KIMIA ANALISIS INSTRUMEN



Tim Penulis:
Netty Siahaya, I Gusti Bagus Teguh Ananta, Ni Putu Rahayu Artini,
Razhika Faradila, Lydia Melawaty, Muh Syafri Zainuddin, Ivonne Telussa,
Aisyah Protonia Tanjung, Citra Dewi, Maisarah, Herlina Rahim

KIMIA ANALISIS INSTRUMEN

Tim Penulis:
Netty Siahaya, I Gusti Bagus Teguh Ananta, Ni Putu Rahayu Artini, Razhika Faradila, Lydia Melawaty, Muh Syafri Zainuddin, Ivonne Telussa, Aisyah Protonia Tanjung, Citra Dewi, Maisarah, Herlina Rahim

Penerbit Widina

KIMIA ANALISIS INSTRUMEN

Tim Penulis:
Netty Siahaya, I Gusti Bagus Teguh Ananta, Ni Putu Rahayu Artini, Razhika Faradila, Lydia Melawaty, Muh Syafri Zainuddin, Ivonne Telussa, Aisyah Protonia Tanjung, Citra Dewi, Maisarah, Herlina Rahim

Desain Cover:
Helmaria Ulfa

Sumber Ilustrasi:
www.freepik.com

Tata Letak:
Handarini Rohana

Editor:
Dr. A. Netty Siahaya, M.Si.

ISBN:
978-634-317-124-9

Cetakan Pertama:
Juli, 2026

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang
by Penerbit Widina Media Utama

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau
seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT:
WIDINA MEDIA UTAMA
Komplek Puri Melia Asri Blok C3 No. 17 Desa Bojong Emas
Kec. Solokan Jeruk Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

Anggota IKAPI No. 519/JBA/2025
Website: www.penerbitwidina.com
Instagram: @penerbitwidina
Telepon (022) 87355370

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku berjudul "Kimia Analisis Instrumen" ini dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini disusun sebagai upaya untuk menyediakan literatur yang komprehensif dan mutakhir bagi mahasiswa, akademisi, serta praktisi di bidang kimia analisis.

Seiring dengan pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, kebutuhan akan metode analisis yang cepat, akurat, dan memiliki sensitivitas tinggi menjadi sangat krusial. Kimia analisis instrumen hadir sebagai jawaban atas tantangan tersebut, menggeser atau melengkapi teknik analisis konvensional dengan pemanfaatan prinsip-prinsip fisika dan interaksi materi-energi yang lebih kompleks.

Buku ini dirancang secara sistematis untuk menuntun pembaca memahami dasar-dasar hingga aplikasi tingkat lanjut. Pembahasan dimulai dengan pengantar analisis instrumental dan perbandingannya dengan teknik konvensional. Selanjutnya, pembaca akan diajak mendalami berbagai metode inti, meliputi Spektroskopi (UV-Vis dan interaksi radiasi elektromagnetik), metode Elektrokimia (Potensiometri hingga Voltametri), serta metode pemisahan modern melalui Kromatografi (KLT, GC, dan HPLC). Tidak hanya itu, buku ini juga memperluas cakrawala pembaca dengan menyajikan Metode Termal dan Radiokimia yang memiliki peran spesifik dalam karakterisasi material dan diagnosis.

Selain aspek teoritis, buku ini memberikan penekanan penting pada pengolahan data statistik, kalibrasi, dan validasi metode aspek yang sangat menentukan keabsahan hasil analisis di laboratorium. Pada bagian akhir, disajikan berbagai aplikasi riil kimia analisis instrumen di bidang lingkungan, pangan, farmasi, klinis, hingga forensik, guna memberikan gambaran konkret mengenai peran vital bidang ilmu ini dalam industri dan kehidupan masyarakat.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari para pembaca sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, semoga buku ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat, memperkaya khazanah ilmu pengetahuan, dan mampu menginspirasi pengembangan riset di bidang kimia analisis di Indonesia.

Juli, 2026

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR iii
DAFTAR ISI v
BAB 1 PENGANTAR ANALISIS *INSTRUMENT* KIMIA 1
A. Latar Belakang dan Definisi Analisis *Instrument* 1
B. Perbedaan antara Analisis Klasik dan Analisis *Instrument* 2
C. Peran Analisis Instrumental dalam Berbagai Bidang 5
D. Interaksi Radiasi Elektromagnetik dengan Materi 7
E. Aplikasi dalam Analisis Instrumental 9
F. Rangkuman Materi 12
BAB 2 TEKNIK ANALISIS KONVENSIONAL 19
A. Pendahuluan 19
B. Ruang Lingkup Teknik Analisis Konvensional 21
C. Analisis Kualitatif 23
D. Analisis Kualitatif Kation 24
E. Analisis Kualitatif Anion 26
F. Analisis Kuantitatif 29
G. Kesalahan dan Ketelitian dalam Teknik Konvensional 34
H. Rangkuman Materi 36
BAB 3 JENIS INSTRUMEN KIMIA YANG UMUM DIGUNAKAN 39
A. Pendahuluan 39
B. Jenis-Jenis Instrumen Laboratorium 40
C. Pembagian Instrumentasi di Laboratorium 45
D. Rangkuman Materi 60
BAB 4 PRINSIP DASAR, TEKNIK & INSTRUMENTASI 63
A. Pendahuluan 63
B. Pengantar Analisis Instrumen 64
C. Evaluasi Data Analitik (Statistika Kimia) 67
D. Teknik Analisis Klasik (*Wet Chemistry*) 68
E. Spektroskopi Molekuler: Ultraviolet-*Visible* (Uv-Vis) 69
F. Pengantar Instrumentasi Kromatografi 73
G. Rangkuman Materi 74

BAB 5 METODE SPEKTROSKOPI 81
A. Pendahuluan 81
B. Jenis Spektroskopi 83
C. Radiasi Gelombang Elektromagnetik 84
D. Ciri-Ciri Gelombang Elektromagnetik 85
E. Spektrum Gelombang Elektromagnetik 86
F. Sifat Gelombang Radiasi Elektromagnetik 90
G. Komponen Dasar Instrumentasi Spektroskopi 96
H. Spektroskopi Berdasarkan Penyerapan 101
I. Spektroskopi Berdasarkan Emisi 103
J. Rangkuman Materi 104
BAB 6 METODE ELEKTROKIMIA 109
A. Sel Elektrokimia dan Elektroda 110
B. Instrumentasi Elektrokimia 112
C. Metode Potensiometri 115
D. Metode Voltametri 119
E. Metode Amperometri 123
F. Metode *Coulometri* 127
G. Spektroskopi Impedansi Elektrokimia (EIS) 131
H. Rangkuman Materi 134
BAB 7 METODE KROMATOGRAFI 137
A. Pengantar 137
B. Pendahuluan 139
C. Prinsip Dasar Kromatografi 143
D. Klasifikasi Metode Kromatografi 148
E. Kromatografi Lapis Tipis (KLT) 166
F. Kromatografi Kolom 170
G. Kromatografi Gas (GC) 174
H. Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (HPLC) 180
I. Validasi Metode Kromatografi 186
J. Aplikasi Metode Kromatografi dalam Berbagai Bidang 190
K. Rangkuman Materi 194
BAB 8 METODE TERMAL 197
A. Pendahuluan 197
B. Prinsip Dasar Analisis Termal 199

C. Klasifikasi Metode Analisis Termal 200
D. Aplikasi Metode Termal..... 204
E. Kelebihan dan Keterbatasan Metode Termal 208
F. Perkembangan Teknologi Analisis Termal..... 209
G. Rangkuman Materi 210
BAB 9 METODE RADIOKIMIA 221
A. Pendahuluan..... 221
B. Prinsip Dasar Radiokimia 222
C. Proses Dasar dalam Analisis Radiokimia 222
D. Instrumen Radiokimia 223
E. Aplikasi Metode Radiokimia 223
F. Keunggulan dan Keterbatasan Metode Radiokimia 225
G. Deteksi Radiasi untuk Diagnosis 226
H. Rangkuman Materi 228
BAB 10 ANALISIS DATA DAN PENGOLAHAN 233
A. Pendahuluan..... 233
B. Konsep Dasar Statistik dalam Analisis Kimia 238
C. Kalibrasi dan Kurva Kalibrasi..... 240
D. Validasi Metode Analisis..... 241
E. Pengolahan Data Lanjutan dan Evaluasi Hasil 242
F. Rangkuman Materi 244
BAB 11 APLIKASI KIMIA ANALISIS INSTRUMEN 253
A. Pendahuluan..... 253
B. Aplikasi dan Metode..... 254
C. Aplikasi Lingkungan 261
D. Aplikasi Pangan dan Minuman 264
E. Aplikasi Farmasi 266
F. Aplikasi Klinik dan Biomedis 267
G. Aplikasi Forensik..... 268
H. Aplikasi Industri Proses dan Petrokimia 269
I. Aplikasi Material dan Energi..... 270
J. Aplikasi Metode Termal dan Radiokimia..... 272
K. Integrasi dan Tren..... 274
L. Rangkuman Materi 275

GLOSARIUM 281
PROFIL PENULIS 294



BAB 1

PENGANTAR ANALISIS *INSTRUMENT* KIMIA

Dr. A. Netty Siahaya, M.Si.
Universitas Pattimura-Ambon

A. LATAR BELAKANG DAN DEFINISI ANALISIS *INSTRUMENT*

Analisis instrumental merupakan bidang penting dalam kimia analitik yang memanfaatkan instrumen untuk mengidentifikasi dan mengkuantifikasi komponen dalam suatu sampel. buku ini memberikan tinjauan umum tentang prinsip dasar, klasifikasi, dan aplikasi utama dari berbagai teknik analisis instrumental. Selain itu, buku ini juga membahas perkembangan terkini dan peran analisis instrumental dalam berbagai bidang seperti lingkungan, farmasi, dan industri makanan. Dengan demikian Analisis instrumental kimia adalah metode

DAFTAR PUSTAKA

FDA (2019) Guidelines for the Validation of Chemical Methods for the FDA Foods Program. 3rd edn, Foods ProgramScience and Research Steering Committee. 3rd edn.

Fernandes, G.M. *et al*. (2020) 'Novel approaches for colorimetricmeasurements in analytical chemistry A review', Analytica Chimica Acta, 1135, pp. 187–203. Available at: https://doi.org/10.1016/j.aca.2020.07.030.

Frank, U. *et al*. (2023) 'Multidimensional fractionation ofparticles', Separations, 10(252), pp. 1–23. Available at: https://doi.org/10.3390/separations10040252.

Garg, M.R., Sherasia, P.L. and Bhanderi, B.M. (2013) Quality Control Manual for Cattle Feed Plants. Anand: National Dairy Development Board.

Gilbert, J.C. and Martin, S.F. (2016) Experimental OrganicChemistry: A Miniscale and Microscale Approach. 6th edn. Boston: Cengage Learning. Jeffery, P.G. and Hutchison, D. (1981) Chemical Methods of Rock Analysis. 3rd edn. Oxford: Pergamon Press.

Valcarcel, M., Cardenas, S. and Gallego, M. (2000) 'Qualitative analysis revisited', Critical Reviews in Analytical Chemistry, 30(4), pp. 345–361. Available at: https://doi.org/10.1080/10408340008984164.

Vogel, A.I. and Svehla, G. (1996) Vogel's Qualitative Inorganic Analysis. 7th edn. Harlow Essex: Longman Group Limited.

Weisz, H. (1970) Microanalysis by the Ring-Oven Technique. 2nd edn. New York: Pergamon Press.

Wilson, M.L. (1986) Nondestructive Rapid Identification of Metals and Alloys by Spot Test. Philadelphia: American Society for Testing and Materials.



BAB 2

TEKNIK ANALISIS KONVENSIONAL

I Gusti Bagus Teguh Ananta, S.Si., M.Si.
Institut Teknologi dan Kesehatan Bali

A. PENDAHULUAN

Teknik analisis konvensional merupakan dasar dari kimia analisis yang bertumpu pada prinsip reaksi kimia dan pengukuran besaran dasar seperti massa dan volume untuk menentukan komposisi suatu analit dalam sampel. Teknik-teknik ini mencakup analisis kualitatif maupun kuantitatif yang mengandalkan pemahaman stoikiometri, reaksi pengendapan, serta titik ekuivalen dalam titrasi. Meskipun perkembangan analisis instrumen modern sangat pesat, metode konvensional tetap digunakan secara luas dalam konteks pendidikan, laboratorium pengujian mutu sederhana, maupun penelitian dasar karena kesederhanaan, biaya rendah, dan keterjangkauannya.

DAFTAR PUSTAKA

Achmad, H. (2012). Kimia analitik kualitatif (Analisis kualitatif konvensional). Citra Aditya Bakti.

Darsati, S. (2025). Modul ruang lingkup kimia analitik dan penggolongan analisis kimia. Universitas Terbuka.

Harris, D. C. (2016). Quantitative chemical analysis (9th ed.). W. H. Freeman and Company.

Ismail, I. A., Budiman, S., Putri, A. D., & Aprilianti, C. (2024). Precision in practice: Comparative analysis of gravimetric and volumetric methods for Nickel(II) Chloride quantification. International Journal of Academic Multidisciplinary Research (IJAMR). DOI:10.5281/zenodo.12787271.

Khopkar, S. M. (1998). Basic concepts of analytical chemistry. New Age International.

Shriner, R. L., Hermann, C. K. F., Morrill, T. C., Curtin, D. Y., & Fuson, R. C. (2004). The systematic identification of organic compounds (8th ed.). John Wiley & Sons.

Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2014). Fundamentals of analytical chemistry (9th ed.). Cengage Learning.

Vogel, A. I. (1987). Vogel's qualitative inorganic analysis (7th ed.). Longman Scientific & Technical.



BAB 3

JENIS INSTRUMEN KIMIA YANG UMUM DIGUNAKAN

Ni Putu Rahayu Artini, S.Si., M.Si.
Universitas Bali Internasional

A. PENDAHULUAN

Instrumen laboratorium adalah jenis alat laboratorium yang dalam penggunaannya membutuhkan pengetahuan, ketelitian, akurasi, dan kemampuan dalam pengelolaan maupun pemeliharaannya yang lebih dibanding alat laboratorium dasar (*glassware*). Beberapa contoh peralatan atau instrumen laboratorium yang biasa ditemui di laboratorium diantaranya adalah spektrofotometer, *vortex*, neraca, HPLC, FTIR, *rotary* evaporator, RT-PCR dan lainnya. Pada materi ini terkait tentang jenis *instrument* kimia yang umum digunakan akan

DAFTAR PUSTAKA

Departemen Kesehatan RI. (2009). Pedoman Praktek Laboratorium Yang Benar (Good Laboratory Praktice). Jakarta.

Fauzi, Hikmah. 2013. “Sterilisasi dan Macam-macamnya ”. Lembaga Sumber Daya Informasi, IPB, Bogor

Gandasoebrata R. (2013). Penuntun Laboratorium Klinis. Jakarta. Dian Rakyat Hidayat, R. 2009. Gout dan Hiperurisemia. Medicinus, 22, 47. 4.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2011). Pedoman Interpretasi Data Klinik. Jakarta Murray,

Khopkar, S.M. (2003). Kimia Analitis. Jakarta: UI-Press. Hal. 419

Mark, Dawn B., Marks, Allan D., dan Smith, Colleen MD. (editor). (2000). Biokimia Kedokteran Dasar. Jakarta:EGC

Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2010). Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1792/Menkes/SKI/XII/ 2010 tentang Pedoman Pemeriksaan Kimia Klinik I.

Nasir, M. (2019). Spektrofotometri Serapan Atom (I. Khaldun (ed.); Pertama). Syiah Kuala University Press: Aceh.

R. K., Granner, D. K., & Rodwell, V. W. (2006). Harper's Illustrated Biochemistry (Vol. 27). Toronto: The McGraw-Hill Companies Inc. 2.

Sacher, Ronald. McPherson, Richard. (2009). Tinjauan klinis Hasil Pemeriksaan Laboratorium Edisi 11. EGC. Jakarta.

Skoog, A. D., Holler, J. F., & Crouch, R. S. (2016). Principles of Instrumental Analysis (7th Edition). Boston: Cengage Learning.

Underwood, A. L., & Day, R. A. (2002). Analisis Kimia Kuantitatif (H. H Wibi & L. Simarmata (eds.); Sixth). Erlangga: Jakarta.



BAB 4

PRINSIP DASAR, TEKNIK & INSTRUMENTASI

Razhika Faradila, S.TP., M.P.
Universitas Tribhuwana Tunggadewi Malang

A. PENDAHULUAN

Buku ini akan mengulik materi krusial dalam Bab 4 mengenai Prinsip Dasar, Teknik, dan Instrumentasi. Penting untuk kalian pahami filosofi dasarnya terlebih dahulu, yang mana Kimia Analisis kerap kali dikatakan sebagai 'mata dan telinga' dari ilmu kimia. Jika kita mengibaratkan kimiawan sintesis adalah arsitek yang membangun molekul, maka kimiawan analisis adalah inspektur yang memastikan kualitas, kuantitas, dan identitas molekul tersebut. Dalam perjalanan mata kuliah ini, kita akan melihat transisi teknologi dari klasik ke

DAFTAR PUSTAKA

Dong, M. W. (2019). *Modern HPLC for practicing scientists* (2nd ed.). Wiley.

Ermer, J., & Nethercote, P. (Eds.). (2020). *Method validation in pharmaceutical analysis: A guide to best practice* (3rd ed.). Wiley-VCH.

Gandjar, I. G., & Rohman, A. (2020). *Kimia farmasi analisis* (Ed. Revisi). Pustaka Pelajar.

Harris, D. C., & Lucy, C. A. (2020). *Quantitative chemical analysis* (10th ed.). W. H. Freeman and Company.

Harvey, D. (2021). *Analytical chemistry 2.1*. DePauw University. https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/analytical-chemistry-2-1

McNair, H. M., Miller, J. M., & Snow, N. H. (2019). *Basic gas chromatography* (3rd ed.). Wiley.

Mullins, E. (2022). *Statistics for the quality control chemistry laboratory* (2nd ed.). Royal Society of Chemistry.

Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S., & Vyvyan, J. R. (2022). *Introduction to spectroscopy* (6th ed.). Cengage Learning.

Robinson, J. W., Frame, E. M. S., & Frame, G. M. (2020). *Undergraduate instrumental analysis* (8th ed.). CRC Press.

Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2021). *Fundamentals of analytical chemistry* (10th ed.). Cengage Learning.



BAB 5

METODE SPEKTROSKOPI

Dr. Lydia Melawaty, M.Si.
Universitas Kristen Indonesia Paulus

A. PENDAHULUAN

Spektroskopi adalah ilmu yang mempelajari interaksi cahaya dan materi. Interaksi ini dapat berupa penyerapan (absorpsi), pemancaran (emisi), atau hamburan energi. Prinsip dasar spektroskopi berfokus pada transisi energi. Ketika materi terpapar radiasi, elektron atau molekul dapat berpindah dari tingkat energi dasar (*ground state*) ke tingkat energi yang lebih tinggi (*excited state*). Pola interaksi ini menghasilkan spektrum yang unik untuk setiap zat, sehingga berfungsi sebagai "sidik jari kimia" untuk mengidentifikasi struktur molekul, konsentrasi, dan komposisi suatu sampel.

DAFTAR PUSTAKA

Dachriyanus. (2004). *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas.

Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G.S., dan Vyvyan, J. R. (2009). *Introduction to Spectroscopy*. Sauders College: Philladelphia.

Welz, B. and Vale, M.G.R. (2005). Atomic Absorption Spectrometry and Related Techniques. In: Jack Cazes (Ed.). *Analytical Instrumentation Handbook*. 3rd edition. Marcel Dekker. New York

Yudono, B. (2017). *Spektrometri*. Simetri.



BAB 6

METODE ELEKTROKIMIA

Muh Syafri Zainuddin, S.T., M.T.
Politeknik Dewantara

Metode elektrokimia merupakan cabang analisis kimia yang memanfaatkan hubungan antara energi listrik dan reaksi kimia, khususnya reaksi redoks pada permukaan elektroda. Prinsip kerjanya melibatkan pengukuran arus, potensial, atau konduktansi yang dihasilkan dari oksidasi atau reduksi analit dalam larutan elektrolit, dengan sistem elektroda kerja, elektroda pembanding, dan elektroda bantu sebagai komponen utama. Keunggulan metode ini termasuk sensitivitas tinggi, biaya rendah, dan kecepatan analisis, membuatnya ideal untuk sampel kompleks seperti lingkungan atau farmasi.

DAFTAR PUSTAKA

Bard, A. J., Inzelt, G., & Scholz, F. (2015). *Electrochemical dictionary* (2nd ed.). Springer.

Barsoukov, E., & Macdonald, J. R. (2018). *Impedance spectroscopy: Theory, experiment, and applications* (3rd ed.). Wiley.

Compton, R. G., & Banks, C. E. (2018). *Understanding voltammetry* (2nd ed.). World Scientific.

Houssin, T., Bridle, H., & Senez, V. (2021). Electrochemical detection. In *Waterborne pathogens* (pp. 147-187). Academic Press.

Murthy, H. A., & Nagaswarupa, H. P. (2022). Novel trends for synthesis of carbon nanomaterial-based sensors. In *Carbon Nanomaterials-Based Sensors* (pp. 29-42). Elsevier.

Richa, A., Fizir, M., & Touil, S. (2021). Advanced monitoring of hydroponic solutions using ion-selective electrodes and the internet of things: A review. *Environmental Chemistry Letters, 19*(1), 1–19.

Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2018). *Principles of instrumental analysis* (7th ed.). Cengage Learning.

Tai, J., Li, F., Zhou, Y., Fan, Z., Wei, H., Zhang, D., & Lei, L. (2018). Synthesis and characterisation of tribasic lead sulphate as the negative active material of lead-acid battery. Journal of Solid State Electrochemistry, 22(9), 2829-2835.

Wang, J. (2020). *Analytical electrochemistry* (4th ed.). Wiley.

Zoski, C. G. (Ed.). (2016). *Handbook of electrochemistry*. Elsevier.



BAB 7

METODE KROMATOGRAFI

Dr. Ivonne Telussa, S.Si., M.Si.
Universitas Pattimura

A. PENGANTAR

Kromatografi merupakan salah satu metode pemisahan yang sangat penting dalam analisis kimia modern karena kemampuannya memisahkan campuran kompleks menjadi komponen-komponen individual berdasarkan perbedaan distribusi antara fase diam dan fase gerak. Prinsip dasar metode ini terletak pada perbedaan afinitas masing-masing komponen terhadap kedua fase tersebut, sehingga setiap senyawa memiliki kecepatan migrasi yang berbeda dan menghasilkan pemisahan yang efektif. Seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, kromatografi tidak hanya digunakan untuk pemisahan, tetapi juga untuk identifikasi kualitatif dan penetapan

DAFTAR PUSTAKA

Dong, M. W. (2006). *Modern HPLC for practicing scientists*. John Wiley & Sons.

Harris, D. C. (2020). *Quantitative chemical analysis* (10th ed.). W. H. Freeman and Company.

Kazakevich, Y., & LoBrutto, R. (2007). *HPLC for pharmaceutical scientists*. John Wiley & Sons.

Miller, J. N., & Miller, J. C. (2018). *Statistics and chemometrics for analytical chemistry* (7th ed.). Pearson Education.

Poole, C. F. (2012). *Gas chromatography*. Elsevier.

Poole, C. F. (2013). *Supercritical fluid chromatography*. Elsevier.

Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2018). *Principles of instrumental analysis* (7th ed.). Cengage Learning.

Snyder, L. R., Kirkland, J. J., & Dolan, J. W. (2010). *Introduction to modern liquid chromatography* (3rd ed.). John Wiley & Sons.

Swartz, M. E., & Krull, I. S. (2012). *Analytical method development and validation*. CRC Press.

Touchstone, J. C. (1992). *Practice of thin layer chromatography* (3rd ed.). John Wiley & Sons.

Willard, H. H., Merritt, L. L., Dean, J. A., & Settle, F. A. (1988). *Instrumental methods of analysis* (7th ed.). Wadsworth Publishing Company.



BAB 8

METODE TERMAL

Aisyah Protonia Tanjung, S.T., M.R.E.
Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe

A. PENDAHULUAN

Metode termal merupakan salah satu teknik penting dalam kimia analisis instrumen yang digunakan untuk mempelajari perubahan sifat fisika maupun kimia suatu bahan sebagai fungsi temperatur. Teknik ini didasarkan pada pengamatan perubahan sifat material ketika dipanaskan, didinginkan, atau dipertahankan pada suhu tertentu dalam kondisi yang terkontrol. Analisis termal banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti kimia material, farmasi, polimer, mineralogi, serta ilmu lingkungan (Wunderlich, 2012).

DAFTAR PUSTAKA

Achilias, D. S. (2022). Thermal Analysis in Polymer Recycling. In *Thermal Analysis of Polymeric Materials: Methods and Developments: Volumes 1-2* (Vol. 2, pp. 487-508). https://doi.org/10.1002/9783527828692.ch14

Agung, E. H., Sapuan, S. M., Hamdan, M. M., Zaman, H. M. D. K., & Mustofa, U. (2011). Differential scanning calorimetry (DSC) analysis of abaca fibre (Musa Textile Nee) reinforced high impact polystyrene (HIPS) composites. Advanced Materials Research,

Benke, M., Tranta, F., Barkóczy, P., Mertinger, V., & Daróczi, L. (2008). Effects of heat-flux features on the differential scanning calorimetry curve of a thermoelastic martensitic transformation [Article]. *Materials Science and Engineering: A*, *481-482*(1-2 C), 522-525. https://doi.org/10.1016/j.msea.2007.01.184

Bevis, J., Bottom, R., Duncan, J., Farhat, I., Forrest, M., Furniss, D., MacNaughton, B., Nazhat, S., Saunders, M., & Seddon, A. (2008). *Principles and applications of thermal analysis*. Wiley Online Library.

Bottom, R. (2008). Thermogravimetric analysis. *Principles and applications of thermal analysis*, 87-118.

Chaeruni, W., Hadiyanto, H., & Cahyadi, C. (2024). Karakteristik Pembakaran Campuran Batubara dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Menggunakan Analisis Termogravimetri Deferensial Temperatur (TG-DTA). *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, *8*(3), 1629-1638.

De Blasio, C. (2019). Thermogravimetric Analysis (TGA). In C. De Blasio (Ed.), *Fundamentals of Biofuels Engineering and Technology* (pp. 91-102). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11599-9_7

De Oliveira, M. A., Yoshida, M. I., & De Lima Gomes, E. C. (2011). Thermal analysis applied to drugs and pharmaceutical formulations in pharmaceutical industry [Article]. *Quimica Nova*, *34*(7), 1224-1230.

https://doi.org/10.1590/S0100-40422011000700022
Devi, N., Srivastava, S., Yogi, B., & Gupta, S. K. (2021). A review on differential thermal analysis. *Chem Res J*, *6*(4), 71-80.
Dumas, J. P., Gibout, S., Cézac, P., & Franquet, E. (2018). New theoretical determination of latent heats from DSC curves [Article]. *Thermochimica Acta*, *670*, 92-106. https://doi.org/10.1016/j.tca.2018.10.011
Duncan, J. (2008). Principles and applications of mechanical thermal analysis. *Principles and applications of thermal analysis*, *2*, 119-163.
Fernández Rojas, M., Giorgi Pérez, A. M., Agudelo Hernández, M. F., & Carreno Díaz, L. A. (2018). Introducing Students to Thermogravimetry Coupled with Fourier Transform Infrared Spectroscopy [Article]. *Journal of Chemical Education*, *95*(8), 1365-1370. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00826
Fischinger, T. J., Laher, M., & Hild, S. (2014). An evaluation of local thermal analysis of polymers on the sub-micrometer scale using heated scanning probe microscopy cantilevers [Article]. *Journal of Physical Chemistry B*, *118*(20), 5570-5576. https://doi.org/10.1021/jp4092859
Gana, I., Barrio, M., Do, B., Tamarit, J. L., Céolin, R., & Rietveld, I. B. (2013). Benzocaine polymorphism: Pressure-temperature phase diagram involving forms II and III [Article]. *International Journal of Pharmaceutics*, *456*(2), 480-488. https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2013.08.031
Gerassimidou, S., Velis, C. A., Williams, P. T., & Komilis, D. (2020). Characterisation and composition identification of waste-derived fuels obtained from municipal solid waste using thermogravimetry: A review [Review]. *Waste Management and Research*, *38*(9), 942-965. https://doi.org/10.1177/0734242X20941085
Hacaloglu, J. (2012). Direct insertion probe mass spectrometry of polymers [Article]. *Advances in Polymer Science*, *248*, 69-103. https://doi.org/10.1007/12_2011_133

Haines, P. J. (2012). *Thermal methods of analysis: principles, applications and problems*. Springer Science & Business Media.

Hendrych, J., Kubal, M., Ederová, J., & Mašín, P. (2014). Thermogravimetric analysis as significant tool for suitability assessment of solid waste destined for processing by thermal desorption [Article]. *Global Nest Journal*, *16*(5), 814-821. https://doi.org/10.30955/gnj.001246

Hosseinian, H., Ortiz Ortega, E., Aguilar Meza, I. B., Rodríguez Vera, A., Rosales López, M. J., & Hosseini, S. (2022). Characterization Techniques for Thermal Analysis. In *Progress in Optical Science and Photonics* (Vol. 19, pp. 153-180). https://doi.org/10.1007/978-981-16-9569-8_5

Ivanov, I., Gospodinova, D., Dineff, P., & Muleshkova, L. V. (2014). Thermal behavior criteria of flame retarded wood obtained by Simultaneous Thermal Analysis: I. New thermal behavior criteria of wood. 2014 18th International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies, SIELA 2014-Proceedings,

James, J. (2017). Chapter 7-Thermomechanical Analysis and Its Applications. In S. Thomas, R. Thomas, A. K. Zachariah, & R. K. Mishra (Eds.), *Thermal and Rheological Measurement Techniques for Nanomaterials Characterization* (pp. 159-171). Elsevier. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-46139-9.00007-4

James, J. (2017). Thermomechanical Analysis and Its Applications. In *Thermal and Rheological Measurement Techniques for Nanomaterials Characterization* (Vol. 3, pp. 159-171). https://doi.org/10.1016/B978-0-323-46139-9.00007-4

Karathanasis, A. D. (2015). Thermal analysis of soil minerals. In *Methods of Soil Analysis, Part 5: Mineralogical Methods* (Vol. 5, pp. 117-160). https://doi.org/10.2136/sssabookser5.5.c5

Kaur, S., Thapliyal, D., Tewari, K., Bhargava, C. K., Chandra, A., Sen, P., Kumar, P., Thakur, A. K., Verros, G. D., & Arya, R. K. (2025). Introduction to heat transfer for digital era. In *Smart Heat Transfer and Thermal Management: Leveraging AI, Machine Learning, and Soft Computing* (pp. 3-56).

https://doi.org/10.1016/B978-0-443-33881-6.00009-5
Kissinger, H. E. (1957). Reaction Kinetics in Differential Thermal Analysis [Article]. *Analytical Chemistry*, *29*(11), 1702-1706. https://doi.org/10.1021/ac60131a045
Kosmalska, A., & Masek, A. (2022). Thermal Analysis Methods in Characterization of Polymer Additives. In *Thermal Analysis of Polymeric Materials: Methods and Developments: Volumes 1-2* (Vol. 2, pp. 457-483). https://doi.org/10.1002/9783527828692.ch13
Kossko, I. O., Pashin, D. M., & Valitov, M. I. (2014). USING the TGA-DSC-IR-GCMS COMBINED SYSTEM and TL-9000 TRANSFER LINE for the ANALYSIS of ORGANIC OBJECTS [Article]. *Science and Innovation*, *10*(2), 76-79. https://doi.org/10.15407/scine10.02.076
Lago, D. C., & Prado, M. O. (2013). Dehydroxilation and crystallization of glasses: A DTA study. *Journal of Non-Crystalline Solids*, *381*, 12-16. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2013.09.008
Lalia-Kantouri, M. (2013). Application of thermal analysis in coordination chemistry [Review]. *Pharmakeftiki*, *25*(3), 87-93. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84887123576&partnerID=40&md5=c4b153822bf2936de6cbee201f320016
Leyva-Porras, C., Cruz-Alcantar, P., Espinosa-Solís, V., Martínez-Guerra, E., Piñón-Balderrama, C. I., Compean Martínez, I., & Saavedra-Leos, M. Z. (2019). Application of differential scanning calorimetry (DSC) and modulated differential scanning calorimetry (MDSC) in food and drug industries. *Polymers*, *12*(1), 5.
Lin, S. Y., Chen, L. C., & Cheng, W. T. (2022). Use of Different Temperature Control Techniques Coupled with FTIR Spectroscopy to Simultaneously Induce and Identify the Physical Properties, Chemical Reactions, and Thermal Degradation of Polymers. In *Thermal Analysis of Polymeric Materials: Methods and Developments: Volumes 1-2* (Vol. 1, pp. 169-226).

https://doi.org/10.1002/9783527828692.ch4

Loganathan, S., Valapa, R. B., Mishra, R. K., Pugazhenthi, G., & Thomas, S. (2017). Thermogravimetric Analysis for Characterization of Nanomaterials. In *Thermal and Rheological Measurement Techniques for Nanomaterials Characterization* (Vol. 3, pp. 67-108). https://doi.org/10.1016/B978-0-323-46139-9.00004-9

Lothenbach, B., Durdzinski, P., & De Weerdt, K. (2016). Thermogravimetric analysis. *A practical guide to microstructural analysis of cementitious materials*, *1*, 177-211.

Marian, E., Tiţa, B., Jurca, T., Fuliaş, A., Vicaş, L., & Tiţa, D. (2013). Thermal behaviour of erythromycin-active substance and tablets: Part 1. Kinetic study of the active substance under *non*-isothermal conditions [Article]. *Journal of thermal analysis and calorimetry*, *111*(2), 1025-1031. https://doi.org/10.1007/s10973-012-2284-8

Menczel, J. D., & Kohl, W. S. (2020). Differential scanning calorimetry (DSC) in fiber research. In *Thermal Analysis of Textiles and Fibers* (pp. 17-69). https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100572-9.00003-3

Moon, I., Androsch, R., Chen, W., & Wunderlich, B. (2000). The principles of micro-thermal analysis and its application to the study of macromolecules. *Journal of thermal analysis and calorimetry*, *59*(1-2), 187-203.

Müller, A. J., & Michell, R. M. (2016). Differential scanning calorimetry of polymers. In *Polymer Morphology: Principles, Characterization, and Processing* (pp. 72-99). https://doi.org/10.1002/9781118892756.ch5

Murphy, D. K., & Rabel, S. (2008). Thermal Analysis and Calorimetric Methods for the Characterization of New Crystal Forms. In *Preformulation in Solid Dosage Form Development* (pp. 279-321). https://doi.org/10.3109/9780849360862-14

Özsin, G. (2025). Exploring the Thermal Degradation of Bakelite: *Non*-Isothermal Kinetic Modeling, Thermodynamic Insights, and Evolved Gas Analysis via Integrated In Situ TGA/MS and TGA/FT-IR Techniques [Article]. *Polymers*, *17*(16), Article 2197.

https://doi.org/10.3390/polym17162197
Pielichowski, K., & Pielichowska, K. (2022). *Thermal Analysis of Polymeric Materials: Methods and Developments: Volumes 1-2* (Vol. 1) [Book]. https://doi.org/10.1002/9783527828692
Prataviera, R., Pessan, L. A., & Carvalho, A. J. F. (2018). Characterization of thermally crosslinkable polyester films by thermomechanical analysis: a versatile and very sensitive technique for the evaluation of low crosslinking degree in polymers [Article]. *Polymer International*, *67*(8), 1011-1015. https://doi.org/10.1002/pi.5597
Reading, M., & Stacey, D. (2015). A thermal analysis technique that combines differential scanning calorimetry and light microscopy [Article]. *American Laboratory*, *47*(5). https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84931062721&partnerID=40&md5=3ffcbc88e29e288ccfd6311cd6b1ae05
Saadatkhah, N., Carillo Garcia, A., Ackermann, S., Leclerc, P., Latifi, M., Samih, S., Patience, G. S., & Chaouki, J. (2020). Experimental methods in chemical engineering: Thermogravimetric analysis—TGA. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, *98*(1), 34-43.
Saroj, M., & Payal, R. (2023). Differential thermal analysis. In *Analytical Methods in Chemical Analysis: An Introduction* (pp. 169-176). https://doi.org/10.1515/9783110794816-008
Seilerová, L., Brusová, H., Kratochvíl, B., & Krejčíkb, L. (2012). Thermal analysis in the pharmaceutical research and drug development [Article]. *Chemicke Listy*, *106*(10), 890-895. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84868360138&partnerID=40&md5=fa7de4e5494658ea2c9591d509c19b08
Tanjung, A. P., Yin, K., Zhao, L., Wu, J.-Z., Wang, A.-J., Mei, L.-P., Song, P., & Feng, J.-J. (2024). Target-regulated photoactivities of CdS/Ni-MOF heterojunction with [Ru (bpy) 2dppz] 2+ intercalator: a bisphenol A photoelectrochemical aptasensor. *Microchimica Acta*, *191*(3), 139. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00604-024-06230-6

Wu, P., Liu, Q., Xiao, Z., Wei, C., Tian, Y., & Xie, Y. (2025). Pyrolysis kinetics of multi-source biomass wastes and their fermentation products [Article]. *Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, *41*(13), 281-290. https://doi.org/10.11975/j.issn.1002-6819.202411134

Wunderlich, B. (2012). *Thermal analysis*. Elsevier.

Yang, L., & Lin, S. H. (2014). City sludge's differential scanning calorimetry analysis. Advanced Materials Research,

Yap, P. L., & Losic, D. (2024). Methods and Instruments | Thermal Analysis. In *Encyclopedia of Electrochemical Power Sources: Volume 1-7, Second Edition* (Vol. 2, pp. V2:263-V262:280). https://doi.org/10.1016/B978-0-323-96022-9.00209-7

Žaludová, M., Smetana, B., Zlá, S., Dobrovská, J., Gryc, K., Michalek, K., & Dudek, R. (2012). Study of DTA method experimental conditions and of their influence on obtained data of metallic systems. METAL 2012-Conference Proceedings, 21st International Conference on Metallurgy and Materials,

Zhang, Y. (2019). Characterization of recycled polymer compound by thermal analysis. Annual Technical Conference-ANTEC, Conference Proceedings,



BAB 9

METODE RADIOKIMIA

Dr. apt. Citra Dewi, S.Farm., M.Farm.
Program Studi S1 Farmasi, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Mandala Waluya

A. PENDAHULUAN

Metode radiokimia adalah salah satu teknik paling sensitif dalam analisis instrumental. Metode radiokimia merupakan teknik analisis yang memanfaatkan sifat radiasi dari inti atom tidak stabil (radioisotop) untuk tujuan identifikasi, kuantifikasi, atau penelusuran mekanisme kimia. Radiokimia penting dalam analisis unsur ultra-*trace*, penentuan umur (*dating*), biokimia, lingkungan, forensik, hingga farmasi nuklir. (Neumaier dan Qaim, 2025).

DAFTAR PUSTAKA

Bamminger K., Nics L., Hacker M., Philippe C., Ozenil M. (2025). *Unambiguous analytical separation and improved syntheses of [11C]acetate and [11C]acetoacetate*. EJNMMI Journal of Radiopharmaceutical Chemistry. 11:5. https://doi.org/10.1186/s41181-025-00412-0.

Barends G. K., Utomo B., Indrato T. B. (2020). Design of Instrument Measurement for X-Ray Radiation with Geiger Muller. Indonesian Journal of Electronics, Electromedical Engineering and Medical Informatics. Vol. 2, No. 1. DOI: 10.35882 / ijeeemi.v2i1.93.

Glenn F. Knoll. (2010). Radiation Detection and Measurement (4th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Maskur M., Lestari E., Sarmini E., Tahyan Y., Putra A. R., Kurniasih D., Gunawan A. H. (2024). PENENTUAN KEMURNIAN RADIOKIMIA 99mTc-MIBI SECARA CEPAT DAN PRAKTIS MENGGUNAKAN DOSE CALIBRATOR. *Urania: Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir*, *23*(1), 57–68. https://doi.org/10.17146/urania.2017.23.1.3195.

Neumaier B., Qaim, S.M. (2025). *Radiochemical methods in production of radionuclides at a cyclotron*. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. 334:9157–9165. https://doi.org/10.1007/s10967-025-10478-4.

Qaim S.M. (2017). Nuclear data for production and medical application of radionuclides: Present status and future needs, Nucl Med Biol., 44:31-49. Doi: 10.1016/j.nucmedbio.2016.08.016.

Schmitt S. Moreau L. (2023). Radiochemistry with $\{Al^{18}F\}^{2+}$: Current status and optimization perspectives for efficient radiofluorination by complexation. Journal Coordination Chemistry Reviews. 480.

Seo J., Lim J.M., Hyeon S., Lee M.S. (2025). Development of Geiger–Müller network for anomaly detection and tracking for accident preparedness at KAERI. *Journal of Environmental Radioactivity*. 285.

Sriyani, Eka M., Maria B.E., Widyasari, Febriyanti C.H., Sugiharti D.R.J., Halimah E.I., Daruwati I., Hanafiah W.G.A. 2020. Karakteristik Fisikokimia Senyawa Kuersetin Bertanda Radioaktif Iodium-131'. GANENDRA Majalah IPTEK Nuklir 23(1):9.
doi: 10.17146/gnd.2020.23.1.5515.



BAB 10

ANALISIS DATA DAN PENGOLAHAN

Maisarah, S.Si., M.T.
Universitas Malikussaleh

A. PENDAHULUAN

Analisis data merupakan komponen esensial dalam kimia analisis instrumen karena instrumen modern menghasilkan sinyal mentah yang belum bermakna sampai melalui proses perhitungan, interpretasi, dan pemodelan statistik (Dayananda *et al*., 2024). Proses tersebut tidak hanya meningkatkan kualitas informasi yang diperoleh, tetapi juga mendukung pembuatan keputusan yang akurat dalam berbagai aplikasi. Analisis data dalam konteks ini mencakup kegiatan seperti kalibrasi, pemrosesan sinyal, evaluasi kesalahan, dan pengambilan keputusan berdasarkan hubungan antara sinyal instrumen dan konsentrasi analit tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

Belouafa, S., Habti, F., Benhar, S., Belafkih, B., Tayane, S., Hamdouch, S., Bennamara, A., & Abourriche, A. (2017). Statistical tools and approaches to validate analytical methods: Methodology and practical examples. *International Journal of Metrology and Quality Engineering*, *8*. https://doi.org/10.1051/ijmqe/2016030

Carter, J. A., Barros, A. I., Nóbrega, J. A., & Donati, G. L. (2018). Traditional calibration methods in atomic spectrometry and new calibration strategies for inductively coupled plasma mass spectrometry. *Frontiers in Chemistry*, *6*(NOV), 1–25. https://doi.org/10.3389/fchem.2018.00504

Chen, H. Y., & Chen, C. (2022). Evaluation of Calibration Equations by Using Regression Analysis: An Example of Chemical Analysis. *Sensors*, *22*(2). https://doi.org/10.3390/s22020447

Chiappini, F. A., Alcaraz, M. R., Escandar, G. M., Goicoechea, H. C., & Olivieri, A. C. (2021). Chromatographic applications in the multi-way calibration field. *Molecules*, *26*(21), 1–29. https://doi.org/10.3390/molecules26216357

Committee, A. M. (1995). Uncertainty of measurement: Implications of its use in analytical science. *The Analyst*, *120*(9), 2303–2308. https://doi.org/10.1039/AN9952002303

Cuadros-Rodríguez, L., Bagur-González, M. G., Sánchez-Viñas, M., González-Casado, A., & Gómez-Sáez, A. M. (2007). Principles of analytical calibration/quantification for the separation sciences. *Journal of Chromatography A*, *1158*(1–2), 33–46. https://doi.org/10.1016/j.chroma.2007.03.030

Dayananda, B., Owen, S., Kolobaric, A., Chapman, J., & Cozzolino, D. (2024). Pre-processing Applied to Instrumental Data in Analytical Chemistry: A Brief Review of the Methods and Examples. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, *54*(8), 2745–2753. https://doi.org/10.1080/10408347.2023.2199864

Donati, G. L., & Amais, R. S. (2019). Fundamentals and new approaches to calibration in atomic spectrometry. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, *34*(12), 2353–2369. https://doi.org/10.1039/c9ja00273a

Ferreira, D. S., Buil-García, J., Anzano, J. M., Pereira-Filho, E. R., & Pereira, F. M. V. (2025). Calibration Models for Macronutrient (Ca, K, and Mg) Determination in Food Samples Using Laser-Induced Breakdown Spectroscopy: Instruments Comparison and Error Structure Information for Enhanced Predictive Accuracy. *Food Analytical Methods*, *18*(10), 2190–2197. https://doi.org/10.1007/s12161-025-02862-3

Gkountanas, K., Dagla, I., Gikas, E., Malenović, A., & Dotsikas, Y. (2023). Baseline Correction for HPLC Chromatograms by Using Free Open-Source Software. *Analytica*, *4*(1), 45–53. https://doi.org/10.3390/analytica4010005

González, A. G. (2017). Practical Considerations on Indirect Calibration in Analytical Chemistry. *Uncertainty Quantification and Model Calibration*. https://doi.org/10.5772/intechopen.68806

Gustavo González, A., & Ángeles Herrador, M. (2007). A practical guide to analytical method validation, including measurement uncertainty and accuracy profiles. *TrAC-Trends in Analytical Chemistry*, *26*(3), 227–238. https://doi.org/10.1016/j.trac.2007.01.009

He, S., Zhang, W., Liu, L., Huang, Y., He, J., Xie, W., Wu, P., & Du, C. (2014). Baseline correction for Raman spectra using an improved asymmetric least squares method. *Analytical Methods*, *6*(12), 4402–4407. https://doi.org/10.1039/c4ay00068d

Jurado, J. M., Alcázar, A., Muñiz-Valencia, R., Ceballos-Magaña, S. G., & Raposo, F. (2017). Some practical considerations for linearity assessment of calibration curves as function of concentration levels according to the fitness-for-purpose approach. *Talanta*, *172*(May), 221–229. https://doi.org/10.1016/j.talanta.2017.05.049

Mestareehi, A. (2025). Comprehensive and robust stability-indicating reversed phase high performance liquid chromatography (RP-HPLC) method for Rivaroxaban: synergistic integration of infrared spectroscopy and clinical pharmacology insights. *Frontiers in Chemistry*, *13*(April), 1–25. https://doi.org/10.3389/fchem.2025.1551189

N. I. Majan, N. I. P., & Ahmed, A. (2017). Stability Indicating RP-HPLC Method Development and Validation for Simultaneous Estimation of Albendazole and Ivermectin in Pharmaceutical Dosage form. *Global Journal of Medical Research*, *7*(1), 6. https://doi.org/10.5958/2231-5675.2017.00002.3

Nazmus Sakib Chowdhury, M. (2023). A stability indicating RP-HPLC method development and validation for simultaneous quantification for assay of rifampicin in pharmaceutical solid dosage form. *International Journal of Pharmaceutical Chemistry and Analysis*, *10*(1), 55–58. https://doi.org/10.18231/j.ijpca.2023.010

Ng, B., Quinete, N., & Gardinali, P. R. (2020). Assessing accuracy, precision and selectivity using quality controls for *non*-targeted analysis. *Science of the Total Environment*, *713*, 136568. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136568

Olivieri, A. C. (2015). Practical guidelines for reporting results in single- and multi-component analytical calibration: A tutorial. *Analytica Chimica Acta*, *868*, 10–22. https://doi.org/10.1016/j.aca.2015.01.017

Ravekar, P. G., & Jawarkar, S. G. (2014). Analytical method development and validation for simultaneous estimation of API in pharmaceutical dosage form by using RP-HPLC method. *IJRTI2508074 International Journal for Research Trends and Innovation*, *6*(2), 252–257.

Saha, P., Pandit, B., Pramanik, S., & Shrestha, B. (2025). a Comprehensive Review on the Applications of Chemometrics in Analytical Chemistry. *Journal of Applied Pharmaceutical Research*, *13*(3), 1–16. https://doi.org/10.69857/joapr.v13i3.861

Santos, M. C., Nascimento, P. A. M., Guedes, W. N., Pereira-Filho, E. R., Filletti, É. R., & Pereira, F. M. V. (2019). Chemometrics in analytical chemistry-An overview of applications from 2014 to 2018. *Ecletica Quimica*, *44*(2), 11–25. https://doi.org/10.26850/1678-4618eqj.v44.2.11-25

Stalikas, C., & Sakkas, V. (2024). From a glimpse into the key aspects of calibration and correlation to their practical considerations in chemical analysis. *Microchimica Acta*, *191*(2). https://doi.org/10.1007/s00604-023-06157-4

Stanimirova, I., Daszykowski, M., & Hopke, P. K. (2024). The role of chemometrics in improving clinical data analysis and diagnostics. *Trends in Analytical Chemistry*, *173*(February 2023), 117642. https://doi.org/10.1016/j.trac.2024.117642

Tichter, T., & Roth, C. (2026). Acquisition and Processing of Voltammetric Data-Dos and Don'ts. *American Chemical Society Electrochem*, *1*(1). https://doi.org/10.1021/acselectrochem.5c00370

Vikaram, M., Nayak, D., & Sadhvi, V. (2020). RP-HPLC method development and validation for the estimation of midostaurin in Bulk and pharmaceutical dosage form. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, *11*(4), 5108–5112. https://doi.org/10.26452/ijrps.v11i4.3114



BAB 11

APLIKASI KIMIA ANALISIS INSTRUMEN

Ir. Herlina Rahim, S.T., M.Si.
Politeknik ATI Makassar

A. PENDAHULUAN

Kimia analisis instrumen berperan penting dalam menjamin mutu, keamanan, dan keandalan informasi kimia pada berbagai sektor, mulai dari lingkungan, pangan, farmasi, klinik, forensik, industri proses, hingga material dan energi. Bab ini menekankan bagaimana kebutuhan analitik di lapangan diterjemahkan menjadi strategi pengukuran yang tepat. Pembahasan difokuskan pada tujuan analisis, karakter matriks sampel, serta kecenderungan metode instrumen yang umum dipilih pada masing-masing bidang, sehingga pembaca dapat mengaitkan konsep yang telah dipelajari dengan konteks aplikasi dan pengambilan keputusan berbasis data.

DAFTAR PUSTAKA

Adams, K. J., Pratt, B., Bose, N., Dubois, L. G., John-Williams, L. St., Perrott, K. M., Ky, K., Kapahi, P., Sharma, V., MacCoss, M. J., Moseley, M. A., Colton, C. A., MacLean, B., Schilling, B., & Thompson, J. W. (2020). Skyline for Small Molecules: A Unifying Software Package for Quantitative Metabolomics. In *Journal of Proteome Research*. https://doi.org/10.1021/acs.jproteome.9b00640

Badawy, M. E. I., El-Nouby, M. A. M., Kimani, P. K., Lim, L. W., & Rabea, E. I. (2022). A Review of the Modern Principles and Applications of Solid-Phase Extraction Techniques in Chromatographic Analysis. In *Analytical Sciences*. https://doi.org/10.1007/s44211-022-00190-8

Chu, S., Wang, H., Xiao, L., Yu, S., Yang, L., & Jiang, C. (2020). A Portable Smartphone Platform Using a Ratiometric Fluorescent Paper Strip for Visual Quantitative Sensing. In *Acs Applied Materials & Interfaces*. https://doi.org/10.1021/acsami.9b20458

Escher, B. I., Stapleton, H. M., & Schymanski, E. (2020). Tracking Complex Mixtures of Chemicals in Our Changing Environment. In *Science*. https://doi.org/10.1126/science.aay6636

Feder, J. (2020). Advancing Production Flow Profiling With Subatomic Fingerprints and Big Data Analytics. In *Journal of Petroleum Technology*. https://doi.org/10.2118/0620-0067-jpt

Guo, X., Li, J., Arabi, M., Wang, X., Wang, Y., & Chen, L. (2020). Molecular-Imprinting-Based Surface-Enhanced Raman Scattering Sensors. In *Acs Sensors*. https://doi.org/10.1021/acssensors.9b02039

Hawkes, J. A., D'Andrilli, J., Agar, J. N., Barrow, M. P., Berg, S. M., Catalán, N., Chen, H., Chu, R., Cole, R. B., Dittmar, T., Gavard, R., Gleixner, G., Hatcher, P. G., He, C., Hess, N., Hutchins, R., Ijaz, A., Jones, H. E., Kew, W., … Podgorski, D. C. (2020). An International Laboratory Comparison of Dissolved Organic

Matter Composition by High Resolution Mass Spectrometry: Are We Getting the Same Answer? In *Limnology and Oceanography Methods*. https://doi.org/10.1002/lom3.10364

Itoh, T., Procházka, M., Dong, Z., Ji, W., Yamamoto, Y. S., Zhang, Y., & Ozaki, Y. (2023). Toward a New Era of SERS and TERS at the Nanometer Scale: From Fundamentals to Innovative Applications. In *Chemical Reviews*. https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.2c00316

Ji, S., Gong, L., Wang, W., Gong, Z., Wang, D., & Fan, M. (2020). Surface-enhanced Raman Spectroscopy for On-site Analysis: A Review of Recent Developments. In *Luminescence*. https://doi.org/10.1002/bio.3796

Khan, H. R., Yerramilli, A. S., D'Oliveira, A., Alford, T. L., Boffito, D. C., & Patience, G. S. (2020). Experimental Methods in Chemical Engineering: X-ray Diffraction Spectroscopy-XRD. In *The Canadian Journal of Chemical Engineering*. https://doi.org/10.1002/cjce.23747

Liu, K., Nellis, M. M., Uppal, K., Ma, C., Tran, V., Liang, Y., Walker, D. I., & Jones, D. P. (2020). Reference Standardization for Quantification and Harmonization of Large-Scale Metabolomics. In *Analytical Chemistry*. https://doi.org/10.1021/acs.analchem.0c00338

Munno, K., Frond, H. De, O'Donnell, B. A., & Rochman, C. M. (2020). Increasing the Accessibility for Characterizing Microplastics: Introducing New Application-Based and Spectral Libraries of Plastic Particles (SLoPP and SLoPP-E). In *Analytical Chemistry*. https://doi.org/10.1021/acs.analchem.9b03626

Noviana, E., Özer, T., Carrell, C. S., Link, J., McMahon, C., Jang, I., & Henry, C. S. (2021). Microfluidic Paper-Based Analytical Devices: From Design to Applications. In *Chemical Reviews*. https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.0c01335

Özer, T., McMahon, C., & Henry, C. S. (2020). Advances in Paper-Based Analytical Devices. In *Annual Review of Analytical Chemistry*. https://doi.org/10.1146/annurev-anchem-061318-114845

Pike, V. W., Zhao, Q., Telu, S., Jana, S., & Morse, C. L. (2024). *Isotopologues of Potassium 2,2,2-Trifluoroethoxide for Applications in Positron Emission Tomography and Beyond*. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3922094/v1

Röllin, S., Corcho-Alvarado, J. A., Sahli, H., Putyrskaya, V., & Klemt, E. (2022). High-Resolution Records of Cesium, Plutonium, Americium, and Uranium Isotopes in Sediment Cores From Swiss Lakes. In *Environmental Science and Pollution Research*. https://doi.org/10.1007/s11356-022-20785-y

Terban, M. W., & Billinge, S. J. L. (2021). Structural Analysis of Molecular Materials Using the Pair Distribution Function. In *Chemical Reviews*. https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.1c00237

Tom, G., Schmid, S. P., Baird, S. G., Cao, Y., Darvish, K., Hao, H., Lo, S., Pablo-García, S., Rajaonson, E. M., Skreta, M., Yoshikawa, N., Corapi, S., Akkoc, G. D., Strieth-Kalthoff, F., Seifrid, M., & Aspuru-Guzik, A. (2024). Self-Driving Laboratories for Chemistry and Materials Science. In *Chemical Reviews*. https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.4c00055

Vivier, V., & Orazem, M. E. (2022). Impedance Analysis of Electrochemical Systems. In *Chemical Reviews*. https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.1c00876

Willner, J., Brunnbauer, L., Podsednik, M., Gibbs, D., Kriechbaum, R., Spadiut, O., & Limbeck, A. (2025). Single-Pulse Response LA-ICP-MS Imaging With Quadrupole Instrumentation: Theoretical Considerations and Practical Assessment. In *Analytical Chemistry*. https://doi.org/10.1021/acs.analchem.5c01870

Xu, Y. (2022). *Plutonium Isotopes as a Good Tracer for Environmental Studies*. https://doi.org/10.5194/egusphere-egu22-6732

PROFIL PENULIS

Dr. A. Netty Siahaya, M.Si.



Penulis sejak tahun 2001 diangkat sebagai dosen tetap pada Jurusan Kimia fakultas *Sciene* dan Teknologi dan konsentrasi pada bidang kimia analitik/Lingkungan. Disamping sebagai dosen S1 juga dosen S2 pada Program studi Kimia Universitas Pattimura. Tahun 2016 sampai dengan saat ini diangkat sebagai sekretaris pada Pusat Studi Lingkungan dan Sumber Daya Alam (PSL-SDA) Unpatti dan tahun 2020 di percayakan oleh Rektor Unpatti sebagai Ketua TIM *GreenKampus* Unpatti. DAN TAHUN 2022 DIPERCAYA SEBAGAI KEPALA Laboratorium terpadu jurusan Kimia FST-Unpatti. Dan tahun 2024 diangkat oleh Rektor Universitas Pattimura sebagai Kepala Laboratorium Terpadu Universitas sampai sekarang. Disamping bergerak dalam bidang akademik di Universitas Pattimura juga bidang pengabdian Kepada Masyarakat sejak tahun 2016 sampai saat ini adalah *assesor* sekolah/madrasah badan akreditasi Sekolah di Provinsi Maluku.

I Gusti Bagus Teguh Ananta, S.Si., M.Si.



Penulis merupakan seorang Penulis dan Dosen Institut Teknologi dan Kesehatan Bali. Lahir di Kota Denpasar, 1 Desember 1990 Bali. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan bapak (Alm.) I Gusti Lanang Putra dan Ibu Eka Nining Fitriati. Penulis menamatkan pendidikan program Sarjana (S1) pada Prodi Kimia Fakultas MIPA Universitas Udayana dan menyelesaikan program Pasca Sarjana (S2) di Prodi Magister Kimia Terapan Fakultas MIPA Universitas Udayana. Minat dan keahlian akademiknya meliputi kimia analisis dan instrumentasi, serta pengembangan dan evaluasi bahan alam sebagai kandidat produk farmasi dan nutraseutikal. Dalam kegiatan akademik,

penulis aktif melaksanakan penelitian yang berfokus pada uji fisikokimia, penentuan aktivitas antioksidan, serta pengembangan metode analisis untuk sediaan farmasi, pangan dan produk berbasis bahan alam. Selain penelitian, penulis juga aktif dalam publikasi ilmiah pada jurnal nasional terakreditasi dan terlibat dalam penyusunan bahan ajar serta *book chapter* di bidang kimia dan farmasi. Keterlibatan tersebut ditujukan untuk mendukung peningkatan kualitas pembelajaran dan penguatan pemahaman konseptual mahasiswa terhadap metode analisis kimia. Melalui kegiatan tridarma perguruan tinggi, penulis berkomitmen untuk mengintegrasikan penelitian, pendidikan, dan pengabdian kepada masyarakat secara berkelanjutan.

Ni Putu Rahayu Artini, S.Si., M.Si.



Penulis lahir di Denpasar, Bali pada tanggal 07 September 1989. Menyelesaikan Program Sarjana Sains (S.Si.) tahun 2012 pada Program Studi Kimia FMIPA, Universitas Udayana dan di tahun 2015 menyelesaikan Magister Sains (M.Si.) pada Program Studi Magister Kimia Terapan Universitas Udayana. Penulis pernah bekerja di PT. Siloam International Hospitals sebagai tenaga laboratorium patologi klinik. Selama lima tahun bekerja di Industri kefarmasian dan kosmetika sebagai *research and Development* (RnD), dan *quality control* (QC) dalam memformulasi bahan baku dan bahan sediaan suatu produk. Bekerja sebagai dosen tetap pada Program Studi Teknologi Laboratorium Medik, Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Bali Internasional sejak tahun 2016. Bidang ilmu yang ditekuni adalah Kimia Organik Bahan Alam, Patologi Klinik, Toksikologi, dan Analisis Biomolekuler. Penulis aktif dalam mengajar, melakukan pengabdian kepada masyarakat, serta aktif meneliti dan menulis artikel ilmiah secara nasional dan menjadi pemakalah.

Razhika Faradila, S.TP., M.P.



Penulis adalah akademisi dan peneliti yang berfokus pada bidang Energi Terbarukan, Klimatologi, dan Mekanisasi Pertanian. Menyelesaikan pendidikan Sarjana dan Magister di Universitas Jember, ia memiliki minat riset mendalam pada optimalisasi *biochar* dari limbah kopi serta dampak perubahan iklim terhadap produktivitas tanaman pangan.

Sebagai penulis, Razhika telah menerbitkan buku *Food Chemistry (Kimia Pangan)* (2025) serta berbagai artikel ilmiah di jurnal nasional dan internasional bereputasi, seperti *Jurnal Agrotechno* dan *Sarhad Journal of Agriculture*. Selain penelitian, ia aktif dalam pengabdian masyarakat guna mendukung pengembangan UMKM kopi dan inovasi pertanian berkelanjutan. Dedikasinya diakui melalui berbagai hibah penelitian serta pengalaman internasional sebagai *Awardee Internship* di Universiti Malaysia Terengganu. Melalui karyanya, Razhika berkomitmen mengintegrasikan teknologi mekanisasi pertanian dengan upaya adaptasi perubahan iklim demi mendukung ketahanan pangan.

Dr. Lydia Melawaty, M.Si.



Penulis dilahirkan di Makassar tahun 1966. Memperoleh gelar sarjana ilmu kimia (1991), magister ilmu kimia (2002), dan Doktor ilmu kimia (2014) dari Universitas Hasanuddin. Dosen pada Program Studi Teknik Kimia Universitas Kristen Indonesia Paulus sejak tahun 1993-sekarang. Mata kuliah yang diampu antara lain Kimia Dasar, Kimia Analitik dan Instrumen, Pengendalian Mutu, Teknologi Pengolahan Bahan Alam, Pengelolaan Dampak Lingkungan Pabrik Proses, dan Metode Penelitian.

Muh Syafri Zainuddin, S.T., M.T.



Penulis adalah dosen dan praktisi dibidang rekayasa material dan metalurgi. Ia meraih gelar Magister Teknik di bidang Teknik Material dan Metalurgi dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya melalui program *fast-track.* Memiliki pengalaman industri di sektor manufaktur, besi-baja, semen, pertambangan, dan energi. Fokus penelitiannya meliputi metalurgi material, teknologi penyimpanan energi, dan pengembangan material maju untuk aplikasi baterai dan superkapasitor. Karya riset unggulannya adalah pengembangan prototipe superkapasitor berbasis NiO/rGO, serta penelitian pemrosesan bijih nikel laterit untuk ekosistem kendaraan listrik nasional.

Dr. Ivonne Telussa, S.Si., M.Si.



Penulis adalah dosen pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pattimura. Penulis lahir di Masohi 28 Juli 1981 dan menyelesaikan pendidikan sarjana dan magister di bidang kimia, serta melanjutkan studi doktoral yang memperkuat kompetensinya dalam biokimia dan kimia terapan. Sebagai akademisi, Penulis aktif dalam kegiatan pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat. Fokus penelitian beliau meliputi karakterisasi senyawa bioaktif dari sumber alam, khususnya minyak atsiri pala, serta kajian aktivitas antioksidan dan penghambatan enzim yang relevan bagi kesehatan. Selain itu, beliau juga terlibat dalam penelitian isolasi dan produksi mikroba penghasil enzim *industry*. Penulis mengajar mata kuliah Kimia Dasar, Kimia organik dan Biokimia, Analisis Farmasi Instrumen, Metodologi Penelitian, Kimia Bahan Makan, Kimia Pigmen, Pengolahan Bahan Mentah Nabati, Kimia Bahan Alam Laut, Mikroorganisme Termofilik, Energi Baru Terbarukan, Bioteknologi Kelautan, Biokimia Analitik dan Kimia Organik Bahan Alam Laut, Kimia Analisis Material Organik. Komitmen Penulis tidak hanya pada pengembangan ilmu pengetahuan,

tetapi juga pada pembinaan mahasiswa agar mampu berkontribusi dalam dunia akademik maupun industri. Dedikasi Penulis tercermin dalam publikasi ilmiah, seminar, dan kegiatan akademik yang mendukung kemajuan sains di Indonesia.

Aisyah Protonia Tanjung, S.T., M.R.E.



Penulis adalah Dosen di Universitas Malikussaleh, Kota Lhokseumawe, Aceh. Ia menyelesaikan pendidikan Sarjana Teknik (S.T.) dan melanjutkan studi pascasarjana hingga memperoleh gelar *Master of Resource and Environment* (M.R.E.) dari Zhejiang Normal University (ZJNU), Tiongkok. Latar belakang akademiknya yang mengintegrasikan teknik, sumber daya, dan lingkungan membentuk fokus keilmuan pada bidang keberlanjutan dan inovasi berbasis lingkungan. Minat penelitiannya meliputi energi terbarukan, *green synthesis*, material ramah lingkungan, serta pemanfaatan metode analisis modern dalam karakterisasi material. Dalam bidang kimia dan ilmu material, ia juga menaruh perhatian pada penggunaan teknik analisis instrumen, termasuk metode analisis termal, untuk mempelajari stabilitas material, perubahan fase, serta karakteristik termal berbagai senyawa dan material fungsional.

Karya ilmiahnya telah dipublikasikan dalam jurnal internasional bereputasi yang terindeks Scopus serta dipresentasikan dalam berbagai konferensi nasional dan internasional. Selain aktif dalam penelitian, ia juga berkomitmen dalam kegiatan pengajaran dan pembinaan mahasiswa, khususnya dalam bidang kimia lingkungan, energi berkelanjutan, dan analisis material. Melalui kontribusinya dalam penulisan bab buku ini, Aisyah berharap dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai konsep dasar dan aplikasi metode termal dalam analisis material serta pengembangannya dalam penelitian ilmiah dan aplikasi industri.

Dr. apt. Citra Dewi, S.Farm., M.Farm.



Penulis lahir di Raha, tanggal 20 September 1988. Penulis lulus S1 di Program Studi S1 Farmasi Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi (STIFA) Makassar tahun 2011, lulus Apoteker pada tahun 2013 dan lulus S2 (Program Studi Ilmu Farmasi bidang Farmasi Sains) pada tahun 2015, keduanya lulus di Universitas Setia Budi Surakarta. Lulus pendidikan S3 di Program Doktor Fakultas Farmasi Universitas Padjadjaran tahun 2023. Penulis bekerja sebagai dosen tetap di Program Studi S1 Farmasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Mandala Waluya tahun 2015 sampai sekarang.

Maisarah, S.Si., M.T.



Penulis lahir di Lhokseumawe tanggal 24 Agustus 1997. Lulus S1 di Program Studi Kimia Universitas Indonesia pada tahun 2018, dan Lulus S2 pada Program Studi Teknik Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Indonesia pada tahun 2021. Saat ini penulis bekerja sebagai Dosen dan peneliti di Program Sarjana Teknik Lingkungan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik di Universitas Malikussaleh. Penulis memiliki kepakaran di bidang Teknik Lingkungan. Beberapa kegiatan kepakaran sebagai tenaga ahli di bidang Teknik Lingkungan terutama pada bidang pengolahan limbah cair, LCA, *monitoring* kualitas air, serta pengujian serapan karbon. Untuk mewujudkan karier sebagai dosen profesional, penulis juga aktif menulis dan melakukan kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Beberapa tulisan terkait artikel ilmiah telah diterbitkan di beberapa jurnal nasional terindeks dan jurnal internasional, serta Buku ber-ISBN. Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat yang dilakukan oleh peneliti didanai oleh Kemenristek DIKTI. Kegiatan ini menambah cakrawala berpikir penulis terkait dengan keilmuan penulis.
E-mail: maisarah@unimal.ac.id.

Ir. Herlina Rahim, S.T., M.Si.



Penulis lahir di Rappang pada 26 Juni 1976. Penulis adalah Dosen di Program Studi Teknik Kimia Mineral Politeknik ATI Makassar yang merupakan salah satu institusi Pendidikan Vokasi di bawah Kementerian Perindustrian yang berlokasi di Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Penulis menyelesaikan Pendidikan Sarjana Tahun 1999 di Universitas Muslim Indonesia program studi Teknik Kimia dan Pendidikan Magister tahun 2005 di Universitas Hasanuddin dalam bidang Kimia. Penulis aktif dalam kolaborasi penelitian bidang Proses Kimia dan Kimia Analisis, dengan fokus utama dalam bidang proses mineral. Penulis juga aktif dalam organisasi profesi Cabang Sulawesi Selatan yakni Himpunan Kimia Indonesia (HKI), Ikatan Asesor Profesional Indonesia (IASPRO) dan Persatuan Insinyur Indonesia (PII). Artikel ilmiah hasil penelitian penulis dapat diakses melalui ID SINTA 6797470, ID Google Scholar rsBo98AAAAJ&hl.

KIMIA ANALISIS INSTRUMEN

Di era perkembangan sains dan teknologi yang pesat, presisi dan efisiensi menjadi kunci utama dalam karakterisasi material dan analisis zat kimia. Buku "Kimia Analisis Instrumen" hadir sebagai panduan komprehensif yang menjembatani prinsip dasar analisis klasik dengan teknologi instrumentasi modern yang kompleks. Buku ini disusun secara sistematis, diawali dengan pengenalan fundamental mengenai interaksi radiasi elektromagnetik dengan materi serta perbandingan kritis antara teknik analisis konvensional dan instrumental. Pembaca akan dituntun untuk memahami mekanisme kerja berbagai instrumen esensial, mulai dari Spektroskopi UV-Vis, teknik kromatografi tingkat lanjut (GC dan HPLC), metode elektrokimia (potensiometri hingga voltametri), hingga metode termal dan radiokimia yang spesifik.

Tidak hanya berfokus pada teori alat, buku ini memberikan penekanan khusus pada pengolahan data analitik, statistik kimia, serta validasi metode untuk menjamin keakuratan hasil laboratorium. Sebagai nilai tambah, penulis menyajikan aplikasi riil analisis instrumen dalam berbagai sektor strategis, termasuk bidang farmasi, lingkungan, pangan, klinis, forensik, hingga industri petrokimia. Ditulis dengan gaya bahasa yang lugas namun tetap saintifik, buku ini merupakan referensi wajib bagi mahasiswa, akademisi, peneliti, maupun praktisi laboratorium yang ingin menguasai teknik analisis kimia secara mendalam dan aplikatif.

SCANME
www.penerbitwidina.com
@penerbitwidina
penerbit widina
penerbitwidina@gmail.com
widina store
widina bookstore
Layanan Pembaca & Penerbitan Buku
0815-7000-699

Kimia
ISBN 978-634-317-124-9
9 786343 171249