



Analisis Farmasi Dasar

Dr. apt. Nina Salamah, M.Sc.
Prof. Dr. apt. Any Guntarti, M.Si.
Mustofa Ahda, M.Sc

ANALISIS FARMASI DASAR

Dr. apt. Nina Salamah, M.Sc.
Prof. Dr. Apt. Any Guntarti, M.Si.
Mustofa Ahda, M.Sc.

UAD
P R E S S

**SANKSI PELANGGARAN PASAL 113
UNDANG-UNDANG NOMOR 28 TAHUN 2014
TENTANG HAK CIPTA**

1. Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

ANALISIS FARMASI DASAR

Dr. apt. Nina Salamah, M.Sc.
Prof. Dr. Apt. Any Guntarti, M.Si.
Mustofa Ahda, M.Sc.

UAD
P R E S S

ANALISIS FARMASI DASAR

Copyright © 2024 Nina Salamah, Any Guntarti, Mustofa Ahda

Penulis : Dr. apt. Nina Salamah, M.Sc.
Prof. Dr. Apt. Any Guntarti, M.Si.
Mustofa Ahda, M.Sc.

Editor : Ratih Purwandari
Layout : Kirman
Desain Cover : Irfana Hafidz

Diterbitkan oleh: **UAD PRESS**
(Anggota IKAPI dan APPTI)
Kampus II Universitas Ahmad Dahlan
Jl. Pramuka No. 42, Sidikan, Umbulharjo, Yogyakarta
Telp. (0274) 563515, Phone (+62) 882 3949 9820

ISBN : 978-623-8449-24-8

16 x 24 cm, xii + 134 hlm
Cetakan Pertama, Juli 2024

All right reserved. Semua hak cipta © dilindungi undang-undang. Tidak diperkenankan memproduksi ulang atau mengubah dalam bentuk apa pun melalui cara elektronik, mekanis, fotocopy, atau rekaman sebagian atau seluruh buku ini tanpa izin tertulis dari pemilik hak cipta.

Prakata

5ggUa a i iUU_i a K f"K V"

5`Ua Xi`j`U\fcW]`Ua]bždi`j`Xb`gn`i`f`_Ua`j`dUb`U`_Y`
\U\fu5`c`gk`hž`g\`b[[U`_Ua`j`XU`U`a`Ym`Y`gU`_U`V`U`_U`
a`U`_i`j`U`5`bU`]`g`g`U`fa`U`g`8`U`g`f"

8]`XU`a`_Vi`_i`j`b]`ž`d`Ya`V`U`U`_U`X`j`U`_i`b`h`_`a`Yb`i`d`U`g`g`Y`U`
Xb`_d`Y`_`Ya`V`b[`U`_`j`a`i`_`U`b`U`]`g`g`X`f`_`a`U`g`U`_`Y`a`U`g`ž`a`Ya`U`U`a`j`
d`Y`b`h`b[`b`n`U`U`b`U`]`g`g`X`U`a`_`V`Y`V`U`U`j`V`X`b[`ž`_`i`g`g`b`n`U`X`U`a`_`Z`f`a`U`g`ž`
A`Yb`i`U`g`U`_`Y`b`g`Y`b`g`f`Y`U`_`g`_`j`a`j`U`n`b[`_`X`h`f`U`d`_`U`_`X`U`a`_`U`b`U`]`g`g`
`i`U`b`h`h`h`ž``a`Ya`V`U`j`_`X`b`_`a`Yb[_`U`g`Z`_`U`g`_`U`_`g`Y`b`n`k`U`_`U`b`c`f[`U`b`_`
V`Y`X`U`g`f`_`U`_`g`Z`h`g`Z`h`b`n`U`"

A`Y`U`i`j`d`Y`b`Y`U`g`b`n`b[`_`ca`d`f`Y`_`Y`b`g`Z`X`b`X`j`X`i`_`i`b[`_`c`_`Y`_`W`b`h`c`!
W`b`h`c`_`d`f`U`_`h`g`ž`_`Vi`_`i`_`j`b[`_`X`h`f`U`d`_`U`_`a`U`a`d`i`_`a`Y`b`U`X`j`_`g`U`U`_`g`U`i`
d`U`b`X`i`U`b`n`b[`_`g`b[`U`h`V`f[`i`b`U`V`U`j`_`a`U`U`g`g`k`U`ž`d`f`c`Z`g`c`b`U`ž`X`b`_`g`U`d`U`
g`U`U`n`b[`_`j`b[`j`b`_`a`Ya`d`Y`X`U`a`_`d`Y`b[`Y`H`U`i`U`_`h`b`h`b[`_`U`b`U`]`g`g`Z`f`a`U`g`"
8]`Y`b[_`U`d]`_`X`Y`b[`U`_`j`i`g`f`U`g`_`X`b`_`X`j`U`f`U`a`_`n`b[`_`a`Ya`d`Y`f`a`i`X`U`
d`Ya`U`U`a`U`b`ž`d`5`b`U`]`g`g`U`fa`U`g`8`U`g`f`ó`U`X`U`U`_`i`b`W`i`b`h`_`a`Ya`Vi`_`U`
k`U`k`U`g`b`_`Y`W`_`i`U`g`h`b`h`b[`_`d`Y`b`h`b[`b`n`U`U`b`U`]`g`g`X`U`a`_`X`i`b`j`U`Z`f`a`U`g`"

Wassalammu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Februari 2024

Daftar Isi

Prakata — *v*

Daftar Isi — *vii*

BAB 1 PENDAHULUAN ANALISIS FARMASI DASAR — 1

A. Tujuan Pembelajaran — 1

B. Pendahuluan — 1

C. Ruang Lingkup dalam Kimia Analisis Kualitatif — 3

D. Kasus Kimia Analisis — 7

BAB 2 LAJU REAKSI — 11

A. Tujuan Pembelajaran — 11

E. Definisi Laju Reaksi — 11

B. Persamaan Laju Reaksi — 12

C. Faktor-faktor yang mempengaruhi Laju Reaksi — 14

D. Orde Reaksi — 16

E. Latihan Soal — 22

BAB 3 TAHAPAN DALAM ANALISIS — 25

A. Tujuan Pembelajaran — 25

B. Cara Pengambilan Sampel — 25

C. Cara Preparasi Sampel sebelum dianalisis — 27

D. Kesalahan dalam Analisis Kuantitatif — 27

E. Kriteria Suatu Metoda — 28

BAB 4 PEMISAHAN DAN IDENTIFIKASI KATION — 31

A. Tujuan Pembelajaran — 31

B. Pendahuluan — 31

	C. Pemisahan golongan I dan identifikasinya — 36
	D. Pemisahan golongan II dan identifikasinya — 36
	E. Pemisahan golongan III dan identifikasinya — 37
	F. Pemisahan golongan IV dan identifikasinya — 38
	G. Pemisahan golongan V dan identifikasinya — 39
BAB 5	PEMISAHAN DAN IDENTIFIKASI ANION — 41
	A. Tujuan Pembelajaran — 41
	B. Pembagian Golongan Anion — 41
	C. Pemisahan dan Identifikasi Anion — 43
	D. Latihan Soal — 44
BAB 6	STATISTIKA — 47
	A. Tujuan Pembelajaran — 47
	B. Pendahuluan — 47
	C. Pengujian-pengujian dalam Statistika — 49
	D. Aplikasi Uji T — 51
	E. Menolak data dan Menyatakan Hasil Akhir Data — 54
	F. Regresi Linier — 56
BAB 7	HASIL KALI KELARUTAN — 59
	A. Tujuan Pembelajaran — 59
	B. Definisi KSP — 59
	C. Hubungan Ksp dengan Kelarutan — 60
	D. Pengaruh Ion Senama/Sejenis — 61
	E. Kelarutan Hidroksida — 62
	F. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kelarutan — 63
	G. Prediksi Pengendapan Campuran Dua Larutan yang Direaksikan — 65
BAB 8	DASAR ANALISIS KUANTITATIF — 69
	A. Tujuan Pembelajaran — 69
	B. Pendahuluan — 69
	C. Penimbangan Bahan — 69
	D. Konsep Mol — 71
	E. Membuat Konsentrasi Larutan — 72
	F. Menentukan Reaksi Pembatas — 77
BAB 9	GRAVIMETRI — 79
	A. Tujuan Pembelajaran — 79
	B. Prinsip Dasar — 79
	C. Cara Aplikasi Gravimetri — 81

	D. Konsep Bobot Tetap — 82
	E. <i>Soluble</i> dan <i>Insoluble</i> — 82
	F. Proses Pengendapan — 83
	G. Agen Pengendap — 85
	H. Kelewatjenuhan Relatif — 87
	I. Proses Pengganggu dalam Suatu Endapan — 89
	J. Pengaruh Pemanasan atau Pemijaran — 89
	K. Penentuan Kadar Secara Gravimetri — 90
	L. Latihan Soal — 91
BAB 10	PENGANTAR VOLUMETRI — 93
	A. Tujuan Pembelajaran — 93
	B. Pendahuluan — 93
	C. Penggolongan Volumetri — 95
	D. Konsentrasi yang Digunakan dalam Analisis Volumetri — 97
	E. Contoh Menghitung Kesetaraan — 98
BAB 11	ARGENTOMETRI — 101
	A. Tujuan Pembelajaran — 101
	B. Pendahuluan — 101
	C. Indikator dan Titik Akhir Titrasi — 102
	D. Metode-metode dalam Titrasi Argentometri — 104
	E. Pembakuan — 106
	F. Latihan Soal — 106
BAB 12	DASAR ANALISIS DENGAN INSTRUMEN — 109
	A. Tujuan Pembelajaran — 109
	B. Instrumentasi Kromatografi Lapis Tipis — 109
	C. Instrumentasi Kromatografi Kertas — 111
	D. Instrumentasi Spektrofotometer — 111
	E. Evaluasi/Soal Latihan — 116

Daftar Pustaka — 117

Glosarium — 127

Indeks — 131

Biografi Penulis — 133

Daftar Gambar

- Gambar 1. Spektra Panjang Gelombang Beta Karoten pada Paprika Kuning — 4
- Gambar 2. Spektrum Panjang Gelombang Beta Karoten Standar — 4
- Gambar 3. Kromatografi Lapis Tipis dari Tanin — 5
- Gambar 4. Contoh kromatografi kolom pada senyawa insektisida — 6
- Gambar 5. Contoh kromatogram dengan densitometer — 7
- Gambar 6. Pasien keracunan Mercury — 9
- Gambar 7. Perubahan produk dan pereaksi selama waktu t — 11
- Gambar 8. Ilustrasi pengaruh luas permukaan dalam pembentukan produk — 14
- Gambar 9. Katalis dalam menurunkan energi aktivasi suatu reaksi — 16
- Gambar 10. Laju reaksi dengan orde reaksi nol — 16
- Gambar 11. Laju reaksi dengan orde 1 — 17
- Gambar 12. Laju reaksi dengan orde 2 — 18
- Gambar 13. Laju reaksi dengan orde 3 — 18
- Gambar 14. Ploting $[At]$ vs t — 20
- Gambar 15. Ploting $\ln[At]$ vs t — 21
- Gambar 16. *Plotting* $1/[At]$ vs t — 21
- Gambar 17. Nyala Bunsen — 33
- Gambar 18. Pemisahan Kation Golongan I — 36
- Gambar 19. Pemisahan Kation Golongan II — 37
- Gambar 20. Pemisahan Kation Golongan III — 38
- Gambar 21. Pemisahan kation Golongan IV — 39
- Gambar 22. Pemisahan Kation Golongan V — 40
- Gambar 23. Ilustrasi Identifikasi anion dalam suatu senyawa — 42
- Gambar 24. Bagan Uji Pemisahan Anion — 45
-

- Gambar 25. Pemisahan CaCO_3 — 46
- Gambar 26. Ilustrasi Akurasi dan Presisi — 48
- Gambar 27. Ilustrasi presisi suatu data — 48
- Gambar 28. Ilustrasi tentang akurasi dan presisi — 49
- Gambar 29. Bagan Uji statistik — 51
- Gambar 30. a) korelasi positif, b) korelasi negatif, c) dan d) korelasi nol — 57
- Gambar 31. Prinsip dasar perhitungan konsep Mol — 71
- Gambar 32. Proses pembuatan larutan kimia — 75
- Gambar 33. Ilustrasi penentuan reaksi pembatas dalam reaksi kimia — 78
- Gambar 34. Proses nukleasi suatu zat — 83
- Gambar 35. Proses pertumbuhan partikel dalam pembentukan endapan — 84
- Gambar 36. Proses pengendapan AgCl dengan adanya kelebihan larutan AgNO_3 — 85
- Gambar 37. Pengaruh pemanasan pada bentuk endapan yang dihasilkan — 90
- Gambar 38. Diagram alat spectrometer UV-Vis (*single beam*) — 113
- Gambar 39. Skema spektrofotometer UV-Vis (*double-beam*) — 114

Bab 1

Pendahuluan Analisis Farmasi Dasar

A. Tujuan Pembelajaran

Mahasiswa dapat mengenal ilmu kimia analisis kualitatif dan ilmu kimia analisis kuantitatif.

B. Pendahuluan

Kimia analisis merupakan cabang ilmu kimia farmasi yang mempelajari tentang identifikasi (kualitatif) dan banyaknya suatu senyawa dalam suatu sampel sediaan. Kimia analisis dibantu oleh ilmu statistik untuk menginterpretasikan data-data yang diperoleh selama proses analisis. Sampel di sini dapat berupa senyawa organik dan senyawa organik. Selain itu, sediaan sampel secara fisik dapat berbentuk sediaan obat, sediaan makanan, sediaan kosmetika, bahan hayati (darah, saliva, urin, feses, cairan tubuh lainnya), sampel lingkungan, dan bahan *impurity* (pengotornya).

Secara umum, kimia analisis dibedakan menjadi kimia analisis kualitatif dan kimia analisis kuantitatif. Kimia analisis kualitatif dapat menjawab pertanyaan APA, sedangkan kimia analisis kuantitatif dapat

menjawab pertanyaan BERAPA.

Kimia analisis kuantitatif dapat dibedakan menjadi:

1. Analisis konvensional yang meliputi:
 - a. Metode Netralisasi (Asidi-Alkalimetri).
 - b. Metode Oksidimetri (Permanganometri, Iodimetri, Idometri, Bromometri, Bromatometri, Serimetri, Yodatometri)
 - c. Metode Argentometri
 - d. Metode Kompleksometri
 - e. Metode Khusus (Nitrimetri, Titrasi Toluena)
2. Analisis Instrumental yang meliputi:
 - a. Spektrofotometri (UV, Visibel, Fluorosensi, Serapan Atom)
 - b. Kromatografi (Densitometri, Kromatografi Cair Kinerja Tinggi/ KCKT, Kromatografi Gas/KG)
 - c. Elektrokimia (konduktometri, Amperometri, potensiometri, dan lain-lain).

Mempelajari kimia analisis kualitatif lebih sulit dibandingkan mempelajari kimia analisis kuantitatif. Hal yang harus diperhatikan dalam kimia analisis kualitatif yaitu:

1. Jenis reaksi yang terjadi.
2. Mengetahui dan memahami sifat analit/senyawa yang akan dianalisis.

Sementara itu, hal yang harus diperhatikan dalam kimia analisis kuantitatif yaitu:

1. Melakukan pengukuran ulang/replikasi
2. Mengetahui jumlah zat aktif dalam sampel sediaan
3. Setiap pengukuran pasti ada eror/kesalahannya
4. Memperhatikan kriteria metode yang dipilih
5. Dibantu oleh statistik untuk mengambil kesimpulan.

C. Ruang Lingkup dalam Kimia Analisis Kualitatif

Ruang lingkup yang akan dipelajari dalam kimia analisis kualitatif adalah sebagai berikut.

1. Analisis Organoleptis yang meliputi warna, bau, rasa.

Contoh:

- a. Warna : vitamin B1, B2, B6, B12
- b. Bau : kunyit, kencur, kunci
- c. Rasa : tanin, alkaloida, saponin

2. Kandungan bahan dalam sampel

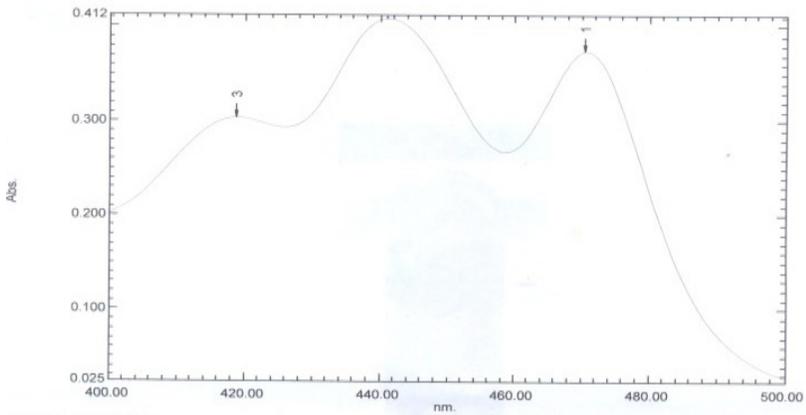
Contoh:

- a. Sampel Obat: Vitamin C, Parasetamol, Antalgin, Theofillin, dan lain-lain
- b. Sampel Makanan: glukosa, protein, lemak
- c. Bahan Tambahan Makanan (BTM): sakarin, Na Benzoat, Na Nitrit
- d. BTM yang dilarang: Rhodamin, Boraks, Formalin
- e. Sampel Kosmetika: sampo, kosmetika rambut, antiperspiran, bedak, tabir surya, dan lain-lain
- f. Sampel Limbah: limbah industri, limbah rumah sakit, limbah rumah tangga
- g. Sampel cairan hayati: darah, urin, feses, saliva, dan lain-lain

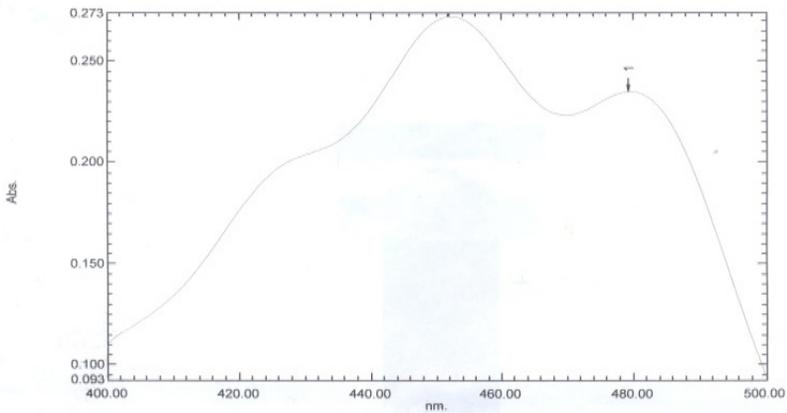
3. Data Spektrofotometri

Contoh:

- a. Panjang gelombang (nm) Ultra Violet, Visibel, fluoresensi
Respon Absorbansi (A), Emisi (I)
Spektrum beta-karoten standart



Gambar 1. Spektra Panjang Gelombang Beta Karoten pada Paprika Kuning



Gambar 2. Spektrum Panjang Gelombang Beta Karoten Standar

b. Bilangan gelombang (cm-1) Infra Red

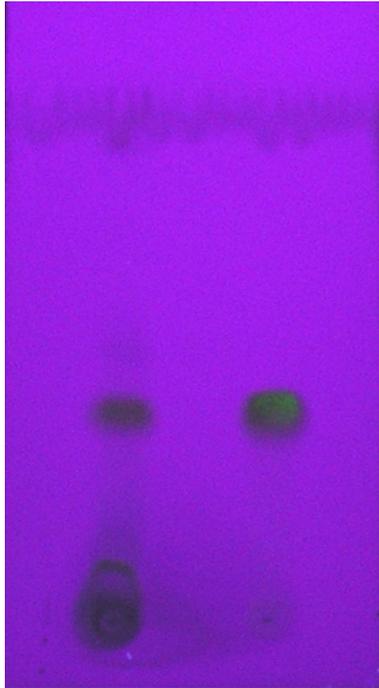
Respon gugus fungsi, Data spektogram IR ekstrak etanol kulit buah manggis.

4. Data kromatografi

Contoh:

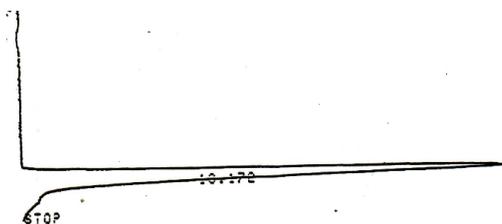
a. Kromatografi planar: Rf/Rh

Misalnya, senyawa cabe mengandung: Hydroxyanthraquinone
Rhein, (Rf 0.45) → non polar, - Tannin (Rf 0.02) → polar

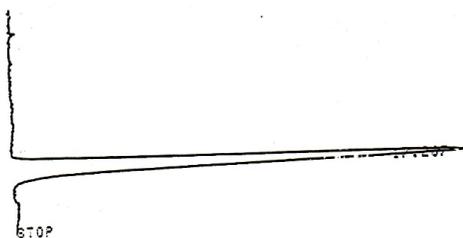


Gambar 3. Kromatografi Lapis Tipis dari Tannin

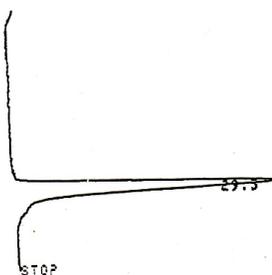
b. Kromatografi kolom: dengan waktu retensi (tR)



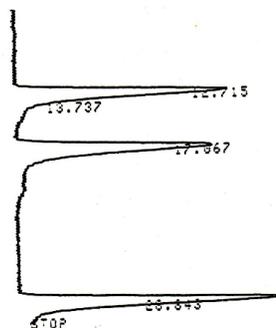
Gambar IV.13 Kromatogram HPLC propoksur derivatisasi OPA pasca kolom



Gambar IV.14 Kromatogram HPLC karbaril derivatisasi OPA pasca kolom

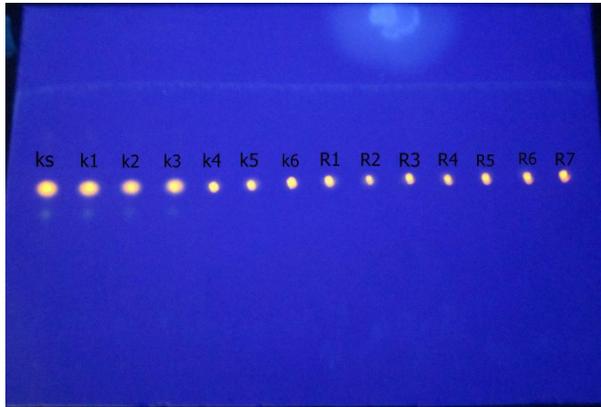


Gambar IV.15 Kromatogram HPLC BPMC derivatisasi OPA pasca kolom



Gambar 4. Contoh kromatografi kolom pada senyawa insektisida

Data kuantitatif: AUC (*Area Under Curva*)



Gambar 5. Contoh kromatogram dengan densitometer

D. Kasus Kimia Analisis

Kasus-kasus sehubungan dengan ilmu kimia analisis adalah sebagai berikut.

1. Tragedi Talidomida

Talidomida merupakan senyawa obat turunan amfetamin. Tragedi sekitar tahun 1955–1961 terjadi saat obat ini digunakan oleh ibu hamil sebagai anti muntah dan penenang. Akibat penggunaannya terlalu berlebihan, banyak bayi lahir dengan cacat bawaan, yaitu tidak punya tangan dan kaki. Akhirnya, pada tahun 1962, amfetamin dilarang digunakan.

2. Tragedi Minamata (Jepang) dan Teluk Buyat (Indonesia)

Minamata adalah nama sebuah teluk di Jepang. Nippon Nitrogen Fertilizer, 1908, cikal bakal Chisso Co. Ltd. dengan produksi utama pupuk urea menggunakan merkuri sebagai katalisator dan kemudian membuang limbahnya langsung ke teluk Minamata. Tahun 1956, kecurigaan mulai muncul setelah direktur RS Chisso melaporkan ke Pusat Kesehatan Masyarakat

Minamata atas masuknya gelombang pasien dengan gejala sama, yaitu kerusakan sistem saraf. Pada tahun 1963, para peneliti dari Universitas Kumamoto sudah menyebutkan bahwa penyebabnya adalah senyawa metil-merkuri pada kerang teluk tersebut dan pada limbah di sana. Pada tahun 1965, efek dari limbah merkuri menyebar ke Prefektur Niigata, daerah tetangga dari Minamata, dan pada tahun 1968 pemerintah Jepang baru menyadari bahwa sumbernya adalah senyawa metil-merkuri yang dibuang Chisso. Pada level yang ringan ditemukan orang-orang dengan mulut kebal sehingga tidak peka terhadap rasa dan suhu, hidung tidak peka bau, mudah lelah, dan sering sakit kepala. Suatu hal yang sepertinya berupa keluhan biasa-biasa saja, tetapi membuat hidup sehari-hari menjadi susah.

Pada level berikutnya, mereka yang terserang sistem sarafnya, termasuk otak, tidak dapat mengendalikan gerakan-gerakan tangan dan kakinya, telinga berdenging sampai tuli, daya pandang mata menyempit, susah bicara, dan gerakan tubuh secara keseluruhan menjadi sulit. Sebagian lagi pingsan, gila, atau mati dalam sebulan setelah serangan penyakit ini. Lebih mengerikan lagi, banyak bayi lahir dengan cacat bawaan.

Akibat penggunaan logam Hg yang berlebihan dan mencemari lingkungan, terjadi bioakumulasi di alam Teluk Minamata dan teluk Buyat. Timbul pencemaran lingkungan dengan munculnya gejala-gejala keracunan logam Hg.



Children with Congenital Minamata Disease due to intrauterine methylmercury poisoning (Harada 1986).

Gambar 6. Pasien keracunan Mercury

3. Tragedi Napoleon

Napoleon ialah seorang raja dari Prancis yang meninggal dengan dugaan awal akibat serangan jantung. Kurang lebih 10 tahun kemudian, makamnya dibongkar untuk diambil sampel rambutnya. Di uji laboratorium, kadar As (logam arsen) sangat tinggi. Kesimpulannya, Napoleon meninggal karena diracun.

4. Keracunan Obat, Makanan, Kosmetika, Bahan Tambahan Makanan/BTM.

Contoh:

- a. Keracunan Al (chelating agent) protein
- b. Boraks, Rhodamin, dan Formalin merupakan BTM yang dilarang
- c. Sakarin, Benzoat, dan NaNO_2 merupakan BTM, tetapi ada batasannya

d. Pemutih untuk kosmetika (hidroquinon, Hg).

4. Limbah Lingkungan/Pencemaran

Contoh:

- a. Pencemaran udara: SO₂, CO₂, NO₂, CH₄
- b. Pencemaran tanah: pestisida, logam berat
- c. Pencemaran air: limbah organik, anorganik, mikroba
- d. Pencemaran emisi: radiasi
- e. Pencemaran bahan berbahaya: lab., HC.

Bab 2

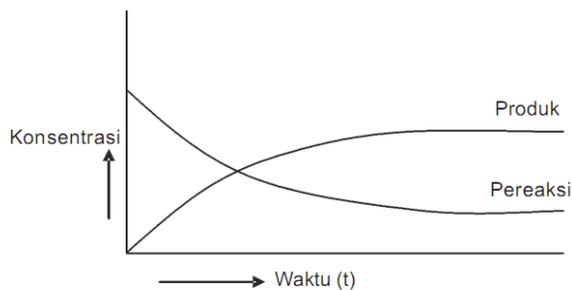
Laju Reaksi

A. Tujuan Pembelajaran

Mahasiswa dapat memahami tentang laju reaksi dalam reaksi kimia.

E. Definisi Laju Reaksi

Laju reaksi adalah perubahan senyawa A menjadi B diikuti dengan adanya penurunan konsentrasi A dan penambahan konsentrasi B. Hal ini sering dikenal dengan istilah laju. Laju reaksi didefinisikan sebagai penurunan konsentrasi reaktan persatuan waktu atau pun penambahan konsentrasi produk persatuan waktu (Gambar 7).



Gambar 7. Perubahan produk dan pereaksi selama waktu t

Singkatnya, apabila senyawa A berubah menjadi senyawa B dapat dituliskan sebagai berikut:

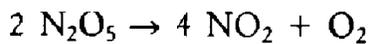
Reaksi kimia:



dengan A sebagai pereaksi atau reaktan

B sebagai produk

Misalnya, peruraian N_2O_5 membentuk NO_2 dan O_2 , maka definisi laju reaksinya:



1. Berkurangnya konsentrasi N_2O_5 dalam satuan waktu
2. Bertambahnya mol NO_2 dan O_2 dalam satuan waktu

definisi laju reaksi kimia dapat ditentukan dengan persamaan matematis yang ditulis sebagai berikut:

$$\text{Laju reaksi } (v) = -\frac{\Delta[\text{reaktan}]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[\text{Produk}]}{\Delta t}$$

Contoh penerapan definisi laju reaksi sebagai berikut:



Persamaan laju reaksi dapat ditulis

$$\text{Laju reaksi } (v) = -\frac{d[\text{Reaktan}]}{dt} = -\frac{1}{2} \frac{d[N_2O_5]}{dt}$$

$$\text{Laju reaksi } (v) = +\frac{d[\text{Produk}]}{dt} = +\frac{1}{4} \frac{d[NO_2]}{dt}$$

$$\text{Laju reaksi } (v) = +\frac{d[\text{Produk}]}{dt} = +\frac{d[O_2]}{dt}$$

B. Persamaan Laju Reaksi

Laju reaksi memiliki hubungan kuantitatif dengan perubahan konsentrasi dan persamaan laju reaksinya dapat dituliskan:

.....

$$\text{Laju reaksi } (v) = k [\text{konsentrasi reaktan}]^x$$

k sebagai konstanta laju reaksi

x sebagai orde reaksi

Contoh penerapan persamaan laju reaksi dalam reaksi peruraian N_2O_5
Reaksi



Persamaan laju reaksi peruraian N_2O_5 dapat dituliskan

$$\text{Laju reaksi } (v) = k[\text{N}_2\text{O}_5]^x$$

Persamaan laju reaksi peruraian N_2O_5 secara lengkap dapat dituliskan sebagai berikut...

$$\text{Laju reaksi } (v) = -\frac{1}{2} \frac{d[\text{N}_2\text{O}_5]}{dt} = k[\text{N}_2\text{O}_5]^x$$

$$\text{Laju reaksi } (v) = +\frac{1}{4} \frac{d[\text{NO}_2]}{dt} = k[\text{N}_2\text{O}_5]^x$$

$$\text{Laju reaksi } (v) = +\frac{d[\text{O}_2]}{dt} = k[\text{N}_2\text{O}_5]^x$$

sehingga persamaan lajunya dapat dituliskan menjadi

$$\text{Laju reaksi } (v) = -\frac{d[\text{N}_2\text{O}_5]}{dt} = k_1[\text{N}_2\text{O}_5]^x, \text{ di mana } k_1 = 2k$$

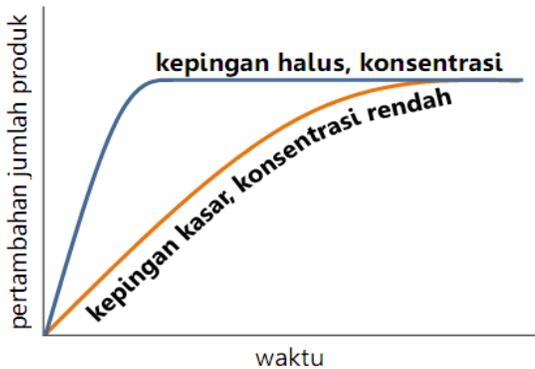
$$\text{Laju reaksi } (v) = +\frac{d[\text{NO}_2]}{dt} = k_2[\text{N}_2\text{O}_5]^x, \text{ di mana } k_2 = 4k$$

$$\text{Laju reaksi } (v) = +\frac{d[\text{O}_2]}{dt} = k_3[\text{N}_2\text{O}_5]^x, \text{ di mana } k_3 = k$$

C. Faktor-faktor yang mempengaruhi Laju Reaksi

1. Luas permukaan sentuh zat yang bereaksi

Pengaruh luas permukaan sentuh mampu mempengaruhi laju reaksi didasarkan pada proses tumbukan. Semakin besar proses tumbukan terjadi, maka laju reaksi akan meningkat. Artinya, apabila luas permukaan sentuh meningkat, misalkan akibat ukuran partikel molekul tersebut makin kecil, kemungkinan tumbukan semakin banyak dan mampu meningkatkan laju reaksi. Sebaliknya, pada benda dengan luas permukaan kecil, proses tumbukan yang terjadi semakin kecil, sehingga laju reaksinya semakin lambat. Gambar 8 merupakan ilustrasi pengaruh luas permukaan sentuh.



Gambar 8. Ilustrasi pengaruh luas permukaan dalam pembentukan produk

2. Konsentrasi zat yang bereaksi

Luas permukaan sentuh dan konsentrasi reaktan/pereaksi merupakan faktor internal dalam mempengaruhi laju reaksi. Konsentrasi reaktan dapat meningkatkan laju reaksi karena semakin tinggi konsentrasi, jumlah partikelnya akan semakin banyak, sehingga kemungkinan proses tumbukan akan semakin besar dan pembentukan produk semakin cepat. Dengan demikian, reaksi akan lebih cepat terjadi.

3. Suhu lingkungan saat bereaksi

Laju reaksi sangat dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Suhu dan katalis merupakan faktor eksternal yang mempengaruhi laju reaksi. Pengaruh suhu terhadap laju reaksi ialah mampu meningkatkan energi kinetik dari reaktan/pereaksi, sehingga molekul yang mencapai energi aktivasi tumbukannya semakin meningkat dan hal ini meningkatkan laju reaksinya. Hal ini sesuai seperti yang dikemukakan oleh Arrhenius pada persamaan berikut:

$$k = A e^{\frac{-E_a}{RT}}$$

k = konstanta laju

A = faktor frekuensi

E_a = energi aktivasi (J/mol)

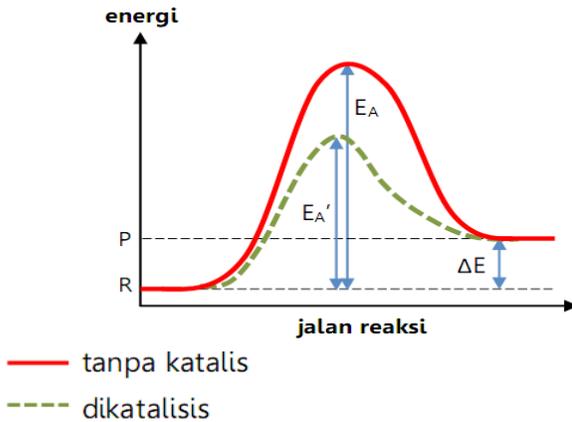
R = konstanta gas (8,314 J/K.mol)

T = suhu mutlak (K)

4. Katalis yang digunakan dalam reaksi

Penggunaan katalis berfungsi untuk menurunkan energi aktivasi, sehingga mampu memperbanyak terjadinya tumbukan (Gambar 9). Oleh karena itu, penggunaan katalis dapat mempercepat laju reaksi. Pengaruh katalis dalam reaksi ialah:

- a. Terlibat dalam jalannya reaksi, tetapi akan dilepaskan kembali setelah reaksi
- b. Mempercepat laju reaksi
- c. Menurunkan energi aktivasi, tetapi tidak menurunkan energi enthalpi



Gambar 9. Katalis dalam menurunkan energi aktivasi suatu reaksi

D. Orde Reaksi

Orde reaksi merupakan pangkat konsentrasi yang menunjukkan tingkat reaksi suatu zat. Hal yang perlu diperhatikan ialah bahwa orde reaksi tidak ditentukan berdasarkan koefisien reaksinya, melainkan berdasarkan hasil eksperimental.

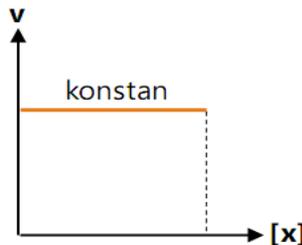
Berikut ini ialah beberapa jenis orde reaksi yang umum.

1. Orde Nol

Laju reaksi suatu reaksi yang memiliki orde reaksi nol tidak dipengaruhi oleh konsentrasi (konstan).

$$v = k [X]^0$$

Oleh karena itu, laju reaksinya digambarkan seperti Gambar 10.



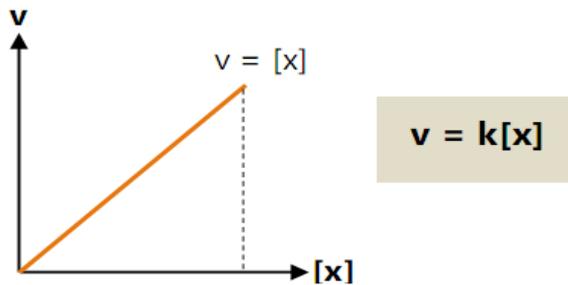
Gambar 10. Laju reaksi dengan orde reaksi nol

2. Orde Satu

Laju reaksi berbanding lurus dengan konsentrasi pereaksi/reaktan. Apabila konsentrasi dinaikkan dua kali, laju reaksinya akan lebih cepat dua kali daripada semula.

$$v = k [X]^1$$

Gambar 10 menunjukkan hubungan antara laju reaksi dengan konsentrasi. Kenaikan konsentrasi dapat meningkatkan laju reaksinya (Gambar 11).



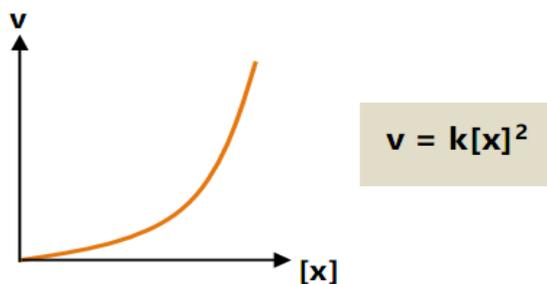
Gambar 11. Laju reaksi dengan orde 1

3. Orde Dua

Kenaikan laju reaksi pada reaksi yang memiliki orde reaksi dua akan sebanding dengan kenaikan konsentrasinya pangkat dua. Apabila konsentrasinya dinaikkan dua kali, laju reaksinya akan lebih cepat empat kali dibandingkan semula.

$$v = k [X]^2$$

Hubungan laju reaksi dengan konsentrasi untuk reaksi yang memiliki orde dua ditunjukkan Gambar 12.



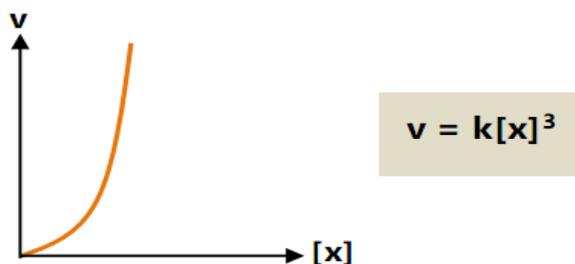
Gambar 12. Laju reaksi dengan orde 2

4. Orde Tiga

Laju reaksi pada reaksi yang memiliki orde tiga akan sebanding dengan kenaikan konsentrasinya pangkat 3.

$$v = k [X]^3$$

Hubungan laju reaksi dengan konsentrasi pada reaksi yang memiliki orde 3 ditunjukkan Gambar 13.



Gambar 13. Laju reaksi dengan orde 3

Penentuan Orde Reaksi

Orde reaksi tidak ditentukan dari koefisien reaksi, melainkan dari hasil eksperimental. Orde reaksi dapat ditentukan dengan cara membandingkan antara dua percobaan dan senyawa lain harus dibuat tetap.

Contoh:

Hasil eksperimen suatu peruraian N_2O_5 ialah sebagai berikut:

Reaksi



Eksperimen	[NO] (M)	[Br ₂] (M)	v (M.s ⁻¹)
1	0,1	0,1	10
2	0,2	0,1	20
3	0,3	0,2	120

Berapa orde reaksi NO dan Br₂ dan orde reaksi totalnya?

$$\begin{aligned}\frac{v_1}{v_2} &= \frac{k \cdot [\text{NO}]_1^x \cdot [\text{Br}_2]_1^y}{k \cdot [\text{NO}]_2^x \cdot [\text{Br}_2]_2^y} \\ \frac{10}{20} &= \frac{(0,1)^x}{(0,2)^x} \\ \frac{1}{2} &= \left(\frac{1}{2}\right)^x \quad x = 1\end{aligned}$$

jadi orde reaksi NO adalah 1

$$\begin{aligned}\frac{v_1}{v_3} &= \frac{k \cdot [\text{NO}]_1^x \cdot [\text{Br}_2]_1^y}{k \cdot [\text{NO}]_3^x \cdot [\text{Br}_2]_3^y} & \frac{10}{120} &= \frac{(0,1)^x \cdot (0,1)^y}{(0,3)^x \cdot (0,2)^y} \\ \frac{1}{12} &= \left(\frac{1}{3}\right)^1 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^y & \frac{3}{12} &= \left(\frac{1}{2}\right)^y \\ \frac{1}{4} &= \left(\frac{1}{2}\right)^y & y &= 2\end{aligned}$$

Jadi Orde reaksi Br₂ adalah 2

Orde reaksi total adalah 1+2 = 3

persamaan laju reaksinya dapat dituliskan

$$\text{Laju reaksi } (v) = k[\text{NO}]^1 [\text{Br}_2]^2$$

Orde reaksi dapat juga ditentukan dari hasil integral berdasarkan hasil eksperimental dengan mengamati perubahan konsentrasi reaktan/pereaksi dan produk dalam waktu.

Hasil integral beberapa orde ialah sebagai berikut:

Reaksi:

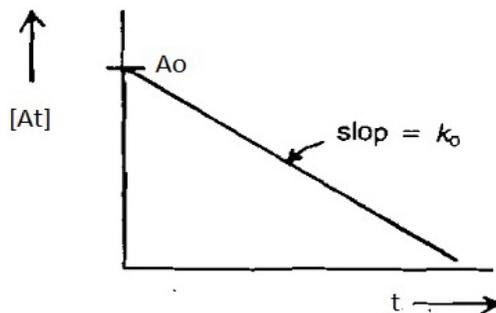


1. Orde nol

Proses reaksi kimia dengan laju reaksi orde nol dapat ditentukan proses laju reaksinya dengan membuat plot grafik antara $[\text{A}_t]$ vs t . Sebab, hasil integralnya memiliki persamaan:

$$[\text{A}_t] = -k t + [\text{A}_0]$$

Grafik antara $[\text{A}_t]$ vs t , akan membentuk suatu grafik linier seperti Gambar 14.



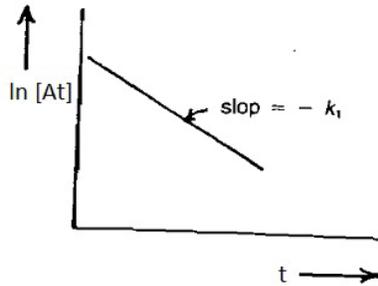
Gambar 14. Ploting $[\text{A}_t]$ vs t

2. Orde Satu

Proses reaksi kimia dengan laju reaksi orde satu dapat ditentukan proses laju reaksinya dengan membuat plot $\ln [\text{A}_t]$ vs t . Sebab, hasil integralnya memiliki persamaan:

$$\ln[A_t] = -k t + \ln[A_0]$$

Grafik antara $\ln [A_t]$ vs t akan membentuk suatu grafik linier seperti gambar 15.



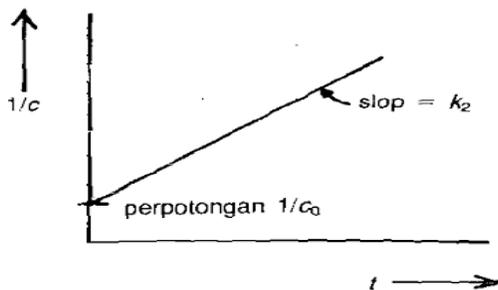
Gambar 15. Ploting $\ln[A_t]$ vs t

3. Orde dua

Reaksi dengan laju reaksi orde dua dapat ditentukan laju reaksinya dengan membuat plot $1/[A_t]$ vs t . Sebab, hasil integralnya memiliki persamaan:

$$\frac{1}{[A_t]} = k t + \frac{1}{[A_0]}$$

Grafik antara $1/[A_t]$ vs t akan membentuk grafik linier seperti gambar 16.



Gambar 16. Plotting $1/[A_t]$ vs t

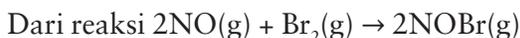
Hasil grafik tersebut kemudian dicari harga korelasinya (r), dengan harga r yang mendekati 1 atau -1 yang dipilih bahwa reaksi tersebut mengikuti orde yang harga r mendekati 1 atau -1. Ringkasan tentang laju reaksi dan waktu paruh ditunjukkan tabel berikut.

Tabel I. Ringkasan Laju Reaksi

Orde	Hukum Laju	Persamaan Konsentrasi-waktu	Waktu-paruh
0	$\text{laju} = k$	$[A] = [A]_0 - kt$	$t_{1/2} = \frac{[A]_0}{2k}$
1	$\text{laju} = k [A]$	$\ln[A] = \ln[A]_0 - kt$	$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$
2	$\text{laju} = k [A]^2$	$\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt$	$t_{1/2} = \frac{1}{k[A]_0}$

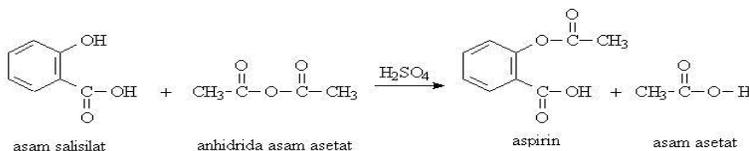
E. Latihan Soal

1. Tentukan orde reaksi total dan laju reaksinya berdasarkan data dan reaksi berikut.



No.	(NO) mol/l	(Br ₂) mol/l	Kecepatan Reaksi mol/l/detik
1.	0.1	0.1	12
2.	0.1	0.2	24
3.	0.1	0.3	36
4.	0.2	0.1	48
5.	0.3	0.1	108

2. Pada penentuan kecepatan reaksi:



As. Salisilat awal (M)	As. Asetat anhidrat awal (M)	Kecepatan reaksi (M/s)
0.1	0.20	0.02
0.2	0.20	0.08
0.3	0.20	0.18
0.3	0.40	0.36
0.3	0.60	0.54

Berdasarkan data di atas, tentukan:

- orde reaksi x
 - orde reaksi y
 - orde reaksi total
 - persamaan laju reaksi
 - ketetapan laju reaksi
3. Tentukan orde dan persamaan laju reaksinya dari data berikut ini.

Waktu (s)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Konsentrasi (M)	8,000	4,106	2,107	1,082	0,555	0,285	0,146

Bab 3

Tahapan Dalam Analisis

A. Tujuan Pembelajaran

Mahasiswa dapat menjelaskan dan memahami tahapan dalam analisis kualitatif dan analisis kuantitatif.

B. Cara Pengambilan Sampel

1. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel merupakan masalah yang sangat penting dalam analisis kimia untuk mengetahui kadar suatu senyawa tertentu dalam sejumlah bahan/obat yang diambil dari bahan/obat yang diselidiki yang disebut SAMPEL. Cara pengambilan sampel padat, zat cair, gas berbeda. Berdasarkan prinsip tersebut, dikenal dua macam cara pengambilan sampel dalam analisis, yaitu:

a. Random/acak

Cara pengambilan sampel ini dilakukan terhadap bahan yang serba homogen atau dianggap homogeny, misalnya larutan sejati, *batch tablet*, ampul, dan sebagainya.

b. Representatif

Cara pengambilan sampel ini dilakukan terhadap bahan yang tidak homogen. Pengambilannya harus dilakukan pada tempat

yang berbeda (atas, bawah, tengah, samping, dan sebagainya), dicampur secara homogen, kemudian sampel diambil secara random untuk dianalisis. Cara ini biasanya dilakukan untuk sampel nabati, misalnya serbuk opium dan daun digitalis.

2. Mengubah analit

Mengubah analit disesuaikan dengan tujuan analisisnya, yaitu berdasarkan sifat kimia yang digunakan. Misalnya, senyawa berbentuk garam yang ingin digunakan dalam bentuk bebasnya (asam atau basa) diawali dengan proses *salting out*, sehingga akan sesuai dengan metode yang dipilih.

3. Pengukuran

Pengukuran merupakan hasil pengolahan data yang diperoleh dari proses percobaan di laboratorium. Pengukuran harus memenuhi syarat kaidah pengukuran secara kuantitatif, seperti alat dan timbangan yang digunakan, dan lain-lain.

4. Perhitungan

Untuk menampilkan hasil akhir, kimia analisis dibantu oleh ilmu statistika untuk menginterpretasikan data yang diperoleh. Walaupun data yang diperoleh berbeda, tetapi jika uji statistik menyatakan tidak berbeda, maka yang dipilih sesuai dengan kesimpulan uji statistik.

5. Penimbangan

Tujuan penimbangan dalam kimia analisis adalah untuk mengetahui kuantitas bahan dalam analisis. Neraca analitik mempunyai ketelitian baca 0,1 mg dan daya muat 100 – 200 g.

Terdapat empat sikap menimbang, yaitu:

- a. Sikap nol (a)
- b. Sikap setimbang (b)
- c. Sikap setimbang + 1 mg (c)
- d. Sikap nol (d)

Kepekaan: $b - c = e$

Sikap nol rata-rata: $a + d / 2 = f$

Berat sampel = berat (g) + (b-f/e) mg

Syarat-syarat neraca yang baik ialah:

- a. Akurat/teliti
- b. Stabil
- c. Peka (pada muatan rata-rata harus menunjukkan berat sampai 0,1 mg).

C. Cara Preparasi Sampel sebelum dianalisis

1. Mengetahui Senyawa aktif yang dianalisis
 - a. Tunggal atau campuran
 - b. Kenali sifat fisika kimia
2. Jenis sampel (bentuk sediaan cair, padat, gas, atau semi padat)
3. Perkiraan Kadar
4. Pemilihan Metode

Faktor-Faktor dalam pemilihan metode:

- a. Tujuan analisis
- b. Macam bahan yang akan digunakan
- c. Jumlah bahan
- d. Validasi yang diinginkan
- e. Lama waktu yang diinginkan
- f. Peralatan yang tersedia.

D. Kesalahan dalam Analisis Kuantitatif

1. Kesalahan *random/indeterminate error*

Kesalahan ini biasanya merupakan kesalahan kecil, sehingga nilai rata-rata yang diperoleh tidak begitu menyimpang jauh dari nilai sesungguhnya (*true value*). Kesalahan ini akan diperkecil dengan melakukan pengukuran yang berulang-ulang. Kesalahan *random* dapat digambarkan sebagai kurva normal. Kesalahan *random* tidak dapat dihindari, tetapi dapat diminimalkan.

2. Kesalahan sistematik/*determinate error*

Kesalahan ini berbeda dengan kesalahan random karena bersifat ajeg/konstan yang menyebabkan penyimpangan tertentu dari rata-rata, di antaranya kesalahan personal dan operasi, kesalahan alat dan pereaksi, dan kesalahan metode. Untuk menghindari kesalahan ini dapat dilakukan kalibrasi, penetapan blangko, penetapan kontrol, penetapan satu seri PK, dan PK dengan berbagai metode.

3. *Gross error*

- diulang
- dideteksi dari awal

Sumber Kesalahan

1. Sampling
2. Penimbangan
3. Alat
4. Personil
5. Prosedur
6. Metoda

E. Kriteria Suatu Metoda

1. Tepat (*Precise*): dalam satu seri pengukuran dapat diperoleh hasil yang satu sama lain hampir sama. Dalam hal ini sering kali terdapat dua istilah, yaitu:
 - a. Keterulangan (*repeatibility*): ketepatan pada kondisi percobaan yang sama, baik orangnya, alatnya, tempat, dan waktunya.
 - b. Ketertiruan (*reproducibility*): ketepatan pada kondisi percobaan yang berbeda, baik orangnya, peralatan, tempat, dan waktunya.

2. Teliti (*accurate*): nilai rata-rata sangat dekat dengan nilai sesungguhnya (*true value*)

$$x = \mu$$

3. Selektif: untuk senyawa campuran
4. Sensitif: untuk kadar rendah
5. Spesifik: hanya senyawa tertentu
6. Praktis: mudah dan murah

Bab 4

Pemisahan dan Identifikasi Kation

A. Tujuan Pembelajaran

Mahasiswa dapat memahami pemisahan dan identifikasi kation golongan I, II, dan III.

B. Pendahuluan

Terdapat tiga skala dalam analisis kualitatif kation dan anion, yaitu konstituen mayor apabila kandungan zat yang dirujuk $> 1\%$, konstituen minor apabila zat yang dirujuk $0,01 - 1\%$, dan *trace* elemen apabila zat yang dirujuk $< 0,01\%$. Istilah tersebut sangatlah kasar, tetapi yang harus diingat adalah konsentrasi ion-ion tidak berubah. Analisis biasanya menggunakan analisis makro dan semimikro. Teknik menggunakan semimikro mempunyai keuntungan sebagai berikut.

1. Lebih hemat dalam skala laboratorium.
2. Kecepatan reaksi lebih tinggi dengan penggunaan bahan yang kecil.
3. Ketajaman pemisahan lebih efisien.
4. Penggunaan H_2S yang lebih sedikit.
5. Ruang lebih hemat/kecil.
6. Bahan-bahan untuk latihan kuantitas yang lebih sedikit.

Analisis kualitatif menggunakan dua macam uji, yaitu uji kering dan uji basah.

1. Uji kering

Uji kering jarang digunakan, tetapi sering kali memberikan manfaat dalam waktu yang singkat dalam skala tertentu. Jenis-jenis uji reaksi kering ialah:

a. Uji pemanasan

Dalam uji pemanasan, zat ditempatkan dalam tabung reaksi kecil, dipanasi dalam sebuah nyala Bunsen. Hasil pengamatan dapat berupa peristiwa sublimasi, penguapan, pelelehan, penguraian, perubahan warna, maupun keluarnya gas tertentu yang dapat dikenali.

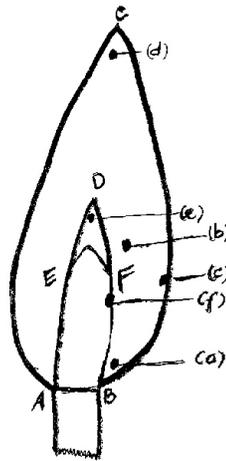
b. Uji Pipa Tiup

Dengan menggunakan nyala Bunsen, dapat diamati suatu nyala mereduksi dan nyala mengoksidasi.

c. Uji Nyala

Uji nyala dapat dipelajari dari sturuktur nyala Bunsen tak terang. Struktur nyala Bunsen tak terang terdiri atas tiga bagian, yaitu 1) kerucut biru dalam ADB yang terdiri atas sebagian besar dari gas yang terbakar, 2) ujung terang D, dan 3) selubung luar ACBD tempat terjadi pembakaran sempurna.

Bagian-bagian utama nyala, menurut Bunsen, dinyatakan seperti dalam gambar di bawah ini.



Gambar 17. Nyala Bunsen

Zona temperatur bawah (a) dimanfaatkan untuk menguji zat-zat yang atsiri (mudah menguap).

Bagian terpanas nyala (b) digunakan sebagai pelelehan dan terletak kira-kira sepertiga ketinggian nyala dan sama jauh dari selubung dalam dan selubung luar.

Zona mengoksidasi bawah (c) terletak pada batas luar b, digunakan untuk mengoksidasi yang larut dalam manik boraks, Na_2CO_3 .

Zona pengosida atas (d) terdiri atas ujung tidak terang dari nyala. Banyak oksigen di zona ini, tidak sepanas di zona c., semua proses oksidasi dapat dilakukan di sini.

Zona mereduksi atas (e) adalah ujung kerucut biru dalam, kaya akan Karbon yang dapat memijar, digunakan untuk mereduksi kerak menjadi logam.

Zona mereduksi bawah (f) terletak pada pinggir dalam dari selubung di sebelah kerucut biru. Di sini gas-gas pereduksi bercampur dengan oksigen dari udara, kurang kuat bila dibandingkan dengan e dalam hal mereduksi

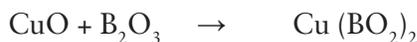
d. Uji Manik Boraks

Sehelai kawat platinium digunakan untuk uji manik boraks. Ujung kawat dibelokkan menjadi suatu lingkaran kecil. Lingkaran dipanasi dalam nyala Bunsen sampai membara, kemudian dengan cepat dibenamkan dalam bubuk boraks $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Zat padat yang menempel ditaruh dalam bagian yang terpanas; maka garam akan membengkak ketika melepaskan air kristalnya dan akan menyusut sebesar lingkaran dalam kawat platina. Bentuk manik mirip kaca, tembus cahaya, tidak berwarna, terbentuk Natrium metaborat dan anhidrida borat.

Reaksi:

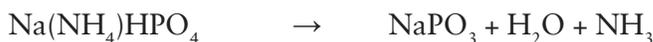


Manik dengan karakteristik berwarna dihasilkan dengan garam Cu, Fe, Cr, Mn, Co, dan Ni. Manik borat berwarna karena terbentuknya borat berwarna. Misalnya, garam Cu dalam nyala mengoksid diperoleh:



e. Uji Manik Fosfat

Manik fosfat dibuat sama dengan manik boraks, tetapi digunakan garam Natrium amonium hidrogen fosfat tetrahidrat: $\text{Na}(\text{NH}_4)\text{HPO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Manik tidak berwarna, tembus cahaya, mengandung natrium metafosfat.



Bereaksi dengan oksida logam untuk membentuk metafosfat yang sering kali berwarna. Manik fosfat biru diperoleh dengan garam Co.



f. Uji Manik Natrium Karbonat

Uji manik ini disiapkan dengan melelehkan sedikit Na_2CO_3 pada lingkaran kawat platina pada nyala Bunsen, dihasilkan pantulan putih tidak tembus cahaya. Jika pantulan ini dibasahi, dibenamkan ke dalam sedikit KNO_3 , dan sedikit serbuk Mn, kemudian seluruhnya dipanasi dalam nyala mengoksid, akan terbentuk warna hijau dari Na manganat.



Manik berwarna kuning diperoleh dengan senyawa Cr, yang disebabkan produksi Na kromat.



g. Uji spektroskopi

Terbentuk nyala yang bervariasi karena adanya monokromator. Materi ini dapat dipelajari di Mata kuliah Spektroskopi.

2. Uji Basah

Uji ini dibuat zat dalam larutan. Suatu reaksi berlangsung a) terbentuk endapan, b) pembebasan gas, dan c) perubahan warna. Mayoritas reaksi analisis kualitatif menggunakan reaksi basah.

Alat yang digunakan untuk reaksi basah yaitu tabung reaksi, gelas piala, labu erlenmeyer, batang pengaduk, pipet tetes, pipet volume, pipet ukur, dan lain-lain. Proses yang melibatkan reaksi basah adalah:

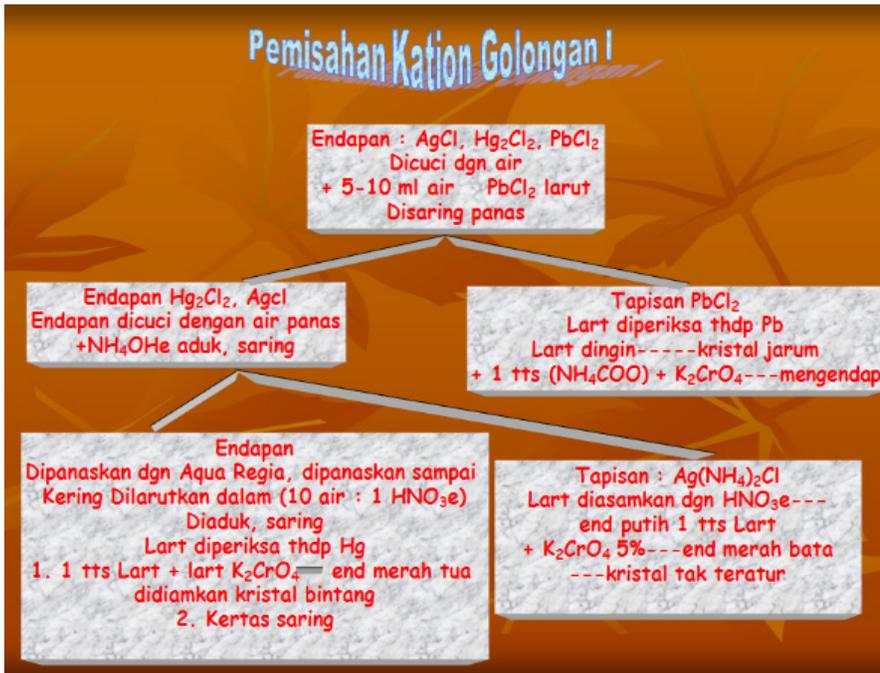
- a. Pelarutan
- b. Pengendapan
- c. Penyaringan
- d. Pencucian
- e. Reaksi warna.

Analisis kualitatif golongan kation dibagi dalam lima golongan berdasarkan sifat-sifat kation tersebut terhadap beberapa reagensia yang disebut reagensia golongan secara sistematis. Hal ini akan

memberikan informasi ada dan tidaknya kation dan dapat juga untuk memisahkan golongan selanjutnya.

C. Pemisahan golongan I dan identifikasinya

Kation golongan ini membentuk endapan dengan asam klorida, yaitu Pb/timbel, Hg/merkuri, dan Ag/perak.



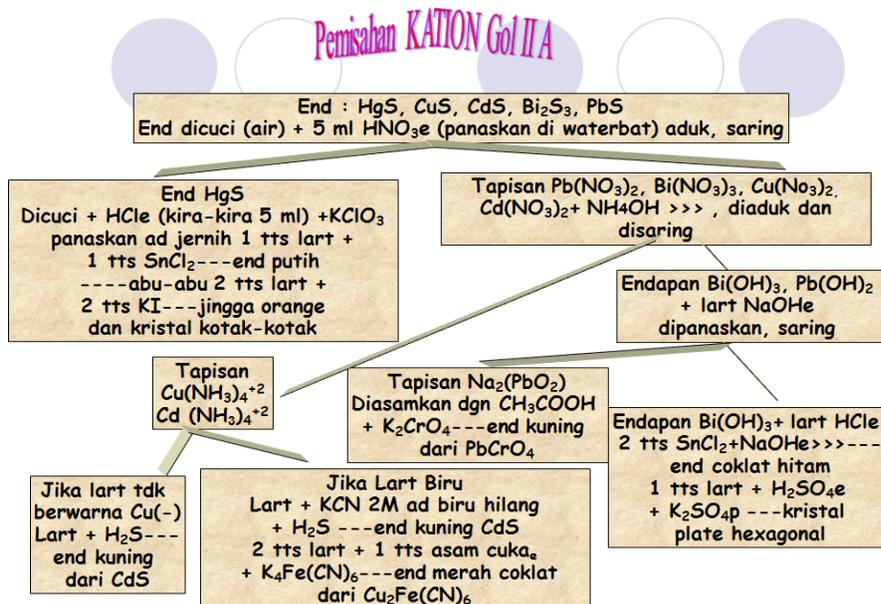
Gambar 18. Pemisahan Kation Golongan I

D. Pemisahan golongan II dan identifikasinya

Golongan kation ini tidak bereaksi dengan HCl, tetapi membentuk endapan dengan asam Sulfida (hidrogen sulfida) dalam suasana asam mineral encer.

- Ion-ion golongan IIA: Hg(II), Cu, Bi, Cd tidak dapat larut dalam amonium polisulfida.

- Ion-ion golongan IIB: As (III,IV), Sb (III, IV), Pb (II, III, IV) larut dalam amonium polisulfida.



Gambar 19. Pemisahan Kation Golongan II

E. Pemisahan golongan III dan identifikasinya

Kation golongan ini tidak bereaksi dengan HCl encer dan H₂S dalam suasana asam mineral encer, tetapi membentuk endapan dengan larutan amonium sulfida dalam suasana netral atau amoniakal.

- Ion-Ion golongan III A: Fe (II, III), Cr (III), Al.
- Ion-ion Golongan III B: Co (II), Ni (II), Zn dan Mn



Gambar 20. Pemisahan Kation Golongan III

F. Pemisahan golongan IV dan identifikasinya

Kation golongan ini tidak bereaksi dengan kation pada golongan I, II, III. Kation golongan IV membentuk endapan dengan amonium karbonat dengan adanya amonium klorida, dalam suasana netral atau sedikit asam.

Ion-ion golongan IV: Ca, Ba, Sr

PEMISAHAN GOL IV

↓ : CaCO_3 ; SrCO_3 ; $\text{BaCO}_3 \rightarrow$ dicuci + CH_3COOH 2N \rightarrow saring (endapan dibuang)

Tapisan : lar + $\text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow$ ↓ kuning \rightarrow Ba +

↓
Jika Ba + \rightarrow + K_2CrO_4 ad ↓ sempurna \rightarrow saring, endapan diperiksa unt Ba

↓
Tapisan dibasakan dg NaOH + $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \ggg \rightarrow$ saring \rightarrow ↓ putih + CH_3COOH 2N

lar diperiksa thd Sr; Ca \rightarrow

Apabila Ba - \rightarrow tapisan \rightarrow 2' diperiksa Sr & Ca \rightarrow (AC)

Endapan $\text{BaCrO}_4 \rightarrow$ dilarutkan dalam HCl ad sedikit \rightarrow Ba

1. Lar + $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ↓ putih BaSO_4 dingin \rightarrow kristal kotak besar
2. Lar + $\text{NH}_4\text{Cl} \lll +$ p. K. Ferro. CN \rightarrow kristal kotak besar
3. + Na Radizonat \rightarrow merah coklat (tetap + HCl e)

Tapisan : lar + $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ + 0,2 g $\text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow$ saring

Endapan $\text{SrSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
Lar + Na Radizonat
merah coklat
(hilang + HCl e)

Tapisan Ca kompleks

1. Lar + Amm oksalat $\lll \rightarrow$ ↓ putih Ca oksalat
2. Lar + $\text{H}_2\text{SO}_4 \lll \rightarrow$ ↓ putih Rozet

Gambar 21. Pemisahan kation Golongan IV

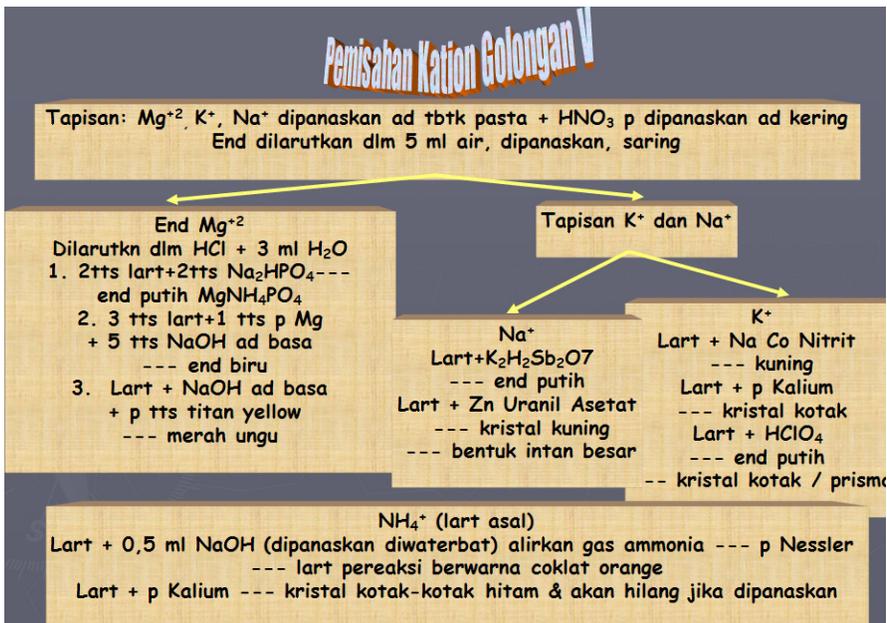
G. Pemisahan golongan V dan identifikasinya

Golongan V disebut golongan sisa, yaitu kation-kation yang tidak bereaksi dengan reagensia sebelumnya.

Ion-ion golongan V: Mg, Na, K, NH₄

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam mempelajari reaksi ion:

1. Stabilitas reagensia yang digunakan
2. Hati-hati karena reagensia bersifat racun.
3. Reagensia yang sangat beracun diberi tanda khusus (RACUN/BAHAYA)
4. Reagensia dalam bentuk Molaritas (M)



Gambar 22. Pemisahan Kation Golongan V

Bab 5

Pemisahan dan Identifikasi Anion

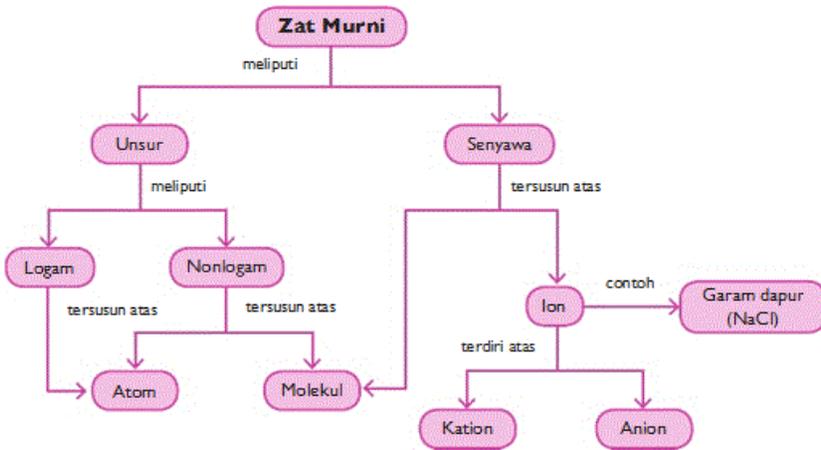
A. Tujuan Pembelajaran

Mahasiswa dapat memahami proses pemisahan dan identifikasi anion.

B. Pembagian Golongan Anion

Penggolongan Anion

Identifikasi anion merupakan salah satu analisis kualitatif untuk melihat ada tidaknya suatu anion tertentu dalam suatu sampel. Identifikasi merupakan hal penting yang harus dilakukan pertama karena ini mendukung untuk analisis kuantitatif dalam menentukan jumlah kadar senyawa yang terdapat dalam suatu sampel. Diagram untuk mengenal adanya anion dan kation dalam suatu senyawa ditunjukkan dalam gambar 23.



Gambar 23. Ilustrasi Identifikasi anion dalam suatu senyawa

Materi identifikasi anion ini tidak hanya sebagai dasar analisis kualitatif, melainkan dapat juga digunakan sebagai proses pemisahan anion. Oleh karena itu, materi identifikasi anion ini akan dikelompokkan menjadi lima golongan agar dasar pemisahan anion yang saling bercampur dalam satu sampel mudah dipahami.

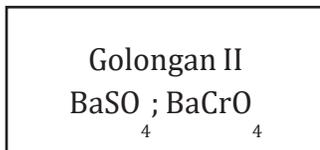
Penggolongan anion berdasarkan ketidaklarutan suatu garam menjadi lima golongan:

1. Golongan I : Garam Ca tidak larut
2. Golongan II : Garam Ba tidak larut
3. Golongan III : Garam Zn tidak larut
4. Golongan IV : Garam Ag tidak larut
5. Golongan V : Garam sisanya.

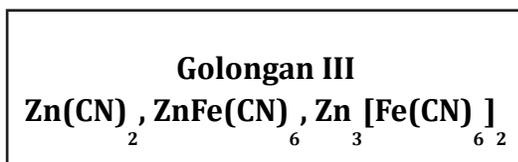
Pembagian anion berdasarkan pembentukan garam yang tak larut merupakan cara memudahkan memahami prinsip pemisahan anion. Misalnya, garam Ca tak larut hanya akan terjadi bila Ca bereaksi dengan anion-anion seperti:

CaCO_3 , CaSO_4 , CaF_2 , CaC_2O_4 , $\text{Ca}_3(\text{AsO}_3)_2$, $\text{Ca}_3(\text{AsO}_4)_2$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, Ca tartrat

Golongan II yang membentuk garam Ba tak larut biasanya Ba^{2+} akan bereaksi membentuk endapan seperti:



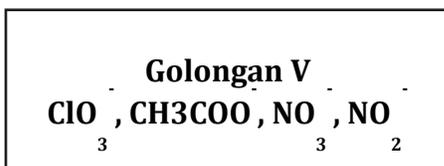
Golongan III merupakan anion yang jika bereaksi dengan Zn^{2+} akan membentuk endapan garam Zn tak larut. Contoh garam Zn tak larut adalah:



Golongan IV ialah anion yang membentuk garam Ag tak larut jika bereaksi dengan Ag^+ . Contohnya seperti berikut:



Golongan V merupakan anion sisanya yang tidak membentuk garam tak larut dengan Ca^{2+} , Ba^{2+} , Zn^{2+} , dan Ag^+ . Contohnya sebagai berikut:



C. Pemisahan dan Identifikasi Anion

Pembagian golongan seperti ini membantu proses pemisahan dan identifikasi anion dalam suatu sampel. Metode pemisahan ini dilakukan karena dalam suatu campuran mungkin saja hasil satu dengan yang lain

dapat mengganggu hasil analisis. Metode pemisahan dalam identifikasi dapat dilakukan dengan mengendapkan salah satunya dan melarutkan yang lain dengan agen pengendap. Gambar 24 merupakan ilustrasi proses pemisahan anion dalam suatu campuran.

D. Latihan Soal

Contoh Proses identifikasi tanpa pemisahan

Apabila dalam suatu sampel diduga mengandung suatu anion SO_4^{2-} dan CO_3^{2-} , bagaimana proses identifikasinya?

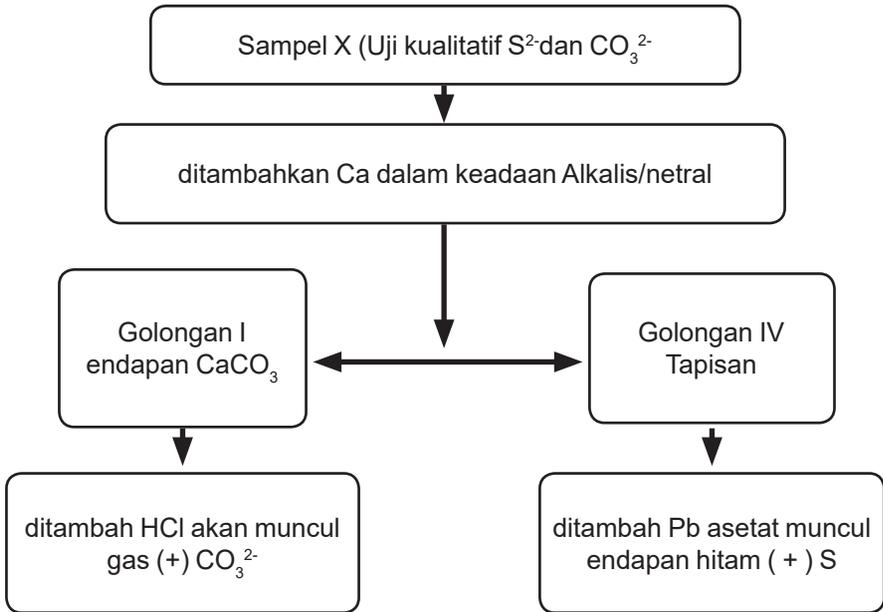
Kasus ini identifikasi tanpa pemisahan, maka sampel ditambahkan agen pengendap, yaitu Ca dan Ba. Ca akan membentuk endapan tak larut seperti golongan I dan Ba juga akan membentuk endapan tak larut seperti golongan II. Kelemahan jika tidak dipisahkan ternyata Ba dan Ca akan mengendapkan anion SO_4^{2-} dan CO_3^{2-} dengan endapan putih semua. Untuk membedakan endapan anion perlu uji selanjutnya dengan penambahan asam, sehingga akan timbul gas CO_2 yang menandakan endapan tersebut berasal dari anion CO_3^{2-} .

Hal ini akan menjadi masalah dalam identifikasi anion S^{2-} dan CO_3^{2-} karena Ag akan membentuk endapan hitam seperti Ag_2S dan endapan putih Ag_2CO_3 . Warna yang terbentuk menjadi tidak murni hitam atau putih. Oleh karena itu, proses pemisahan lebih baik dilakukan supaya endapan yang terbentuk dapat dipastikan. Proses pemisahannya dengan mengendapkan CO_3^{2-} dengan Ca, sehingga membentuk endapan tak larut seperti golongan I.

Contoh proses identifikasi dengan pemisahan

Kasus I

Apabila dalam suatu sampel diduga mengandung suatu anion S^{2-} dan CO_3^{2-} , bagaimana proses pemisahan dan identifikasinya?

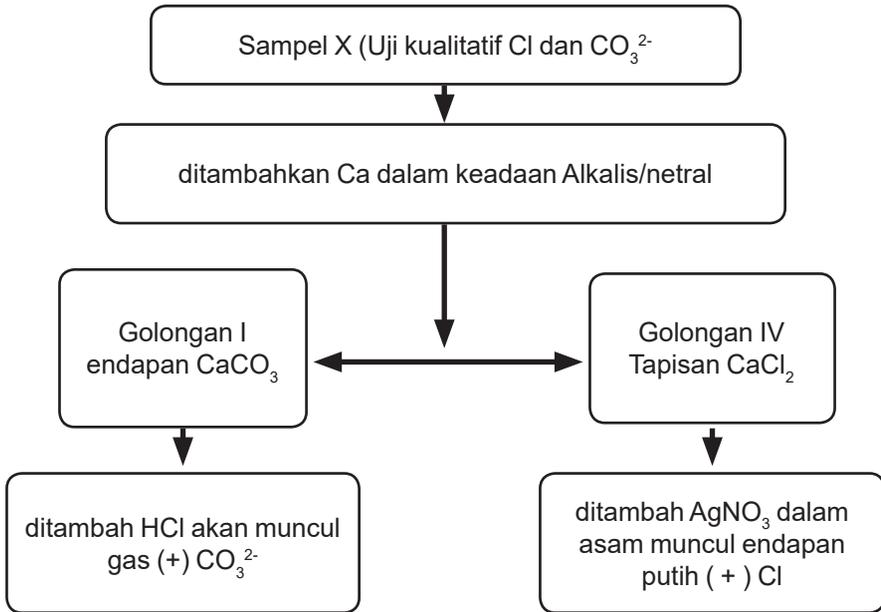


Gambar 24. Bagan Uji Pemisahan Anion

Kasus 2

Apabila suatu sampel diduga terdapat kandungan anion berupa Cl dan CO_3^{2-} , bagaimana metode pemisahan dan identifikasinya?

Kasus ini akan menganalisis kandungan anion Cl yang merupakan golongan 4 dan anion CO_3^{2-} yang merupakan golongan 1. Pertama, ditambahkan larutan Ca^{2+} dengan skema identifikasi sebagai berikut:



Gambar 25. Pemisahan CaCO₃

Contoh soal:

1. Apabila suatu sampel diduga mengandung CO_3^{2-} dan SO_4^{2-} , bagaimana metode pemisahan dan identifikasinya?
2. Apabila suatu sampel diduga mengandung Br^- dan I^- , bagaimana metode pemisahan dan identifikasinya?
3. Apabila suatu sampel diduga mengandung CN^- , SO_4^{2-} dan NO_2^- , bagaimana metode pemisahan dan identifikasinya?
4. Apabila sampel diduga mengandung CNS^- , CO_3^{2-} dan I^- , bagaimana metode pemisahan dan identifikasinya?

Bab 6

Statistika

A. Tujuan Pembelajaran

Mahasiswa dapat memahami penghitungan statistika dalam kimia analisis.

B. Pendahuluan

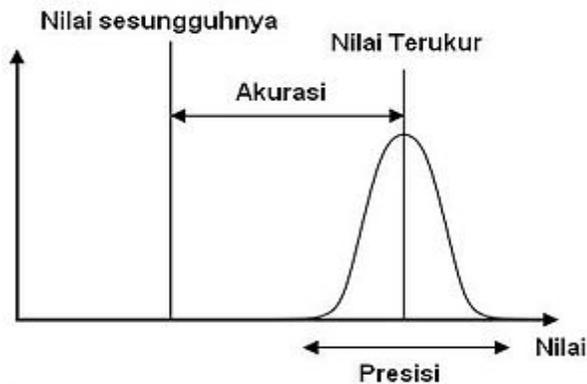
Statistika adalah ilmu yang mempelajari proses perencanaan dan pengumpulan, dilanjutkan menganalisis, menginterpretasi, dan mempresentasikan data. Singkatnya, statistika adalah ilmu yang berkenaan dengan data.

Statistik dibagi menjadi dua, yaitu:

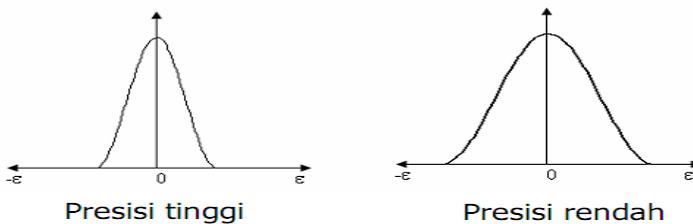
1. Statistika deskriptif berkenaan dengan digambarkan atau disimpulkan secara numerik (misalnya menghitung rata-rata dan deviasi standar) atau secara grafis (dalam bentuk tabel atau grafik) untuk memperoleh gambaran sekilas mengenai data tersebut, sehingga lebih mudah dibaca dan bermakna.
2. Statistika inferensial berkenaan dengan permodelan data dan melakukan pengambilan keputusan berdasarkan analisis data, misalnya melakukan pengujian hipotesis, melakukan estimasi pengamatan masa mendatang (estimasi atau prediksi), membuat

permodelan hubungan (korelasi, regresi, ANOVA, deret waktu), dan sebagainya.

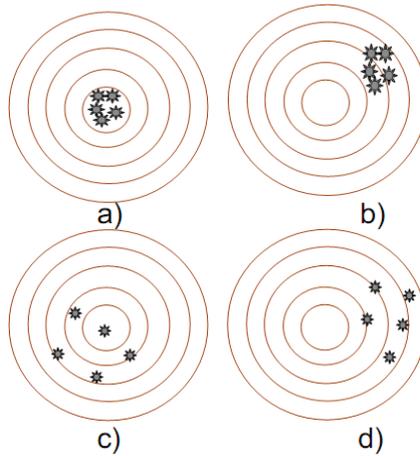
Ilmu statistika sangat penting karena pengukuran suatu sampel harus memiliki presisi dan akurasi yang baik. Presisi atau ketepatan pengulangan (*repeatability*) adalah sejauh mana pengulangan pengukuran dalam kondisi yang tidak berubah memperoleh hasil yang sama, sedangkan akurasi ialah kedekatan pengukuran kuantitas terhadap nilai yang sebenarnya. Ilustrasi akurasi dan presisi ditunjukkan Gambar 26, 27, dan 28.



Gambar 26. Ilustrasi Akurasi dan Presisi



Gambar 27. Ilustrasi presisi suatu data



Gambar 28. Ilustrasi tentang akurasi dan presisi;
 a) Akurasi dan Presisi baik, b) akurasi jelek dan presisi baik,
 c) Akurasi bagus dan Presisi jelek, d) Akurasi dan Presisi jelek

C. Pengujian-pengujian dalam Statistika

1. Rata-rata (mean)

Metode statistik tidak lepas dari hal mencari rata-rata suatu data. Rata-rata atau means dapat dihitung secara langsung terhadap suatu himpunan data. Rumus matematis rata-rata ialah sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

misal:

Lima mahasiswa Farmasi UAD memperoleh nilai kimia analisis sebagai berikut: 56, 62, 52, 48, dan 68 kg.

Berapakah rata-rata nilai kimia analisis di Farmasi UAD ?

2. Standar Deviasi

Standar Deviasi atau simpangan baku merupakan suatu nilai yang menunjukkan tingkat variansi suatu kelompok data. Kuadrat dari simpangan baku dinamakan varians. Simbol simpangan baku untuk data sampel ialah “S” dan data populasi ialah “μ” (tho).

Secara matematis, perhitungan varians dan simpangan baku ialah sebagai berikut:

$$\text{Standard deviation (SD)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

sehingga rumus varians dapat dituliskan:

$$s_X^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

3. CV (Coefisien Variasi)

Koefisien korelasi atau simpangan baku nisbi (sbn) biasanya digunakan dalam membandingkan kesaksamaan beberapa hasil, sehingga aturan CV dalam analisis tidak boleh lebih dari 5%. Persamaan dalam menentukan besarnya CV ialah sebagai berikut:

$$CV = \frac{S}{x} \times 100$$

CV = koefisien variasi

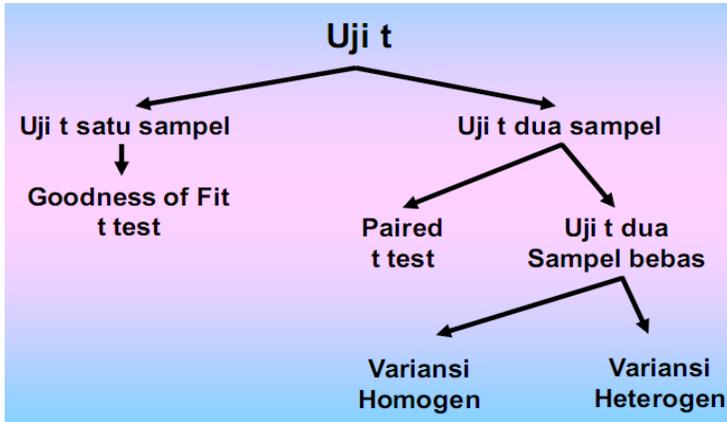
\underline{S} = simpangan standar

\underline{x} = rata-rata

D. Aplikasi Uji T

Uji t

Pengujian statistik dimaksudkan untuk menganalisis suatu data.



Gambar 29. Bagan Uji statistik

1. Uji t satu sampel

Uji t satu sampel digunakan untuk membandingkan rerata sampel dengan nilai rerata populasi atau nilai standar tertentu. Persamaan dalam menentukan t hitung nya ialah sebagai berikut:

$$t_{\text{hitung}} = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$

- dengan \bar{x} : nilai rerata sampel
 μ_0 : nilai rerata populasi (standar)
 S : simpangan baki sampel
 N : populasi sampel

Contoh kasus

Mahasiswa Farmasi UAD melakukan penelitian kadar nikotin terhadap suatu sampel. Batas kadar nikotin yang diharuskan sebesar 20 mg/g. Hasil analisis kadar nikotin yang diperoleh sebesar:

20, 19, 18, 21, 24, 22, 20

Apakah kadar nikotin dalam sampel tersebut di luar ambang batas yang ditetapkan?

Bila menggunakan $\alpha = 5\%$

Jawab

Cari t hitungnya dahulu dan dibandingkan t tabel

Kesimpulan

Apabila t hitung $>$ t tabel, maka H_0 ditolak, artinya berbeda signifikan

Apabila t hitung $<$ t tabel, maka H_0 diterima, artinya tidak berbeda.

2. Uji t dua sampel

a. Uji t berpasangan

Statistika tentang uji t berpasangan ialah membandingkan hasil yang diperoleh antara sesudah dan sebelum perlakuan dan masih dalam satu sampel yang sama. Biasanya uji t ini untuk membandingkan hasil yang diperoleh berbeda atau tidak setelah adanya perlakuan. Jika ada perbedaan hasil, maka perlakuan yang dilakukan berpengaruh terhadap perubahannya. Persamaan yang digunakan dalam uji t berpasangan ialah:

$$t = \frac{\bar{d}}{\sqrt{S_{d/n}}}$$

dengan:

d: rata-rata selisih pengukuran

Sd: standar deviasi selisih pengukuran

Contoh kasus

Mahasiswa meminum obat pelangsing untuk mengurangi berat badannya. Hasil sebelum dan sesudah minum dilakukan penimbangan dan hasilnya sebagai berikut:

No.	Sebelum	Sesudah
1	77	76
2	78	78
3	82	80
4	92	90
5	84	83

Kesimpulan:

Apabila t hitung $>$ t tabel, maka H_0 ditolak, artinya berbeda signifikan

Apabila t hitung $<$ t tabel, maka H_0 diterima, artinya tidak berbeda.

b. Uji t dua sampel bebas

Uji t dua sampel bebas data dilakukan pertama dengan menggunakan uji F terlebih dahulu untuk melihat homogenitas variansi kedua sampel. Uji F dirumuskan dengan:

$$F = S_1^2 / S_2^2$$

Dengan:

S_2 merupakan varian sampel 1 dan sampel 2

Kesimpulan

Jika F hitung $<$ F table, maka varians homogeny (H_0 diterima)

Bila kedua sampel tersebut homogeny, kemudian dilakukan uji t dengan rumus:

$$t_{\text{hitung}} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \cdot \sqrt{(1/n_1 + 1/n_2)}}$$
$$s = \sqrt{\frac{(n_1-1) s_1^2 + (n_2-1) s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Bila kedua sampel tersebut heterogen kemudian uji t dirumuskan dengan:

$$t_{\text{hitung}} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{(s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2)}}$$

Kesimpulan:

$$H_0 \text{ diterima bila : } -t_{(1-\alpha/2); (df=n_1+n_2-2)} < t_{\text{hitung}} < t_{(1-\alpha/2); (df=n_1+n_2-2)}$$

E. Menolak data dan Menyatakan Hasil Akhir Data

Penolakan data berfungsi untuk melihat data yang termasuk pencilan. Hal ini sangat penting karena dalam analisis pasti ada data yang mungkin menjadi pencilan.

Penolakan data dapat menggunakan 2 metode

1. Menggunakan d

$$\bar{d} = \frac{\sum |x - \bar{x}|}{n}$$

Untuk membuktikan penolakan data:

$$|x - \bar{x}| > 2,5 \bar{d} \rightarrow P : 95\%$$

$$|x - \bar{x}| > 4 \bar{d} \rightarrow P : 90\%$$

2. Menggunakan SD

$$|x - \bar{x}| > 2 SD \rightarrow P : 95\%$$

$$|x - \bar{x}| > 3 SD \rightarrow P : 99\%$$

Untuk membuktikan penolakan data:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum |x - \bar{x}|^2}{N-1}}$$

Cara menghitung penolakan data:

- Hasil yang menyimpang dipisahkan
- Sisa data dihitung rata-rata dan SD nya
- Kemudian hitung lagi proses penolakan data menggunakan d atau SD

Contoh kasus

Penetapan kadar NaCl dalam sampel sebagai berikut:

95,72; 95,81; 95,83; 95,92; 96,18 mg/g.

Apakah ada data yang ditolak jika menggunakan batas kepercayaan (p) = 95%?

3. Menyatakan hasil akhir

Menyatakan data dalam bentuk hasil akhirnya penting dalam analisis. Hal ini bertujuan untuk memperoleh interval data dalam suatu

populasi yang di-*sampling* dalam proses analisis. Persamaan dalam menyatakan hasil akhir ialah sebagai berikut.

a. Menggunakan SD

$$SD = \sqrt{\frac{\sum |x - \bar{x}|^2}{N - 1}}$$

Menyatakan hasil akhirnya menjadi:

$$\bar{x} \pm SD$$

b. Menggunakan CV

$$CV = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\%$$

Menyatakan hasil akhirnya menjadi:

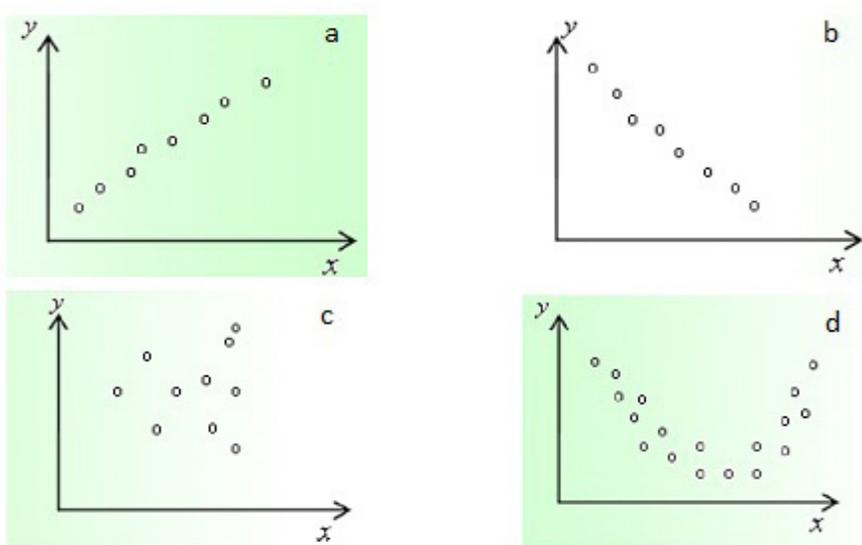
$$\bar{x} \pm CV$$

c. Menggunakan t table dengan dipengaruhi oleh α (derajat kebebasan)

$$\bar{x} \pm t \sqrt{\frac{SD}{N}}$$

F. Regresi Linier

Penentuan korelasi (r) dalam analisis menjadi sangat penting karena korelasi berhubungan saling kebergantungan antara dua variabel yang dapat mencapai nilai mendekati dari -1 dan +1.



Gambar 30. a) korelasi positif, b) korelasi negatif, c) dan d) korelasi nol

Tanda positif (+) berlaku untuk hubungan searah atau hubungan positif, sedangkan tanda negatif (-) berlaku untuk hubungan tak searah atau negatif. Nilai korelasi nol (0) menandakan bahwa kedua data tersebut tidak memiliki korelasi (gambar). Menghitung harga r dapat diperoleh dengan rumus:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \cdot \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}}$$

Hasil harga r yang diperoleh perlu dilakukan pengujian tentang korelasi yang ada menunjukkan gemaris yang berguna. Oleh karena itu, pembuktian koefisien korelasi memang benar-benar berarti, sehingga perlu dilakukan pengujian yaitu uji t dengan uji t dua arah. Persamaan uji t tersebut ialah sebagai berikut.

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

Hasil uji t hitungan ini kemudian dibandingkan dengan nilai dalam tabel uji pada tingkat kepercayaan yang diinginkan. Jika nilai t hitung lebih besar daripada nilai t tabel, maka kita simpulkan ada korelasi yang berarti dalam dua data tersebut.

Selain itu, dalam analisis regresi linier, nilai korelasi suatu data tersebut dapat digunakan apabila nilai korelasi terhitung lebih besar dibandingkan nilai kritik koefisiensi pada tabel batas kepercayaan 95% atau 99% seperti tabel berikut.

Tabel II. Batas Taraf Kepercayaan (P)

N	α: 0,95	α: 0,99	N	α: 0,95	α: 0,99
5	0,75	0,87	18	0,44	0,56
6	0,71	0,83	20	0,42	0,54
7	0,67	0,80	25	0,38	0,49
8	0,63	0,77	30	0,35	0,45
9	0,60	0,74	40	0,30	0,39
10	0,58	0,71	50	0,27	0,35
12	0,53	0,66	60	0,25	0,33
14	0,50	0,62	80	0,22	0,28
16	0,47	0,59	100	0,20	0,25

Bab 7

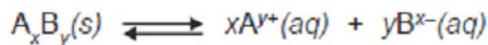
Hasil Kali Kelarutan

A. Tujuan Pembelajaran

Mahasiswa dapat memahami hasil kali kelarutan dan proses pembentukan endapan.

B. Definisi KSP

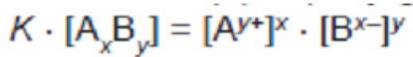
Hasil kali kelarutan atau *Solubility product constants* (Ksp) merupakan gambaran dari suatu larutan jenuh senyawa elektrolit yang kelarutannya rendah pada kondisi kesetimbangan. Secara sederhana, hasil kali kelarutan didefinisikan sebagai hasil kali konsentrasi ion-ion suatu elektrolit dalam larutan jenuh. Misalnya, reaksi berikut ini:



sehingga dalam kesetimbangan memiliki konstanta kesetimbangan berlaku:

$$K = \frac{[A^{y+}]^x \cdot [B^{x-}]^y}{[A_xB_y]}$$

Karena konsentrasi A_xB_y yang terlarut tidak berubah pada kondisi jenuh, maka persamaan menjadi:



Harga K merupakan konstanta dan konsentrasi AxBy merupakan tetapan baru disimbolkan Ksp, sehingga persamaannya menjadi:

$$K_{sp} A_x B_y = [A^{y+}]^x \cdot [B^{x-}]^y$$

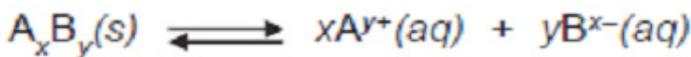
Oleh karena itu, Ksp didefinisikan dengan hasil kali konsentrasi ion-ionnya dipangkatkan dengan koefisien ionnya.

Contoh:

1. Larutan jenuh AgCl sebanyak 0,0015 g dilarutkan dalam 1 L. Hitunglah Kspnya! (BM AgCl: 143,3)
2. Sebanyak 3,57 10⁻² g Ag₂CrO₄ dilarutkan dalam 1 L air. Berapa Ksp Ag₂CrO₄? (BM Ag₂CrO₄: 331,7)

C. Hubungan Ksp dengan Kelarutan

Besarnya Ksp memiliki hubungan dengan kelarutan (s) yang dapat dijelaskan seperti berikut:



$$K_{sp} = [A^{y+}]^x [B^{x-}]^y = (xs)^x (ys)^y = (x^x y^y) s^{(x+y)}$$

$$\text{Kelarutan (s)} = \sqrt[x+y]{\frac{K_{sp}}{X^x \cdot Y^y}}$$

Kelarutan (s) dapat dilihat sangat tergantung juga dengan koefisien dari hasil ion-ionnya. Beberapa hubungan kelarutan senyawa dengan Kspnya ditunjukkan tabel berikut ini.

Tabel III. Penentuan kelarutan beberapa senyawa dari harga Kspnya

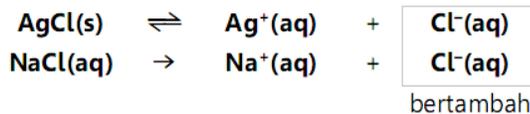
X	Y	Contoh	Ksp	
1	1	AgCl	$K_{sp} = s^2$	$s = \sqrt[2]{K_{sp}}$
1	2	PbCl ₂	$K_{sp} = 4s^3$	$s = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{4}}$
1	2	Ag ₂ SO ₄	$K_{sp} = 4s^3$	$s = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{4}}$
1	3	Al(OH) ₃	$K_{sp} = 9s^4$	$s = \sqrt[4]{\frac{K_{sp}}{9}}$

Contoh:

Ksp CaCO₃ sebesar $3,8 \times 10^{-9}$. Berapakah kelarutannya dalam air dengan satuan mol/L dan gram/L?

D. Pengaruh Ion Senama/Sejenis

Penambahan ion sejenis dapat menyebabkan terjadinya penggeseran kesetimbangan. Oleh karena itu, penambahan ion sejenis mampu menyebabkan perubahan kelarutan suatu zat menjadi lebih kecil. Misalnya, reaksi berikut ini.



Endapan AgCl yang terbentuk akan bertambah karena adanya efek ion senama, yaitu Cl⁻. Hadirnya ion Cl⁻ akan menyebabkan kesetimbangan bergeser ke kiri, sehingga akan menyebabkan endapan AgCl yang terbentuk akan lebih banyak pada larutan NaCl dibandingkan pada air.

Contoh:

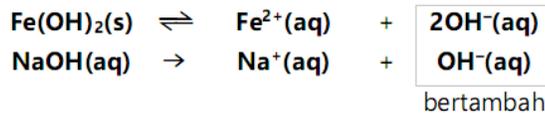
Ksp AgCl sebesar $1,6 \times 10^{-10}$. Tentukanlah kelarutan AgCl dalam larutan

1. Larutan AgNO₃ 0,1 M dan 0,2
2. Larutan NaCl 0,2 M dan 0,05 M

E. Kelarutan Hidroksida

1. Senyawa Basa

Senyawa yang bersifat basa dan garam-garam yang dapat terhidrolisis dapat menurun kelarutannya dengan naiknya pH. Hal ini terjadi karena ada peningkatan jumlah OH⁻ sehingga menyebabkan pergeseran kesetimbangan ke arah kiri dan menyebabkan endapan bertambah. Misalnya, kelarutan Fe(OH)₂ dalam NaOH

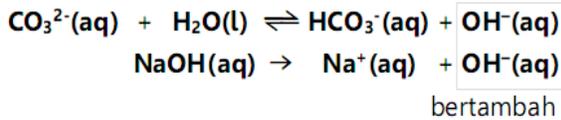


Penambahan NaOH pada larutan Fe(OH)₂ menyebabkan terbentuknya endapan Fe(OH)₂ yang lebih banyak dibandingkan dengan pelarut air.

Jika senyawa basa seperti Fe(OH)₂ ditambahkan dengan asam, endapan akan melarut, sehingga dapat dikatakan bahwa penambahan asam mampu memperbesar kelarutan endapan tersebut daripada dalam air.

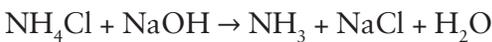
2. Garam dari asam lemah

Kelarutan suatu garam dari asam lemah sangat dipengaruhi kondisi pH. Contohnya, kelarutan BaCO₃ dalam NaOH akan menurun. Hal ini karena asam lemah dari garam tersebut akan terhidrolisis oleh air seperti berikut:



Oleh karena itu, penambahan NaOH pada larutan BaCO₃ dapat menyebabkan penambahan ion OH⁻, sehingga kesetimbangan bergeser ke kiri membentuk ion karbonat bertambah. Semakin banyak ion karbonat dapat menyebabkan endapan BaCO₃ semakin banyak, sehingga BaCO₃ dalam NaOH lebih banyak dibandingkan dalam air.

Endapan BaCO₃ ini akan larut apabila ditambahkan asam kuat, sehingga penambahan asam akan meningkatkan kelarutan BaCO₃. Hal ini juga berlaku untuk garam-garam dari basa lemah yang akan mudah larut dengan penambahan basa kuat.



Contoh kasus pengendapan dan kelarutan hidroksida

- a. Pada pH berapakah Fe(OH)₃ dalam larutan FeCl₃ mulai mengendap jika K_{sp} Fe(OH)₃ sebesar 3,8 10⁻³⁸?
- b. Pada pH berapakah Fe(OH)₃ mengendap sempurna jika [Fe³⁺] dalam larutan tidak lebih dari 10⁻⁵ M?

F. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kelarutan

1. Temperatur

Kelarutan akan meningkat dengan naiknya suhu, sehingga pembentukan endapan akan berkurang. Oleh karena itu, biasanya proses pelarutan senyawa yang kelarutannya rendah dibantu dengan penggunaan suhu dalam melarutkan.

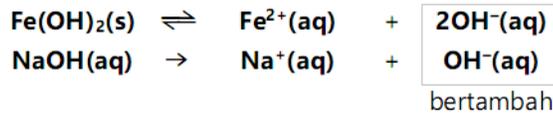
2. Sifat alami pelarut

Garam anorganik mudah larut dalam air dengan bentuk ion-ionnya dibandingkan dalam pelarut organik seperti alkohol dan asam asetat. Perbedaan ini dapat digunakan untuk memisahkan campuran antara dua zat karena setiap pelarut memiliki kapasitas

yang berbeda dalam melarutkan suatu zat. Hal ini juga berlaku dengan zat yang berbeda memiliki kelarutan yang berbeda pada pelarut tertentu.

3. Pengaruh ion sejenis

Kelarutan endapan akan berkurang jika dilarutkan dalam larutan dengan senyawa yang mengandung ion sejenis dibandingkan dalam larutan air. Hal ini dapat dijelaskan seperti reaksi berikut:



Penambahan NaOH akan menyumbangkan ion sejenis OH⁻, sehingga mampu mengurangi/menurunkan kelarutan konsentrasi Fe(OH)₂ sehingga endapan Fe(OH)₂ akan makin terbentuk. Aplikasi ini biasanya digunakan dalam proses pencucian endapan dalam proses penentuan kadar secara gravimetrik.

4. Pengaruh pH

Kelarutan suatu senyawa sangat dipengaruhi oleh pH larutan. Apabila larutan tersebut merupakan garam dari asam lemah, maka kelarutan akan menurun dengan meningkatnya pH. Misalnya, endapan AgI akan semakin melarut jika konsentrasi H⁺ besar karena ion I⁻ akan bergabung membentuk HI.

5. Pengaruh hidrolisis

Garam dari asam lemah yang dilarutkan dalam air akan dihasilkan perubahan konsentrasi H⁺, sehingga kenaikan konsentrasi H⁺ (pH menurun) akan menyebabkan kation garam mengalami hidrolisis dan akan menyebabkan peningkatan kelarutan garam tersebut.

6. Pengaruh ion kompleks

Pembentukan kompleks mampu meningkatkan kelarutan garam-garam yang tidak mudah larut. Pembentukan kompleks

tidak akan terlepas dari atom pusat dan ligan dalam pembentukan kompleks.

Contoh:

Endapan AgCl akan meningkat kelarutannya jika ditambahkan dengan NH₃ karena akan terbentuk senyawa kompleks Ag(NH₃)₂Cl.

G. Prediksi Pengendapan Campuran Dua Larutan yang Direaksikan

Apabila kita mencampurkan dua larutan seperti AgNO₃ dan HCl, kita dapat melakukan prediksi dapat tidaknya larutan tersebut muncul endapan dengan membandingkan hasil kali konsentrasi ion-ionnya (Q_{sp}) dengan K_{sp}-nya.

Prediksi terbentuknya endapan: Q_{sp} vs K_{sp}

Suatu endapan mulai terbentuk saat larutan tersebut tepat jenuh sehingga sudah tidak dapat melarutkan zat terlarut lagi. Hubungan antara Q_{sp} dan K_{sp} dalam memprediksi pembentukan endapan ialah sebagai berikut:

$Q_{sp} = K_{sp}$: pada saat larutan jenuh, tidak ada lagi solut yang akan terlarut.

$Q_{sp} > K_{sp}$: endapan akan terbentuk.

$Q_{sp} < K_{sp}$: Larutan belum jenuh, tidak ada endapan yang terbentuk.

Contoh:

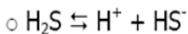
1. Suatu larutan dibuat dengan mencampurkan 750 mL Ce(NO₃)₃ 4 x 10⁻³ M dengan 300 ml KIO₃ 2 x 10⁻² M. Apakah muncul endapan Ce(IO₃)₃? Buktikan!

2. Sebanyak 25.0 mL potassium kromat 0,002 M dicampurkan 75.0 mL Pb(II) nitrat 0,000125 M. Apakah terbentuk endapan Pb(II) kromat jika K_{sp} Pb(II) kromat sebesar 1.8×10^{-14} ?
3. 200 ml larutan yang pHnya 8 dimasukkan 0,001 mg FeCl₂ (Mr = 127). Apakah campuran tersebut telah membentuk endapan? (K_{sp} Fe(OH)₂ = 4×10^{-14})
4. Selidiki apakah terbentuk endapan Mg(OH)₂ jika ke dalam 1 L larutan MgCl₂ 10⁻⁴ ditambah 1 L larutan NH₃ 0,01 M jika K_{sp} Mg(OH)₂ = $1,8 \times 10^{-11}$ dan K_b NH₃ = 10^{-5}

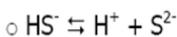
Pengendapan Sulfida

Pengendapan sulfida terjadi karena H₂S sering digunakan dalam analisis kualitatif anorganik, sehingga H₂S dapat digunakan sebagai pereaksi. Syarat logam dapat mengendap apabila Q_{sp} lebih besar dari harga K_{sp} nya. Pengaturan pH dapat menyelidiki logam mana yang dapat mengendap lebih dahulu. Hal ini dapat diamati dengan melihat korelasi $[H^+]$ dengan $[S^{2-}]$.

H₂S merupakan asam lemah diprotik sehingga akan terdissosiasi dalam dua tahap yaitu...



$$K_1 = \frac{[H^+].[HS^-]}{[H_2S]} = 9,1.10^{-8} \quad \dots\dots\dots (1)$$



$$K_2 = \frac{[H^+].[S^{2-}]}{[HS^-]} = 1,2.10^{-15} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Perkalian dua persamaan 1 dan 2 maka akan menghasilkan:

$$K_1 \times K_2 = \frac{[H^+]^2.[S^{2-}]}{[H_2S]} = 1,09.10^{-22} \approx 10^{-22}$$

Pada suhu kamar, molaritas larutan jenuh H_2S mendekati 0,1 M. Oleh karena merupakan asam lemah, maka disosiasi diabaikan dan nilai $[\text{H}_2\text{S}] = 0,1 \text{ M}$. Persamaannya kemudian menjadi:

$$\frac{[\text{H}^+]^2 \cdot [\text{S}^{2-}]}{0,1} = 10^{-22}$$

$$[\text{H}^+]^2 \cdot [\text{S}^{2-}] = 10^{-23}$$

$$[\text{S}^{2-}] = \frac{10^{-23}}{[\text{H}^+]^2}$$

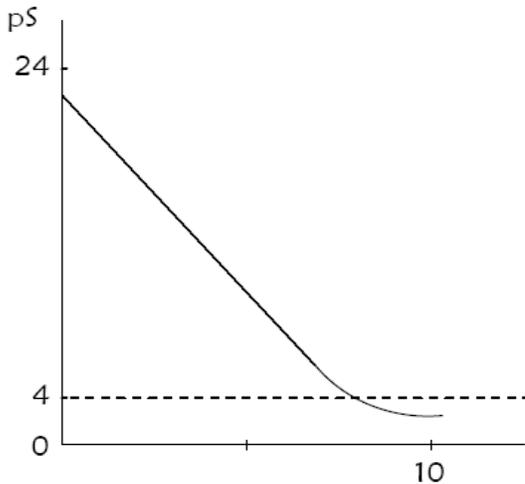
analog pH

$$\text{pS} = 23 - 2 \text{ pH}$$

NB : Ini hanya berlaku untuk pH 0 – 8
 Pada pH > 8 → diss H_2S harus diperhitungkan

► Hubungan antara pS dan pH

Hubungan antara pS dan pH ditunjukkan oleh gambar 1 berikut :



Gambar 1. Hubungan antara pS dan pH

Contoh:

1. Suatu larutan mengandung 0,1 M CuSO_4 dan 0,1 M MnSO_4 . Apa yang akan terjadi jika:
 - a. Larutan diasamkan hingga pH 2, lalu dijenuhkan dengan gas H_2S ?
 - b. Larutan ditambahkan larutan ammonium sulfide dan pH dibuat 10?

(Jika diketahui: $K_{sp} \text{CuS} = 1 \times 10^{-44}$ dan $K_{sp} \text{MnS} = 1,4 \times 10^{-15}$)

Bab 8

Dasar Analisis Kuantitatif

A. Tujuan Pembelajaran

Mahasiswa dapat memahami dasar analisis kuantitatif seperti proses penimbangan, pembuatan larutan, dan penentuan reaksi pembatas.

B. Pendahuluan

Industri farmasi sangat memerlukan ahli-ahli analisis di bidang kefarmasian. Analisis kimia meliputi analisis kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif ialah analisis yang mengidentifikasi ada tidaknya suatu senyawa ada pada sampel, sedangkan analisis kuantitatif ialah menentukan jumlah kadar senyawa yang ada pada sampel uji.

C. Penimbangan Bahan

Menimbang suatu sampel menjadi hal yang diperhatikan dalam analisis kuantitatif. Kesalahan dalam menimbang dapat membuat kesalahan dalam analisis. Penimbangan suatu sampel biasanya menggunakan alat timbang analitik. Jenis-jenis timbangan analitik yaitu:

1. Alat timbangan Makro/timbangan analitik (kepekaan: 0,1 mg)
2. Alat timbangan Semimikro (kepekaan 0,01 mg)
3. Alat timbangan Mikro (kepekaan 0,001 mg)

Perbedaan masing-masing alat timbangan tersebut ialah:

Misal:

1. Kesalahan penimbangan suatu sampel sebanyak 20 mg yang ditimbang dengan timbangan analitik ialah sebesar: $(0,1/20) \times 100\% = 0,5 \%$
2. Kesalahan penimbangan suatu sampel sebanyak 100 mg yang ditimbang dengan timbangan analitik ialah sebesar: $(0,1/100) \times 100\% = 0,1 \%$

Dua kasus tersebut menandakan bahwa apabila sampel yang kita gunakan semakin sedikit, maka diharuskan penggunaan alat timbangan yang kepekaannya lebih baik. Hal ini akan mengurangi kesalahan-kesalahan dalam penimbangan.

Menimbang suatu sampel dapat dilakukan dengan saksama (timbang saksama) dan lebih kurang (timbang lebih kurang). Perbedaan keduanya ialah:

1. Timbang dengan saksama
2. Timbang lebih kurang

Proses penimbangan yang dilakukan dalam penentuan jumlah analit dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Penimbangan Langsung

Cara menimbang langsung:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{- berat botol timbang kosong} & = & 10.2368 \text{ g} \\
 \text{- berta botol timbang + zat} & \underline{=} & \underline{10.8796 \text{ g}} \\
 \rightarrow \text{ berat zat} & = & 0.6428 \text{ g}
 \end{array}$$

2. Penimbangan tidak langsung

Cara menimbang tidak langsung

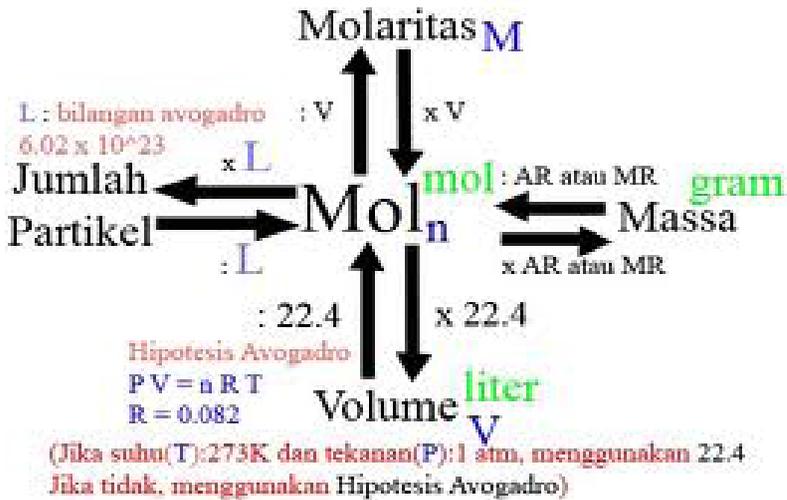
- berat botol timbang + zat = 12.3456 g

- berat botol timbang + zat sisa = 11.6952 g -

→ berat zat = 0.6504 g

D. Konsep Mol

Mempelajari konsep mol merupakan dasar dalam mendalami analisis kuantitatif. Dengan pemahaman konsep mol, kita akan mampu memahami proses pembuatan larutan (berkaitan dengan konsentrasi larutan) dan juga memahami prinsip reaksi (seperti reaksi pembatas dan lain-lain). Beberapa alur dasar pemahaman konsep mol diilustrasikan seperti Gambar 31.



Gambar 31. Prinsip dasar perhitungan konsep Mol

E. Membuat Konsentrasi Larutan

Larutan merupakan campuran homogen antara zat terlarut (zarut) dan pelarutnya (solven). Pelarut murni ialah air dan kadang kala menggunakan pelarut cair lainnya, seperti benzene, kloroform, eter, dan alkohol. Proses pembuatan larutan bertujuan untuk menghasilkan konsentrasi larutan tersebut. Misalnya, mahasiswa membuat larutan dengan alkohol 20 mL dan air sebagai pelarut sebanyak 80 mL. Artinya, konsentrasi alkohol tersebut sebesar 20%. Oleh karena itu, kita perlu mengenal beberapa satuan konsentrasi larutan.

1. Molalitas

Molalitas menyatakan jumlah mol zat terlarut dalam setiap kilogram (1000 gram) pelarut.

$$m = \frac{\text{mol zat terlarut}}{\text{kg pelarut}} = \frac{\text{mol zat terlarut}}{\text{g pelarut}} \times 1000 \text{ g / kg}$$

2. Molaritas

Molaritas menyatakan jumlah mol zat terlarut dalam setiap liter larutan.

$$M = \frac{\text{gr}}{\text{Mr} \times \text{Ltr}} = \frac{\text{gr}}{\text{Mr}} \times \frac{1000}{\text{mL}}$$

3. Normalitas

Normalitas menyatakan jumlah ekuivalen zat terlarut dalam setiap liter larutan.

$$N = \frac{\text{ekuivalen solute}}{\text{L larutan}} = \frac{\frac{\text{massa solute}}{\text{massa ekuivalen}}}{L} = \frac{\frac{\text{gram}}{\text{Mr}}}{L} = \frac{n \times \frac{\text{gram}}{\text{Mr}}}{L} = \frac{n \times \text{mol}}{L} = n \times M$$

Massa ekuivalen adalah massa zat yang diperlukan untuk menangkap atau melepaskan 1 mol elektron dalam reaksi (reaksi redoks)

4. Persen

Persen dalam analisis terbagi menjadi empat jenis, yaitu:

- a. Persen berat (%W, w/w)

Persen berat menyatakan jumlah gram berat zat terlarut dalam 100 gram larutan.

$$\%w_A = \frac{w_A}{w_{total}} \times 100\%$$

- b. Persen volume (%V, v/v)

Persen volume menyatakan jumlah ml volume zat terlarut dalam 100 ml larutan.

Persen volume (% v) biasanya digunakan untuk cair dalam cair atau gas dalam gas.

$$\%V_A = \frac{V_A}{V_{total}} \times 100\%$$

- c. Persen w/v (%w/v)

Persen berat/volume ini dinyatakan sebagai persentase dari acuan 1 g/100 ml.

- d. Persen v/w (% v/w)

Persen volume/berat ini dinyatakan sebagai persentase dari acuan 1ml/100 g.

5. ppm dan ppb

Bagian-per notasi yang digunakan dalam sains dan rekayasa untuk menunjukkan proporsi relatif dalam jumlah yang diukur; khususnya di nilai rendah (tinggi rasio) proporsi di bagian per-juta (ppm) 10^{-6} , bagian-per-miliar (ppb) 10^{-9} , dan bagian-per-triliun (ppt) 10^{-12} .

Satuan ppm atau “*Part per Million*”, atau dalam Bahasa Indonesia menjadi “Bagian per Sejuta Bagian”, adalah satuan konsentrasi yang sering dipergunakan di cabang Kimia Analisis

untuk menunjukkan kandungan suatu senyawa dalam suatu larutan, misalnya kandungan garam dalam air laut, kandungan polutan dalam sungai, atau biasanya kandungan yodium dalam garam juga dinyatakan dalam ppm.

Seperti namanya, konsentrasinya merupakan perbandingan antara berapa bagian senyawa dalam satu juta bagian suatu sistem. Sama halnya dengan “persentase” yang menunjukkan bagian per seratus. Rumus ppm adalah sebagai berikut.

ppm = jumlah bagian spesies/satu juta bagian sistem tempat spesies itu berada

sehingga ppm = mg/L atau mg/Kg

PPB (*part per billion*)

Satuan ppb atau “*Part per Billion*”, yang dalam bahasa Indonesia menjadi “Bagian per Semiliar Bagian”, sering digunakan untuk menunjukkan kandungan suatu senyawa dalam suatu larutan, misalnya kandungan garam dalam air laut, kandungan polutan dalam sungai, atau biasanya kandungan yodium dalam garam juga dinyatakan dalam ppb.

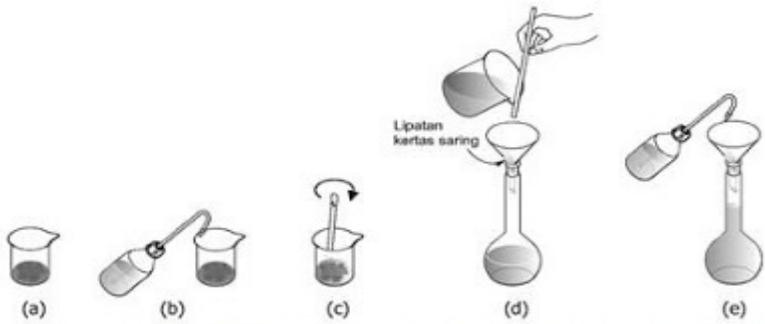
Seperti namanya yaitu ppb, konsentrasinya merupakan perbandingan antara berapa bagian senyawa dalam satu juta bagian suatu sistem. Sama halnya dengan “prosentase” yang menunjukkan bagian per seratus.

Rumus ppb adalah sebagai berikut;

ppb = jumlah bagian spesies/satu miliar bagian sistem tempat spesies itu berada

6. Pembuatan larutan

Larutan dibuat dengan konsentrasi yang diinginkan dengan menggunakan labu takar. Langkah dalam membuat larutan ditunjukkan dalam Gambar 32.



Gambar 32. Proses pembuatan larutan kimia

- a. Zat padat ditimbang sesuai hitungan, kemudian dimasukkan zat padat ke dalam gelas kimia
- b. Ditambahkan sedikit akuades untuk melarutkan zat padat
- c. Larutan diaduk sampai zat padat terlarut semuanya
- d. Larutan dimasukkan ke dalam labu volumetrik
- e. Ditambahkan akuades sampai batas skala labu volumetrik.

7. Pengenceran

Pengenceran merupakan salah satu cara untuk membuat larutan yang encer dari larutan pekatnya. Rumus yang digunakan dalam perhitungan pengenceran ialah sebagai berikut.

Contoh:

Suatu larutan dengan konsentrasi KMnO_4 1 M diencerkan menjadi konsentrasi 0,01 M. Perhitungan dalam rumus pengenceran yang digunakan ialah:

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

M_1 = Molaritas larutan sebelum pelarutan

V_1 = Volume larutan sebelum pelarutan

M_2 = Molaritas larutan sesudah pelarutan

V_2 = Volume Molaritas larutan sesudah pelarutan

Kasus pembuatan larutan encer KMnO_4 dengan menggunakan pengenceran:

$$V_1 M_1 = V_2 M_2$$

$$V_1 1M = 50 \text{ mL } 0,01 M$$

$$V_1 = 0,5 \text{ mL}$$

Dengan demikian, kita mengambil 0,5 mL dari larutan KMnO_4 1 M, kemudian diencerkan menjadi volume 50 mL.

8. Pencampuran

Proses pencampuran di sini ialah proses mencampurkan senyawa yang sama beda konsentrasi supaya memperoleh konsentrasi yang baru. Rumus yang digunakan dalam pencampuran ialah sebagai berikut.

$$M_c = \frac{V_1 M_1 + V_2 M_2 + V_3 M_3 + \dots}{V_1 + V_2 + V_3 + \dots}$$

dengan:

M_c = Molaritas campuran

V_1 = Volume larutan 1

M_1 = Molaritas larutan 1

V_2 = Volume larutan ke-2

M_2 = Molaritas larutan ke-2

V_3 = Volume larutan ke-3

M_3 = Molaritas larutan ke-3

dan seterusnya.

Contoh:

Jika 100 mL larutan HCL 0,1 M dicampurkan dengan 150 mL larutan HCL 0,2 M, berapakah konsentrasi larutan setelah kedua larutan tersebut dicampurkan?

Jawab:

$$V_1 = 100 \text{ mL}, M_1 = 0,1 M$$

$$V_2 = 150 \text{ mL}, M_2 = 0,2 M$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka } M_c &= \frac{V_1 M_1 + V_2 M_2}{V_1 + V_2} \\
 &= \frac{(100 \times 0,1) + (150 \times 0,2)}{100 + 150} \\
 &= \frac{40}{250} = 0,16 \text{ M}
 \end{aligned}$$

9. Menentukan faktor pengenceran

Pengenceran larutan merupakan hal yang penting dalam analisis kuantitatif. Dalam perhitungan analisis, biasanya larutan yang diukur berbentuk larutan encer. Oleh sebab itu, pengenceran menjadi dasar pengukuran kuantitatif. Akan tetapi, hasil yang kita nyatakan seharusnya mencerminkan kadar sebelum dilakukan pengenceran. Oleh karena itu, kadang kala dalam analisis kuantitatif hasil analisis dari larutan encer perlu dikalikan Faktor Pengenceran (FP) untuk memperoleh kadar sebelum pengenceran. Perhitungan faktor pengenceran ialah sebagai berikut:

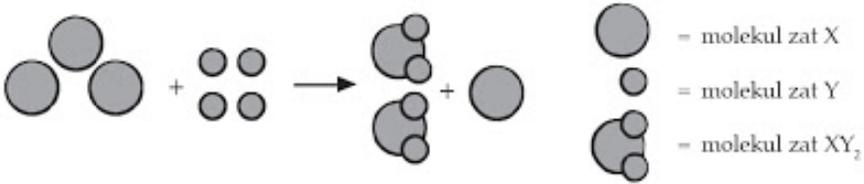
$$\text{FP} = \text{volume yang dibuat} / \text{volume yang diambil}$$

Contoh aplikasinya ialah saat menetapkan kadar asam asetat dalam cuka. Sampel cuka diambil 10,0 mL, kemudian ditempatkan pada labu takar 250,0 mL dan diimpitkan sampai tanda tera. Maka FP percobaan tersebut adalah 250/10 atau 25x pengenceran.

F. Menentukan Reaksi Pembatas

Pereaksi pembatas ialah pereaksi yang membatasi jumlah pereaksi lain yang dapat bereaksi. Pereaksi pembatas akan habis dan pereaksi yang lain akan bersisa. Penentuan reaksi pembatas dapat ditentukan dengan perbandingan mol:koefisien reaksi masing-masing pereaksi.

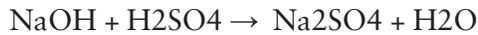
Hasil perbandingan terkecil merupakan pereaksi pembatas. Ilustrasi reaksi pembatas ditunjukkan gambar berikut ini.



Gambar 33. Ilustrasi penentuan reaksi pembatas dalam reaksi kimia

Contoh:

Larutan NaOH 1 mol direaksikan dengan 1 mol H₂SO₄ sesuai reaksi:



tentukan:

- a. Pereaksi pembatas
- b. Pereaksi yang sisa
- c. mol Na₂SO₄ dan mol H₂O yang dihasilkan

Bab 9

Gravimetri

A. Tujuan Pembelajaran

Mahasiswa dapat memahami penentuan kadar dalam suatu sampel dengan metode gravimetri.

B. Prinsip Dasar

Gravimetri merupakan salah satu metode analisis kuantitatif yang didasarkan pada penentuan massa atau perubahan massa senyawa murni pada suatu analit/sampel. Oleh karena hubungan dengan massa suatu senyawa, metode gravimetri tidak akan lepas dari penimbangan, sehingga ada yang mengenal analisis gravimetri sebagai suatu bentuk analisis kuantitatif yang berupa penimbangan.

Penimbangan dalam analisis gravimetri merupakan penimbangan hasil reaksi sebelum dilakukan penimbangan. Hasil reaksi ini dapat berupa sisa bahan atau suatu gas yang terjadi atau suatu endapan yang dibentuk dari bahan yang dianalisis. Gravimetri merupakan cara analisis tertua dan paling murah, tetapi memerlukan waktu yang relatif lama dan hanya dapat digunakan untuk kadar komponen yang cukup besar.

Terdapat dua cara penentuan kadar secara gravimetrik:

1. Metode langsung atau *direct analysis*

Penentuan kadar analit dengan metode gravimetri secara langsung biasanya terjadi karena perbedaan antara massa yang tersaring dengan massa awalnya. Apabila kita mempunyai larutan Pb^{2+} dan kita melihat jumlah Pb^{2+} tetapi larutan Pb tidak dapat disaring, maka perlu diubah bentuknya menjadi padatan dengan proses oksidasi menjadi endapan PbO_2 dengan elektroda Pt. Reaksi yang terjadi seperti berikut:

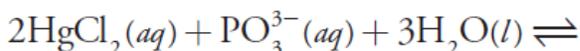


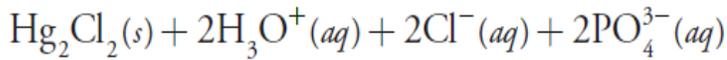
Hasil endapan PbO_2 tersebut kemudian dilakukan penimbangan. Penentuan ini juga disebut sebagai *direct analysis*.

2. Metode tidak langsung atau *indirect analysis*

Penentuan kadar analit dengan metode gravimetri secara tidak langsung merupakan metode yang tidak langsung menentukan kadar analit dari hasil penimbangan. Misalnya, menentukan kandungan air pada sampel makanan dengan metode penguapan. Penentuan perubahan massa adsorben/massa makanan merupakan penentuan langsung, tetapi pendekatan terhadap berat sampel makanan sebelum dan setelah pemanasan sebagai indikasi kandungan air yang ada dinamakan *indirect analysis*. Sebab, dalam penentuan suatu analit menggunakan sinyal/tanda yang proposional pada perubahan massa awal.

Metode tidak langsung juga dapat teramati pada penentuan fosfit (PO_3^{3-}) dengan mereduksi Hg^{2+} menjadi Hg_2^{2+} dan dengan hadirnya Cl^- akan mengendap membentuk Hg_2Cl_2 seperti reaksi berikut:





Jika kita tambahkan Hg_2Cl_2 berlebih, maka produksi mol PO_4^{3-} sebanding dengan mol Hg_2Cl_2 . Pengendapan massa ini digunakan untuk pengukuran tidak langsung jumlah PO_4^{3-} dalam suatu sampel.

C. Cara Aplikasi Gravimetri

Analisis gravimetri didasarkan pada pengukuran berat analit dalam suatu sampel yang dilakukan dalam tiga cara berikut ini.

1. Cara Penguapan

Cara penguapan dalam proses gravimetri banyak digunakan dalam proses penentuan kandungan air (*water content*) dalam sampel dan pemurnian senyawa hasil. Penentuan kandungan air dapat dilakukan dengan melakukan pemanasan antara suhu 110-120°C sampai berat sampel konstan. Hasil kandungan air dalam sampel dapat ditentukan dengan rumus:

$$\text{Kandungan air (\%)} = \frac{\text{Berat Basah} - \text{Berat Kering (g)}}{\text{Berat Sampel (g)}} \times 100 \%$$

2. Cara Elektrolisis

Cara elektrolisis merupakan cabang ilmu kimia yang didasarkan pada proses oksidasi-reduksi untuk memperoleh padatan logam yang terbentuk. Penentuan jumlah padatan logam tersebut dapat dilakukan dengan metode gravimetri.

3. Cara Pengendapan

Cara pengendapan merupakan proses pembentukan senyawa baru karena adanya penurunan kelarutan senyawa. Contohnya, AgNO_3 dengan kelarutan sebesar 1220 g/L (0°C) akan mengendap jika direaksikan dengan larutan HCl membentuk endapan putih AgCl ($K_{sp} = 1,8 \times 10^{-10}$). Sangat kecilnya harga K_{sp} AgCl tersebut merupakan indikasi menurunnya kelarutan senyawa AgCl ($S = 1.9$

$\times 10^{-3}$ g/L), sehingga menyebabkan terjadinya proses pengendapan senyawa.

Kinerja metode gravimetric dalam penentuan kadar analit ialah:

1. Relatif lambat
2. Memerlukan sedikit peralatan (oven dan timbangan)
3. Tidak memerlukan kalibrasi
4. Akurasi 1-2 bagian per seribu
5. Selektivitas tidak terlalu spesifik
6. Sensitivitas analit $> 1\%$.

D. Konsep Bobot Tetap

Konsep bobot tetap dalam analisis gravimetri merupakan hal yang perlu diperhatikan. Terdapat dua penimbangan yang memerlukan ketelitian dalam konsep bobot tetap analisis gravimetri, yaitu:

1. Bobot konstan *Crucible*

Krusibel merupakan alat yang digunakan sebagai penyaring endapan. Oleh karena itu, sebelum krusibel digunakan harus dibuat bobotnya konstan. Bobot konstan untuk krusibel ialah apabila pengulangannya memiliki selisih 0,3 mg.

2. Bobot konstan Endapan

Proses penentuan endapan yang diperoleh dalam analisis gravimetri harus dalam bobot konstan. Pengulangan massa endapan dalam krusibel ialah dalam selisih 0,4 mg.

E. *Soluble dan Insoluble*

Suatu zat dikatakan *insoluble* (sukar larut) apabila kurang dari 0,1 gram zat dalam 1000 g pelarut. Beberapa senyawa dengan keadaan kelarutannya ialah sebagai berikut.

- Semua senyawa logam alkali (grup IA) larut
- Semua senyawa ammonium larut

- Semua senyawa NO_2^- larut kecuali dengan Ag^+
- Senyawa halogenida larut kecuali dengan Ag^+
- Senyawa SO_4^{2-} larut kecuali Ca , Ag (sedikit larut), Ba , Hg^{2+} dan Pb (sukar larut)
- Senyawa CO_3^{2-} , PO_4^{2-} , S^{2-} sukar larut kecuali IA , NH_4^+

F. Proses Pengendapan

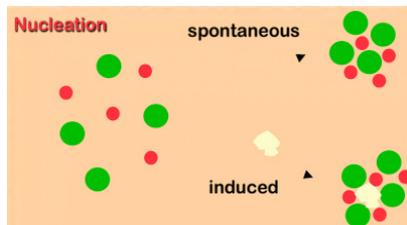
Proses endapan yang terjadi dalam analisis gravimetri harus diperhatikan. Endapan yang diharapkan harus dalam bentuk kristal besar, bukan *colloidal*, karena kemudahan saat penyaringan.

Proses pembentukan endapan melalui dua tahapan seperti berikut.

a. Nukleasi

Proses nukleasi merupakan pembentukan unit awal molekul oleh sejumlah atom atau io (inti endapan). Proses ini dapat terjadi melalui nukleasi spontan dan nukleasi terinduksi.

Proses nukleasi spontan dan terinduksi merupakan suatu endapan yang hanya mampu menghasilkan ukuran yang kecil sehingga sulit disaring dan menyebabkan besarnya kesalahan. Proses nukleasi ini diilustrasikan oleh gambar 34.

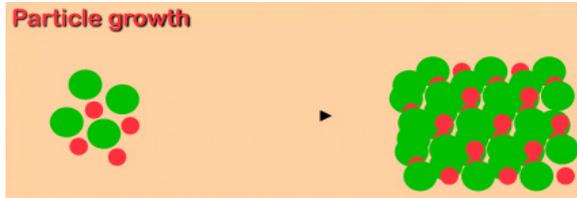


Gambar 34. Proses nukleasi suatu zat

b. Pertumbuhan partikel

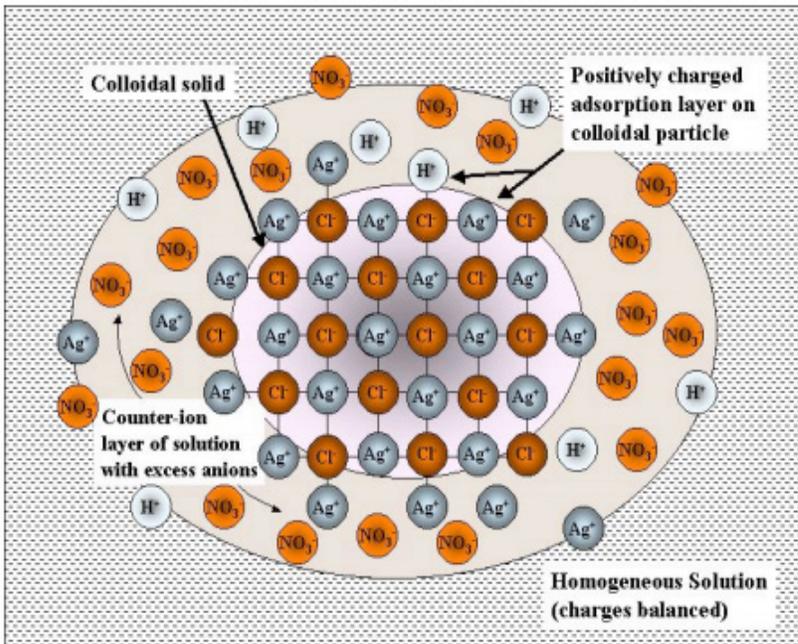
Proses pertumbuhan partikel didahului oleh pembentukan nukleasi, kemudian ada serangan ion lain yang membentuk suatu kristal yang besar. Pertumbuhan partikel dapat terjadi apabila

proses nukleasi dapat diminimalkan, yaitu dengan penambahan reagen pengendap tidak terlalu berlebihan. Proses pertumbuhan partikel diilustrasikan oleh gambar 35.



Gambar 35. Proses pertumbuhan partikel dalam pembentukan endapan

Proses pengendapan dengan suatu agen pengendap perlu memperhatikan beberapa hal. Kurangnya agen pengendap juga menjadikan endapan yang dihasilkan tidak menggambarkan jumlah analit yang ada. Akan tetapi, jika agen pengendap terlalu banyak, proses nukleasi akan semakin besar. Kelebihan agen pengendap akan membentuk suatu adsorpsi pada permukaan endapan. Jadi, reagen pengendap harus berlebih, tetapi tidak boleh terlalu berlebihan. Ilustrasi proses adsorpsi pada kelebihan agen pengendap diilustrasikan dalam gambar 36.



Gambar 36. Proses pengendapan AgCl dengan adanya kelebihan larutan AgNO_3

G. Agen Pengendap

Agen pengendap merupakan suatu jenis pereaksi yang mampu membentuk endapan dengan analit yang diinginkan. Agen pengendap secara umum dibagi menjadi dua, yaitu:

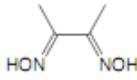
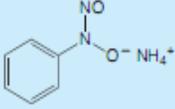
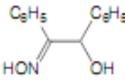
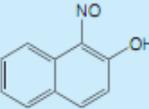
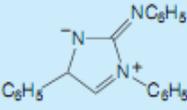
1. Agen pengendap anorganik seperti HCl , AgNO_3
2. Agen pengendap Organik seperti DMG.

Beberapa jenis agen pengendap anorganik dan organik disajikan pada tabel berikut.

Tabel IV. Beberapa jenis agen pengendap anorganik dan analit yang diendapkan

Analyte	Precipitant	Precipitate Formed	Precipitate Weighed
Ba ²⁺	(NH ₄) ₂ CrO ₄	BaCrO ₄	BaCrO ₄
Pb ²⁺	K ₂ CrO ₄	PbCrO ₄	PbCrO ₄
Ag ⁺	HCl	AgCl	AgCl
Hg ₂ ²⁺	HCl	Hg ₂ Cl ₂	Hg ₂ Cl ₂
Al ³⁺	NH ₃	Al(OH) ₃	Al ₂ O ₃
Be ²⁺	NH ₃	Be(OH) ₂	BeO
Fe ³⁺	NH ₃	Fe(OH) ₃	Fe ₂ O ₃
Ca ²⁺	(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄	CaC ₂ O ₄	CaCO ₃ or CaO
Sb ³⁺	H ₂ S	Sb ₂ S ₃	Sb ₂ S ₃
As ³⁺	H ₂ S	As ₂ S ₃	As ₂ S ₃
Hg ²⁺	H ₂ S	HgS	HgS
Ba ²⁺	H ₂ SO ₄	BaSO ₄	BaSO ₄
Pb ²⁺	H ₂ SO ₄	PbSO ₄	PbSO ₄
Sr ²⁺	H ₂ SO ₄	SrSO ₄	SrSO ₄
Be ³⁺	(NH ₄) ₂ HPO ₄	NH ₄ BePO ₄	Be ₂ P ₂ O ₇
Mg ²⁺	(NH ₄) ₂ HPO ₄	NH ₄ MgPO ₄	Mg ₂ P ₂ O ₇
Zn ²⁺	(NH ₄) ₂ HPO ₄	NH ₄ ZnPO ₄	Zn ₂ P ₂ O ₇
Sr ²⁺	KH ₂ PO ₄	SrHPO ₄	Sr ₂ P ₂ O ₇
CN ⁻	AgNO ₃	AgCN	AgCN
I ⁻	AgNO ₃	AgI	AgI
Br ⁻	AgNO ₃	AgBr	AgBr
Cl ⁻	AgNO ₃	AgCl	AgCl
ClO ₃ ⁻	FeSO ₄ /AgNO ₃	AgCl	AgCl
SCN ⁻	SO ₂ /CuSO ₄	CuSCN	CuSCN
SO ₄ ²⁻	BaCl ₂	BaSO ₄	BaSO ₄

Tabel V. Beberapa jenis agen pengendap organik dan analit yang diendapkan

Analyte	Precipitant	Structure	Precipitate Formed	Precipitate Weighed
Ni ²⁺	dimethylglyoxime		Ni(C ₄ H ₇ O ₂ N ₂) ₂	Ni(C ₄ H ₇ O ₂ N ₂) ₂
Fe ³⁺	cupferron		Fe(C ₆ H ₅ N ₂ O ₂) ₃	Fe ₂ O ₃
Cu ²⁺	cupron		CuC ₁₄ H ₁₁ O ₂ N	CuC ₁₄ H ₁₁ O ₂ N
Co ²⁺	1-nitroso-2-naphthol		Co(C ₁₀ H ₆ O ₂ N) ₃	Co or CoSO ₄
K ⁺	sodium tetraphenylborate	Na[B(C ₆ H ₅) ₄]	K[B(C ₆ H ₅) ₄]	K[B(C ₆ H ₅) ₄]
NO ₃ ⁻	nitron		C ₂₀ H ₁₆ N ₄ HNO ₃	C ₂₀ H ₁₆ N ₄ H-NO ₃

H. Kelewatjenuhan Relatif

Proses kelewatjenuhan adalah untuk menentukan jenis ukuran partikel yang diinginkan. Jenis partikel dibagi menjadi dua:

1. Suspensi koloidal (proses nukleasi)

Ukuran 10⁻⁶-10⁻⁴ mm dan susah disaring.

2. Suspensi kristalin (pertumbuhan kristal)

Ukuran 10⁻¹-10 mm mudah disaring dengan kemurnian yang lebih besar daripada koloid.

Pembentukan suatu endapan kristalin harus melalui beberapa tahapan.

1. Pengendapan dilakukan dalam larutan encer
2. Pereaksi ditambahkan secara perlahan-lahan
3. Pengendapan dilakukan dalam kondisi panas
4. Pengendapan diendapkan dekat dengan pH endapan.

Mengapa harus demikian? Hal ini berhubungan dengan prinsip RS (*Relative Supersaturation*)

$$RS = \frac{Q - S}{S}$$

dengan:

RS : *Relative Supersaturation*/kelewatjenuhan relatif

Q : Konsentrasi zat terlarut

S : Kelarutan dalam kesetimbangan

Pengaruh RSS:

- a. Proses didominasi nukleasi, sehingga endapan membentuk partikel kecil dan RSS meningkat
- b. Proses didominasi oleh pertumbuhan partikel, sehingga endapan berukuran besar (kristal) dan RSS menurun.

Proses RSS mampu mengarahkan pembentukan endapan yang terbentuk, baik endapan koloidal maupun kristalin. Oleh karena itu, pengaruh tahapan dalam RSS ialah:

- a. Pengendapan dilakukan dalam larutan encer (Q kecil)
- b. Pereaksi ditambahkan secara perlahan-lahan dengan pengadukan (Q kecil)
- c. Pengendapan dilakukan dalam kondisi panas (S besar)
- d. Pengendapan diendapkan dekat dengan pH endapan akan menurunkan kelarutan produk (S besar)

I. Proses Pengganggu dalam Suatu Endapan

Terdapat dua macam proses pengotor dalam pembentukan endapan, yaitu:

1. Kopresipitasi

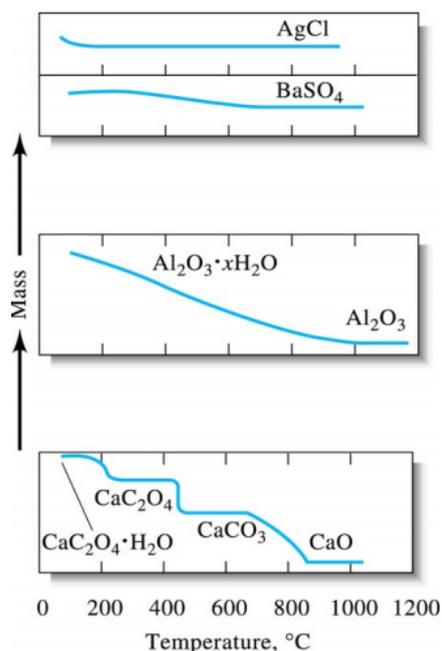
Proses ini dapat terjadi dalam dua tipe, yaitu oklusi dan adsorpsi permukaan. Oklusi ialah masuknya partikel (terperangkap) dalam butiran kristal karena proses pertumbuhan kristal yang cepat. Pencegahannya ialah dengan cara penambahan reagen secara perlahan dan dibantu pemanasan. Sementara itu, adsorpsi permukaan terjadi karena pembentukan nukleus dari proses nukleasi semakin besar, sehingga peluang proses adsorpsi permukaannya makin besar.

2. Pospresipitasi

Proses ini merupakan pembentukan endapan kedua setelah endapan pertama selesai terbentuk. Misalkan suatu campuran mengandung Cu^{2+} dan Zn^{2+} akan diendapkan, maka Cu akan mengendap dalam bentuk CuS dan Zn juga akan mengendap dalam bentuk ZnS.

J. Pengaruh Pemanasan atau Pemijaran

Pemijaran dan pemanasan pada tahapan ini merupakan pengeringan hasil endapan yang diperoleh. Apabila dipanaskan, beberapa endapan akan membentuk endapan baru, sehingga zat yang kita timbang merupakan zat bentuk lainnya. Ilustrasi pengaruh pemanasan ditunjukkan Gambar 37.



Gambar 37. Pengaruh pemanasan pada bentuk endapan yang dihasilkan

K. Penentuan Kadar Secara Gravimetri

$$\text{Persen Endapan (\%, b/b)} = \frac{\text{Berat Endapan (g)}}{\text{Berat Sampel (g)}} \times 100 \%$$

atau

$$\text{Persen Endapan (\%, b/v)} = \frac{\text{Berat Endapan (g)}}{\text{Berat Sampel (mL)}} \times 100 \%$$

Apabila endapan yang kita peroleh mengalami perubahan bentuk endapan karena proses pemanasan, maka perlu diperhatikan faktor gravimeternya, sehingga perhitungan persen endapan ialah sebagai berikut.

$$\text{Berat Endapan (g)} = \text{Berat yang ditimbang (g)} \times \underbrace{\frac{a \text{ (mol endapan)} \quad \text{BM berat endapan}}{b \text{ (mol ditimbang)} \quad \text{BM berat ditimbang}}}_{\text{Faktor Gravimetri (FG)}}$$

$$\text{Berat Endapan (g)} = \text{berat yang ditimbang} \times \text{FG (factor gravimetric)}$$

$$\text{Berat yang ditimbang (g)}$$

$$\text{Persen Endapan (\%)} = \frac{\text{Berat Endapan (g)}}{\text{Berat Sampel (g)}} \times \text{FG} \times 100 \%$$

L. Latihan Soal

1. Penentuan jumlah Fe_3O_4 dalam suatu sampel 1,54 g yang dilarutkan dalam HCl, sehingga membentuk Fe^{2+} dan Fe^{3+} . Untuk memperoleh total Fe^{3+} maka dioksidasi dengan HNO_3 . Setelah itu ditambahkan NH_3 sehingga membentuk endapan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ kemudian disaring dan dipanaskan dan dihasilkan endapan Fe_2O_3 murni sebesar 0,85 g. Tentukan %w/w Fe_2O_3 , Fe^{3+} , dan Fe_3O_4 dalam sampel!
2. Penentuan besi dalam 5,4 sampel dan dihasilkan 0,38 g endapan Fe_2O_3 . Tentukan % endapan besi dalam sampel!

Bab 10

Pengantar Volumetri

A. Tujuan Pembelajaran

Mahasiswa dapat memahami titrasi volumetri dan mampu memahami perhitungan konsentrasi fase campuran.

B. Pendahuluan

Macam-macam alat pengukur volume di antaranya labu takar, buret, pipet volum, pipet ukur, gelas beker, dan gelas ukur. Alat untuk mengukur banyaknya volume secara kuantitatif adalah:

1. Labu takar

Perbedaan volume yang diperkenankan ialah:

Volume (ml)	25	50	100	250	500	1000	2000
Perbedaan \pm ml	0,03	0,04	0,06	0,1	0,15	0,2	0,4

2. Buret

Batas perbedaan volume yang diperkenankan ialah:

Volume	10	25	50
Pembagian skala	0,02	0,10	0,10
Batas kesalahan (ml)	0,02	0,03	0,05

3. Pipet volume

Batas perbedaan volume yang diperkenankan ialah:

Pipet ml	2	20	30	50	100	200
Pengosongan detik	7-15	20-35		25-40	30-50	50-75
Perbedaan ± ml	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,10

Volumetri atau titrimetri adalah suatu analisis kuantitatif berdasarkan volume konstan yang dihubungkan dengan reaksi stokiometri sederhana dari suatu reaksi kimia.

Azas Umum:

Suatu molekul senyawa aA jika direaksikan dengan suatu molekul titran tT → mol produk

dengan:

a: molekul analit A (titrat)

t: molekul reagensia T (titran)

aA → dimasukkan dalam labu erlemeyer, tT dimasukkan dalam buret, dengan molekul titran sudah diketahui kadarnya, dapat dalam Molaritas (M) atau Normalitas (N).

Antara molekul analit dengan molekul titran terjadi reaksi hingga setara secara kimia.

$$TA \approx TE$$

Dalam volumetri, untuk mempermudah pengamatan titik akhir titrasi yang diharapkan berhimpit dengan titik ekuivalensi ditambahkan dengan suatu indikator. Indikator adalah suatu senyawa yang diharapkan dapat menanggapi kelebihan molekul titran T.

Respon indikator terhadap kelebihan volume titran yang dibutuhkan dapat lebih/kurang sesuai dari ketepatan pemilihan indikator.

Usahakan indikator $TA \approx TE$

C. Penggolongan Volumetri

1. Berdasarkan reaksi yang terjadi

a. Reaksi Netralisasi

PK ini berdasarkan pada perpindahan proton dari zat yang bersifat asam dan basa, baik dalam lingkungan air (asidi-alkalimetri) dan dalam lingkungan bebas air (TBA).

b. Reaksi Oksidasi Reduksi (Redoks)

Reaksi ini berdasarkan pada perpindahan elektron. PK berdasarkan reaksi ini di antaranya serimetri, Permanganometri, serimetri, Iodi-iodometrimetri, iodatometri, bromometri, dan bromatometri.

c. Reaksi pengendapan

Reaksi ini berdasarkan pada terjadinya endapan yang sukar larut, misalnya PK secara argentometri.

d. Reaksi Pembentukan kompleks

Reaksi ini terjadi antara ion logam dengan suatu pembentuk kompleks suatu senyawa organik (ligan).

e. Reaksi Khusus

Reaksi khusus menggunakan jenis reaksi selain poin a-d, misalnya Nitrimetri, Pk air, dan lain-lain.

2. Berdasarkan Cara Titrasi

a. Titrasi langsung

Melakukan titrasi langsung terhadap zat yang akan ditetapkan. Cara ini mudah, cepat, dan sederhana.

b. Titrasi tidak langsung

Menambahkan titran secara berlebihan, kemudian kelebihan titran dititrasi dengan titran yang lain. Waktu yang dibutuhkan lebih lama dan kesalahan lebih besar.

3. Berdasarkan Jumlah sampel

- a. Titrasi makro ialah jika jumlah sampel sekitar 100-1000 mg, volume titran 10-100 mL, ketelitian buret 0,02 ml.
- b. Titrasi Semi mikro ialah jika jumlah sampel sekitar 10-100 mg, volume titran 1-10 mL, ketelitian buret 0,01 ml.
- c. Titrasi mikro ialah jika jumlah sampel sekitar 1-10 mg, volume titran 0,1-1 mL, ketelitian buret 0,001 ml.

Reagensia yang biasanya digunakan dalam volumetri:

Banyak dalam bentuk asam → mudah disimpan

Faktor yang harus diperhatikan:

1. Asam kuat/basa kuat
2. Tidak mudah menguap
3. Stabil
4. Garam dari asam tersebut mudah larut
5. bukan pengoksidasi kuat

Misalnya: HCl, H₂SO₄, HClO₄, HNO₂ (biasanya dalam bentuk garam Na)

Dalam volumetri dikenal dua macam standar, yaitu:

1. Standar Primer

Ciri-ciri standar primer:

- a. bersifat stabil
- b. dapat tersedia dalam bentuk murni
- c. tidak higroskopis/mudah dikeringkan (sebelum digunakan dikeringkan dalam oven)
- d. Berat Ekuivalensi/BE tinggi

Biasanya merupakan asam-basa kuat

2. Standar Sekunder

Standar sekunder bersifat tidak stabil, sehingga perlu dibakukan kembali sebagai titran dalam suatu proses titrasi.

Persyaratan untuk analisis volumetri/titrimetri yaitu:

- a. Harus sederhana (tidak ada produk lain)
- b. Reaksi harus praktis, cepat → penambahan katalisator
- c. Harus ada perubahan yang mencolok yang dapat diamati, sehingga ditambahkan indikator.

D. Konsentrasi yang Digunakan dalam Analisis Volumetri

Mempelajari konsentrasi metode konvensional tidak dapat dilepaskan dari ilmu stoikiometri, yaitu cabang ilmu kimia yang mempelajari hubungan antara bobot antara unsur-unsur & senyawa dalam Reaksi kimia. Beberapa istilah yang mesti dipahami antara lain:

1. BE: Bobot Ekuivalensi
2. M = Molaritas
3. N = Normalitas
4. F = Formalitas
5. Persen Bobot
6. Pengenceran
7. Perhitungan Kemurnian

Mencari nilai kesetaraan suatu reaksi yang terjadi tidak kalah pentingnya dari konsentrasi yang digunakan.

Manfaat mengetahui kesetaraan reaksi secara teoretis di antaranya:

1. Memilih suatu metode
2. Perkiraan konsentrasi yang diperoleh
3. Perkiraan berat yang digunakan dalam analisis

Syarat-syarat untuk dapat dilakukan analisis volumetri adalah:

1. Reaksinya harus cepat. Reaksi ionik memenuhi syarat.
2. Reaksinya cukup sederhana, sehingga dapat dinyatakan dalam persamaan reaksi.
3. Perubahan titik akhir (TA) yang mencolok (jelas)

4. Jika syarat nomor 3 tidak dipenuhi, dapat dibantu dengan penambahan indikator yang dapat diamati secara visual atau menggunakan potensiometer.

Kelebihan metode volumetri dibandingkan dengan gravimetri ialah lebih cepat, alat lebih sederhana, efisien, dan teliti.

E. Contoh Menghitung Kesetaraan

Contoh 1

Sebanyak 25.0 ml minuman ringan yang mengandung vitamin C (BM=176,12) dilarutkan dalam campuran yang terdiri atas 100 ml air bebas CO₂ dan 25 ml H₂SO₄ encer. Selanjutnya, larutan dititrasi dengan iodium 0,1 N, indikator amilum sampai terbentuk warna biru tetap. Dibutuhkan volume titran 5,25 ml. Berapakah kandungan vitamin C dalam minuman ringan tersebut?

Dalam reaksi terlihat bahwa 1 mol vitamin C setara dengan 1 mol I₂, yang berarti setara dengan 2 elektron, sehingga valensinya 2. Maka BE = BM/valensi = 176,12/2 = 88,06.

Jika $N = N \text{ ekivalensi/Volume}$

$$= \text{mg/BE}$$

$$= \text{mg} \times \text{valensi/BM}$$

Maka $\text{mg} = N \times \text{BM} \times \text{volume/valensi}$

Jadi kesetaraannya vitamin C adalah:

$$\text{mg} = 0,1 \times 176,12 \times 1/2$$

$$= 8,806$$

Sehingga 1 ml 0,1 N I₂ setara dengan 8,806 mg vitamin C

$$\begin{aligned} \text{Kadar Vitamin C} &= N \times V \times \text{BE/volume} \times 1000 \times 100\% \\ &= 0,1 \times 5,25 \times 88,06/25 \times 1000 \times 100\% \\ &= 0,185 \% \text{ (b/v)} \end{aligned}$$

Atau dengan menggunakan kesetaraan, maka kadar vitamin C:

$$\begin{aligned}
 &= N \times V \times \text{kesetaraan} / 25 \times 1000 \times 0,1 \times 100\% \\
 &= 0,1 \times 5,25 \times 8,806 / 25 \times 0,1 \times 1000 \times 100\% \\
 &= 0,185 \%
 \end{aligned}$$

Contoh 2

Sebanyak 250 mg serbuk yang mengandung asam salisilat (BM=138,12) ditimbang seksama, dilarutkan dalam 15 ml etanol 95% yang telah dinetralkan terhadap merah fenol LP (6,8 – 8,4). Campuran ditambah 20 ml air dan dititrasi dengan NaOH 0,1 N. Titik akhir titrasi dibutuhkan volume titran sebanyak 12,56 ml.

Berapakah kadar asam salisilat dalam serbuk di atas?

Reaksi yang terjadi:

1 mol asam salisilat bereaksi dengan 1 mol NaOH sehingga valensinya

1. Maka BE = BM/valensi = 138,12/1 = 138,12.

Jika $N = N \text{ ekivalensi} / \text{Volume}$

$$= \text{mg} / \text{BE}$$

$$= \text{mg} \times \text{valensi} / \text{BM}$$

Maka $\text{mg} = N \times \text{BM} \times \text{volume} / \text{valensi}$

Jadi kesetaraannya vitamin C adalah:

$$\text{mg} = 0,1 \times 138,12 \times 1/1$$

$$= 13,812$$

Sehingga 1 ml 0,1 N NaOH setara dengan 13,812 mg asam salisilat

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Vitamin C} &= N \times V \times \text{BE} / \text{bobot sampel} \times 100\% \\
 &= 0,1 \times 12,56 \times 138,12 / 250 \text{ mg} \times 100\% \\
 &= 69,39 \% \text{ (b/b)}
 \end{aligned}$$

Atau dengan menggunakan kesetaraan, maka kadar vitamin C:

$$\begin{aligned}
 &= N \times V \times \text{kesetaraan} / \text{bobot sampel} \times 0,1 \times 100\% \\
 &= 0,1 \times 12,56 \times 13,812 / 250 \times 01 \times 100\% \\
 &= 69,39 \% \text{ (b/b)}
 \end{aligned}$$

Bab II

Argentometri

A. Tujuan Pembelajaran

Mahasiswa dapat memahami dasar titrasi argentometri.

B. Pendahuluan

Argentometri merupakan metode umum untuk menetapkan kadar halogenida dan senyawa organik lain yang membentuk endapan dengan AgNO_3 pada suasana tertentu. Metode ini disebut juga sebagai metode pengendapan karena argentometri memerlukan pembentukan senyawa relatif tidak larut atau suatu endapan.

Untuk memahami metode ini, konsep hasil kali kelarutan (K_{sp}) dan reaksi pengendapan sangatlah penting. Identifikasi unsur halogen dan halogenida sudah dipelajari pada saat mempelajari identifikasi dan pemisahan golongan anion I, II, III, IV, dan V, dan konsep-konsep pengendapan sudah dipelajari di bab hasil kali kelarutan (K_{sp}).

Hal yang penting dalam metode argentometri untuk senyawa organik ialah bahwa senyawa tersebut mampu bereaksi dan diendapkan oleh ion Ag. Senyawa tersebut di antaranya:

1. Golongan ksantin (theofillin, theobromin)
2. Golongan Vitamin (vitamin B1)
3. Golongan Sulfa (Sulfaguanidin, Sulfacetamin)

C. Indikator dan Titik Akhir Titrasi

Beberapa indikator yang digunakan dalam metode Argentometri dan proses Titik Akhir suatu tetrasasi yaitu:

1. Indikator kalimu kromat (K_2CrO_4)

Indikator dibuat dengan kadar 5% dan digunakan pada metode Mohr. Indikator ini biasanya untuk PK ion klorida (Cl) pada suasana netral, dan pada saat TA terbentuk endapan warna merah dari Ag_2CrO_4 .

Selama titrasi berlangsung:

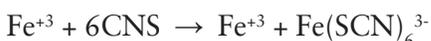
$AgCl$ akan mengendap apabila ion Cl cukup. TA tercapai jika kadar ion Cl $V S_{AgCl} = V 1,56 \cdot X 10^{-10} = 1,249 \times 10^{-5}$ pada suhu $25^\circ C$. Senyawa Ag_2CrO_4 akan mengendap segera setelah hasil kali kelarutan (K_{sp}) dilampaui ($S_{Ag_2CrO_4} = 9 \times 10^{-12}$)

Kadar K_2CrO_4 tidak boleh lebih dari 5% (0,58 M) untuk mencapai TA. Konsentrasi yang tinggi menyebabkan TA sukar terbentuk.

2. Feri Amonium Sulfat ($Fe(NH_4)_2SO_4$)

Larutan indikator ini merupakan larutan jenuh (sekitar 40%) dalam larutan air dan ditambah beberapa tetes HNO_3 6N. Untuk setiap titrasi dibuntuhkan 1 ml dan digunakan pada metode Voldhard.

Dalam titrasi ini, ion Ag dengan larutan baku NH_4CNS dalam suasana HNO_3 . Saat TA akan tercapai, apabila kelebihan NH_4CNS bereaksi dengan ion Fe (III) dan membentuk warna merah dari Fe(III) tiosianat.



3. Indikator Adsorbsi

Indikator ini merupakan indikator asam basa yang berubah warna karena adsorbsi oleh endapan pada saat TA. Contoh indikatornya ialah fluoesin, diklofluoesin, eosin, dan rodamin (zat warna basa).

Pada PK ion Cl, endapan AgCl yang terbentuk selama titrasi mengadsorpsi ion Cl pada permukaan endapan, membentuk satu lapis ion teradsorpsi. Lapisan ini bermuatan negatif, selanjutnya akan membentuk ion lapisan kedua yang bermuatan berlawanan (kation/+) yang terdapat dalam larutan.

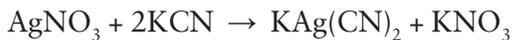
Pada saat TA, kelebihan ion Ag akan diadsorpsi oleh endapan dan menyusun lapisan pertama. Akan terjadi persaingan antara anion (NO_3) dalam larutan dengan indikator (fluoresin) yang biasanya lebih kuat diadsorpsi jika dibandingkan dengan ion NO_3 . Gabungan antara indikator dengan ion Ag pada permukaan endapan akan menghasilkan warna tertentu. Untuk fluoresin terjadi pada jangkauan pH 7 – 10. Diklorofluoresin pada pH diatas 4,4, dan eosin pada pH 1 – 2.

Tabel VI. Pemilihan dan Perubahan Warna

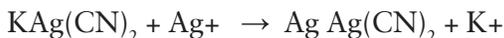
Indikator	Penggunaan	Perubahan Warna pada TA	Keterangan
Fluoresin	Cl, Br, I, SCN, dengan Ag	Hijau kekuningan menjadi kemerah-merahan	Larutan sedikit basa atau netral
Diklorofluoresin	Cl, Br, I, SCN, dengan Ag	Hijau kekuningan menjadi kemerah-merahan	Larutan pH 4,4 – 7
Eosin	Br, I, dengan Ag	Kemerah-merahan menjadi ungu kemerahan	Dalam larutan HNO_3 pada pH 1-2
Rhodamin 6G	Br dengan Ag	Jingga kemerahan menjadi ungu kemerahan	Dalam HNO_3 keasaman tidak lebih 0,5 N

4. Larutan Kalium Iodida (KI)

Larutan indikator ini dibuat dari 1 kg Iodida/10 ml air untuk PK sianida (ion sianida). $\text{Ag}(\text{CN})_2$ tidak akan mengendap sebelum perbandingan Molar dari AgNO_3 dengan CN lebih besar daripada 1:2.



$\text{KAg}(\text{CN})_2$ merupakan senyawa kompleks tidak berwarna yang larut. Kelebihan 1 tetes (TA) AgNO_3 akan membentuk endapan AgI yang tidak larut berwarna kuning kenari.



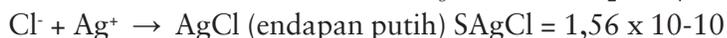
Dengan adanya amonia:



D. Metode-metode dalam Titrasi Argentometri

1. Metode Mohr

Metode ini dapat digunakan untuk PK ion Cl, Br dalam suasana netral dengan larutan baku AgNO_3 , indikator K_2CrO_4 5%.



$K_{sp} \text{AgCl} > \text{Ag}_2\text{CrO}_4$ tetapi kelarutan $\text{AgCl} > \text{Ag}_2\text{CrO}_4$, sebab AgCl elektrolit biner, sedangkan Ag_2CrO_4 elektrolit tertier. Secara teoretis, ion CrO_4^{2-} belum akan mengendap sebelum kadar ion Cl^- mencapai $V_{S_{\text{AgCl}}} = ,249 \times 10^{-5}$. Setelah keadaan ini tercapai, ion CrO_4^{2-} akan mulai mengendap, sehingga TA akan terjadi. Titrasi pada metode Mohr dilakukan dalam suasana netral atau sedikit basa (pH 6,5 – 9).

Apa yang terjadi jika titrasi ini dilakukan di bawah pH dan di atas pH yang diinginkan?

Apakah kerugian metode Mohr?

2. Metode Volhard

Titrasi argentometri secara tidak langsung, dilakukan dalam suasana lingkungan HNO_3 0,5–1,5 N, dalam suasana asam. Mengapa?

Untuk mencapai TA yang teliti, titrasi digojok kuat-kuat menjelang TA supaya ion Ag yang diadsorbsi oleh endapan AgCNS dapat bereaksi dengan tiosianat. Metode ini dapat digunakan untuk PK ion Cl⁻, Br⁻, dan I⁻ dalam suasana asam.

Teknisnya, ditambahkan AgNO₃ berlebihan, dan kelebihan AgNO₃ tersebut dititrasi dengan kembali dengan NH₄SCN.

3. Metode K. Fajans

Pada metode ini digunakan indikator adsorbsi. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam metode ini adalah:

- endapan harus dijaga sedapat mungkin dalam bentuk koloid,
- ion bervalensi banyak dihindarkan karena mempunyai daya mengkoagulasi,
- endapan jangan terlalu encer karena akan diperoleh endapan yang sedikit, sehingga perubahan warna TA kurang jelas,
- ion indikator harus berlawanan muatannya dengan ion pengendap,
- ion indikator tidak boleh teradsorbsi sangat kuat, sehingga mendahului TA.

4. Metode Leibig

Titik akhir ditunjukkan dengan kekeruhan, misalnya dengan ion CN⁻. Metode ini dimodifikasi oleh Deniges dengan menambahkan KI 0,01 M sebagai indikator dan amonia 0,2 M untuk melarutkan AgCN.



Titik akhir titrasi akan berwarna kuning dari AgI.



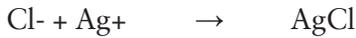
Selama titrasi AgI tetap larut karena adanya kelebihan ion sianida, sampai titik ekuivalen tercapai.



E. Pembakuan

1. Larutan Baku AgNO_3

Larutan baku ini mempunyai kemurnian tidak kurang dari 99,9 %. Larutan baku AgNO_3 dibaku dengan baku primer NaCl murni.



NaCl bersifat agak higroskopis, sehingga perlu dipanaskan 250-350 °C selama 1-2 jam dan dimasukkan ke eksikator sampai sebelum digunakan. Untuk sehari-hari dengan kesalahan 0,1% dapat dipanaskan pada suhu 110-120 °C.

2. Larutan Baku Amonium tiosianida (NH_4SCN)

NH_4SCN bereaksi dengan AgNO_3 dalam suasana HNO_3 dengan reaksi:



Penambahan HNO_3 pada konsentrasi 0,5–1,5 N. HNO_3 harus bebas dari ion NO_2 karena HNO_2 dengan SCN membentuk warna merah. Titik akhir ditunjukkan dengan indikator $\text{Fe(III)NH}_4\text{SO}_4$ yang berwarna merah dengan adanya kelebihan SCN .

F. Latihan Soal

1. PK NaCl (metode Mohr)

Timbang saksama 250 mg NaCl , larutkan dalam 50 ml air. Titrasi dengan larutan AgNO_3 0,1 N dengan menggunakan indikator K_2CrO_4 5 % sebanyak 1 ml. Tiap ml 0,1 N NaCl setara dengan 5,844 mg NaCl . Bagaimana cara mencarinya?

2. PK barbiturat (metode Liebig)

Timbang dengan saksama lebih kurang 250 mg asam barbiturat, masukkan ke dalam erlenmeyer, tambahkan 30 ml Na_2CO_3 3 %. Titrasi dengan larutan baku AgNO_3 0,1 N sampai terjadi kekeruhan (gunakan latar belakang hitam). Tiap 1 mol 0,1 N AgNO_3 setara dengan 1 mol barbiturat (lihat BM barbiturat untuk menghitung angka kesetaraan).

Beberapa senyawa yang menggunakan metode Argentometri:
NH₄Cl; KCl, Klorbutanol; melfalan, NaCl; tiamfenikol,
sulfacetamida, teofilin, teobromin, dan lain-lain.

Bab 12

Dasar Analisis Dengan Instrumen

A. Tujuan Pembelajaran

Mahasiswa dapat menguasai konsep, aplikasi, dan instrumentasi tentang pemisahan senyawa kimia dengan cara Kromatografi Lapis Tipis, Kromatografi Kertas, dan Spektrofotometri UV-VIS.

B. Instrumentasi Kromatografi Lapis Tipis

Kromatografi Lapis Tipis merupakan salah satu alat pemisahan dan alat uji senyawa kimia dengan analisis secara kualitatif dan kuantitatif. Senyawa yang dapat diuji dengan KLT berupa senyawa tunggal atau campuran. Prinsip dasar dari KLT yaitu:

1. Fasa diam yang digunakan untuk fase normal antara lain:
 - a. Silica Gel

Silica gel merupakan silica yang dibebaskan dari air dengan sifat sedikit asam. Jenis fasa ini banyak digunakan. Untuk memperkuat pelapisan pada pendukung, silica gel ditambahkan dengan gips (Kalsium Sulfat), sehingga dikenal dengan nama Silika Gel G. Ukuran dari silica gel G tersebut 20 x 20 cm, 10 x 20 cm, atau 5 x 10 cm.

b. Alumina

Alumina bersifat sedikit basa dan jarang digunakan karena penggunaannya harus diaktifkan kembali dengan pemanasan. Alumina yang digunakan pada KLT biasanya bebas air, sehingga aktivitas penyerapan lebih tinggi.

c. Magnesium Silicat

Fase diam ini dikenal dalam dunia perdagangan sebagai floresil dan hanya digunakan bila adsorben atau penyerapan lain tidak dapat digunakan.

d. Selulose

Selulose biasanya digunakan pada polaritas yang tinggi sebagai pemisah secara partisi, baik menggunakan kertas maupun lempeng. Biasanya digunakan pada pemisahan flavonoid.

e. Kiselghur

Fase diam ini lebih dikenal dengan asam silica yang amorf yang berasal dari kerangka diatomeae. Sifatnya kurang *adsorptive* dibanding silica.

2. Fase Gerak

Pemilihan fase gerak baik tunggal maupun campuran tergantung pada *solute* yang sedang dianalisis dan fase diam yang digunakan. Bila fase diam telah ditentukan, pemilihan fase gerak dapat berpedoman pada kekuatan elusi fase gerak.

3. Nilai RF

Nilai RF merupakan data yang diperoleh dari hasil KLT yang berguna untuk mengidentifikasi suatu senyawa. Nilai RF didefinisikan sebagai jarak tempuh suatu senyawa dari titik asal dengan membagi jarak yang ditempuh oleh suatu pelarut dari titik asal. Oleh karena itu, bilangan Rf selalu lebih kecil dari 1.

C. Instrumentasi Kromatografi Kertas

Kromatografi kertas merupakan alat untuk memisahkan campuran dari substansinya menjadi komponen-komponennya dengan elusi fase gerak yang membawa sampel dalam kertas. Biasanya, kromatografi kertas digunakan untuk memisahkan komponen pigmen zat warna. Dalam kromatografi kertas, biasanya fase diam adalah kertas serap yang sangat seragam dengan fase gerak yang menggunakan pelarut tunggal atau campuran yang sesuai.

Teknik kromatografi kertas diperkenalkan oleh Consden, Gordon, dan Martin (1994) yang menggunakan kertas saring sebagai penunjang fase diam. Kertas adalah selulose murni dengan afinitas terhadap air maupun pelarut polar lainnya. Dalam teknik kromatografi kertas, proses pengeluaran asam mineral dari kertas disebut *desalting*.

1. Fase Diam

Fase diam yang digunakan pada kromatografi kertas hanya satu jenis, yaitu selulosa yang bersifat polar. Kromatografi ini menggunakan mekanisme pemisahan secara partisi.

2. Fase Gerak

Pada komposisi fase gerak, BAW atau Butanol, Acetid Acid Water, banyak digunakan pada pemisahan flavonoid. Fase gerak dapat berupa pelarut organik yang akan berkompetisi melarutkan sampel yang dianalisis. Kromatografi kertas dapat diubah polaritasnya dengan cara pembaceman atau inpregnesi, antara lain dengan asetilasi, foforilasi, fomilasi, atau dapat dengan senyawa dengan sifat lipofilik seperti paraffin, undekan, dan vaselin.

D. Instrumentasi Spektrofotometer

Spektrofotometer UV-VIS adalah salah satu metode instrumen yang paling sering diterapkan dalam analisis kimia untuk mendeteksi senyawa (padat/cair) berdasarkan absorbansi foton. Agar sampel dapat menyerap foton pada daerah UV-VIS (panjang gelombang foton 200–700 nm), biasanya sampel harus diperlakukan atau diderivatisasi,

misalnya penambahan reagen dalam pembentukan garam kompleks dan lain sebagainya.

Ultraviolet jauh memiliki rentang panjang gelombang $\pm 10-200$ nm, sedangkan ultraviolet dekat memiliki rentang panjang gelombang $\pm 200-400$ nm. Cahaya UV tidak dapat dilihat oleh manusia, tetapi beberapa hewan, termasuk burung, reptil, dan serangga seperti lebah dapat melihat sinar pada panjang gelombang UV.

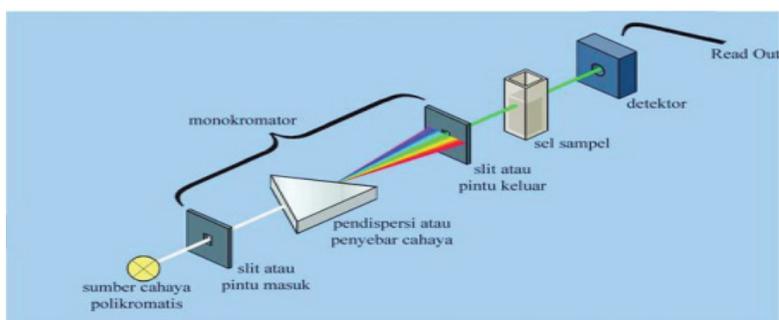
Pada spektrofotometri UV-VIS ada beberapa istilah yang digunakan terkait dengan molekul, yaitu kromofor, auksokrom, efek batokromik atau pergeseran merah, efek hipokromik atau pergeseran biru, hipsokromik, dan hipokromik. Kromofor adalah molekul atau bagian molekul yang mengabsorpsi sinar dengan kuat di daerah UV-VIS, misalnya heksana, aseton, asetilen, benzena, karbonil, karbondioksida, karbonmonooksida, dan gas nitrogen. Auksokrom adalah gugus fungsi yang mengandung pasangan elektron bebas berikatan kovalen tunggal, yang terikat pada kromofor yang mengintensifkan absorpsi sinar UV-VIS pada kromofor tersebut, baik panjang gelombang maupun intensitasnya, misalnya gugus hidroksi, amina, halida, dan alkoksi.

Spektrofotometri UV-Visible dapat digunakan untuk penentuan terhadap sampel yang berupa larutan, gas, atau uap. Pada umumnya, sampel harus diubah menjadi suatu larutan yang jernih. Untuk sampel yang berupa larutan perlu diperhatikan beberapa persyaratan pelarut yang dipakai, antara lain:

1. Harus melarutkan sampel dengan sempurna.
2. Pelarut yang dipakai tidak mengandung ikatan rangkap terkonjugasi pada struktur molekulnya dan tidak berwarna (tidak boleh mengabsorpsi sinar yang dipakai oleh sampel)
3. Tidak terjadi interaksi dengan molekul senyawa yang dianalisis
4. Kemurniannya harus tinggi. Pelarut yang sering digunakan adalah air, etanol, metanol dan nheksana karena pelarut ini transparan pada daerah UV.

Pada umumnya, terdapat dua tipe instrumen spektrofotometer, yaitu *single-beam* dan *double-beam*. *Single-beam instrument* pada Gambar 38 dapat digunakan untuk kuantitatif dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang tunggal. *Single-beam instrument* mempunyai beberapa keuntungan, yaitu sederhana, harganya murah, dan mengurangi biaya yang ada merupakan keuntungan yang nyata. Beberapa instrumen menghasilkan *single-beam instrument* untuk pengukuran sinar ultra violet dan sinar tampak. Panjang gelombang paling rendah adalah 190-210 nm dan paling tinggi adalah 800-1000 nm (Skoog, DA, 1996).

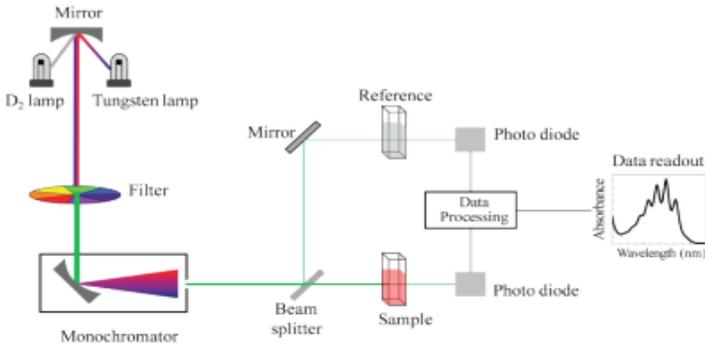
Double-beam dibuat untuk digunakan pada panjang gelombang 190 sampai 750 nm. *Double-beam instrument* (Gambar 39) mempunyai dua sinar yang dibentuk oleh potongan cermin yang berbentuk V yang disebut pemecah sinar. Sinar pertama melewati larutan blanko dan sinar kedua secara serentak melewati sampel (Skoog, DA, 1996).



Gambar 38. Diagram alat spectrometer UV-Vis (*single beam*)

Sumber sinar polikromatis untuk sinar UV adalah lampu deuterium, sedangkan sinar *visible* atau sinar tampak adalah lampu wolfram. Monokromator pada spektrometer UV-Vis menggunakan lensa prisma dan filter optik. Sel sampel berupa kuvet yang terbuat dari kuarsa atau gelas dengan lebar yang bervariasi. Detektor berupa detektor foto atau

detektor panas atau detektor dioda foto yang berfungsi menangkap cahaya yang diteruskan dari sampel dan mengubahnya menjadi arus listrik. Diagram spektrofotometer UV-Vis (*double-beam*) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 39. Skema spektrofotometer UV-Vis (*double-beam*)

Spektrofotometri UV-Visible dapat digunakan untuk penentuan terhadap sampel yang berupa larutan, gas, atau uap. Pada umumnya, sampel harus diubah menjadi suatu larutan yang jernih. Untuk sampel yang berupa larutan perlu diperhatikan beberapa persyaratan pelarut yang dipakai, antara lain:

1. Harus melarutkan sampel dengan sempurna.
2. Pelarut yang dipakai tidak mengandung ikatan rangkap terkonjugasi pada struktur molekulnya dan tidak berwarna (tidak boleh mengabsorpsi sinar yang dipakai oleh sampel)
3. Tidak terjadi interaksi dengan molekul senyawa yang dianalisis
4. Kemurniannya harus tinggi.

Pelarut yang sering digunakan adalah air, etanol, metanol dan nheksana karena pelarut ini transparan pada daerah UV.

Untuk memperoleh spektrum UV-Vis yang baik perlu diperhatikan pula konsentrasi sampel. Hubungan antara absorbansi terhadap

konsentrasi akan linier ($A \approx C$) apabila nilai absorbansi larutan antara 0,2-0,8 ($0,2 \leq A < 0,8$) atau sering disebut sebagai daerah berlakunya hukum Lambert-Beer dengan lebar sel 1 cm, dan besarnya absorbansi ini untuk senyawa yang memiliki ikatan rangkap terkonjugasi yang mengalami eksitasi elektron $\pi \rightarrow \pi^*$, dengan ϵ 8.000 – 20.000; konsentrasi larutan sekitar 4×10^5 – mol/L; sedangkan untuk senyawa yang hanya memiliki eksitasi elektron $n \rightarrow \pi^*$, ϵ 10 – 100, konsentrasinya sekitar 10^2 – mol/L . Bila senyawa yang akan diukur tidak diketahui Mr-nya, konsentrasi larutan dengan absorbansi tersebut biasanya digunakan 10 ppm. Bila absorbansi yang diperoleh masih terlalu tinggi, larutan sampel tersebut harus diencerkan. Sebaliknya, bila absorbansi terlalu rendah, maka jumlah sampel harus ditambah.

Interaksi sinar ultraviolet atau sinar tampak menghasilkan transisi elektronik dari elektron-elektron ikatan, baik ikatan sigma (σ) dan pi (π) maupun elektron non-ikatan (n) yang ada dalam molekul organik. Elektron-elektron ini berada di bagian luar dari molekul organik. Transisi elektronik yang terjadi merupakan perpindahan elektron dari orbital ikatan atau non-ikatan ke tingkat orbital anti-ikatan atau disebut dengan tingkat eksitasi. Orbital ikatan atau non-ikatan sering disebut dengan orbital dasar, sehingga transisi elektron sering dinyatakan sebagai transisi elektron dari tingkat dasar ke tingkat tereksitasi. Tingkat tereksitasi dari elektron molekul organik hanya ada dua jenis, yaitu pi bintang (π^*) dan sigma bintang (σ^*), sehingga bila molekul organik yang memiliki elektron-elektron sigma, pi, dan elektron non-ikatan, misalnya pada molekul aseton, maka tipe transisi elektroniknya meliputi $\sigma \rightarrow \sigma^*$, $\sigma \rightarrow \pi^*$, $\pi \rightarrow \pi^*$, $\pi \rightarrow \sigma^*$, $n \rightarrow \sigma^*$, $n \rightarrow \pi^*$ (Gambar 3). Agar terjadi transisi elektronik ini diperlukan energi yang besarnya sesuai dengan jenis elektron ikatan dan non-ikatan yang ada dalam molekul organik. Besarnya energi untuk transisi dapat dihitung dari persamaan Planck, yaitu:

$$E = h \times \nu = h \times C/\lambda.$$

E = energi

ν = frekuensi

C = kecepatan cahaya

E. Evaluasi/Soal Latihan

1. Mengapa sebelum melakukan pengukuran kuantitatif dengan spektrofotometer UV/VIS kuvet yang akan dipakai harus dilakukan *matching* dahulu?
2. Bagaimanakah prinsip pengukuran kuantitatif dan kualitatif suatu sampel dengan metode spektrofotometri UV?

Daftar Pustaka

- Auterhoff dan Kovar. 2002. *Identifikasi Obat*, terbitan kelima. Bandung: ITB.
- Eckschlager, K. 1984. *Kesalahan Pengukuran dan Hasil dalam Analisis Kimia*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Miller, J.C., and Miller, J.N. 1991. *Statistika untuk Kimia Analitik*, edisi kedua. Bandung: ITB.
- Rivai, H. 1995. *Asas Pemeriksaan Kimia*. Jakarta: UI-Press.
- Rohman, A. 2007. *Kimia Analisis Farmasi*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Vogel. 1979. *Textbook of Macro and Semimicro Qualitative inorganic Analysis Bagian I*. Jakarta: Kalman Media Pustaka.
- Vogel. 1979. *Textbook of Macro and Semimicro Qualitative inorganic Analysis Bagian II*. Jakarta: Kalman Media Pustaka.

		UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN Farmasi		Kode Dokumen: EX : FM-UAD-FBM-08-02/R1	
		RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER 2023 / 2024 Gasal			
Matakuliah	Kode Mata Kuliah	Rumpun Mata Kuliah	Bobot (SKS)	Semester	Tgl. Penyusunan
Analisis Farmasi Dasar	232310220	Kimia Farmasi	2 0 0	1	
Pengesahan	Dosen Pengembangan RPS	Koordinator MKI	Kepala LPP		
	Prof. Dr. ANY GUNTARTI, M.Si., Apt. Dr. HARI SUSANTI, M.Si., Apt. MUSTOFA AHDA, S.Si.,M.Sc	Prof. Dr. ANY GUNTARTI, M.Si., Apt. DIAN PRASASTI, M.Sc	Dr. Ishaft, M.Si.		
CPL-Prodri yang dibebankan pada mata kuliah					
Capaian Pembelajaran	CPL-3	Menerapkan pemikiran ilmiah dalam pengambilan keputusan dan kajian deskriptif saintifik ilmu pengetahuan dan teknologi dengan memperhatikan nilai-nilai kemanusiaan sesuai bidang keahliannya.			
	CPL-5	Mampu dalam membuat formulasi obat, dan produksi serta kontrol kualitas untuk sediaan farmasi sesuai dengan cara pembuatan sediaan farmasi yang baik.			
	CPL-7	Mampu menyelesaikan masalah terkait obat berdasarkan analisis informasi dan data dalam pembuatan, distribusi, pengelolaan dan pelayanan sediaan farmasi guna optimalisasi keberhasilan terapi berdasarkan undang-undang, etika, nilai-nilai Al-Islam dan Kemuhammadiyah.			
Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)					
	CPMK 01	Mahasiswa mampu menguasai konsep ruang lingkup kimia analisis, identifikasi senyawa organik, identifikasi senyawa anorganik (pemisahan kation anion), laju reaksi (CPL-3)			
	CPMK 02	Mahasiswa mampu menguasai dasar-dasar analisis kuantitatif konvensional (CPL-3)			
	CPMK 03	Mahasiswa mampu menguasai reaksi analisis kualitatif dan kuantitatif reaksi pengendapan (CPL-7)			
	CPMK 04	Mahasiswa mampu menguasai dasar-dasar analisis spektroskopi (CPL-5)			
	CPMK 05	Mahasiswa mampu menguasai dasar-dasar analisis kromatografi (CPL-5)			
Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)					
	Sub-CPMK 01	Mahasiswa mampu menjelaskan ruang lingkup kimia analisis, mengidentifikasi senyawa organik, identifikasi senyawa anorganik, dan laju reaksi (CPMK 01) (P1,C1,A1)			
	Sub-CPMK 02	Mahasiswa mampu menjelaskan dasar-dasar analisis kuantitatif konvensional (CPMK 02) (P1,C1,A1)			
	Sub-CPMK 03	Mahasiswa mampu mengkaitkan analisis kualitatif dan kuantitatif reaksi pengendapan (CPMK 03) (P1,C1,A1)			
	Sub-CPMK 04	Mahasiswa mampu mengaplikasikan analisis spektroskopi (CPMK 04) (P1,C1,A1)			
	Sub-CPMK 05	Mahasiswa mampu menginterpretasikan analisis dengan kromatografi (CPMK 05) (P1,C1,A1)			



UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN
FAKULTAS FARMASI
PROGRAM STUDI SARJANA FARMASI (S1)

RENCANA TUGAS MAHASISWA

MATA KULIAH	Analisis Farmasi Volumetrik				
KODE		SKS	2	Semester	1
DOSEN PENGAMPU	Any Guntarti				
BENTUK TUGAS					
Essay: menguraikan pemisahan kation dari suatu kasus					
JUDUL TUGAS					
Pemisahan kation					
SUB CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH					
Sub-CPMK: Mampu menguraikan pemisahan kation berdasarkan golongannya					
DESKRIPSI TUGAS					
Tugas ini bertujuan mengukur pemahaman mahasiswa dalam pemisahan kation dari glongan I-V					
METODE Pengerjaan Tugas					
<ol style="list-style-type: none">1. Mahasiswa menguraikan tahapan pemisahan kation:<ol style="list-style-type: none">a. Pemisahan kation golongan I-V2. Tugas dituliskan dalam kertas HVS dengan tulisan tangan dan disimpan dalam format JPEG atau PDF3. Tugas diupload dalam Google Classroom pada waktu yang ditentukan dengan nama file: NIM_Kelas_Nama					

BENTUK DAN FORMAT LUARAN: Essay ditulis tangan	
a. Objek Garapan: Pemisahan kation	
b. Bentuk luaran: 1. essay pemahaman kation	
INDIKATOR, KRETERIA DAN BOBOT PENILAIAN	
1. Ketepatan menuliskan pemisahan golongan I -V (50) 2. Ketepatan mengidentifikasi spesifik setiap golongan(30) 3. Ketepatan waktu pengumpulan tugas (20)	
JADWAL PELAKSANAAN	
Pemberian tugas	Tatap muka ke-4
Pengerjaan tugas	1 minggu
Pengumpulan tugas	Tatap muka ke-5
BOBOT PENILAIAN	
Bobot penilaian tugas ini adalah 10% dari dari 100% penilaian mata kuliah ini; Tugas dikerjakan secara mandiri;	
DAFTAR RUJUKAN	
1. Vogel, 1979, Textbook of Macro and Semimicro Qualitative inorganic Analysis, Bagian I, Kalman Media Pustaka, Jakarta 2. Vogel, 1979, Textbook of Macro and Semimicro Qualitative inorganic Analysis, Bagian II, Kalman Media Pustaka, Jakarta 3. Rivai, H., 1995, Asas Pemeriksaan Kimia, UI-Press, Jakarta 4. Bodin, J.I. et all., 1961, Pharmaceutical Analysis, Higuchi., T. and Hansem, E.B. (Eds.), Interscience Publisher, NewYork, Inc.	

Rubrik Penilaian:

Grade Capaian	Score/ nilai	Deskripsi Capaian
Sangat Baik	100-81	Jawaban memenuhi 3 aspek sebagai berikut: <ol style="list-style-type: none">1. Tepat dalam memisahkan golongan kation2. Tepat dalam menentukan identifikasi spesifik3. Tepat dalam memberikan reaksi yang terkait
Baik	80-61	Jawaban memenuhi 2 aspek sebagai berikut: <ol style="list-style-type: none">1. Tepat dalam memisahkan golongan kation2. Tepat dalam menentukan identifikasi spesifik3. Tepat dalam memberikan reaksi yang terkait
Cukup	41-61	Jawaban memenuhi 3 aspek sebagai berikut: <ol style="list-style-type: none">1. Tepat dalam memisahkan golongan kation2. Tepat dalam menentukan identifikasi spesifik3. Tepat dalam memberikan reaksi yang terkait

Kurang	1-41	Jawaban tidak ada yang memenuhi syarat sebagai berikut: <ol style="list-style-type: none">1. Tepat dalam memisahkan golongan kation2. Tepat dalam menentukan identifikasi spesifik3. Tepat dalam memberikan reaksi yang terkait
Sangat Kurang	0	Tidak mengumpulkan tugas



UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN
FAKULTAS FARMASI
PROGRAM STUDI SARJANA FARMASI (S1)

RENCANA TUGAS MAHASISWA

MATA KULIAH	Analisis Farmasi Volumetrik				
KODE		SKS	2	Semester	1
DOSEN PENGAMPU	Nina Salamah				
BENTUK TUGAS					
Tugas: menyelesaikan reaksi netralisasi dengan kadar					
JUDUL TUGAS					
Netralisasi					
SUB CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH					
Sub-CPMK: Mampu menguraikan reaksi netralisasi dan penetapan kadar					
DESKRIPSI TUGAS					
Tugas ini bertujuan mengukur pemahaman mahasiswa menguraikan reaksi netralisasi dan penentuan kadar					
METODE Pengerjaan Tugas					
<ol style="list-style-type: none">1. Mahasiswa menguraikan reaksi kimia netralisasi2. Tugas dituliskan dalam kertas HVS dengan tulisan tangan dan disimpan dalam format JPEG atau PDF3. Tugas diupload dalam Google form					
BENTUK DAN FORMAT LUARAN: Essay ditulis tangan					
a. Objek Garapan: reaksi netralisasi					
b Bentuk luaran: <ol style="list-style-type: none">2. pemahaman reaksi netralisasi					

INDIKATOR, KRETERIA DAN BOBOT PENILAIAN

1. Ketepatan menuliskan reaksi kimia (40)
2. Ketepatan menghitung kadar (40)
3. Ketepatan waktu pengumpulan tugas (20)

JADWAL PELAKSANAAN

Pemberian tugas	Tatap muka ke-13
Pengerjaan tugas	1 minggu
Pengumpulan tugas	Tatap muka ke-14

BOBOT PENILAIAN

Bobot penilaian tugas ini adalah 10% dari dari 100% penilaian mata kuliah ini;

Tugas dikerjakan secara mandiri;

DAFTAR RUJUKAN

1. Rohman, A., 2007, Kimia Analisis Farmasi, Pustaka Pelajar, Yogyakarta
2. Vogel, 1979, Textbook of Macro and Semimicro Qualitative inorganic Analysis, Bagian II, Kalman Media Pustaka, Jakarta
3. Rivai, H., 1995, Asas Pemeriksaan Kimia, UI-Press, Jakarta
4. Anonim, 1979, Farmakope Indonesia, Edisi III, Depkes RI, Jakarta
5. Anonim 1995, Farmakope Indonesia, Edisi IV Depkes RI, Jakarta
6. Bodin, J.I. et al., 1961, Pharmaceutical Analysis, Higuchi., T. and Hanser, E.B. (Eds.), Interscience Publisher, New York, Inc.

Rubrik Penilaian:

Grade Capaian	Score/ nilai	Deskripsi Capaian
Sangat Baik	100-81	Jawaban memenuhi 3 aspek sebagai berikut: 1. Tepat dalam memisahkan memahami reaksi netralisasi 2. Tepat dalam menentukan reaksi netralisasi 3. Tepat dalam menghitung kadar
Baik	80-61	Jawaban memenuhi 2 aspek sebagai berikut: 1. Tepat dalam memisahkan memahami reaksi netralisasi 2. Tepat dalam menentukan reaksi netralisasi 3. Tepat dalam menghitung kadar
Cukup	41-61	Jawaban memenuhi 1 aspek sebagai berikut: 1. Tepat dalam memisahkan memahami reaksi netralisasi 2. Tepat dalam menentukan reaksi netralisasi 3. Tepat dalam menghitung kadar
Kurang	1-41	Jawaban tidak ada yang memenuhi aspek sebagai berikut: 1. Tepat dalam memisahkan memahami reaksi netralisasi 2. Tepat dalam menentukan reaksi netralisasi 3. Tepat dalam menghitung kadar
Sangat Kurang	0	Tidak mengumpulkan tugas

Glosarium

Anion	: bermuatan negatif
Anorganik	: mengenai atau terdiri atas benda selain manusia, tumbuhan, dan hewan; mengenai benda tidak hidup
Blangko	: kosong (belum diisi)
Deskriptif	: bersifat deskripsi; bersifat menggambarkan apa adanya
Deviasi	: penyimpangan
Eksperimental	: berkaitan dengan percobaan
Elektrolit	: senyawa yang larutannya merupakan penghantar arus listrik
Emisi	: pemancaran cahaya, panas, atau elektron dari suatu permukaan benda padat atau cair; pemancaran
Hidrolisis	: pemecahan senyawa kimia melalui penambahan air
Hipotesis	: sesuatu yang dianggap benar untuk alasan atau pengutaraan pendapat (teori, proposisi, dan sebagainya) meskipun kebenarannya masih harus dibuktikan; anggapan dasar

Homogen	: terdiri atas jenis, macam, sifat, watak, dan sebagainya yang sama
<i>Impurity</i>	: tidak bercampur dengan unsur lain
Indikator	: Indikator sesuatu yang dapat memberikan (menjadi) petunjuk atau keterangan
Kalibrasi	: tanda-tanda yang menyatakan pembagian skala
Katalis	: zat yang dapat mempercepat atau memperlambat reaksi yang pada akhir reaksi dilepaskan kembali dalam bentuk semula
Kation	: bermuatan positif
Kesetimbangan	: setimbang, keseimbangan
Konstanta	: tetapan
Korelasi	: hubungan timbal balik atau sebab-akibat
Kualitatif	: berdasarkan mutu
Kuantitatif	: berdasarkan jumlah
Makro	: berkaitan dengan jumlah yang banyak atau ukuran yang besar
Mikro	: berkaitan dengan jumlah yang sedikit atau ukuran yang kecil
Molaritas	: konsentrasi larutan yang dinyatakan dalam banyaknya mol zat terlarut per desimeter kubik larutan; kemolaran
Monokromator	: alat untuk memperoleh satu jenis panjang gelombang dari cahaya
Neraca	: alat untuk mengukur berat (terutama yang berukuran kecil)
Netralisasi	: menjadikan tidak terikat (bebas)
Organik	: berkaitan dengan zat yang berasal dari makhluk hidup (hewan atau tumbuhan, seperti minyak dan batu bara)

Organoleptis	: berhubungan dengan pengindraan suatu produk makanan yang meliputi rasa, warna, bau, dan sentuhan
Partikel	: unsur butir (dasar) benda atau bagian benda yang sangat kecil dan berdimensi;
Presisi	: ketepatan, ketelitian
Radiasi	: pemancaran dan perambatan gelombang yang membawa tenaga melalui ruang atau zantara, misalnya pemancaran dan perambatan gelombang elektromagnetik, gelombang bunyi, gelombang lenting; penyinaran
Reagensia	: zat kimia yang berfungsi untuk menimbulkan reaksi kimiawi yang telah ditentukan, biasa dipakai untuk mengetes darah
Reaktan	: pereaksi (kimia) seperti yang tertera dalam suatu persamaan reaksi
Reduksi	: pengurangan
Replikasi	: proses, cara meniru; penduplikatan
Saksama	: teliti, cermat, tepat, benar
Saliva	: cairan biologis yang ditemukan di rongga mulut dan memiliki banyak fungsi penting
Selektif	: dengan melalui seleksi atau penyaringan; secara dipilih
Sensitif	: cepat menerima rangsangan; peka
Spesifik	: khusus, khas
Variansi	: besaran yang menunjukkan besarnya penyebaran data pada suatu kelompok data

Indeks

A

Absorbansi 3, 111, 113, 115

Anion viii, xi, 31, 41, 42, 43,
44, 45, 101, 103, 127

B

Bunsen xi, 32, 33, 34, 35

D

Deviasi 47, 50, 53, 127

E

Emisi 3, 10, 127

K

Katalis xi, 15, 16, 128

Kation vii, xi, 31, 35, 36, 37,
38, 39, 40, 41, 64, 103,
119, 120, 121, 122, 128

Kompleksometri 2

Korelasi xii, 48, 50, 56, 57, 58,
66, 128

Kualitatif vii, 1, 2, 3, 25, 31,
32, 35, 41, 42, 45, 46, 66,
69, 109, 116, 128

Kuantitatif v, vii, viii, 1, 2, 7,
12, 25, 26, 27, 41, 69, 71,
77, 79, 93, 94, 109, 113,
116, 128

M

Makro 31, 70, 96, 128

Mikro 70, 96, 128

Molaritas 40, 67, 72, 75, 76,
94, 97, 128

N

Neraca 26, 27, 128

Netralisasi 2, 95, 123, 125, 128

O

oksidasi 33, 80, 81, 95

Oksidimetri 2

Orde vii, xi, 13, 16, 17, 18, 19,

20, 21, 22, 23
Organik 1, 10, 63, 85, 87, 95,
101, 111, 115, 128
Organoleptis 3, 129

P

Presisi xii, 48, 49, 129

R

Reagensia 35, 39, 40, 94, 96,
129
Reduksi 81, 95, 129

S

Selektif 29, 129
Semi mikro 96
Sensitif 29, 129

Senyawa v, xi, 1, 2, 5, 6, 7, 8,
11, 12, 18, 25, 26, 27,
29, 35, 41, 42, 59, 60, 61,
62, 63, 64, 65, 69, 74, 76,
79, 81, 82, 83, 94, 95, 97,
101, 102, 104, 107, 109,
110, 111, 112, 114, 115,
127

Spektroskopi 35

Spesifik 29, 82, 120, 121, 122,
129

T

Temperatur 33, 63

Biografi Penulis



Dr. apt. Nina Salamah, M.Sc. lulus S-1 di Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada tahun 2001, lulus S-2 Program Studi Ilmu Farmasi, Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada tahun 2009, dan lulus S-3 di Program Studi Ilmu Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada tahun 2022. Saat ini ia

adalah dosen tetap mata kuliah Kimia Analisis, Kromatografi, Kimia Farmasi Dasar, dan Elusidasi Struktur di Fakultas Farmasi Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, sekaligus ketua Pusat Studi Halal Center UAD. Ia aktif melakukan penelitian, pengabdian, serta publikasi ilmiah dalam jurnal. Ia menjadi pemakalah seminar ilmiah sebanyak 16 kali dalam 5 tahun terakhir. Ia pun memiliki beberapa Hak Kekayaan Intelektual (HKI) Paten, Paten Sederhana, dan Hak Cipta.



Prof. Dr. apt. Any Guntarti, M.Sc. menemph S-1 di Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada tahun 1987, lulus S-2 Program Studi Ilmu Farmasi, Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada tahun 2000, dan lulus S-3 di Program Studi Ilmu Farmasi, Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada tahun 2017.

Pada tahun 2001 ia dikukuhkan menjadi guru besar Bidang Ilmu Kimia Farmasi. Ia aktif melakukan penellitian sejak 2012 dan berpengalaman dalam menulis dan mempublikasikan karya ilmiah dalam jurnal. Ia pernah menjadi narasumber dosen ahli Analisis dengan Gravimetri di Universitas Jendral Achmad Yani Yogyakarta dan menjadi pemakalah seminar nasional dan internasional serta narasumber dalam beberapa webinar ilmiah.



Mustofa Ahda, M.Sc. lahir di Cilacap, 16 Desember 1984. Tahun 2003, ia menempuh pendidikan sarjana di bidang kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Islam Indonesia dan lulus pada tahun 2007. Selanjutnya, tahun 2009 ia mengambil program master di bidang kimia di Fakultas MIPA

Universitas Gadjah Mada dan menyelesaikan pendidikan tahun 2011. Tahun 2012, ia mulai bergabung dengan Fakultas Farmasi Universitas Ahmad Dahlan sebagai pengajar mata kuliah Kimia Analisis, Kimia Farmasi Dasar, dan Farmasi Forensik.

Beberapa jurnal yang sudah ditulisnya berskala nasional dan internasional, seperti Media Farmasi, Pharmacia, International Journal of Science and Technology (Q3), Journal of Microbiology, Biotechnology, and Food Sciences (Q4), dan lain lain. Saat ini ia sedang mengambil program Ph.D. di International Islamic University Malaysia.

Kimia analisis merupakan cabang ilmu kimia farmasi yang mempelajari tentang identifikasi (kualitatif) dan banyaknya suatu senyawa dalam suatu sampel sediaan. Kimia analisis dibantu oleh ilmu statistik untuk menginterpretasikan data-data yang diperoleh selama proses analisis.

Mata kuliah Analisis Farmasi Dasar diberikan di semester 1 dengan bobot 2 SKS. Buku ajar ini diharapkan mampu membantu mahasiswa untuk memahami sejarah dan pentingnya ilmu analisis dan memberikan ilmu dasar ilmu analisis, khususnya penguasaan jenis reaksi yang akan diterapkan untuk analisis kuantitatif dan pembagian golongan senyawa anorganik.



-  <https://bookstore.uad.ac.id/>
-  UAD Press
-  @UADPress_
-  uadpress@uad.ac.id
-  0882 3949 9820

ISBN 978-623-8449-24-8 (PDF)



9 786238 449248