

Editor :
Muhammad Reza, M.Si.



FUTURE SCIENCE

DASAR-DASAR KIMIA ANALISA INSTRUMEN

Penulis :

Elfira Jumrah | Febria Elvy Susanti | Rara Gustiana
Sitti Chadijah | Firnanelty | Meiliza Ekayanti
Syarifah Rabiatul Adawiah | Masyitah Novia Yanti
Zimon Pereiz | Yulia Kristyanti | Winasih Rachmawati
Dewa Ayu Ika Pramitha | Reziq Marchellino Irwan



DASAR-DASAR KIMIA ANALISA INSTRUMEN

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

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 Rp100.000.000 (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 Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

DASAR-DASAR KIMIA ANALISA INSTRUMEN

Penulis:

Elfira Jumrah
Febria Elvy Susanti
Rara Gustiana
Sitti Chadijah
Firnanelty
Meiliza Ekayanti
Syarifah Rabiatal Adawiah
Masyitah Novia Yanti
Zimon Pereiz
Yulia Kristyanti
Winasih Rachmawati
Dewa Ayu Ika Pramitha
Reziq Marchellino Irwan

Editor:

Muhammad Reza, M.Si.



DASAR-DASAR KIMIA ANALISA INSTRUMEN

Penulis:

Elfira Jumrah
Febria Elvy Susanti
Rara Gustiana
Sitti Chadijah
Firnanelty
Meiliza Ekayanti
Syarifah Rabiatul Adawiah
Masyitah Novia Yanti
Zimon Pereiz
Yulia Kristyanti
Winasih Rachmawati
Dewa Ayu Ika Pramitha
Reziq Marchellino Irwan

Editor: **Muhammad Reza, M.Si.**

Desain Cover: **Nada Kurnia, S.I.Kom.**

Tata Letak: **Samuel, S.Kom.**

Ukuran: **A5 Unesco (15,5 x 23 cm)**

Halaman: **xii, 232**

e-ISBN: **978-634-7216-12-0**

Terbit Pada: **April 2025**

Hak Cipta 2025, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2025 by Future Science Publisher
All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT FUTURE SCIENCE
(CV. FUTURE SCIENCE)
Anggota IKAPI (348/JTI/2022)

Jl. Terusan Surabaya Gang 1 A No. 71 RT 002 RW 005, Kel. Sumbersari, Kec. Lowokwaru, Kota
Malang, Provinsi Jawa Timur.
www.futuresciencepress.com

KATA PENGANTAR

Pertama, kami mengantarkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah menganugerahkan kecerdasan berpikir kepada umat manusia. Melalui perkembangan ilmu sains, khususnya kimia, maka hal itu telah mendorong dan membantu para penulis untuk menyelesaikan buku yang berjudul Dasar-Dasar Kimia Analisa Instrumen.

Buku ini terdiri dari tiga belas bab, yang secara umum terbagi ke dalam dua cakupan pembahasan, yaitu konsep teoritis dan praktis dari tiap instrumen kimia yang dibutuhkan bagi pembelajar dan peneliti pemula dalam bidang kimia. Setelah diperkenalkan dengan konsep kimia analisa instrumen di awal, lalu ditampilkan pembahasan khusus untuk tiap metode instrumentasi, terdiri dari metode spektroskopi, kromatografi, elektrokimia, termogravimetri, mikroskopi, dan difraksi. Selain itu, metode pengolahan data hasil pengukuran dengan instrumentasi juga dibahas pada buku ini agar pembaca mendapat pengetahuan yang sempurna dalam pengukuran kimia analisa instrumen.

Metode analisis instrumen perlu divalidasi sebelum disajikan, maka buku ini juga menyajikan topik khusus tentang validasi metode yang terdiri dari konsep presisi, akurasi, dan linearitas. Lalu pembahasannya juga dilengkapi dengan uji kualitas data dan dokumentasi data. Studi kasus tentang optimasi metode analisis juga turut ditampilkan secara khusus. Terakhir, buku ini juga menyajikan kajian tentang masa depan

kimia analisa instrumen disertai dengan peluang integrasinya dengan kecerdasan buatan.

Terakhir, penulis berharap bahwa buku ini benar-benar bisa menjangkau pembaca di seluruh Indonesia. Lewat presentasi tulisan yang sederhana ini, penulis berharap agar pesan-pesan dalam buku ini mudah dipahami oleh pembelajaran di berbagai level pendidikan tinggi. Sehingga, semua pembelajar dan peneliti kimia dapat memperoleh panduan yang lengkap, bukan hanya tentang analisa instrumennya saja, melainkan juga cara analisis data hasil pengukurannya. Semoga buku ini menjadi teman baik yang akan menemani perjuangan belajar Anda.

Banda Aceh, Maret 2025

Editor

Muhammad Reza

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
BAB 1 PENGANTAR KIMIA ANALISA INSTRUMEN.....	1
Elfira Jumrah.....	1
PENDAHULUAN	1
DASAR KIMIA ANALISA INSTRUMEN	2
SEJARAH DAN PERKEMBANGAN TEKNOLOGI INSTRUMEN	8
METODE ANALISA INSTRUMEN	10
KESIMPULAN.....	16
BAB 2 SPEKTROSKOPI: PENGANTAR DAN PRINSIP DASAR.....	19
Febria Elvy Susanti	19
PENDAHULUAN	19
PRINSIP DASAR SPEKTROSKOPI.....	20
SPEKTROSKOPI ULTRAVIOLET-VISIBLE (UV-VIS). 21	
SPEKTROSKOPI INFRAMERAH (IR)	23
APLIKASI DASAR SPEKTROSKOPI DALAM KIMIA . 26	
KESIMPULAN.....	28
BAB 3 KROMATOGRAFI: TEKNIK PEMISAHAN DASAR.....	33
Rara Gustiana.....	33
PENDAHULUAN	33
KROMATOGRAFI LAPIS TIPIS.....	35
KROMATOGRAFI GAS (GC)	39

	KROMATOGRAFI CAIR KINERJA TINGGI (KCKT) ...	43
	KESIMPULAN	46
BAB 4	ELEKTROKIMIA ANALITIK	49
	Sitti Chadijah.....	49
	PENDAHULUAN	49
	PRINSIP ELEKTROKIMIA DALAM KONDUKTOMETRI.....	58
	TITRASI KONDUKTOMETRI	61
	KESIMPULAN	63
BAB 5	TERMOGRAVIMETRI DAN ANALISIS TERMAL	67
	Firnanelty	67
	PENDAHULUAN	67
	PRINSIP ANALISIS TERMAL	67
	ANALISIS TERMOGRAVIMETRI (TGA).....	69
	DIFERENTIAL SCANNING CALORIMETRY (DSC)	73
	APLIKASI ANALISIS TERMAL DALAM KIMIA DASAR	74
	KESIMPULAN	81
BAB 6	TEKNIK MIKROSKOPI DALAM ANALISIS KIMIA	85
	Meiliza Ekayanti	85
	PENDAHULUAN	85
	PENGANTAR TEKNIK MIKROSKOPI	85
	TIPE MIKROSKOPI	91
	APLIKASI MIKROSKOP DALAM KIMIA	97
	KESIMPULAN	98

BAB 7	TEKNIK DIFRAKSI DALAM KIMIA.....	101
	Syarifah Rabiatul Adawiah	101
	PENDAHULUAN	101
	PRINSIP DIFRAKSI	102
	DIFRAKSI SINAR-X (XRD).....	105
	DIFRAKSI ELEKTRON	108
	APLIKASI DIFRAKSI DALAM KIMIA SEDERHANA	112
	KESIMPULAN.....	115
BAB 8	SPEKTROSKOPI MASSA	121
	Masyitah Novia Yanti	121
	PENDAHULUAN	121
	PENANGANAN DAN IONISASI SAMPEL	122
	ANALISA SPEKTRA MASSA	125
	POLA FRAGMENTASI SENYAWA ORGANIK	128
	KESIMPULAN.....	135
BAB 9	PENGOLAHAN DATA DALAM ANALISIS	
	INSTRUMEN	139
	Zimon Pereiz.....	139
	PENDAHULUAN	139
	DASAR-DASAR PENGOLAHAN DATA.....	140
	PENGURANGAN NOISE DAN PENINGKATAN	
	SINYAL	144
	PENGUNAAN SOFTWARE ANALITIK	
	SEDERHANA	146
	PENYAJIAN HASIL ANALITIK.....	149
	KESIMPULAN.....	152

BAB 10	VALIDASI METODE DAN DATA KUALITAS ANALITIK.....	159
	Yulia Kristyanti.....	159
	PENDAHULUAN	159
	VALIDASI METODE	160
	UJI KUALITAS DATA ANALITIK.....	165
	KESIMPULAN	172
BAB 11	KALIBRASI DAN PERAWATAN INSTRUMEN	177
	Winasih Rachmawati	177
	PENDAHULUAN	177
	PENTINGNYA KALIBRASI INSTRUMEN	178
	PROSES KALIBRASI SEDERHANA.....	180
	TAHAPAN PROSES KALIBRASI	
	SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS.....	183
	PERAWATAN INSTRUMEN	189
	TROUBLESHOOTING INSTRUMEN SEDERHANA ..	190
	KESIMPULAN	192
BAB 12	METODE TERAPAN DALAM KIMIA ANALISA INSTRUMEN	195
	Dewa Ayu Ika Pramitha.....	195
	PENDAHULUAN	195
	METODOLOGI PENELITIAN DALAM KIMIA ANALISA INSTRUMEN	197
	STUDI KASUS: ANALISIS KIMIA PADA BAHAN BARU	202
	OPTIMASI METODE ANALISIS	207
	TREN DAN INOVASI DALAM TEKNIK ANALISIS...	208

KESIMPULAN.....	209
BAB 13 MASA DEPAN KIMIA ANALISA INSTRUMEN	215
Reziq Marchellino Irwan	215
PENDAHULUAN	215
INTEGRASI KECERDASAN BUATAN (AI) DALAM ANALISIS INSTRUMEN	219
TANTANGAN DAN PELUANG DI MASA DEPAN	222
PERAN KIMIA ANALISA INSTRUMEN DALAM REVOLUSI INDUSTRI 4.0	226
KESIMPULAN.....	229

BAB 1

PENGANTAR KIMIA ANALISA INSTRUMEN

Elfira Jumrah

Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Makassar, Makassar

E-mail: elfira.jumrah@unm.ac.id

PENDAHULUAN

Analisis kimia berbasis metode instrumental telah menjadi pilihan utama untuk memperoleh informasi di berbagai bidang sains dan teknologi. Hal ini disebabkan oleh kecepatan, sensitivitas tinggi, batas deteksi yang rendah, kemampuan deteksi simultan, dan otomatisasi yang dimiliki oleh instrumen modern dibandingkan metode analisis klasik. Hingga muncul bidang ilmu yang dikenal dengan kimia analisa instrument (Saeed, 2020). Kimia analisa instrumen merupakan bidang ilmu kimia analitik yang merujuk pada penggunaan alat atau instrumen untuk menganalisis komposisi dan struktur suatu sampel kimia. Proses ini mengandalkan teknologi dan perangkat canggih untuk mendeteksi, mengidentifikasi, dan mengukur berbagai komponen dalam sampel, baik itu dalam bentuk padat, cair, atau gas. Teknik ini dapat mencakup berbagai metode pengukuran, seperti spektroskopi, kromatografi, elektroanalisis, dan lainnya.

Kimia analisa instrumen memiliki peranan penting dalam ilmu kimia, terutama dalam bidang penelitian, industri, dan pengendalian kualitas. Dengan adanya teknik tersebut memungkinkan untuk semakin maju penelitian-penelitian di Indonesia. Dalam kimia analisa instrumen, teknik-teknik pengukuran menggunakan instrumen canggih untuk mendeteksi, mengidentifikasi, dan mengukur konsentrasi komponen kimia dalam sampel. Teknik tersebut memiliki akurasi dan presisi

yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode analisis klasik yang manual. Dengan demikian, kimia analisa instrumen memberikan keunggulan dalam hal kecepatan, akurasi, dan kemampuan untuk menguji sampel yang lebih kompleks dan hanya menggunakan sampel dalam jumlah sedikit.

DASAR KIMIA ANALISA INSTRUMEN

Kimia analisa instrumen adalah cabang ilmu dalam kimia analitik yang berfokus pada penggunaan instrumen atau alat canggih untuk menganalisis sifat fisik maupun kimia suatu zat. Analisis ini bertujuan untuk menentukan komposisi kualitatif (jenis komponen yang ada) dan kuantitatif (jumlah atau konsentrasi komponen) dari suatu sampel. Dalam dunia kimia, analisis komposisi suatu bahan atau sampel adalah salah satu kegiatan yang sangat penting, baik dalam bidang penelitian, pengendalian kualitas produk, maupun pengawasan lingkungan. Salah satu cara untuk mencapai tujuan tersebut adalah dengan menggunakan teknik analisa instrumen.

Kimia analisa instrumen berlandaskan prinsip-prinsip fundamental yang melibatkan pemahaman sifat fisik dan kimia suatu zat serta interaksinya dengan energi. Dasar-dasar ini meliputi beberapa aspek utama yang terdiri dari:

Prinsip Interaksi Energi dan Materi

Metode instrumen bekerja berdasarkan interaksi antara materi (sampel) dan energi tertentu. Interaksi ini menghasilkan respon seperti penyerapan, emisi, atau perubahan sifat fisik yang dapat diukur oleh instrumen. Jenis energi yang digunakan bervariasi tergantung teknik yang diterapkan adalah sebagai berikut:

- a) Energi Elektromagnetik: Digunakan dalam spektroskopi (UV-Vis, IR, AAS).

seperti pengujian kualitas bahan, kontrol lingkungan, penelitian farmasi, dan pengembangan teknologi baru. Analisis instrumen dapat menjadi pondasi penting dalam berbagai disiplin ilmu untuk memecahkan masalah kompleks secara ilmiah dan industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Austin J. Ryan, P. D. (2013). Thermogravimetric Analysis (TGA) Theory and Applications. In *Field Applications Scientist* (pp. 1–2). <https://www.tainstruments.com/wp-content/uploads/Long-Beach-Thermal-Part-1.pdf>
- Bambang Yudono. (2017). SPEKTROMETRI. In *SIMETRI*. [https://repository.unsri.ac.id/66193/1/Buku Spektrometri-Lengkap-Bambang Yudono](https://repository.unsri.ac.id/66193/1/Buku_Spektrometri-Lengkap-Bambang_Yudono)
- Braithwaite, A., & Smith, F. J. (1999). Chromatographic Methods 5th Edition by A. Braithwaite.pdf. *KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS*, 571.
- Hollas, J. M. (2004). MODERN SPECTROSCOPY Fourth Edition. In *John Wiley & Sons, Ltd.*
- Joseph Wang. (2001). Analytical electrochemistry. In *A JOHN WILEY & SONS, INC* (Vol. 311, Issue 2). A JOHN WILEY & SONS, INC. [https://doi.org/10.1016/0003-2670\(95\)90287-2](https://doi.org/10.1016/0003-2670(95)90287-2)
- Karolina, R., Indra, Balyan, M., & Husna, I. (2022). *Scanning Electron Microscope (SEM) TM 3000: Teori dan Aplikasinya* (Issue May). PT. PENA PERSADA KERTA UTAMA. <https://www.researchgate.net/publication/370953162>
- Muttaqin, R. (2023). Pengembangan Buku Panduan Teknik Karakterisasi Material: X-ray Diffractometer (XRD) Panalytical Xpert3 Powder. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(1), 9. <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i1.78970>
- Saeed, A. A. M. (2020). Instrumental Chemical Analysis. In

Analytical Chemistry. Aden University - Faculty of Science.
<https://doi.org/10.1021/ac60078a634>

- Setyawan, A. (2019). Validation of methods of analysis of iron (Fe) in liquid radioactive waste using automatic absorption spectrometry based on SNI 6989.4: 2009 and operation procedure in PTLR. *Prosiding Hasil Penelitian Dan Kegiatan Tahun 2018*, 93–102.
- Skoog, D. A. ., West, D. M., Holler, F. J. ., & Crouch, S. R. (2014). Fundamentals-of-Analytical-Chemistry-by-Douglas-A.-Skoog-9th-Ed. *Brooks/Cole*, 9, 1–1088.
- Vadakedath, S., Kandi, V., Godishala, V., Bharat Kumar Pinnelli, V., Sami Alkafaas, S., & Sami Elkafas, S. (2022). The Principle, Types, and Applications of Mass Spectrometry: A Comprehensive Review. *Biomedicine and Biotechnology*, 7(1), 6–22. <https://doi.org/10.12691/bb-7-1-2>

PROFIL PENULIS



Elfira Jumrah

Penulis adalah seorang dosen Jurusan Kimia, Universitas Negeri Makassar, yang berpengalaman di bidang Biokimia. Ia memiliki latar belakang pendidikan di Universitas Negeri Makassar (S1 Kimia) dan Institut Pertanian Bogor (S2 Biokimia) dan telah aktif dalam penelitian dan publikasi. Minat utamanya meliputi Biokimia, Mikrobiologi dan Bahan alam. Elfira Jumrah telah menerbitkan beberapa jurnal ilmiah dan *book chapter* yang berjudul “Green Chemistry: Solusi untuk Lingkungan Berkelanjutan”.

BAB 2

SPEKTROSKOPI: PENGANTAR DAN PRINSIP DASAR

Febria Elvy Susanti
Universitas Andalas, Padang
E-mail: febriaelvy@gmail.com

PENDAHULUAN

Pernahkah Anda bertanya-tanya mengapa langit berwarna biru atau mengapa api berwarna kuning? Di balik keindahan warna-warni yang kita lihat setiap hari, tersimpan rahasia besar tentang alam semesta. Cahaya, yang sering kita anggap begitu sederhana, ternyata memiliki sidik jari unik yang berbeda untuk setiap zat. Sama seperti sidik jari manusia yang berbeda-beda, setiap elemen dan senyawa memiliki pola cahaya yang khas. Dengan ilmu spektroskopi, kita bisa membaca sidik jari cahaya ini dan mengungkap rahasia tersembunyi di balik setiap materi.

Bayangkan cahaya sebagai panah yang ditembakkan ke sebuah target. Ketika panah mengenai target (atom atau molekul), target tersebut akan bergetar dengan cara yang unik. Getaran ini akan melepaskan energi dalam bentuk cahaya, namun dengan warna yang berbeda-beda. Warna cahaya yang dilepaskan inilah yang kita sebut spektrum. Sama seperti setiap orang memiliki suara yang berbeda saat berteriak, setiap zat juga memiliki suara cahaya yang unik.

Spektrum ini, yang berupa pola garis atau pita cahaya, adalah seperti sidik jari unik dari suatu zat. Dengan membandingkan spektrum yang kita dapatkan dari suatu sampel dengan spektrum referensi yang sudah diketahui, kita bisa mengidentifikasi zat tersebut dengan sangat akurat. Ini seperti mencari wajah seseorang dalam database foto. Setiap wajah unik, dan begitu pula setiap spektrum.

PRINSIP DASAR SPEKTROSKOPI

Spektroskopi adalah ilmu yang mengungkap identitas unik suatu zat melalui pola cahaya yang khas, yang disebut spektrum. Bayangkan setiap zat memiliki sidik jari cahaya yang berbeda-beda. Ketika cahaya berinteraksi dengan suatu zat, elektron dalam atom atau molekul zat tersebut dapat menyerap atau memancarkan energi cahaya. Perubahan energi elektron ini menghasilkan spektrum yang unik, seperti sidik jari cahaya dari zat tersebut. Dengan menganalisis pola spektrum ini, kita dapat mengidentifikasi jenis zat, kuantitasnya, dan bahkan struktur molekulnya. Hal ini serupa dengan menyusun puzzle, di mana setiap potongan puzzle (panjang gelombang) memberikan informasi tentang gambar keseluruhan (struktur zat) (Amangeldinov & Korovaev, 2024; Burda, 2022; Vervoort & Wolff, 2020).

Proses terbentuknya spektrum dimulai ketika elektron dalam atom atau molekul menyerap energi cahaya dan melompat ke tingkat energi yang lebih tinggi (eksitasi). Saat kembali ke tingkat energi semula (relaksasi), elektron akan melepaskan energi dalam bentuk cahaya dengan panjang gelombang spesifik. Panjang gelombang inilah yang membentuk spektrum unik setiap zat. Spektrum yang dihasilkan dapat berupa garis-garis tajam untuk atom atau pita-pita lebar untuk molekul (Risby, 2006).

Dengan membandingkan spektrum sampel dengan spektrum referensi yang sudah diketahui, kita dapat mengidentifikasi jenis dan jumlah zat dalam sampel tersebut. Proses ini mirip dengan membandingkan sidik jari seseorang dengan database sidik jari. Spektroskopi memiliki beragam aplikasi dalam berbagai bidang, mulai dari kimia dan biologi hingga astronomi dan forensik. Misalnya, dalam bidang medis, spektroskopi digunakan untuk mendiagnosis penyakit dan memantau pengobatan (Dadi & Yasir, 2022).

molekul kompleks dengan tingkat akurasi yang tinggi. Spektrometri massa (MS) melengkapi teknik-teknik tersebut dengan memberikan informasi mengenai massa molekul dan pola fragmentasinya, sehingga sangat membantu dalam identifikasi senyawa yang belum diketahui.

Lebih lanjut, integrasi spektroskopi dengan komputasi telah melahirkan metode analisis yang lebih cepat dan akurat. Sinergis antara keduanya memungkinkan para ilmuwan untuk menganalisis dan menginterpretasi data spektral secara efisien, membuka peluang baru dalam pengembangan analisis kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Alberts, M., Schilter, O., Zipoli, F., Hartrampf, N., & Laino, T. (2024). *Unraveling Molecular Structure: A Multimodal Spectroscopic Dataset for Chemistry*. <http://arxiv.org/abs/2407.17492>
- Amangeldinov, I., & Korovaev, D. (2024). Spectral Characterization of Elemental Emissions, Experimental Insights and Theoretical Evaluation. *Technobius Physics*, 2(2), 0012. <https://doi.org/10.54355/tbusphys/2.2.2024.0012>
- Burda, C. (2022). Spectroscopy Journal—Open Access Journal on Spectroscopy. *Spectroscopy Journal*, 1(1), 1–2. <https://doi.org/10.3390/spectroscj1010001>
- Chen, Z. (2024). Application of UV-vis Spectroscopy in the Detection and Analysis of Substances. *Transactions on Materials, Biotechnology and Life Sciences*, 3, 2960–2319.
- Cooman, T. (2022). *Integration of Spectroscopic and Mass Spectrometric Tools for the Analysis of Novel Psychoactive Substances in Forensic and Toxicology Applications*. <https://researchrepository.wvu.edu/etd>
- Dadi, M., & Yasir, M. (2022). Spectroscopy and Spectrophotometry: Principles and Applications for

- Colorimetric and Related Other Analysis. In *Colorimetry*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.101106>
- Fleming, I., & Williams, D. (2019). Ultraviolet and Visible Spectra. In I. Fleming & D. Williams (Eds.), *Spectroscopic Methods in Organic Chemistry* (pp. 55–83). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18252-6_2
- Houthuijs, K. J., Berden, G., Engelke, U. F. H., Gautam, V., Wishart, D. S., Wevers, R. A., Martens, J., & Oomens, J. (2023). An In Silico Infrared Spectral Library of Molecular Ions for Metabolite Identification. *Analytical Chemistry*, 95(23), 8998–9005. <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.3c01078>
- Jung, S. G., Jung, G., & Cole, jacqueline M. (2024). Automatic Prediction of Peak Optical Absorption Wavelengths in Molecules Using Convolutional Neural Networks. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 64, 1486–1501.
- Md Salim, R., Asik, J., & Sarjadi, M. S. (2021). Chemical Functional Groups of Extractives, Cellulose and Lignin Extracted from Native *Leucaena leucocephala* Bark. *Wood Science and Technology*, 55(2), 295–313. <https://doi.org/10.1007/s00226-020-01258-2>
- Prapulla, S. G., & Karanth, N. G. (2014). Fermentation (Industrial): Recovery of Metabolites. In *Encyclopedia of Food Microbiology: Second Edition* (pp. 822–833). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00109-9>
- Risby, T. H. (2006). Chapter 8 Atomic spectroscopy. In *Comprehensive Analytical Chemistry* (Vol. 47, pp. 227–246). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0166-526X\(06\)47008-2](https://doi.org/10.1016/S0166-526X(06)47008-2)
- Sibert, E. L. (2024). Modeling Anharmonic Effects in the Vibrational Spectra of High-Frequency Modes. *Annual Review of Physical Chemistry* Downloaded from

<https://doi.org/10.1146/annurev-physchem-062422>

- Siddique, I. M. (2024). Exploring Functional Groups and Molecular Structures: A Comprehensive Analysis using FTIR Spectroscopy. *Chemistry Research Journal*, 9(2), 70–76. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11281698>
- Takaeb, M. J., & Leo, M. I. (2023). Identifikasi Metabolit Sekunder pada Sopi Kualin (SOKLIN) yang Dibuat Dengan dan Tanpa Fermentasi di Desa Kualin Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*, 6(2), 111–116. <https://doi.org/10.24246/juses.v6i2p111-116>
- Thomas, O., & Causse, J. (2022). From Spectra to Qualitative and Quantitative Results. *UV-Visible Spectrophotometry of Waters and Soils*, 59–94. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90994-5.00011-3>
- Vervoort, S., & Wolff, M. (2020). Multivariate Spectra Analysis: PLSR vs. PCA + MLR †. *Engineering Proceedings*, 2(1). <https://doi.org/10.3390/ecsa-7-08226>
- Voonna, T. R. (2024). Futuristic Trends in Chemical. In *Material Sciences & Nano Technology* (Vol. 3, Issue 9).
- Wang, H., Kocheril, P. A., Yang, Z., Lee, D., Naji, N., Du, J., Lin, L., & Wei, L. (2024). Front Cover: Room-Temperature Single-Molecule Infrared Imaging and Spectroscopy through Bond-Selective Fluorescence. *Angewandte Chemie International Edition*, n/a(n/a), e202420627. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/anie.202420627>
- Yang, X., Yan, C., Sun, Y., Liu, Y., Yang, S., Deng, Q., Tan, Z., & Wen, X. (2022). Application of deep eutectic solvents in the pre-processing of atomic spectrometry analysis. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, 149. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2022.116555>

- Ye, F. (2024). Ultraviolet Spectrum-Based Molecular Precision Detection. *Highlights in Science, Engineering and Technology BEEFM*, 2024.
- Yeh, Y. C., Ebbing, T., Frick, K., Schmid-Staiger, U., Haasdonk, B., & Tovar, G. E. M. (2023). Improving Determination of Pigment Contents in Microalgae Suspension with Absorption Spectroscopy: Light Scattering Effect and Bouguer–Lambert–Beer Law. *Marine Drugs*, 21(12). <https://doi.org/10.3390/md21120619>

PROFIL PENULIS



Febria Elvy Susanti

Penulis adalah seorang mahasiswi Kimia di Universitas Andalas. Saat ini, ia sedang menempuh program doktor melalui program *Degree by Research* (DBR) Badan Riset dan Inovasi Nasional. Beliau juga seorang tutor kimia di Universitas Terbuka selama tiga tahun terakhir. Minatnya yang mendalam pada analisis senyawa kimia telah mendorongnya untuk melakukan penelitian yang hasilnya telah dipublikasikan di jurnal ilmiah bereputasi internasional. Bab ini tidak hanya membahas teori dasar, tetapi juga memberikan contoh-contoh penerapan spektroskopi dalam industri.

BAB 3

KROMATOGRAFI: TEKNIK PEMISAHAN DASAR

Rara Gustiana
SMAN Modal Bangsa Arun, Lhokseumawe
E-mail: raragustiana27@gmail.com

PENDAHULUAN

Di antara metode analisis pemisahan zat, metode kromatografi merupakan metode analisis yang berkembang sangat pesat dan penggunaannya luas. Terdapat banyak publikasi ilmiah terkait metode kromatografi di bidang farmasi, kosmetika, makanan, dan pertanian. Perkembangan awal kromatografi muncul pada abad ke-20, metode Goppelsroeder, menempatkan strip filter dalam wadah tertutup dengan atmosfer yang jenuh oleh pelarut, dan pada tahun 1943 mulai menggunakan bintik-bintik diskrit dari sampel yang diserap untuk disaring. Kertas, dicelupkan ke dalam pelarut murni untuk mencapai pemisahan. Pada abad ke-20 ini juga ilmuwan bernama Archer John Porter Martin dan Richard Laurence Millington Syngge menemukan teknik baru metode kromatografi yang menggabungkan dua teknik, yaitu kromatografi dan ekstraksi pelarut berlawanan. Martin dan Syngge mengembangkan kromatografi partisi untuk memisahkan bahan kimia dengan hanya sedikit perbedaan dalam koefisien partisi antara dua pelarut cair. Pada tahun 1949, Martin bekerja sama dengan Anthony T. James mengembangkan kromatografi gas. Berdasarkan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan oleh para ilmuwan menjadikan konsep kromatografi lebih jelas. Kromatografi merupakan suatu proses yang komponen-komponen di dalam suatu campuran dapat dipisahkan. Metode

analisis ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi analisis kualitatif dan analisis kuantitatif senyawa-senyawa kimia.

Menurut Mawarnis dan Akrajas (2024) Kromatografi merupakan suatu metode yang memungkinkan pemisahan, identifikasi, dan penentuan komponen campuran kompleks, yang terkait erat berdasarkan perbedaan distribusi molekul-molekul komponen dalam medium tertentu. Sedangkan menurut *IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry)*, Kromatografi adalah metode pemisahan secara fisika di mana komponen-komponen yang akan dipisahkan didistribusikan di antara dua fase, fase stasioner (fase diam) dan fase lainnya (fase gerak) bergerak dalam arah tertentu. Prinsip dasarnya pada kromatografi secara umum yaitu kesetimbangan konsentrasi komponen-komponen yang dituju, antara fase gerak dan fase diam yang tidak saling bercampur pada proses pemisahan senyawa dalam teknik kromatografi. Perbedaan antara fase gerak dan fase diam sebagai berikut; fase gerak yaitu cairan atau gas yang membawa komponen campuran senyawa melalui fase diam, sehingga dipisahkan. Fase gerak bergerak di dalam fase diam karena adanya gaya kapiler. Dengan menyesuaikan komposisi fase gerak, laju migrasi dapat dikontrol, sehingga menghasilkan pemisahan yang efisien. Fase gerak dapat bersifat isokratik atau gradien, polar atau nonpolar, berdasarkan sifat analit. Sedangkan, fase diam yaitu medium tetap yang menjadi tempat pemisahan, biasanya berupa kolom atau permukaan padat tertentu. Fase diam berinteraksi dengan berbagai komponen campuran berdasarkan polaritas, afinitas, ukuran, dan muatan. Sehingga, analit yang berbeda memiliki Tingkat interaksi yang berbeda dengan fase diam, yang menyebabkan perbedaan waktu retensi dan profil elusi.

KESIMPULAN

Kromatografi adalah teknik pemisahan yang sangat efektif digunakan secara luas dalam berbagai bidang seperti kimia, biologi, farmasi, dan industri makanan. Dengan prinsip dasar pemisahan berdasarkan perbedaan interaksi antara fase gerak dan fase diam, teknik ini mampu memisahkan, mengidentifikasi, dan menganalisis komponen dalam campuran senyawa kompleks. Berbagai jenis kromatografi, seperti kromatografi lapis tipis, cair, dan kromatografi cair kinerja tinggi mampu menawarkan fleksibilitas sesuai kebutuhan analisis. Efisiensi, sensitivitas, dan kemampuan resolusi tinggi menjadikan kromatografi sebagai metode yang tak tergantikan dalam penelitian ilmiah dan pengembangan industri. Dengan perkembangan teknologi, kromatografi terus mengalami inovasi yang meningkatkan akurasi, kecepatan, dan aplikasinya di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Bukhaiti, W. Q., Noman, A., Qasim, A. S., & Al-Farga, A. (2017). Gas Chromatography: Principles, Advantages and Applications in Food Analysis. In *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 6(1), 123-128.
- Arruda, T. R., Leite Junior, B. R. de C., Marques, C. S., Bernardes, P. C., Magalhães, C. G., & Pinheiro, P. F. (2023). Emerging techniques for extraction and characterization of natural compounds. *Green Products in Food Safety*, 29–79. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95590-4.00009-6>
- Aulia Hafizah, D. (2024). Pemisahan Kromatografi Lapis Tipis pada Asam Amino dengan Menentukan Nilai Faktor Retensi Thin Layer Chromatographic Separation of Amino Acids by Determining the Resistivity Factor Value.

- JURNAL KIMIA DAN REKAYASA*. Volume 5, Nomor 1, Juli 2024, hlm 1-7. <http://kireka.setiabudi.ac.id>
- Aziz, Zuhelmi., Liliek, N., Syamsudin, A., Nancy, D. Y., & Partomuan, S. (2020). Optimasi dan Validasi Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi untuk Menetapkan Kadar Asam Klorogenat dalam Ekstrak Etanol Daun Yakon. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*. Volume 16, Nomor 1, Maret 2020, hlm 67-76.
- Fertiasari, Rini., Leni., & Kiki, K. (2023). Analisis Hidrokuinon Pada Kosmetik Cair Menggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT). *Media Ilmiah Kesehatan Indonesia*. Volume 1, Nomor 1, Mei 2023. hlm 6-11. <https://pakisjournal.com/index.php/miki>
- Gritter, R., J.(1991). Pengantar Kromatografi Edisi II. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Hasibuan, N, H., Karolina, R., Mutia, I., & Martha, M. (2022). Kromatografi Gas. Banyumas: PT. Pena Persada Kerta Utama.
- Jackie. (2020). *Basics & Fundamental: Gas Chromatography*. Shimadzu Corporation
- Kamar, I., Zahara, F., Yuniarni, D., & Umairah, R. U. (2021). Identifikasi Parasetamol dalam Jamu Pegal Linu Menggunakan Metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT). *Quimica: Jurnal Kimia Sains dan Terapan*. Volume 3, Nomor 1, April 2021, hlm 24-29. <https://ejurnalunsam.id/index.php/JQ>
- Ningrum, Dwi Monika. 2023. Buku Ajar Kimia Farmasi. Yogyakarta: Samudra Biru
- Mawarnis, Dr. E. R & Akrajas, A. U. (2024). Kimia Analisis Instrumen. Yogyakarta: Deepublish digital
- Pujiati, L., Riani Hasana, A. (2023). Uji Identifikasi Rhodamin B Pada Liptint Di Toko Kosmetik Kota X Menggunakan

- Metode Kromatografi Lapis Tipis. In *Jurnal Riset Ilmiah*. Volume 2, Nomor 11, November 2023, hlm 4554-4564.
- Putri, A. O., Hati, M. C., Ishanti, N. P., & Ilham, H. S. (2024). Identifikasi Senyawa Flavonoid pada Beberapa Jenis Tanaman dengan Kromatografi Lapis Tipis: Literature Review. *PHARMADEMICA: Jurnal Kefarmasian Dan Gizi*, 3(2), 45–54.
<https://doi.org/10.54445/pharmademica.v3i2.40>
- R. A, Day., & A. L, Underwood. (2002). Analisis Kimia Kuantitatif/ edisi keenam. Jakarta, erlangga
- Rohman, Abdul.(2020). Analisis Farmasi dengan Kromatografi Cair. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- 'chromatography' in *IUPAC Compendium of Chemical Terminology*, 3rd ed. International Union of Pure and Applied Chemistry; 2006. Online version 3.0.1, 2019.
<https://doi.org/10.1351/goldbook.C01075>

PROFIL PENULIS



Rara Gustiana, S.Pd., M.Pd.

Lulus S1 di Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Syiah Kuala tahun 2014, lulus S2 di Program Magister Pendidikan Kimia Universitas Negeri Medan tahun 2024. Saat ini bekerja sebagai guru PNS di SMA Negeri Modal Bangsa Arun, Kota Lhokseumawe. Mengampu mata pelajaran Kimia. Pernah menulis buku berjudul "Reaksi Kimia Organik". Tulisan tentang Feasibility Of Computational Chemistry-Based Learning Media On The Subject Of Hydrocarbons di artikel telah dimuat di Jurnal Pendidikan Kimia Universitas Negeri Medan.

BAB 4

ELEKTROKIMIA ANALITIK

Sitti Chadijah
Jurusan Kimia, UIN Alauddin Makassar
E-mail: sitti.chadijah@uin-alauddin.ac.id

PENDAHULUAN

Elektrokimia awalnya dikembangkan dalam kimia anorganik, namun kini diakui luas sebagai pendekatan dalam kimia fisik dan analitik. Meskipun aspek teoritis dari kimia organik menjadi fokus utama, elektrokimia juga memiliki sejarah panjang dan telah digunakan untuk sintesis kimia. Kemampuan untuk mengontrol dan memantau potensi dan arus dengan cermat membuat elektrokimia menjadi metode analisis yang kuat, seperti yang terlihat pada teknik voltametri siklik. Selain itu, elektrokimia organik (sintetis) semakin dipandang sebagai bidang yang ramah lingkungan karena meningkatnya perhatian terhadap isu-isu lingkungan (Okada & Chiba, 2024).

Prinsip Elektrokimia Dalam Potensiometri

Potensiometri adalah cabang ilmu kimia yang mempelajari pengukuran perubahan potensial elektroda untuk menentukan konsentrasi suatu larutan. Metode ini banyak digunakan dalam analisis kimia karena sifatnya yang sederhana, akurat, dan tidak merusak sampel.

Dalam penerapannya, potensiometri memanfaatkan prinsip dasar hukum Nernst, yang menjelaskan hubungan antara potensial elektroda dan konsentrasi ion dalam larutan. Dengan mengukur perbedaan potensial antara elektroda indikator dan elektroda referensi, metode ini mampu memberikan informasi mengenai pH, konsentrasi ion tertentu, serta mempelajari reaksi

redoks. Untuk memahami cara kerja metode ini, penting untuk mengetahui elemen-elemen utama yang digunakan dalam potensiometri, yaitu sebagai berikut.

Elektroda Acuan

Elektroda acuan adalah salah satu komponen penting dalam potensiometri yang memiliki fungsi sebagai pembanding tetap dalam pengukuran potensial listrik. Elektroda ini dirancang untuk memiliki potensial yang stabil, tidak dipengaruhi oleh perubahan konsentrasi ion di sekitarnya, dan nilainya sudah diketahui dengan pasti. Stabilitas ini memungkinkan pengukuran potensial elektroda indikator menjadi akurat dan dapat dihitung berdasarkan persamaan Nernst. Berikut beberapa karakteristik dari elektroda acuan.

- 1) Potensial Standar yang Konstan: Elektroda acuan memiliki potensial standar tetap yang telah diketahui melalui pengukuran ilmiah. Ini berarti elektroda acuan berfungsi sebagai titik referensi tetap dalam sistem elektrokimia.
- 2) Mengikuti Persamaan Nernst: Potensial elektroda acuan dihitung atau diatur agar sesuai dengan persamaan Nernst, yaitu sebagai berikut. Simbol E mewakili potensial elektroda (volt), E^o untuk potensial standar elektroda (volt), R adalah konstanta gas universal ($8,314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$, T sama dengan suhu (Kelvin), n menyatakan jumlah mol elektron yang terlibat dalam reaksi, F adalah konstanta Faraday (96485 Cmol^{-1}), sedangkan Q adalah muatan listrik (Coulomb).

$$E = E^o - \frac{RT}{nF} \ln Q$$

Berikut ini disajikan dua contoh elektroda acuan (standar), yaitu electrode kalomel dan elektroda perak. Tiap elektroda memiliki komposisi khas.

DAFTAR PUSTAKA

- Amemiya, S. (2007). 7—Potentiometric Ion-Selective Electrodes. Dalam C. G. Zoski (Ed.), *Handbook of Electrochemistry* (hlm. 261–294). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-044451958-0.50020-3>
- Bakker, E., Bühlmann, P., & Pretsch, E. (1997). Carrier-Based Ion-Selective Electrodes and Bulk Optodes. 1. General Characteristics. *Chemical Reviews*, 97(8), 3083–3132. <https://doi.org/10.1021/cr940394a>
- Esfandiari, N., & Aliofkhazraei, M. (2024). Advances in the determination of trace amounts of iron cations through electrochemical methods: A comprehensive review of principles and their limits of detection. *Talanta*, 277, 126365. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2024.126365>
- Imali, D. Y., Perera, E. C. J., Kaumal, M. N., & Dissanayake, D. P. (2024). Conducting polymer functionalization in search of advanced materials in ionometry: Ion-selective electrodes and optodes. *RSC Advances*, 14(35), 25516–25548. <https://doi.org/10.1039/D4RA02615B>
- Isildak, Ö., & Özbek, O. (2021). Application of Potentiometric Sensors in Real Samples. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 51(3), 218–231. <https://doi.org/10.1080/10408347.2019.1711013>
- Nikitina, V. N., Maksimova, E. D., Zavolskova, M. D., & Karyakin, A. A. (2021). Flow injection amperometry as an alternative to potentiometry for solid contact ion-selective membrane-based electrodes. *Electrochimica Acta*, 377, 138074. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2021.138074>
- Okada, Y., & Chiba, K. (2024). Synthetic electrochemistry for peptides. *Current Opinion in Electrochemistry*, 45, 101469. <https://doi.org/10.1016/j.coelec.2024.101469>

- Sumar Hendayana, Asep Kadarohman, A.A Sumarna, & Asep Supriatna. (1994). *Kimia Analitik Instrumen* (Ed. ke-1, Cet.1). IKIP Semarang Press.
- Zhai, J., Yuan, D., & Xie, X. (2022). Ionophore-based ion-selective electrodes: Signal transduction and amplification from potentiometry. *Sensors & Diagnostics*, 1(2), 213–221. <https://doi.org/10.1039/D1SD00055A>

PROFIL PENULIS



Sitti Chadijah

Lahir di Ujung Pandang, Sulawesi Selatan pada tanggal 16 Februari 1968. Menyelesaikan pendidikan S1 dan S2 di Jurusan Kimia, Universitas Hasanuddin. Saat ini bertugas sebagai dosen Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar. Fokus bidang penelitian pada kimia analitik, khususnya bidang kimia lingkungan. Aktif menulis artikel ilmiah yang telah banyak dipublikasikan pada jurnal nasional terakreditasi dan internasional bereputasi hingga sekarang. Penulis juga bergabung pada Himpunan Kimia Indonesia.

BAB 5

TERMOGRAVIMETRI DAN ANALISIS TERMAL

Firnanelty

Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri
Alauddin, Makassar

E-mail: firnanelty.rasyid@uin-alauddin.ac.id

PENDAHULUAN

Metode penentuan termal, umumnya disebut sebagai analisis termal atau termal. Telah diterapkan secara luas dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini didefinisikan sebagai metode eksperimental untuk mengkarakterisasi suatu sistem (elemen, senyawa ataupun campuran) dengan mengukur perubahan sifat fisiko-kimia pada suhu tinggi sebagai fungsi dari peningkatan suhu. Dua metode utama adalah (a) termal diferensial analisis yaitu perubahan kandungan panas, diukur sebagai fungsi dari peningkatan suhu dan (b) analisis termogravimetri, yaitu perubahan berat diukur sebagai fungsi menaikkan suhu. Metode lain yang termasuk dalam definisi ini melibatkan penggunaan perubahan volume atau tekanan gas; perubahan volume padat; perubahan kelistrikan; perubahan transmisi atau reflektansi ultraviolet, tampak atau inframerah (Coats & Redfern, 1963).

PRINSIP ANALISIS TERMAL

Analisa termal merupakan analisa pengukuran sifat-sifat fisika dan kimia material sebagai fungsi dari temperatur (Wijayanti, 2019). Karakteristik fisika dan kimia yang berasal dari bahan aktif dapat diidentifikasi dengan menggunakan analisis termal. Salah satu sifat fisika yang dapat diketahui dengan analisis termal adalah perubahan massa dari unsur oksigen dan air karena proses dekomposisi pada suhu tertentu.

Selain itu, klasifikasi ilmu zat dengan wujud padat, analisis termal mampu memberikan informasi tentang pembentukan fasa bahan aktif (Tunggadewi, 2020).

Secara luas dan bervariasi telah digunakan analisa termal pada wujud zat padat. Zat padat bersifat aktif secara sehingga sangat sesuai menggunakan analisa termal. Contohnya dekomposisi termal, pirolisis biomassa, transisi fasanya, serta penentuan diagram fasanya (Wijayanti, 2019). Analisis termal memberikan sifat seperti perubahan massa, entalpi, kapasitas termal, dan koefisien ekspansi panas (Jamaludin et al., 2020).

Suhu merupakan salah satu faktor yang memiliki peran penting bagi kehidupan seluruh makhluk hidup (Putra & Faiza, 2022). Peningkatan suhu dapat menjadi suatu katalisator atau faktor yang dapat membantu mempercepat reaksi kimia perubahan suatu polutan udara. Terjadinya perubahan suhu yang sangat tajam dapat menyebabkan menurunnya sistem kekebalan tubuh manusia sehingga mudah terkena penyakit (Kapri et al., 2016). Perubahan terhadap suhu atau temperatur di lingkungan dapat mempengaruhi dan membuat kelembaban udara pada tanaman menjadi meningkat, dan tentunya disertai dengan cahaya matahari yang dibutuhkan tanaman agar dapat tumbuh dan berkembang dengan baik (Simanjuntak & Safril, 2021).

Bidang ilmu kimia, suhu adalah salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap sifat fisik dan kimia suatu zat. Ketika suhu berubah, berbagai sifat fisik seperti volume, tekanan, viskositas, konduktivitas, titik leleh, titik didih, dan sifat termal lainnya dapat mengalami perubahan (Azhari et al., 2022). Sifat fisik yang dipengaruhi oleh suhu meliputi beberapa hal berikut ini.

- a) Volume: Umumnya, zat padat, cair, dan gas memuai saat suhu meningkat, sehingga volume meningkat. Hubungan ini sering digambarkan melalui hukum termal, seperti Hukum Boyle untuk gas.

memudahkan dalam analisis transisi kuantitatif dan kualitatif. Namun, DSC standar masih memiliki beberapa keterbatasan yang dapat mengurangi keakuratan dan ketepatan pengukuran.

KESIMPULAN

Pengujian karakteristik bahan aktif hasil sintesis dapat dianalisis menggunakan TGA dan DTA. TGA bertujuan mengetahui suhu dekomposisi bahan aktif, sehingga akan diperoleh rentang suhu terbentuknya fasa yang diinginkan. Data yang dihasilkan berupa kurva massa terhadap waktu maupun suhu. DTA bertujuan mengetahui proses endotermik dan eksotermik yang terjadi pada bahan aktif. Data yang dihasilkan berupa kurva suhu dan perubahan suhu.

DSC digunakan untuk mempelajari sifat termal bahan pangan, seperti sifat pelelehan dan pembekuan, suhu transisi kaca, dan kapasitas panas spesifik. DSC digunakan untuk mengkarakterisasi dan mengembangkan berbagai material, seperti logam, paduan, polimer, dan komposit dengan mengidentifikasi stabilitas termal, transisi fase, dan kristalinitas material-material.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, A. R., Sembiring, S., & Simanjuntak, W. (2017). Karakteristik Termal (DTA/TGA) dan Konduktivitas Termal Kordierit ($2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$) Berbasis Silika Sekam Padi Akibat Penambahan MgO (0, 10, 15%berat). *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 5(1), 59–64.
- Anisa, Z., Mubarakah, L., Setyaningrum, D., & Novianto, H. (2023). Identifikasi Sifat Termal dan Ikatan Batu Kapur Alam Dengan Menggunakan DSC-TGA dan FTIR. *Inovasi Teknik Kimia*, 8(3), 173–177.

- Azhari, Karolina, R., & Ritonga, S. I. (2022). *KARAKTERISASI TERMAL MATERIAL MENGGUNAKAN DIFFERENTIAL SCANNING CALORIMETRY (DSC)*.
- Cahyana, A., Marzuki, A., & Cari. (2014). Kinematika Kristalisasi Pada Kaca 60TeO₂-30ZnO-10Na₂O. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Dan Pendidikan Fisika (SNFPF)*, 5(1).
- Coats, A. W., & Redfern, J. P. (1963). Thermogravimetric analysis. A review. *The Analyst*, 88(1053), 906–924. <https://doi.org/10.1039/AN9638800906>
- Farivar, F., Lay Yap, P., Karunagaran, R. U., & Losic, D. (2021). Thermogravimetric Analysis (TGA) of Graphene Materials: Effect of Particle Size of Graphene, Graphene Oxide and Graphite on Thermal Parameters. *Journal of Carbon Research*, 7(2), 41. <https://doi.org/10.3390/c7020041>
- Jamaludin, A., Al Afghani, F., Jamaludin, A., Dwiyantri, H., & Saputri, A. (2020). IDENTIFIKASI KERUSAKAN THERMO GRAVIMETRY ANALYSIS DI HOTCELL 108 IRM. *Jurnal BATAN*, 19–28.
- Jessica, A., Sari, E., Yenti, R., & Zaini, E. (2023). Pembentukan dan Karakterisasi Dispersi Padat Kandesartan Sileksetil-HPMC dengan Teknik Solvent Co-Evaporation. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 10(1), 71. <https://doi.org/10.25077/jsfk.10.1.71-77.2023>
- Kapri, A. A., Koenawan, C. J., & Jaya, Y. V. (2016). Pengaruh Suhu Terhadap Variabilitas Fisika-Kimia di Perairan Teluk Riau Kota TanjungPinang Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Akuatika*, 1–10.
- Leyva-Porras, C., Cruz-Alcantar, P., Espinosa-Solís, V., Martínez-Guerra, E., Piñón-Balderrama, C. I., Martínez, I. C., & Saavedra-Leos, M. Z. (2020). Application of differential scanning calorimetry (DSC) and modulated

- differential scanning calorimetry (MDSC) in food and drug industries. *Polymers*, 12(1), 1–21.
<https://doi.org/10.3390/polym12010005>
- Mayasari, H. E., & Yuniari, A. (2016). Karakteristik termogravimetri dan kinetika dekomposisi EPDM dengan bahan pengisi carbon black. *Majalah Kulit, Karet, Dan Plastik*, 32(2), 125.
<https://doi.org/10.20543/mkvp.v32i2.1591>
- Muharrami, L. K. (2015). Analisis DSC Terhadap Sintesis Plastik HDPE-fly ash. *Rekayasa*, 8(1), 22–28.
- Musliman, A., & Damayanti, F. (2023). ANALISIS MEKANIK DAN TERMAL MATERIAL KOMPOSIT BERBASIS SERAT ECENG GONDOK SEBAGAI BAHAN KEMASAN RAMAH LINGKUNGAN. *JoP*, 9(1), 98–103.
- Nuralisa, R. A., & Zakiah, N. (2020). REVIEW ARTIKEL: STUDI KOMPATIBILITAS OBAT-EKSIPIEN DENGAN ANALISIS TERMAL. *Farmaka*, 20(2), 17–25.
- Putra, G. M., & Faiza, D. (2022). *PENGENDALI SUHU, KELEMBABAN UDARA, DAN INTENSITAS CAHAYA PADA GREENHOUSE UNTUK TANAMAN BAWANG MERAH MENGGUNAKAN INTERNET OF THINGS (IOT)*.
<http://arshave24.blogspot.com/2017/12/internet-of-things-iot.html>
- Setiawan, A. K. R., Iswandi, I., & Marlina, D. (2022). Karakterisasi Cocystal Glibenklamida Dengan Variasi Pelarut dan Uji Stabilitas Termal. *JPSCR: Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 7(3), 268.
<https://doi.org/10.20961/jpscr.v7i3.59893>
- Simanjuntak, P. P., & Safril, A. (2021). TREN CURAH HUJAN DAN SUHU UDARA EKSTRIM MASA DEPAN (PERIODE 2021-2030) BERDASARKAN REPRESENTATIVE CONCENTRATION PATHWAY

- (RCP) 4.5 DI KOTA PALU. *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*, 04(01), 1–11.
- Tunggadewi, D. A. (2020). Analisis Suhu Sintering Material Katoda LiFePO_4 dengan Alat Diferential Thermal Analysis (DTA)-Termogravimetrik (TGA). *Jurnal Phi*, 6(2), 1–6.
- Wijayanti, W. (2019). Identifikasi Efek Heating Rate Terhadap Laju Kinetika Reaksi Pirolisis Kayu mahoni Dengan Thermal Analysis dan Thermogravimetry. *Rekayasa Mesin*, 10(1), 65–76.

PROFIL PENULIS



Firnanelty, S.Si., M.Si.

Lahir di Bungoro Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan Sulawesi Selatan pada tanggal 14 Februari 1991. Anak ketiga dari 3 saudara. Penulis telah menyelesaikan Program Sarjana S1 pada Program Studi Kimia Universitas Negeri Makassar pada tahun 2013. Kemudian melanjutkan pendidikan Magister S2 pada Program Studi Kimia Institut Pertanian Bogor pada tahun 2016. Telah mengabdikan sebagai Dosen Tetap pada Jurusan Kimia Bidang Anorganik di Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar sejak 2017 hingga sekarang. Mengampu beberapa mata Kuliah bidang Anorganik seperti Kimia Anorganik Dasar, Kimia Anorganik Fisik, Ikatan Kimia, Biomaterial Endemik, dan Potensi Polutan Anorganik. Aktif menulis artikel ilmiah dengan topik riset yaitu Biomaterial yang telah banyak dipublikasikan pada jurnal nasional terakreditasi dan internasional bereputasi sejak 2017 hingga sekarang. Aktif sebagai anggota Himpunan Kimia Indonesia sejak 2019 hingga sekarang.

BAB 6

TEKNIK MIKROSKOPI DALAM ANALISIS KIMIA

Meiliza Ekayanti
STIKes Prima Indonesia, Bekasi
E-mail: meilizaekayanti@gmail.com

PENDAHULUAN

Teknik mikroskopi menjadi pilihan awal untuk mempelajari dan mengamati morfologi bahan dalam ukuran kecil (mikron) sejak abad ketujuh belas. Secara harfiah mikroskop berasal dari kata “mikron” yaitu kecil dan “scopos” yang berarti penglihatan. Mikroskop merupakan instrumen yang digunakan untuk melihat atau mengamati objek dalam skala mikro (yang tidak dapat dilihat mata tanpa alat bantu). Dalam bab ini menyajikan informasi tentang jenis mikroskop mulai dari mikroskop cahaya tampak (*visible*) hingga mikroskop probe pemindaian (*scanning probe*). Kunci penting dalam teknik mikroskopi adalah resolusi, aberasi, pembesaran dan kontras. Berbagai macam mikroskop cahaya tampak dijelaskan termasuk bidang terang, bidang gelap, fase kontras, kontras interferensi diferensial dan mikroskop polarisasi. Teknik mikroskop fluoresensi meliputi immunolabelling fluoresensi, aliran sitometri dan pemindaian laser konfokal (Florindo, 2021; Roane & Pepper, 2015). Bagian tentang mikroskop elektron juga disajikan meliputi pemindaian dan mikroskop transmisi elektron. Penjelasan mikroskop pada bab ini diakhiri dengan aplikasinya dalam metode analisis kimia.

PENGANTAR TEKNIK MIKROSKOPI

Teknik mikroskopi memainkan peran penting dalam mengungkap detail rumit dalam analisis mikrostruktur, morfologi permukaan, komposisi kimia dan sifat *intraface*.

Penelitian biopolimer pada kelas material memerlukan karakterisasi nanopartikel dan serat dalam variasi bentuk dan morfologi sehingga teknik mikroskopi memainkan peran yang penting (Venkateshaiah *et al.*, 2020). Diagnosis medis seperti mengidentifikasi sumber injeksi atau tingkat keparahan tumor hingga analisis makanan dan determinasi tanaman menggunakan alat mikroskop sebagai analisis pendahuluan sehingga alat tersebut esensial pada aplikasi ilmu kehidupan. Berkembangnya sistem mikroskop sehingga mendorong perkembangan teknik mikroskop secara bersamaan. Teknik pertama dalam mikroskop didasarkan pada mikroskop cahaya yang ditransmisikan. Teknik tambahan pada perkembangan teknik mikroskopi adalah Mikroskop Fluoresensi *Widefield* dan Mikroskop Konfokal (*Confocal Microscope*). Rekonstruksi gambar dan perlakuan melalui foton menjadi faktor yang penting dalam akuisisi gambar sehingga dibutuhkan perangkat lunak untuk pemrosesan gambar pasca-akuisisi yaitu *software deconvolution*.

Konsep perbesaran dan resolusi sangat penting dalam memahami prinsip dasar dari teknik mikroskop dalam mengamati objek yang sangat kecil seperti sel. Sifat gelombang atau partikel pada cahaya tampak merupakan satu bagian kecil dari spektrum elektromagnetik. Elektron juga memiliki sifat seperti gelombang dan partikel sehingga banyak prinsip yang sama mendasari mikroskopi elektron dan mikroskop cahaya. Mikroskop fluoresensi dan mikroskop pemindaian elektron atau yang disebut sebagai *Scanning Electron Microscopy* (SEM) merupakan turunan dari dua prinsip lainnya dimana sumber partikel dan/atau cara partikel dideteksi diubah sehingga menghasilkan gambar yang berbeda (Dalton & Young, 2024).

Keterbatasan pada ukuran dan detail yang dapat digunakan untuk memvisualisasikan objek pada mikroskop dihasilkan dari karakteristik khusus partikel yang digunakan dalam visualisasi gambar misalnya foton atau elektron. Panjang gelombang yang

dapat memberikan informasi terkait disperse, distribusi, interkalasi, pengelupasan dan agregasi nanopartikel dalam komposit.

DAFTAR PUSTAKA

- Budi, E., Nasbey, H., Budi, S., Handoko, E., Suharmanto, P., Sinansari, R., & Sunaryo, S. (2012). Kajian Pembentukan Karbon Aktif Berbahan Arang Tempurung Kelapa. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, 1(1), 62–66.
<https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/prosidingsnf/article/view/6154>
- Dalton, L., & Young, R. (2024). Visualizing Cells Through Microscopy. In *Fundamentals of Cell Biology*. Oregon State University Open Education.
- Ekayanti, M., Ardiana, L., Najib, S. Z., Sauriasari, R., & Elya, B. (2017). Pharmacognostic and phytochemical standardization of white tea leaf (*Camellia sinensis* L. Kuntze) ethanolic extracts. *Pharmacognosy Journal*, 9(2), 221–226. <https://doi.org/10.5530/pj.2017.2.37>
- Flannigan, D. J., & Zewail, A. H. (2012). 4D Electron Microscopy: Principles and Applications. *Accounts of Chemical Research*, 45(10), 1828–1839. <https://doi.org/10.1021/ar3001684>
- Florindo, C. (2021, November). *Exploring Microscopy Techniques: Confocal, Widefield, Transmitted Light and Deconvolution*. Andor Oxford Instrument.
- Mokobi, F. (2024, May 5). *Scanning Electron Microscope (SEM): Principle, Parts, Uses*. Microbe Notes.
- Roane, T. M., & Pepper, I. L. (2015). Microscopic Techniques. In *Environmental Microbiology* (3rd ed., pp. 177–193). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394626-3.00009-0>

- Rost, F. (2017). Fluorescence Microscopy, Applications. In *Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry* (3rd ed., pp. 627–631). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803224-4.00147-3>
- Venkateshaiah, A., Padil, V. V. T., Nagalakshmaiah, M., Waclawek, S., Černík, M., & Varma, R. S. (2020). Microscopic Techniques for the Analysis of Micro and Nanostructures of Biopolymers and Their Derivatives. *Polymers*, 12(3), 512. <https://doi.org/10.3390/polym12030512>
- Yoshikura, T. (2023, August 10). *What Is Brightfield Microscopy?* Discovery Blog.

POFIL PENULIS



Meiliza Ekayanti, S.Si., M.Si

Penulis adalah seorang peneliti dan dosen. Penulis lahir di Bekasi, 25 Mei 1991 dan telah menempuh Pendidikan Sarjana di Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Negeri Jakarta (UNJ) tahun 2014. Penulis melanjutkan Studi Magister Program Studi Herbal Medik di Fakultas Farmasi Universitas Indonesia (UI) tahun 2017. Penulis aktif dan fokus dalam mengembangkan penelitian yang berkonsentrasi di bidang Herbal Medik, Farmakognosi dan Fitokimia. Penelitian yang telah dipublikasikan diantaranya adalah “*Dipeptidyl peptidase IV inhibitory activity of fraction from white tea ethanolic extract (Camellia sinensis (L.) Kuntze) ex vivo*”. Penulis aktif sebagai pengajar pada Program Studi Farmasi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKes) Prima Indonesia sejak tahun 2018.

BAB 7

TEKNIK DIFRAKSI DALAM KIMIA

Syarifah Rabiatul Adawiah
UIN Alauddin Makassar, Makassar
E-mail: ivhe@gmail.com

PENDAHULUAN

Analisis dan pemahaman struktur material hingga tingkat atomik merupakan elemen penting dalam pengembangan material baru dengan berbagai sifat unggul. Kemampuan untuk memahami struktur atomik tidak hanya mendukung inovasi material, tetapi juga memberikan wawasan tentang perilaku material dalam berbagai kondisi. Dalam dunia sains dan teknologi, salah satu metode paling handal untuk tujuan ini adalah difraksi sinar-X, sebuah teknik analitik yang telah menjadi pilar dalam kristalografi dan ilmu material. Difraksi sinar-X merupakan salah satu fenomena fundamental dalam ilmu sains yang memperlihatkan sifat gelombang, termasuk cahaya, suara, dan gelombang elektromagnetik lainnya. Pemahaman yang lebih mendalam mengenai difraksi memerlukan penguasaan konsep-konsep seperti hukum Bragg, yang menjadi dasar dalam analisis struktur kristal menggunakan sinar-X.

Difraksi dapat didefinisikan sebagai interaksi antara gelombang dengan struktur atau penghalang tertentu yang menghasilkan pola interferensi. Pada konteks sinar-X, fenomena ini memungkinkan ilmuwan untuk meneliti struktur kristal dengan tingkat presisi yang tinggi. (Ali et al., 2022) menjelaskan bahwa difraksi sinar-X memungkinkan pengukuran jarak antar atom dalam kristal, sehingga membuka peluang untuk analisis material yang sebelumnya tidak mungkin dilakukan. Pola

difraksi yang terbentuk memberikan informasi mendalam mengenai struktur atomik dan molekuler suatu material (Pandey et al., 2021; Ameh, 2019).

Perkembangan penelitian lebih lanjut memotivasi para ilmuwan untuk terus mengembangkan metode yang lebih akurat dan efisien untuk memahami struktur material pada tingkat atomik. Studi tentang difraksi sinar-X dan difraksi elektron memberikan kontribusi besar dalam meningkatkan pemahaman kita tentang dunia material. Bab ini akan membahas lebih dalam terkait prinsip-prinsip difraksi sinar-X, difraksi elektron serta aplikasinya dalam kimia sederhana.

PRINSIP DIFRAKSI

Difraksi adalah fenomena fisika di mana gelombang, baik itu gelombang cahaya, suara, atau gelombang elektromagnetik lainnya, mengalami pembelokan atau penyebaran ketika melewati hambatan seperti kisi kristal atau celah kecil. Fenomena ini mengarah pada terjadinya penguatan dan pelemahan gelombang pada posisi tertentu yang dapat diprediksi dengan hukum tertentu. Panjang gelombang sinar-X sebanding dengan jarak antar atom dalam kristal, yang memungkinkan fenomena difraksi terjadi (Pratapa, 2009; Ali et al., 2022). Hal ini dapat memudahkan dalam melakukan analisis yang mendalam terhadap struktur material kristal. Ketika berkas gelombang, yang panjang gelombangnya sebanding dengan jarak antar bidang kristal, mengenai material kristal, maka terjadi difraksi kristal yang dapat menghasilkan pola interferensi konstruktif dan destruktif. Pola-pola ini memberikan informasi yang sangat berharga dalam pengungkapan struktur material yang lebih dalam (Pandey et al., 2021; Ameh, 2019).

Salah satu dasar matematis dari fenomena difraksi sinar-X adalah Hukum Bragg, yang diperkenalkan oleh Lawrence Bragg pada tahun 1913. Hukum ini memperlihatkan hubungan antara

untuk meningkatkan efisiensi serta akurasi, bahkan pada skala nano. Tidak hanya itu, teknik ini juga diharapkan mampu memberikan kontribusi signifikan dalam menghadapi tantangan global, seperti kebutuhan energi berkelanjutan, pengembangan material ramah lingkungan, dan pengelolaan sumber daya alam yang lebih bijak. Paduan inovasi teknologi dan kolaborasi lintas disiplin, difraksi dapat terus menjadi landasan penting dalam memajukan ilmu pengetahuan sekaligus menciptakan dampak positif yang lebih luas bagi kehidupan manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, F. C. (2019). X-ray absorption and Diffraction | Overview. In *Encyclopedia of Analytical Science* (Third Edit, Vol. 10, Issue 1). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409547-2.14263-5>
- Alderton, D. (2020). X-Ray Diffraction (XRD). *Encyclopedia of Geology: Volume 1-6, Second Edition, 1*, 520–531. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102908-4.00178-8>
- Ali, A., Chiang, Y. W., & Santos, R. M. (2022). X-Ray Diffraction Techniques for Mineral Characterization: A Review for Engineers of the Fundamentals, Applications, and Research Directions. *Minerals*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/min12020205>
- Ameh, E. S. (2019). A review of basic crystallography and x-ray diffraction applications. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 105(7–8), 3289–3302. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-04508-1>
- Bunaciu, A. A., Udriștioiu, E. gabriela, & Aboul-Enein, H. Y. (2015). X-Ray Diffraction: Instrumentation and Applications. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 45(4), 289–299. <https://doi.org/10.1080/10408347.2014.949616>
- Chatterjee, S., Sahoo, S. K., Swain, B., Mahapatra, S. S., & Roy,

- T. (2020). Quality characterization of dissimilar laser welded joints of Ti6Al4V with AISI 304 by using copper deposition technique. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 106(9–10), 4577–4591. <https://doi.org/10.1007/s00170-020-04935-5>
- Dolabella, S., Borzì, A., Dommann, A., & Neels, A. (2022). Lattice Strain and Defects Analysis in Nanostructured Semiconductor Materials and Devices by High-Resolution X-Ray Diffraction: Theoretical and Practical Aspects. *Small Methods*, 6(2). <https://doi.org/10.1002/smt.202100932>
- El Bourakadi, K., Bouhfid, R., & Qaiss, A. el K. (2021). Characterization techniques for hybrid nanocomposites based on cellulose nanocrystals/nanofibrils and nanoparticles. *Cellulose Nanocrystal/Nanoparticles Hybrid Nanocomposites: From Preparation to Applications*, 27–64. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822906-4.00010-4>
- Epp, J. (2016). X-Ray Diffraction (XRD) Techniques for Materials Characterization. In *Materials Characterization Using Nondestructive Evaluation (NDE) Methods*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100040-3.00004-3>
- Gemmi, M., Mugnaioli, E., Gorelik, T. E., Kolb, U., Palatinus, L., Boullay, P., Hovmöller, S., & Abrahams, J. P. (2019). 3D electron diffraction: The nanocrystallography revolution. *ACS Central Science*, 5(8), 1315–1329. <https://doi.org/10.1021/acscentsci.9b00394>
- Khan, H., 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. *Canadian Journal of Chemical Engineering*, 98(6), 1255–1266. <https://doi.org/10.1002/cjce.23747>
- Lamas, D. G., de Oliveira Neto, M., Kellermann, G., & Craievich, A. F. (2017). X-Ray Diffraction and Scattering

- by Nanomaterials. In *Nanocharacterization Techniques*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-49778-7.00005-9>
- Lavina, B., Dera, P., & Downs, R. T. (2014). Modern X-ray diffraction methods in mineralogy and geosciences. *Spectroscopic Methods in Mineralogy and Materials Sciences*, 78, 1–31. <https://doi.org/10.2138/rmg.2014.78.1>
- Li, J., & Sun, J. (2017). Application of X-ray Diffraction and Electron Crystallography for Solving Complex Structure Problems. *Accounts of Chemical Research*, 50(11), 2737–2745. <https://doi.org/10.1021/acs.accounts.7b00366>
- Miah, M. H., Khandaker, M. U., Aminul Islam, M., Nur-E-Alam, M., Osman, H., & Ullah, M. H. (2024). Perovskite materials in X-ray detection and imaging: recent progress, challenges, and future prospects. *RSC Advances*, 14(10), 6656–6698. <https://doi.org/10.1039/d4ra00433g>
- Morcrette, M., Chabre, Y., Vaughan, G., Amatucci, G., Leriche, J. B., Patoux, S., Masquelier, C., & Tarascon, J. M. (2002). In situ X-ray diffraction techniques as a powerful tool to study battery electrode materials. *Electrochimica Acta*, 47(19), 3137–3149. [https://doi.org/10.1016/S0013-4686\(02\)00233-5](https://doi.org/10.1016/S0013-4686(02)00233-5)
- Nzulu, Gabriel & Eklund, Per & Magnuson, Martin. (2021). Characterization and identification of Au pathfinder minerals from an artisanal mine site using X-ray diffraction. 10.48550/arXiv.2102.03744.
- Palatinus, L., Brázda, P., Boullay, P., Perez, O., Klementová, M., Petit, S., Eigner, V., Zaarour, M., & Mintova, S. (2017). Hydrogen positions in single nanocrystals revealed by electron diffraction. *Science*, 355(6321), 166–169. <https://doi.org/10.1126/science.aak9652>
- Pandey, A., Dalal, S., Dutta, S., & Dixit, A. (2021). Structural characterization of polycrystalline thin films by X-ray

- diffraction techniques. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 32(2), 1341–1368.
<https://doi.org/10.1007/s10854-020-04998-w>
- Pratapa, S. (2009). Difraksi Sinar-X untuk Sidikjari dalam Analisis Nanostruktur. *Prosiding Seminar Nasional Hamburan Neutron Dan Sinar-X Ke 7, 1*, 1–19.
- Ryan, A. E., Lohan, P., Flynn, L. O., Treacy, O., Coleman, C., Shaw, G., Murphy, M., Griffin, M. D., Ritter, T., Chen, X., & Barry, F. (2013). *Cc Ep Te D M Us*.
- Shvyda'ko, Y. V., Lerche, M., Kuetgens, U., Rüter, H. D., Alatas, A., & Zhao, J. (2006). X-ray Bragg diffraction in asymmetric backscattering geometry. *Physical Review Letters*, 97(23), 1–4.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.97.235502>
- Simoncic, P., Romeijn, E., Hovestreydt, E., Steinfeld, G., Santiso-Quñones, G., & Merkelbach, J. (2023). Electron crystallography and dedicated electron-diffraction instrumentation. *Acta Crystallographica Section E: Crystallographic Communications*, 79(Pt 5), 410–422.
<https://doi.org/10.1107/S2056989023003109>

PROFIL PENULIS



Syarifah Rabiatal Adawiah, S.Pd., M.Sc.

Lahir di Segeri Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan pada tanggal 25 Agustus 1987. Telah menyelesaikan Program Sarjana S1 pada Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Negeri Makassar tahun 2011. Kemudian melanjutkan pendidikan dan lulus program Magister S2 pada Program Studi Ilmu Kimia Universitas Gadjah Mada pada tahun 2016. Telah mengabdikan sebagai Dosen Tetap Jurusan Kimia Bidang Anorganik di Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar sejak 2019 hingga sekarang. Penulis mengampu mata kuliah bidang Anorganik seperti

Kimia Anorganik Dasar, Kimia Anorganik Fisik, Ikatan Kimia, Biomaterial Endemik, dan Bioanorganik. Aktif menulis artikel ilmiah yang dipublikasikan pada jurnal nasional terakreditasi sejak 2019 hingga sekarang. Aktif sebagai anggota Himpunan Kimia Indonesia sejak 2019 hingga sekarang.

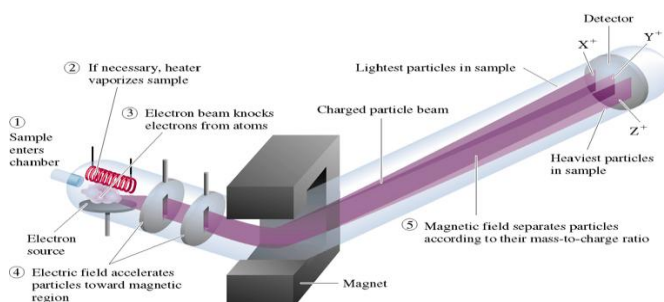
BAB 8

SPEKTROSKOPI MASSA

Masyitah Novia Yanti
Stikes Hang Tuah Tanjungpinang
E-mail: syitah2405@gmail.com

PENDAHULUAN

Berat molekul suatu senyawa ditentukan dengan mengukur massa jenis uap atau penurunan titik beku senyawa tersebut, dan rumus molekul ditentukan dengan analisis unsur. Teknik ini tidak hanya memakan waktu dan tenaga, tetapi juga memerlukan sampel yang sangat murni dalam jumlah besar. Dengan menggunakan spektrofotometri massa (MS), kini berat molekul dan formula dapat ditentukan dengan cepat menggunakan sampel dalam jumlah kecil (Claesen et al., 2025). Menentukan struktur kimia molekul adalah salah satu tugas spektrometri massa. Struktur molekul organik dan anorganik ditentukan berdasarkan pola fragmentasi ion yang terbentuk ketika molekul tersebut terionisasi. Pola fragmentasi suatu molekul sangat berbeda dengan molekul lain sehingga memungkinkan hasil analisis dapat diulang (Maciel et al., 2022).



Sumber: Suhartati (2017)

Gambar 8.1. Skema Alat Spektroskopi Massa

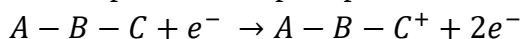
Spektrometri massa terdiri dari tiga bagian penting: lokasi ionisasi dalam sampel, pemisahan ion, dan deteksi ion seperti ditunjukkan pada Gambar 8.1. Kami telah menjelaskan spektrometri massa menggunakan teknik dampak elektron (EI). Sampel dimasukkan ke dalam ruangan, diuapkan dengan menaikkan suhu ruangan, dibombardir dengan elektron berenergi tinggi, dan ion fragmen yang terbentuk dipercepat dan dipisahkan dalam medan magnet dan dideteksi oleh detektor. Seiring berkembangnya teknologi, perubahan telah dilakukan pada alat untuk meningkatkan kegunaan dan kemampuan analitisnya. Saat ini, spektrometri massa biasanya digunakan sendiri dalam analisis sampel atau dikombinasikan dengan instrumen lain seperti kromatografi cair kinerja tinggi (HPLC), kromatografi gas (GC), dan elektroforesis kapiler (CE), GC-MS, MS dan CE-MS, HPLC, GC, atau CE bertanggung jawab untuk memisahkan campuran sampel. Setiap komponen individu kemudian dianalisis secara individual oleh MS (Vijay et al., 2021).

PENANGANAN DAN IONISASI SAMPEL

Sampel yang akan dianalisis dimasukkan ke dalam daerah ionisasi spektrometer massa. Tergantung pada bentuk sampel dan teknik ionisasi yang dipilih, sampel dapat berupa gas, padatan, atau larutan. Beberapa teknik ionisasi yang umum digunakan dibahas di bawah ini.

Tumbukan Elektron (*Electron Impact/EI*)

Di ruang ionisasi, uap sampel dipaparkan dengan elektron berenergi tinggi (70 eV). Energi yang diserap oleh molekul sampel mendorong ejsi/ionisasi elektron dari orbital ikatan dan anti ikatan. Energi ditransfer dan ion terbentuk melalui proses tumbukan, seperti terlihat pada persamaan reaksi berikut.



ionisasi dimulai dengan penguapan sampel. Partikel sampel yang dihasilkan dari proses ini akan bertumbukan dengan aliran elektron yang dihasilkan oleh pemanasan coil metal menuju trap elektron, menghasilkan proses pertukaran energi yang memungkinkan sejumlah elektron untuk keluar dan membentuk ion positif. Menentukan struktur dan besar massa relatif dari senyawa hasil sintesis, interpretasi hasil pengukuran alat spektroskopi massa (MS) dapat menunjukkan fragmen yang terjadi dari ion molekul.

DAFTAR PUSTAKA

- Baba, T., Ryumin, P., Duchoslav, E., Chen, K., Chelur, A., Loyd, B., & Chernushevich, I. (2021). Dissociation of biomolecules by an intense low-energy electron beam in a high sensitivity time-of-flight mass spectrometer. *Journal of the American Society for Mass Spectrometry*, 32(8), 1964–1975.
- Claesen, J., Rockwood, A., Gorshkov, M., & Valkenburg, D. (2025). The isotope distribution: A rose with thorns. *Mass Spectrometry Reviews*, 44(1), 22–42.
- Ieshkin, A. E. E., Tolstoguzov, A. B., Korobeishchikov, N. G. E., Pelenovich, V. O., & Chernysh, V. S. E. (2022). Gas-dynamic sources of cluster ions for basic and applied research. *Uspekhi Fizicheskikh Nauk*, 192(7), 722–753.
- Jorns, B., & Lafleur, T. (2023). Foundations of plasmas as ion sources. *Plasma Sources Science and Technology*, 32(1), 014001.
- Maciel, E. V. S., Pereira dos Santos, N. G., Vargas Medina, D. A., & Lanças, F. M. (2022). Electron ionization mass spectrometry: Quo vadis? *Electrophoresis*, 43(15), 1587–1600.
- Maier, S., Collins, E. M., & Raghavachari, K. (2023). Quantitative Prediction of Vertical Ionization Potentials

- from DFT via a Graph-Network-Based Delta Machine Learning Model Incorporating Electronic Descriptors. *The Journal of Physical Chemistry A*, 127(5), 3472–3483.
- Selby, K. G., Hubecky, E. M., Zerda-Pinto, V., Korte, C. E., Bressendorff, G. A., & Tucker, K. R. (2024). Mass spectrometry imaging for environmental sciences: a review of current and future applications. *Trends in Environmental Analytical Chemistry*, e00232.
- Silva, C. A. J., Braguin, L. N. M., Rossi, J. L., Costa, I., & Saiki, M. (2021). Determination of chemical elements in magnesium-based materials by neutron activation analysis. *Brazilian Journal of Radiation Sciences*, 9(1A).
- Suhartati, T. (2017). *Suhartati, T. (2017). Dasar-dasar Spektrofotometri UV-VIS dan Spektrometri Massa untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. AURA CV. Anugerah Utama Raharja.
- Vijay, D. P., Shamsi, S. A., & Sutherland, K. (2021). Capillary electromigration techniques coupled to mass spectrometry: Applications to food analysis. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 139, 116240.
- Zambonin, C., & Aresta, A. (2022). MALDI-TOF/MS analysis of non-invasive human urine and saliva samples for the identification of new cancer biomarkers. *Molecules*, 27(6), 1925.

PROFIL PENULIS



Masyitah Novia Yanti

Penulis lahir di Tanjungpinang tanggal 24 Mei 1994. Penulis adalah Dosen tetap pada Program Studi D3 Farmasi, Stikes Hang Tuah Tanjungpinang. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 dan S2 pada Jurusan Farmasi Sain, kemudian melanjutkan studi profesi Apoteker pada Universitas Setia Budi Surakarta. Selama menjadi dosen, penulis aktif melakukan penelitian dan publikasi karya dalam bidang Teknologi Farmasi maupun Biologi Farmasi. Karir profesional penulis dimulai sebagai Apoteker Pengelola Apotek Fikran Farma. Melalui peran ini, penulis bertanggung jawab atas pengelolaan apotek dan memberikan layanan farmasi yang berkualitas kepada masyarakat. Lewat kontribusi penulisa melalui buku ini, penulis berharap dapat memberikan manfaat kepada mahasiswa, pengajar atau pihak lain sebagai pembaca.

BAB 9

PENGOLAHAN DATA DALAM ANALISIS INSTRUMEN

Zimon Pereiz
Universitas Palangka Raya, Palangka Raya
E-mail: zimonpereiz@mipa.upr.ac.id

PENDAHULUAN

Pengolahan data dalam analisis instrumen adalah langkah penting dalam penelitian untuk memastikan bahwa instrumen yang digunakan valid, reliabel, dan dapat memberikan hasil yang akurat. Dalam kimia analitik, analisis instrumen adalah teknik pengukuran yang menggunakan instrumen canggih untuk mengukur sifat kimia atau fisik sampel. Untuk menghasilkan hasil yang akurat dan dapat diandalkan, teknik-teknik seperti spektrofotometri, kromatografi, atau spektrometri massa membutuhkan pengolahan data yang tepat. Dalam analisis kimia instrumen, pengolahan data yang akurat sangat penting untuk memastikan bahwa hasil penelitian atau kontrol kualitas industri dapat diandalkan. Proses yang sistematis mulai dari kalibrasi hingga analisis statistik adalah kunci keberhasilan dalam menggunakan metode ini (Pereiz, Chuchita, et al., 2023).

Dalam kimia analitik, proses pengolahan data sangat penting untuk mengubah sinyal instrumen yang tidak diproses menjadi informasi yang berguna. Instrumen seperti spektrofotometer, kromatografi, atau spektrometri massa menghasilkan data dalam bentuk sinyal, spektrum, atau kromatogram yang harus diproses untuk mengidentifikasi dan mengukur konsentrasi analit. Untuk memastikan bahwa hasilnya lebih akurat dan lebih sesuai dengan karakteristik sampel yang dianalisis, tahap awal pengolahan data mencakup pembersihan

sinyal dari gangguan atau gangguan, koreksi baseline, dan normalisasi (Jasmine, 2014).

Setelah sinyal diproses, kalibrasi dilakukan menggunakan standar referensi pada konsentrasi yang sudah diketahui. Untuk menghubungkan intensitas sinyal dengan konsentrasi analit, kalibrasi ini biasanya dilakukan dengan menggunakan regresi linier atau non-linier. Selain itu, data divalidasi untuk memastikan metode analisis memiliki akurasi, presisi, dan sensitivitas yang memadai. Untuk memastikan keandalan data, parameter seperti batas deteksi (LOD), batas kuantifikasi (LOQ), dan linieritas hubungan antara sinyal dan konsentrasi diuji. Selanjutnya, data yang telah divalidasi dianalisis untuk menghasilkan informasi kualitatif dan kuantitatif (Utami & Wulandari, 2019). Sebagai contoh, luas puncak kromatogram analisis kromatografi digunakan untuk menghitung konsentrasi senyawa tertentu dalam sampel, sementara spektrum massa spektrometri massa membantu menentukan struktur molekul (Pereiz, Chuchita, et al., 2023). Hasil pengolahan data dilaporkan dalam bentuk narasi, tabel, atau grafik untuk interpretasi tambahan untuk tujuan penelitian, pengembangan produk, dan pengendalian kualitas. Analisis instrumen kimia analitik dapat menghasilkan hasil yang akurat, terpercaya, dan relevan dengan pengolahan data yang tepat.

DASAR-DASAR PENGOLAHAN DATA

Salah satu proses penting dalam kimia analitik adalah pengolahan data, yang bertujuan untuk mengubah data mentah menjadi informasi penelitian yang berguna. Prinsip dasar dimulai dengan memahami karakteristik sinyal mentah yang dibuat oleh instrumen seperti spektrofotometer, kromatografi, atau spektrometri massa. Agar data yang dihasilkan benar-benar menunjukkan sifat kimia atau fisik sampel, sinyal ini sering mengandung noise atau gangguan lain. Oleh karena itu, langkah

DAFTAR PUSTAKA

- Arikalang, G. T., Sudewi, S., & Rorong, J. A. (2018). Optimasi Dan Validasi Metode Analisis Dalam Penentuan Kandungan Total Fenolik Pada Ekstrak Daun Gedi Hijau (*Abelmoschus Manihot* L.) Yang Diukur Dengan Spektrofotometer Uv-Vis. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 7(3), 14–21.
- Ayuchecaria, N., Oksal, E., Sri Martani, N., Kartika Komara, N., & Pereiz, Z. (2024). Skrining Fitokimia Dan Uji Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Hanjuang Merah (*Cordyline Fruticose*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 7(1), 86–94. <https://doi.org/10.36387/jifi.v7i1.1683>
- Baihaqi, M. Y., Lumoindong, C. W. D., & Vincent, V. (2021). Simulasi Perbandingan Filter Savitzky Golay dan Filter Low Pass Butterworth pada Orde Ketiga Sebagai Pembatal Kebisingan. *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi Dan Sistem Informasi*, 1(2), 226–232. <https://doi.org/10.24002/konstelasi.v1i2.4294>
- Beladona, S. U. M., Pereiz, Z., & Nugroho, W. (2023). Sosialisasi Pembuatan Sabun Padat dengan Penambahan Minyak Atsiri dari Kopi di SMAN 4 Palangka Raya Socialization on Making Solid Soap from Coffee Essential Oil in SMAN 4 Palangka Raya. *Nawasena: Journal of Community Service*, 01(01), 13–19. <https://e-journal.upr.ac.id/index.php/JCS/index>
- Ghaderpour, E. (2021). JUST: MATLAB and python software for change detection and time series analysis. *GPS Solutions*, 25(3), 1–7. <https://doi.org/10.1007/s10291-021-01118-x>
- Harmono, H. D. (2020). Validasi Metode Analisis Logam Merkuri (Hg) Terlarutn pada Air Permukaan dengan Automatic Mercury Analyzer. *Indonesian Journal of*

- Laboratory, 2(3), 11.
<https://doi.org/10.22146/ijl.v2i3.57047>
- Hayati, R., & Kurnia, R. (2014). Simulasi Unjuk Kerja Discrete Wavelet Transform (DWT) dan Discrete Cosine Transform (DCT) untuk Pengolahan Sinyal Radar di Daerah yang Ber-Noise Tinggi. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 3(1), 32.
<https://doi.org/10.25077/jnte.v3n1.53.2014>
- JASMINE, K. (2014). 濟無No Title No Title No Title. In *Penambahan Natrium Benzoat Dan Kalium Sorbat (Antiinversi) Dan Kecepatan Pengadukan Sebagai Upaya Penghambatan Reaksi Inversi Pada Nira Tebu*.
- Khoeri, H., Alisjahbana, S. W., Widjajakusuma, J., & Najid, N. (2023). Estimasi Lendutan Pelat Untuk Menghitung Kapasitas Beban Dengan Akurasi Tinggi Menggunakan Uji Getar. *Konstruksia*, 14(2), 175.
<https://doi.org/10.24853/jk.14.2.175-188>
- Li, N., & Ren, L. (2013). 李娜1, 任理2, 唐泽军3 (1. 2(April), 94–100.
- Maulidah, W. B., Rohmawati, N., & Sulistiyani, S. (2019). Faktor yang berhubungan dengan kejadian stunting pada balita di Desa Panduman Kecamatan Jelbuk Kabupaten Jember. *Ilmu Gizi Indonesia*, 2(2), 89.
<https://doi.org/10.35842/ilgi.v2i2.87>
- Nafisah, Z., Baktir, A., & Pereiz, Z. (2023). Konstruksi Pustaka Metagenom Prokariot Dari Permukaan Eucheuma Cottonii Untuk Mencari Gen Penyandi K-Karaginase. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 4(4), 497–507.
<https://doi.org/10.59141/jist.v4i4.613>
- Nafisah, Z., Rahman, S., Pereiz, Z., & Ratna Kumalasari, M. (2023). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Edukasi Pemanfaatan Limbah Cair Tempe Menjadi Biogas di Desa Habaring Hurung. *Journal of Appropriate Technology for*

- Community Services*, 5(1), 24–32.
<https://doi.org/10.20885/jattec.vol5.iss1.art4>
- Novikasari, I. (2017). Uji Validitas Instrumen. *Seminar Nasional Riset Inovatif 2017*, 1(1), 530–535.
<https://eproceeding.undiksha.ac.id/index.php/senari/article/download/1075/799>
- Pereiz, Z. (2024). *Analysis of Hexadecyltrimethoxysilane Nanosol Hybrids through optimization of Silica Nanosol Concentration and determining fabric types on Hydrophobicity Analysis of Silica-Hexadecyltrimethoxysilane Nanosol Hybrids through optimization of Silica Nanosol C.* 15(1), 195–210.
- Pereiz, Z., Chuchita, C., Kumalasari, M. R., & Nafisah, Z. (2023). Analisis Aspartam Dengan Metode Spektrofotometri Uv-Visible Serta Optimasi Konsentrasi Ninhidrin Dan Aplikasinya Untuk Penentuan Kandungan Dalam Minuman Energi Zimon. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 4(4), 508–525.
- Pereiz, Z., Nafisah, Z., Rahman, S., Ratna Kumalasari, M., Studi Kimia, P., Palangka Raya, U., & Studi Farmasi, P. (2023). Mengurangi Emisi Gas (Zimon Pereiz dkk.) | 119 Nanggroe. *Jurnal Pengabdian Cendikia*, 2(6), 119–126.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.8393970>
- Pereiz, Z., Oksal, E., Chuchita, C., Sylvani, M. M., & Kartika, N. (2024). *Permen Buah Karamunting : Inovasi Pangan Lokal untuk Penanggulangan Stunting pada Anak (Karamunting Fruit Candy: Local Food Innovation to Reduce Stunting in Children).* 4(4), 571–577.
- Pereiz, Z., Pebriyanto, Y., Naulita Turnip, O., Maya Sylvani, M., Karelius, K., Putra Ramdhani, E., Chuchita, C., Agnestisia, R., Horale Pasaribu, M., & Prasetya Toepak, E. (2023). Synthesis of MIL-100(Fe)@Fe₃O₄ from Magnetic Zircon Mining Waste Modified by CTAB for Naphthol Dye

- in Water Removal. *BIO Web of Conferences*, 79. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237912005>
- Prapcoyo, H. (2018). Peramalan Jumlah Mahasiswa Menggunakan Moving Average. *Telematika*, 15(1), 67. <https://doi.org/10.31315/telematika.v15i1.3069>
- Ratna Kumalasari, M., Pereiz, Z., & Chuchita, C. (2023). Pengaruh pH Agen Pereduksi Serin Terhadap Sintesis Nanopartikel Emas. *COMSERVA Indonesian Jurnal of Community Services and Development*, 2(12), 2912–2918. <https://doi.org/10.59141/comserva.v2i12.727>
- Utami, A. R., & Wulandari, C. (2019). Verifikasi Metode Pengujian Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) Dalam Air Limbah Dengan Menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). *Prosiding Seminar Nasional Kimia Dan Pembelajarannya (SNKP) 2019, November*, 8–20.
- Yuliantono, F. D., Yusman, S. A. J., Furi, D. C., & Asrori, M. Z. (n.d.). Analisis Anomali Self Potential di sekitar Permukaan Bawah Tanah Departemen Teknik Kimia ITS. *Researchgate.Net*, 1–10. https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Yuliantono-2/publication/372491822_Analisis_Anomali_Self_Potential_di_sekitar_Permukaan_Bawah_Tanah_Departemen_Teknik_Kimia_ITS_Analysis_of_Anomaly_Self_Potential_around_underground_surface_Department_of_Chemi

PROFIL PENULIS



Zimon Pereiz

Penulis merupakan dosen kimia di Universitas Palangka Raya, dengan bidang keahlian Kimia Fisika. Lahir di kota Surakarta pada 22 Juli 1991 dan dibesarkan di kota D.I. Yogyakarta. Riwayat Pendidikan baik Tingkat S-1 (Angkatan 2009) maupun S-2 (Angkatan 2016) di kampus Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dengan program studi Kimia. Judul skripsi : “Optimasi Konsentrasi Ninhidrin dalam

Analisis Aspartam secara Spektrofotometri UV-Visible dan Aplikasinya untuk Analisis Minuman Energi”. Judul tesis : “Adsorben Core Shell Magnetik $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ Termodifikasi CTAB dengan Abu Vulkanik sebagai Sumber Silika untuk Adsorpsi Anion Permanganat” Dosen pembimbing skripsi dan tesis : Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, MS dan Dr.rer.nat Nurul Hidayat Aprilita, S.Si., M.Si.

BAB 10

VALIDASI METODE DAN DATA KUALITAS ANALITIK

Yulia Kristyanti
Universitas Citra Bangsa, Kupang NTT
E-mail: yuliakristyanti24@gmail.com

PENDAHULUAN

Validasi metode analitik dan data kualitas merupakan bagian penting dalam memastikan keakuratan, ketepatan, dan konsistensi hasil analisis, terutama di industri farmasi dan makanan. Validasi ini bertujuan untuk membuktikan bahwa metode analitik yang digunakan sesuai untuk tujuannya dan dapat menghasilkan data yang dapat diandalkan. Dalam industri farmasi, validasi metode analitik diperlukan untuk analisis produk akhir, pengujian stabilitas, uji bioavailabilitas, dan pengendalian kualitas bahan baku serta produk antara. Misalnya, pada validasi metode HPLC untuk mengukur kadar bahan aktif dalam tablet, parameter seperti linieritas, akurasi, dan presisi akan diuji untuk memastikan metode tersebut valid.

Data kualitas analitik adalah informasi atau hasil yang diperoleh dari pengujian laboratorium menggunakan metode analitik yang telah divalidasi untuk memastikan bahwa suatu produk, bahan, atau sampel memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan. Dalam konteks farmasi, makanan, atau industri terkait lainnya, data ini sangat penting untuk memastikan keamanan, kemurnian, potensi, dan keefektifan produk. Data kualitas analitik adalah dasar untuk penjaminan mutu produk serta keputusan dalam industri farmasi dan makanan, yang memastikan bahwa produk memenuhi standar keselamatan dan efektivitas yang diharapkan.

Validasi metode dan data kualitas analitik memiliki hubungan yang erat terutama dalam menjamin keandalan dan ketepatan hasil analisis. Validasi metode berfungsi sebagai fondasi untuk memastikan bahwa data kualitas analitik yang diperoleh dapat dipercaya, akurat, dan sesuai dengan standar yang berlaku. Jika metode analitik tidak divalidasi dengan benar, data kualitas analitik yang dihasilkan dari metode tersebut bisa saja tidak akurat, tidak konsisten, atau bahkan menyesatkan. Dengan demikian, tanpa validasi metode, data kualitas analitik akan sulit dipercaya. Data kualitas analitik yang andal adalah kunci untuk proses pengendalian kualitas (*quality control*). Validasi metode memastikan bahwa setiap hasil analitik yang diperoleh dalam proses pengendalian kualitas dapat diandalkan. Hal ini sangat penting dalam proses produksi obat atau makanan, di mana keputusan kritis mengenai kelayakan bahan baku, produk antara, dan produk akhir didasarkan pada data kualitas analitik.

VALIDASI METODE

Validasi metoda analisis adalah suatu tindakan penilaian terhadap parameter tertentu, berdasarkan percobaan laboratorium, untuk membuktikan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan untuk penggunaannya. Tujuan validasi metode analisis adalah untuk menunjukkan bahwa prosedur tersebut sesuai untuk tujuan yang dimaksudkan (Peris-Vicente et al., 2015). Validasi metode dapat digunakan untuk meningkatkan hasil analisis yang sesuai dengan spesifikasi sehingga terjamin kualitas data dan keamanan produk yang dihasilkan. Hal ini dapat meminimalisir terjadinya kesalahan analisis yang dapat menyebabkan pemborosan waktu, biaya dan tenaga.

Data kualitas analitik adalah data yang berasal dari suatu pengujian menggunakan metode analitik yang memiliki tingkat keandalan tinggi untuk mendukung analisis yang akurat dan pengambilan keputusan strategis. Hasil dari metode analitik yang tervalidasi menjadi dasar untuk berbagai keputusan penting, seperti pengendalian kualitas, evaluasi stabilitas produk dan kepatuhan terhadap regulasi. Tanpa adanya proses validasi, data analitik sulit dipercaya dan dapat menyesatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adler, R. H. (2022). Trustworthiness in qualitative research. *Journal of Human Lactation*, 38(4), 598–602.
- Dadi, M., & Yasir, M. (2022). Spectroscopy and Spectrophotometry: principles and applications for colorimetric and related other analysis. *Colorimetry*, 1, 81–102.
- Debus, B., Parastar, H., Harrington, P., & Kirsanov, D. (2021). Deep learning in analytical chemistry. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 145, 116459.
- Karunarathna, I., Gunasena, P., Hapuarachchi, T., & Gunathilake, S. (2024). The crucial role of data collection in research: Techniques, challenges, and best practices. *Uva Clinical Research*, 1–24.
- Leal, F., Chis, A. E., Caton, S., González-Vélez, H., García-Gómez, J. M., Durá, M., & Mier, M. (2021). Smart pharmaceutical manufacturing: ensuring end-to-end traceability and data integrity in medicine production. *Big Data Research*, 24, 100172.
- Leslie, H. A., Van Velzen, M. J., Brandsma, S. H., Vethaak, A. D., Garcia-Vallejo, J. J., & Lamoree, M. H. (2022). Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Environment International*, 163, 107199.

- Li, L., Lin, J., Ouyang, Y., & Luo, X. R. (2022). Evaluating the impact of big data analytics usage on the decision-making quality of organizations. *Technological Forecasting and Social Change*, 175, 121355.
- Mansur, A. R., Oh, J., Lee, H. S., & Oh, S. Y. (2022). Determination of ethanol in foods and beverages by magnetic stirring-assisted aqueous extraction coupled with GC-FID: A validated method for halal verification. *Food Chemistry*, 366, 130526.
- Mazhar, S. A., Anjum, R., Anwar, A. I., & Khan, A. A. (2021). Methods of data collection: A fundamental tool of research. *Journal of Integrated Community Health*, 10(1), 6–10.
- Moulahoum, H., & Ghorbanizamani, F. (2024). The LOD paradox: when lower isn't always better in biosensor research and development. *Biosensors and Bioelectronics*, 116670.
- Nowak, P. M., Wietecha-Posłuszny, R., & Pawliszyn, J. (2021). White analytical chemistry: an approach to reconcile the principles of green analytical chemistry and functionality. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 138, 116223.
- Pachouly, J., Ahirrao, S., Kotecha, K., Selvachandran, G., & Abraham, A. (2022). A systematic literature review on software defect prediction using artificial intelligence: Datasets, Data Validation Methods, Approaches, and Tools. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 111, 104773.
- Peris-Vicente, J., Esteve-Romero, J., & Carda-Broch, S. (2015). Validation of analytical methods based on chromatographic techniques: An overview. Analytical separation science: An overview. *Analytical Separation Science*, 1757–1808.
- Raut, P. P., & Charde, S. Y. (2014). Simultaneous estimation of levodopa and carbidopa by RP-HPLC using a fluorescence

- detector: its application to a pharmaceutical dosage form. *Luminescence*, 29(7), 762–771.
- Schmidt, C. O., Struckmann, S., Enzenbach, C., Reineke, A., Stausberg, J., Damerow, S., Huebner, M., Schmidt, B., Sauerbrei, W., & Richter, A. (2021). Schmidt, C. O., Struckmann, S., Enzenbach, C., Reineke, A., Stausberg, J., Damerow, S., ... & Richter, A. (2021). Facilitating harmonized data quality assessments. A data quality framework for observational health research data collections with software implementations in R. *BMC Medical Research Methodology*, 21, 1–15.
- Vaishampayan, V., Kapoor, A., & Gumfekar, S. P. (2023). Enhancement in the limit of detection of lab-on-chip microfluidic devices using functional nanomaterials. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 101(9), 5208–5221.
- Van Hooren, B., Souren, T., & Bongers, B. C. (2024). Accuracy of respiratory gas variables, substrate, and energy use from 15 CPET systems during simulated and human exercise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 34(1), e14490.

PROFIL PENULIS



Yulia Kristyanti

Penulis lahir di Pati pada 02 Juli 1988 dan sekarang menetap di kota Kupang. Menyelesaikan pendidikan program S1 Farmasi pada tahun 2010, menyelesaikan pendidikan profesi apoteker pada tahun 2011 dan menyelesaikan pendidikan S2 farmasi pada tahun 2019 di Universitas Setia Budi Solo. Sejak tahun 2021 mengajar di salah satu kampus swasta

Universitas Citra Bangsa di kota kupang, nusa tenggara timur dan mengajar mata kuliah Farmasi fisika, Farmakologi, formulasi teknologi sediaan, dan bioteknologi.

BAB 11

KALIBRASI DAN PERAWATAN INSTRUMEN

Winasih Rachmawati
Universitas Bhakti Kencana, Bandung
E-mail: winasih12@gmail.com

PENDAHULUAN

Di era industri modern, keakuratan pengukuran sudah menjadi aspek mendasar yang menentukan kualitas produk dan keberhasilan proses produksi. Kalibrasi dan pemeliharaan instrumen merupakan dua elemen penting yang tidak dapat dipisahkan untuk menjamin keakuratan pengukuran dan keandalan instrumen. Pemahaman mendalam tentang prosedur kalibrasi dan teknik perawatan yang tepat menjadi kebutuhan mendasar bagi para praktisi industri, teknisi, dan mahasiswa teknik instrumentasi.

Perkembangan teknologi instrumentasi yang semakin kompleks karena menuntut adanya pendekatan sistematis dalam pengelolaan dan pemeliharaan peralatan ukur. Ketidaktepatan dalam pengukuran dapat mengakibatkan kerugian signifikan, baik dari segi material maupun kualitas produk. Menurut penelitian Widodo dan Pratama (2020), kesalahan pengukuran sebesar 1% dalam industri proses dapat mengakibatkan kerugian finansial hingga ratusan juta rupiah per tahun.

Laboratorium perguruan tinggi harus melakukan pemeliharaan untuk instrumen pengukur yang berguna, seperti jangka sorong, mikrometer, spektrofotometer, timbangan, dan lainnya. Laboratorium harus memiliki prosedur untuk menangani, mengangkut, menyimpan, menggunakan, dan merawat instrumen pengukur dengan aman, untuk memastikan

operasinya yang benar dan mencegah kontaminasi atau kerusakan (Arenhart et al., 2020).

Pada bab ini disusun sebagai panduan komprehensif yang membahas aspek teoritis dan praktis dalam kalibrasi dan perawatan instrumen. Materi yang disajikan mencakup pentingnya kalibrasi instrumen, proses kalibrasi sederhana, perawatan instrumen dan troubleshooting instrumen.

PENTINGNYA KALIBRASI INSTRUMEN

Kalibrasi instrumen memiliki peran penting dalam kimia analisis untuk menghasilkan data yang akurat dan dapat diandalkan. Kalibrasi memastikan bahwa instrumen memberikan hasil pengukuran yang sesuai dengan nilai sebenarnya, mengurangi kesalahan sistematis dalam pengukuran analitik dan memvalidasi kinerja instrumen sesuai spesifikasi pabrik. Dengan kalibrasi akan menghasilkan data yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, memenuhi persyaratan standar laboratorium (ISO/IEC 17025) dan meningkatkan kepercayaan terhadap hasil analisis (Aparna & Gowrisankar, 2015; Koscielniak, 2023). Kalibrasi menentukan deviasi antara pembacaan pengukuran (alat atau bahan) yang digunakan sebagai standar dan nilai sebenarnya yang diukur. Hasil kalibrasi mencakup tentang penetapan koreksi yang berkaitan dengan penunjukan alat ukur dan sifat metrologis lainnya (Irawan, 2019). Metode ini harus terdokumentasi dengan baik, dan laboratorium harus mampu membuktikan bahwa mereka dapat menghasilkan hasil yang konsisten dan akurat dengan menggunakan metode tersebut.

Deviasi atau penyimpangan dapat dinyatakan sebagai koreksi atau kesalahan (*error*) dengan model matematis sesuai persamaan di bawah ini. Simbol E menyatakan kesalahan, C adalah koreksi, R sebagai pembacaan alat ukur, dan T sebagai taksiran nilai benar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aparna, C. H., & Gowrisankar, D. (2015). a Review on Calibration of Analytical Instruments. *Ijpcbs: International Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological Sciences*, 5(3), 572–582. www.ijpcbs.com
- Arenhart, R. S., Pizzolato, M., Mendes, A. A., & Braghirolli, L. (2020). Contribution evaluation of the maintenance plans based on reliability centered maintenance for measuring instruments in Public Higher Education Institutions. *Brazilian Journal of Operations and Production Management*, 17(2), 1–16. <https://doi.org/10.14488/BJOPM.2020.020>
- Hindayani, A., Permatasari F. I., Putri A., S. (2022). Pengukuran pH dengan Teknik Kalibrasi Dua Titik. *Badan Standarisasi Nasional*, 1–34.
- Irawan, A. (2019). Kalibrasi Spektrofotometer Sebagai Penjaminan Mutu Hasil Pengukuran dalam Kegiatan Penelitian dan Pengujian. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(2), 1. <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i2.44750>
- KAN. (2005). ISO/IEC 17025 Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi. In *Komite Akreditasi Nasional*.
- Koscielniak, P. (2023). *Calibration in Analytical Science*. Wiley VCH.
- Prihhapso, Y., Achmadi, A., Suryani, D., Farhanita, W., Aini, H., Achalik, & Nelfyenny. (2020). Panduan Kalibrasi Spektrofotometer Uv-Vis. *Direktorat Standar Nasional Satuan Ukuran Termoelektrik Dan Kimia*, 1–28.
- Sulistiyani, M., Huda, N., Prasetyo, R., Alauhdin, D. M., & Abstrak, I. A. (2023). Calibration of Microplate Uv-Vis Spectrophotometer for Quality Assurance Testing of Vitamin C using Calibration Curve Method. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 12(2), 208–215.

Suhartati, T. (2017). *Dasar-dasar Spektrofotometri UV-VIS dan Spektrometri Massa untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. Anugrah Utama Raharja. Lampung.

PROFIL PENULIS



Dr. apt. Winasih Rachmawati, M.Si.

Penulis lahir di Bandung tanggal 12 September 1977. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Profesi Apoteker Fakultas Farmasi Universitas Bhakti Kencana Bandung. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 dan profesi Apoteker di Jurusan Farmasi Universitas Padjadjaran pada tahun 2000 dan 2001. Program pascasarjana S2 di Sekolah Farmasi Institut Teknologi Bandung diselesaikan pada tahun 2015 dan menyelesaikan pendidikan Doktor di Fakultas Farmasi Universitas Padjadjaran pada tahun 2023. Penulis menekuni bidang Analisis Farmasi dan Kimia Medisinal.

BAB 12

METODE TERAPAN

DALAM KIMIA ANALISA INSTRUMEN

Dewa Ayu Ika Pramitha
Universitas Mahasaraswati Denpasar, Denpasar
E-mail: ika.pramitha@unmas.ac.id

PENDAHULUAN

Kimia analisa instrument merupakan bagian penting dari bidang kimia analitik yang memanfaatkan instrumen untuk mengukur dan menganalisis komponen kimia dalam suatu sampel. Dalam beberapa dekade terakhir, metode ini telah mengalami perkembangan yang signifikan, terutama dengan munculnya teknologi analisis yang lebih cepat, akurat, dan lebih sensitif. Instrument modern memungkinkan para peneliti dan professional industri untuk mengidentifikasi dan mengukur senyawa kimia dalam berbagai aplikasi seperti farmasi, pangan, lingkungan, dan penelitian material (Kumar et al., 2023).

Kromatografi merupakan salah satu metode yang paling banyak digunakan dalam kimia analisa instrumen, dengan jenis-jenis seperti *Gas Chromatography* (GC) dan *Liquid Chromatography* (LC). GC sering digunakan untuk menganalisis senyawa volatil dan semi-volatil seperti ester, lipida, senyawa-senyawa minyak atsiri, dan lain-lain (Christie & Han, 2012; Pramitha & Karta, 2021), sedangkan LC umumnya diterapkan untuk senyawa non-volatil seperti protein, pestisida, atau senyawa-senyawa golongan alkaloid, flavonoid, dan lain-lain (Núñez et al., 2020; Ortiz-Martínez et al., 2024). Kombinasi kromatografi dengan spektrometri massa saat ini semakin banyak diusulkan seperti GC-MS dan LC-MS, karena metode dengan kombinasi tersebut memungkinkan untuk identifikasi

molekul kompleks dalam berbagai jenis sampel dengan sensitivitas yang sangat tinggi (Núñez et al., 2020; Ortiz-Martínez et al., 2024).

Selain kromatografi, metode spektroskopi juga sangat banyak diterapkan dalam kimia analisa instrument. Spektroskopi UV-Vis dan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) merupakan metode yang sering digunakan dalam analisis senyawa organik dan anorganik, memberikan informasi mengenai struktur molekuler serta interaksi kimia (Gong et al., 2024; Pratiwi & Nandiyanto, 2022). *Nuclear Magnetic Resonance* (NMR) juga merupakan metode spektroskopi yang dapat digunakan untuk menentukan struktur senyawa organik, terutama dalam penelitian farmasi dan kimia material seperti kandidat obat alami, sintetis, dan molekul terkait (Sahu et al., 2021). Teknologi lain seperti spektrometri serapan atom (SSA) dan *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (ICP-MS) semakin berkembang dalam analisis unsur pada tingkat jejak (trace levels) di berbagai sampel, termasuk air, tanah, dan bahan pangan (Jarošová et al., 2014; Poljak et al., 2024). Aplikasi metode ini sangat penting dalam pemantauan lingkungan dan pengendalian kualitas produk.

Teknik alternatif lain yang lebih ekonomis dan sering kali lebih cepat menganalisis spesies kimia tertentu adalah teknik elektroanalitik seperti potensiometri, voltametri, dan konduktometri. Teknik ini dapat digunakan untuk mengukur aktivitas ionik dan perubahan oksidasi-reduksi dalam sistem kimia, terutama dalam pengembangan sensor kimia dan biosensor (Lawal, 2023). Teknologi sensor biosensitif, alat portable, dan metode analisis yang lebih cepat dan murah telah mengalami perkembangan yang signifikan selama lima tahun terakhir. Inovasi-inovasi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan sensitivitas analisis, tetapi juga memperluas aplikasi

chemistry akan semakin memperluas aplikasi teknologi ini, menjadikan analisis kimia instrumen lebih adaptif terhadap kebutuhan global saat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aathira, K., Kariyil, B., Dhanusha, G., Haima, J., Samraj, S., Mohamed, S., & A R, N. (2021). Qualitative and Quantitative Analysis (GC-MS) of Methanol Extract of *Crataeva nurvala* stem bark. *Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 52. <https://doi.org/10.51966/jvas.2021.52.2.135-141>
- Chen, X., Yang, Z., Xu, Y., Liu, Z., Liu, Y., Dai, Y., & Chen, S. (2023). Progress and prediction of multicomponent quantification in complex systems with practical LC-UV methods. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 13(2), 142–155. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2022.11.011>
- Christie, W. W., & Han, X. (2012). Chapter 2 - Chromatographic analysis of lipids: General principles. In W. W. Christie & X. Han (Eds.), *Lipid Analysis (Fourth Edition)* (pp. 21–54). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9780857097866.21>
- Gong, Y., Chen, X., & Wu, W. (2024). Application of fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy in sample preparation: Material characterization and mechanism investigation. *Advances in Sample Preparation*, 11, 100122. <https://doi.org/10.1016/j.sampre.2024.100122>
- Hawash, M., Al-Smadi, D., Kumar, A., Olech, B., Dominiak, P. M., Jaradat, N., Antari, S., Mohammed, S., Nasasrh, A., Abualhasan, M., Musa, A., Suboh, S., Çapan, İ., Qneibi, M., & Natsheh, H. (2023). Characterization and Investigation of Novel Benzodioxol Derivatives as Antidiabetic Agents: An In Vitro and In Vivo Study in an Animal Model.

- Biomolecules*, 13(10), Article 10.
<https://doi.org/10.3390/biom13101486>
- Jarošová, M., Milde, D., & Kuba, M. (2014). Elemental analysis of coffee: A comparison of ICP-MS and AAS methods. *Czech Journal of Food Sciences*, 32, 354–359.
<https://doi.org/10.17221/399/2013-CJFS>
- Ji, Y., Yang, X., Ji, Z., Zhu, L., Ma, N., Chen, D., Jia, X., Tang, J., & Cao, Y. (2020). DFT-Calculated IR Spectrum Amide I, II, and III Band Contributions of N-Methylacetamide Fine Components. *ACS Omega*, 5(15), 8572.
<https://doi.org/10.1021/acsomega.9b04421>
- John Owonubi, S., Malima, N. M., & Revaprasadu, N. (2020). Chapter 16—Metal Oxide—Based Nanocomposites as Antimicrobial and Biomedical Agents. In V. Kokkarachedu, V. Kanikireddy, & R. Sadiku (Eds.), *Antibiotic Materials in Healthcare* (pp. 287–323). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820054-4.00016-1>
- Kaliva, M., & Vamvakaki, M. (2020). Chapter 17—Nanomaterials characterization. In R. Narain (Ed.), *Polymer Science and Nanotechnology* (pp. 401–433). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816806-6.00017-0>
- Karak, N. (2019). Chapter 1—Fundamentals of Nanomaterials and Polymer Nanocomposites. In N. Karak (Ed.), *Nanomaterials and Polymer Nanocomposites* (pp. 1–45). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814615-6.00001-1>
- Kaufmann, A. (2012). Chapter 4—High Mass Resolution Versus MS/MS. In A. R. Fernandez-Alba (Ed.), *Comprehensive Analytical Chemistry* (Vol. 58, pp. 169–215). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53810-9.00001-8>
- Kumar, D., Kumar, A., Kumar, V., Raj, A., Rai, R. R. M., Baliyan, V., & Kumar, N. (2023). A Comprehensive

- Review on Analytical Method Development using RP-HPLC and Recent Advances in Pharmaceutical Applications. *Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.55544/jrasb.2.2.9>
- Lawal, A. T. (2023). Recent developments in electrochemical sensors based on graphene for bioanalytical applications. *Sensing and Bio-Sensing Research*, 41, 100571. <https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2023.100571>
- Mulyani, R., Yumna, N., Maksum, I. P., Subroto, T., & Hartati, Y. W. (2022). Optimization of Aptamer-Based Electrochemical Biosensor for ATP Detection Using Screen-Printed Carbon Electrode/Gold Nanoparticles (SPCE/AuNP). *Indonesian Journal of Chemistry*, 22(5), Article 5. <https://doi.org/10.22146/ijc.72820>
- Núñez, N., Cayero, L., Cuixart, A., & Núñez, O. (2020). *Trends of Liquid Chromatography, Mass Spectrometry and Chemometrics in the Analysis and Characterization of Plant Natural Products* (pp. 1–89).
- Ortiz-Martínez, M., Molina González, J. A., Ramírez García, G., de Luna Bugallo, A., Justo Guerrero, M. A., & Strupiechonski, E. C. (2024). Enhancing Sensitivity and Selectivity in Pesticide Detection: A Review of Cutting-Edge Techniques. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 43(7), 1468–1484. <https://doi.org/10.1002/etc.5889>
- Poljak, M., Zgorelec, Ž., Kisić, I., Kuharić, Ž., & Perčin, A. (2024). Comparison of AAS, ICP-MS, and pXRF Performance for Copper Analysis in Agricultural Soils. *Journal of Central European Agriculture*, 25(2), 580–587. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/25.2.4279>
- Pramitha, D. A. I., & Karta, I. W. (2021). Analysis of Fatty Acids in Virgin Coconut Oil Frying at Various

- Temperatures. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 104–111.
<https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v10i1.34452>
- Pratiwi, R. A., & Nandiyanto, A. B. D. (2022). How to Read and Interpret UV-VIS Spectrophotometric Results in Determining the Structure of Chemical Compounds. *Indonesian Journal of Educational Research and Technology*, 2(1), Article 1.
<https://doi.org/10.17509/ijert.v2i1.35171>
- Profumo, A., Gorrioni, A., Guarnieri, S. A., Mellerio, G. G., Cucca, L., & Merli, D. (2020). GC-MS qualitative analysis of the volatile, semivolatile and volatilizable fractions of soil evidence for forensic application: A chemical fingerprinting. *Talanta*, 219, 121304.
<https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.121304>
- Reber, J. D., Karschner, E. L., Seither, J. Z., Knittel, J. L., & Walterscheid, J. P. (2021). Screening and confirmation methods for the qualitative identification of nine phytocannabinoids in urine by LC-MS/MS. *Clinical Biochemistry*, 98, 54–62.
<https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2021.09.005>
- Sahu, R., Kumar, A., Mishra, R., Majee, C., & Kumar, R. (2021). Recent Development in Nuclear Magnetic Resonance as a Technique for Quantitative Method Validation. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 83, 1094–1106. <https://doi.org/10.36468/pharmaceutical-sciences.865>
- Souza, R., Bonamichi, L., & Pereira-Filho, E. (2023). Design of Experiments (DoE) Application in Two Cases of Study in Pharmaceutical Industries. *Brazilian Journal of Analytical Chemistry*. <https://doi.org/10.30744/brjac.2179-3425.AR-56-2023>
- Stock, N. L. (2017). Introducing Graduate Students to High-Resolution Mass Spectrometry (HRMS) Using a Hands-On

- Approach. *Journal of Chemical Education*, 94(12), 1978–1982. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00569>
- Sun, Q., Dong, Y., Wen, X., Zhang, X., Hou, S., Zhao, W., & Yin, D. (2023). A review on recent advances in mass spectrometry analysis of harmful contaminants in food. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1244459. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1244459>
- Yang, P. L. (2016). Chapter 14 - Metabolomics and Lipidomics: Yet More Ways Your Health Is Influenced by Fat. In M. G. Katze, M. J. Korth, G. L. Law, & N. Nathanson (Eds.), *Viral Pathogenesis (Third Edition)* (pp. 181–198). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800964-2.00014-8>

PROFIL PENULIS



Dewa Ayu Ika Pramitha, S.Si., M.Si.

Lulus S1 di Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan IPA Universitas Udayana tahun 2013, lulus S2 di Program Kimia Terapan (Ilmu Kimia) di Fakultas Matematika dan IPA Universitas Udayana tahun 2016. Saat ini sedang melanjutkan studi S-3 di Program Studi Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan IPA Universitas Padjadjaran dan sebagai dosen tetap di Program Studi D3 Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Mahasaraswati Denpasar. Mengampu mata kuliah Analisis Farmasi dan Kimia Farmasi. Aktif menulis artikel di berbagai jurnal ilmiah terkait analisis dengan instrumentasi seperti GCMS, Spektrometri UV-Vis, dan lain-lain. Saat ini sedang melakukan riset mengenai penggunaan rancangan analisis simplex design dan response surface methodology (RSM).

BAB 13

MASA DEPAN KIMIA ANALISA INSTRUMEN

Reziq Marchellino Irwan
Program Studi Biologi, Universitas Andalas, Padang
E-mail: reziqmarchelino16@gmail.com

PENDAHULUAN

Kimia Instrumen adalah suatu penunjang di masa depan yang terbaik dan kompeten, dengan banyaknya suatu inovasi yang terbaru dengan menjangkau tinggi keperluan setiap penelitian pada bidang kimia akan dapat membantu suatu pembaruan yang maksimal dalam menunjang inovasi riset berbasis kimia di Indonesia. Perkembangan instrumentasi kimia di Indonesia dapat menaikkan kualitas riset dan membuat suatu pembaruan yang dapat berkembang dengan baik dengan mampu untuk melihat suatu pemahaman konsep dan teoritis melalui kegiatan eksperimen yang mana mampu untuk merekam dan mengujikan serta mengaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari dari penginovasian teknologi di bidang yang menawarkan dengan cara yang sistematis untuk menilai dan menggunakan inovasi pengajaran, menjamin kesesuaian dengan persyaratan dan meningkatkan kualitas riset kimia (Sanchez, 2025). Melalui bantuan alat validasi yang komprehensif ini, maka teori dan praktik dapat dihubungkan dan diajarkan dalam pendidikan, ruang kelas kimia dan sains analisa instrumentasi tersebut. Pada teknologi dalam suatu analisa instrument telah mengalami kemajuan yang pesat baik dari bidang sensor pada komputasi, automasi, dan teknik analisis data. Bidang tersebut meliputi spektroskopi dengan berbasis teknologi tinggi seperti spektroskopi FTIR yang telah berkembang seperti kombinasi kemometrik merupakan metode *screening* yang cepat, sederhana

dan murah serta memberikan analisis yang lebih cepat (Andayani et al., 2023).

Analisis komposisi kimia dengan instrumen tidak memerlukan suatu sampel yang rumit, serta inovasi pada teknologi pada kimia instrument juga telah ditemukan pada terdapatnya suatu sensor pada kimia. Sensor itu berfungsi sebagai pendeteksi konsentrasi berbagai zat kimia pada udara, air, dan tanah serta biosensor yang memungkinkan untuk menganalisis kimia dengan spesifik terutama pada bidang-bidang aplikasi medis dan lingkungan dengan menggabungkan teknologi elemen biologis dengan sensor elektronik. Hal itu dilakukan untuk dapat mendeteksi suatu konsentrasi bahan kimia tertentu dengan suatu sampel didalamnya seperti penelitian terdahulu tentang sistem *electronic nose* yang telah diadopsi dan digunakan untuk mengklasifikasikan jenis madu berdasarkan parameter fisikokimia (Shiddiq et al., 2021). Penelitian ini bertujuan untuk membangun *electronic nose* (e-nose) berbiaya rendah berdasarkan sensor gas metal oxide semiconductor (MOS), dan kemudian digunakan untuk mengevaluasi kualitas dua jenis madu dan satu jenis non-madu berdasarkan kandungan gula dan nilai pH.

Analisa instrumen terbaik ini juga meliputi inovasi dibidang terkini seperti sistem HPLC (*High-Performance Liquid Chromatography*) yang merupakan teknologi terbaru dengan analisis zat terlarut didalam suatu larutan. Keterbaruan inovasi tersebut mencakup peningkatan kecepatan suatu analisis, ketepatan pemisahan komponen, dan kemampuan dalam menangani sampel dalam jumlah banyak. Secara otomatis, saat ini HPLC diterapkan secara luas untuk pemisahan dan pemurnian di berbagai bidang termasuk farmasi, bioteknologi, lingkungan, polimer, dan industri makanan (Ilyas et al., 2024). Hal ini dilakukan dengan menyuntikkan sejumlah kecil sampel cairan ke dalam aliran cairan yang bergerak (disebut fase gerak)

efisien, terjangkau, dan serbaguna bagi riset dan aplikasi industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Andayani, R., Kesumaningrum, D., Nisa, T., Husni, E., Suryati, S., Syofyan, S., & Dachriyanus, D. (2023). Analisis Rendang Daging Sapi dan Daging Babi Hutan Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR Kombinasi Kemometrik untuk Autentikasi Halal. *SFK (Jurnal Sains Farmasi & Klinis)*, 10(1), 78–88.
- Bradū, P., Biswas, A., Nair, C., Sreevalsakumar, S., Patil, M., Kannampuzha, S., Mukherjee, A. G., Wanjari, U. R., Renu, K., Vellingiri, B., & Gopalakrishnan, A. V. (2023). Recent advances in green technology and Industrial Revolution 4.0 for a sustainable future. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(60), 124488–124519.
- Han, R., Yoon, H., Kim, G., Lee, H., & Lee, Y. (2023). Revolutionizing medicinal chemistry: the application of artificial intelligence (AI) in early drug discovery. *Pharmaceuticals*, 16(9), 1259.
- Ilyas, Z., Nandasiri, R., Redha, A. A., & Aluko, R. E. (2024). High-performance liquid chromatography coupled with associated column and mass spectroscopic methods for honey analysis. In *Advanced Techniques of Honey Analysis* (pp. 259–285). Academic Press.
- Liao, M., Lan, K., & Yao, Y. (2022). Sustainability implications of artificial intelligence in the chemical industry: A conceptual framework. *Journal of industrial ecology. Journal of Industrial Ecology*, 26(1), 164–182.
- Sagdic, K., Eş, I., Sitti, M., & Inci, F. (2022). Smart materials: rational design in biosystems via artificial intelligence. *Trends in Biotechnology*, 40(8), 987–1003.

- Saidi, F., Khetari, S., Yahia, I. S., Zahran, H. Y., Hidouri, T., & Ameer, N. (2022). The use of principal component analysis (PCA) and partial least square (PLS) for designing new hard inverse perovskites materials. *Computational Condensed Matter*, 31, e00667.
- Samalukang, D. N., Rondonuwu, F. S., Pratiwi, I. D., & Sutresno, A. (2024). Model Penduga Kadar Glukosa dalam Jus Buah Menggunakan Spektroskopi Inframerah-dekat dan Regresi Kuadrat Terkecil Parsial. *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*, 7(2), 74–80.
- Sanchez, J. M. (2025). Validation tool for chemistry teaching innovations: Polytomous rasch, confirmatory factor, and reliability analyses. *Journal of Research in Environmental and Science Education*, 2(1), 38–47.
- Shiddiq, M., Fadlillah, A., Ningsih, S. A., & Husein, I. R. (2021). Rancang Bangun Sistem Hidung Elektronik Berbasis Sensor Gas MQ untuk Mengevaluasi Kualitas Madu. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 143–152.
- Ulum, Z., Hasan, S., Sinulingga, E. P., Latifah, S., & Fachrudin, K. A. (2021). An introduction of scada-based based back pressure vessel (BPV) at palm oil factory with biomass energy. *Journal of Physics: Conference Series*, 012046.
- Xue, X., Mi, J., Huang, F., Wang, J., Chen, L., & Liang, J. (2023). Aromatics production from segmented co-pyrolysis of poplar sawdust and high-density polyethylene: enhancing the synergistic effects. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 170, 105909.

PROFIL PENULIS



Reziq Marchellino Irwan

Penulis merupakan seorang mahasiswa yang lahir di Kota Padang pada 16 Maret 2004 dengan menyelesaikan pendidikan dasar pada SD Angkasa 1 lanud padang, Sekolah menengah pertama pada MTsN 6 kota padang dan Sekolah menengah atas di SMAN 5 padang pada tahun 2022 dan kini tengah menempuh pembelajaran studi strata satu semester 6 di Universitas

Andalas Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam program studi biologi dengan mengambil pemfokusan peminatan pada Histologi, Bioinformatika Molekuler, dan Kimia Organik Bahan Alam. Penulis juga aktif di dunia riset dan inovasi berkelanjutan. Dalam hal ini penulis terlibat secara aktif pada pergerakan kemajuan bidang riset inovasi. Sementara pengalaman riset dengan pendanaan Program Kreativitas Mahasiswa Riset Eksakta pada tahun 2023 dengan studi in-vivo dan in-vitro serta mampu dalam ekstraksi bahan alam kimia organik serta bioinformatika molekuler dan aktif dalam riset yang berkompeten untuk membawa ke masa depan Indonesia yang cerah. Hingga kini penulis menjadi asisten riset dan kerja sama riset serta menjalin riset kolaborasi Bersama anantara biologi dan kimia dengan ketekunan dan motivasi yang tinggi untuk terus belajar dan berusaha agar mendapatkan hasil yang terbaik dan memuaskan dikemudian hari dalam karya penulisan ini penulis telah berhasil menyelesaikan dan menemukan semua inovasi-inovasi yang berasal dari seluruh riset inovasi kimia instrument masa depan yang berguna untuk bangsa dan negara dengan bantuan kecerdasan buatan demi kemajuan teknologi dan mempermudahnya hilirisasi riset dan mempercepat penemuan inovasi terbaru sehingga telah diselesaikannya penulisan buku ini yang mampu untuk memberikan kontribusi besar dan positif bagi dunia riset inovasi kimia instrument di Indonesia dan global dikemudian hari.

DASAR-DASAR KIMIA ANALISA INSTRUMEN

Buku Dasar-Dasar Kimia Analisa Instrumen sebagai pedoman dasar yang lengkap bagi seluruh pembaca yang sedang belajar maupun meneliti dengan bantuan instrumen kimia. Secara khusus, metode-metode analisa instrumentasi dibagi menjadi metode sederhana seperti spektroskopi, kromatografi, termogravimetri, elektrokimia. Kemudian, metode-metode yang lebih kompleks seperti spektrometri massa, mikroskopi, dan difraksi yang lebih sering digunakan dalam penelitian karakterisasi material. Tidak hanya itu, pengetahuan tentang uji validasi metode, uji kualitas data, masa depan kimia analisa instrumen serta tantangannya juga turut dibagikan dalam buku. Melalui susunan informasi yang dimulai dari bagian konsep teoritis, buku ini membahas konsep yang tepat tentang prinsip kerja suatu metode analisis instrumen, kemudian disajikan materi tentang konsep praktis agar pembaca dapat menerapkan pengetahuannya dalam praktik menggunakan instrumen kimia. Pembahasan terapan instrumen ini tidak hanya terbatas dalam penelitian kimia saja, namun juga diberikan ruang bagi peneliti bidang lain seperti terapan kimia dalam dunia farmasi.



FUTURE SCIENCE

Jl. Terusan Surabaya, Gang 1 A No. 71 RT 002 RW 005,
Kel. Sumbersari, Kec. Lowokwaru, Kota Malang,
Provinsi Jawa Timur.
Website : www.futuresciencepress.com



IKAPI
IKATAN KEMAHAMATAN INDONESIA

No. 348/JTI/2022

ISBN 978-634-7216-12-0 (PDF)



9

786347

216120