 µg	Abu dari pabrik yang digunakan sebagai pupuk buatan mengandung As dan Se yang dapat terbawa dalam rantai makanan
Urin	Metadon	Voltametri	0,3 µg/mL	Metadon adalah analgesik narkotik yang digunakan dalam pengobatan pecandu heroin dan morfin

PERSPEKTIF ANALITIK

Ahli-ahli kimia analitik melukiskan perspektif ini sebagai suatu pendekatan analitik untuk memecahkan masalah. Pendekatan ini meliputi lima langkah yaitu:

1. Mengenal dan menetapkan masalah.
2. Merancang prosedur percobaan.
3. Melakukan percobaan dan mengumpulkan data.
4. Menganalisis data percobaan.
5. Mengemukakan cara penyelesaian masalah.

Gambar 1.1 memperlihatkan bagan pendekatan analitik dengan beberapa pertimbangan penting pada setiap langkahnya.



Gambar 1.1. Diagram alir pendekatan analitik untuk pemecahan masalah, hasil modifikasi Atkinson (dalam Harvey, 2000)

Konsentrasi Larutan

Larutan adalah campuran homogen dari dua macam zat atau lebih yang terdiri dari pelarut dan zat terlarut. Komponen pembentuk larutan yang paling banyak jumlahnya disebut pelarut dan komponen lainnya disebut zat terlarut. Karena baik pelarut maupun zat terlarut dapat berwujud gas, cair maupun padat maka larutan dapat berwujud gas, cair maupun padat.

A. KONSENTRASI

Secara kualitatif, larutan dalam wujud cair diberi nama larutan encer, pekat atau jenuh, lewat jenuh dan belum jenuh. Untuk menyatakan kepekatan larutan secara kuantitatif digunakan satuan konsentrasi. Demikian pula banyaknya suatu zat tertentu dalam sampel biasanya dinyatakan sebagai kadar atau konsentrasi. Berdasarkan tujuan dan kegunaannya, konsentrasi larutan dapat dinyatakan dalam berbagai satuan, misalnya:

1. molaritas dan normalitas sering digunakan karena didasarkan pada volume larutan
2. persentase digunakan secara umum untuk menyatakan konsentrasi pereaksi

3. bagian per juta (ppm) atau bagian per milyar (ppb) digunakan untuk larutan yang sangat encer. Untuk lebih jelasnya akan dibahas satu per satu mengenai satuan konsentrasi tersebut:

1. Molaritas (M)

Molaritas didefinisikan sebagai jumlah mol zat terlarut per liter larutan. Molaritas dapat juga dinyatakan dalam milimol zat terlarut per mililiter larutan.

$$\text{Molaritas (M)} = \frac{\text{mol zat terlarut}}{\text{liter larutan}} = \frac{\text{milimol zat terlarut}}{\text{mililiter larutan}}$$

Karena mol (n) zat terlarut adalah gram dari zat terlarut dibagi dengan massa molekul relatif (M_r) maka:

$$M = \frac{n}{V} = \frac{g}{M_r \times V}$$

2. Formalitas (F)

Formalitas didefinisikan sebagai jumlah dari berat rumus per liter larutan. Karena jumlah dari berat rumus adalah gram dari zat terlarut dibagi dengan berat unsur (BR) maka:

$$F = \frac{n_f}{BR} = \frac{g}{BR \times V}$$

Berat rumus biasanya sinonim dengan berat molekul. Oleh karena itu biasanya formalitas sama dengan molaritas.

3. Normalitas (N)

Normalitas didefinisikan sebagai jumlah ekivalen zat terlarut per liter larutan. Karena ekivalen (eq) adalah gram zat terlarut dibagi berat ekivalen (BE) maka:

$$N = \frac{\text{eq}}{V} = \frac{g}{\text{BE} \times V}$$

Berat ekivalen (BE) dari suatu asam atau basa didefinisikan sebagai berat yang diperlukan dalam gram untuk bereaksi dengan 1 mol H^+ . Satu miliekuivalen (meq) adalah seperseribu dari satu ekivalen (1000 meq = 1eq). Hubungan antara M_r dengan BE adalah:

$$\text{BE} = \frac{M_r}{n}$$

n adalah jumlah mol H^+ dengan BE adalah: asam atau yang direaksikan dengan 1 mol basa. Untuk reaksi oksidasi reduksi, berat ekivalen didefinisikan sebagai berat

(dalam gram) yang diperlukan untuk bereaksi dengan 1 mol elektron. Sedangkan untuk pengendapan dan pembentukan kompleks, berat ekuivalen didefinisikan sebagai berat (dalam gram) yang diperlukan untuk bereaksi dengan 1 mol kation univalen, $\frac{1}{2}$ mol kation divalen, $\frac{1}{3}$ mol kation trivalen dan sebagainya. Hubungan antara normalitas dan molaritas adalah:

$$N = nM$$

Di mana n adalah jumlah mol ion hidrogen, elektron atau kation univalen yang bereaksi.

4. Molalitas (m)

Molalitas didefinisikan sebagai jumlah mol zat terlarut per kilogram pelarut.

$$m = \frac{\text{mol zat terlarut}}{\text{kilogram pelarut}}$$

5. Persen Komposisi

Persentase zat dalam larutan biasanya dinyatakan sebagai persen berat yang didefinisikan sebagai jumlah dari gram zat terlarut per 100 gram larutan.

$$\text{Persen berat} = \frac{\text{massa berat}}{\text{massa total larutan}} \times 100$$

Secara matematis hal ini dinyatakan sebagai berikut:

$$P = \frac{W}{W + W_0} \times 100$$

Dimana P adalah persen berat zat terlarut, W adalah jumlah zat terlarut dan W_0 adalah jumlah gram zat pelarut. Persen berat biasanya dinyatakan dengan persen b/b. Larutan yang mempunyai label 40% b/b etanol mengandung 40 gram etanol per 100 gram (bukan 100 mL) larutan.

Satuan persen lainnya adalah persen volume (% v/v) dan persen berat-volume (persen b/v).

$$\text{Persen volume} = \frac{\text{volume zat}}{\text{volume total larutan}} \times 100$$

$$\text{Persen berat/volume} = \frac{\text{massa zat (dalam gram)}}{\text{volume total larutan (dalam mL)}} \times 100$$

6. Bagian per sejuta (ppm)

Jumlah bagian suatu larutan dalam 1 juta bagian larutan, secara matematis dinyatakan sebagai:

$$\text{ppm} = \frac{W}{W + W_0} \times 10^6$$

di mana W adalah jumlah gram zat terlarut dan W_0 adalah jumlah gram zat pelarut karena W biasanya amat kecil dibandingkan W_0 maka:

$$\text{ppm} = \frac{W}{W_0} \times 10^6$$

Selain ppm ada juga ppb yaitu bagian per semilyar. Sudahkah Anda dapat membedakan satuan-satuan konsentrasi? Coba buat ringkasannya! Barulah masuk ke bagian B.

B. PERHITUNGAN DALAM KONSENTRASI

Pada bagian A sudah dikemukakan beberapa macam cara menyatakan konsentrasi. Satuan-satuan konsentrasi tersebut secara ringkas dapat dilihat pada Tabel 1.3. di bawah ini.

Tabel 1.3. Satuan konsentrasi

Nama	Satuan	Simbol
Molaritas	$\frac{\text{mol zat terlarut}}{\text{liter larutan}}$	M
Formalitas	$\frac{\text{jumlah BR zat terlarut}}{\text{liter larutan}}$	F
Normalitas	$\frac{\text{jumlah ekivalen zat terlarut}}{\text{liter larutan}}$	N
Molalitas	$\frac{\text{mol zat terlarut}}{\text{kg pelarut}}$	m
% berat	$\frac{\text{gram zat terlarut}}{100 \text{ gram larutan}}$	% $\frac{b}{b}$
% volume	$\frac{\text{mL zat terlarut}}{100 \text{ mL larutan}}$	% $\frac{v}{v}$
% berat/volume	$\frac{\text{gram zat terlarut}}{100 \text{ mL larutan}}$	% $\frac{b}{v}$
bagian per juta	$\frac{\text{gram zat terlarut}}{10^6 \text{ gram larutan}}$	ppm
bagian per milyar	$\frac{\text{gram zat terlarut}}{10^9 \text{ gram larutan}}$	ppb

Dalam bagian ini akan dibahas aplikasi satuan-satuan konsentrasi tersebut dalam perhitungan, misalnya:

1. perhitungan molaritas dan normalitas bila massa zat terlarut dan volume larutan diketahui
2. perhitungan banyaknya mol dan massa zat terlarut bila volume dan konsentrasi larutan diketahui
3. perhitungan persentase.

Untuk jelasnya akan diberikan contoh-contoh soal di bawah ini.

Contoh 1.

Hitunglah molaritas dari larutan natrium hidroksida yang dibuat dengan melarutkan 2,40 gram NaOH dengan air dan mengencerkannya menjadi 500 mL.

Penyelesaian:

$$\text{molaritas} = \frac{\text{jumlah NaOH (mol)}}{\text{volume larutan (L)}}$$

di mana

$$\text{volume larutan} = \frac{500 \text{ mL}}{1000 \text{ mL/L}} = 0,500 \text{ L}$$

$$\text{dan jumlah NaOH} = \frac{2,40 \text{ g NaOH}}{\frac{40,0 \text{ g NaOH}}{\text{mol NaOH}}} = 0,0600 \text{ mol NaOH}$$

Maka:

$$\text{molaritas} = \frac{0,0600 \text{ mol NaOH}}{0,500 \text{ L larutan}} = 0,120 \text{ M}$$

Contoh 2.

Berapa gram kalium permanganat yang diperlukan untuk membuat 250 mL larutan dengan konsentrasi 0,100 M.

Penyelesaian:

Berat KMnO_4 dapat dihitung dari jumlah mol dengan menggunakan persamaan

$$\text{Jumlah KMnO}_4 \text{ (mol)} = \frac{\text{berat KMnO}_4 \text{ (g)}}{M_r \text{ KMnO}_4 \text{ (g/mol)}}$$

atau

$$\text{berat KMnO}_4 \text{ (g)} = \text{jumlah KMnO}_4 \text{ (mol)} \times M_r \text{ KMnO}_4$$

$$\text{Jadi jumlah KMnO}_4 = 0,100 \text{ mol/L} \times 0,250 \text{ L}$$

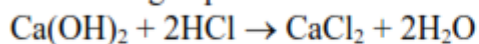
$$= 0,0250 \text{ mol}$$

$$\text{Berat KMnO}_4 = 0,0250 \text{ mol KMnO}_4 \times 158 \frac{\text{g KMnO}_4}{\text{mol KMnO}_4}$$

$$= 3,95 \text{ g}$$

Contoh 3.

Berapakah normalitas larutan Ca(OH)_2 0,0514 M yang bereaksi dengan HCl sesuai dengan persamaan reaksi



Penyelesaian:

Karena 1 molekul Ca(OH)_2 bereaksi dengan 2 ion hidrogen dari HCl maka $n = 2$ sehingga normalitas = molaritas $\times 2$

$$= 0,0514 \times 2 = 0,1028$$

Contoh 4.

Persentase berat HCl pekat adalah 37,0% dengan kerapatan 1,18 g/mL. Berapakah molaritas HCl tersebut.

Penyelesaian:

Larutan HCl 37,0% artinya larutan mengandung 37,0 g HCl per 100 g larutan. Massa 1 liter larutan adalah:

$$(1000 \text{ mL}) \left(1,18 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \right) = 1180 \text{ g}$$

Massa HCl dalam 1180 g larutan adalah:

$$\left(0,370 \frac{\text{g HCl}}{\text{g larutan}} \right) (1180 \text{ g larutan}) = 437 \text{ g HCl}$$

Karena M_r HCl adalah 36,5 maka molaritas HCl adalah

$$\frac{437 \text{ g/L}}{36,5 \text{ g/mol}} = 12 \text{ M}$$