

.Review Article

Validasi Metode Spektrofotometri UV-Vis dan HPLC untuk Penetapan Kadar Ibuprofen

UV-VIS SPECTROPHOTOMETRY AND HPLC METHOD VALIDATION FOR IBUPROFEN DETERMINATION

Hamka George Marly Hairil Opur¹, Tesalonica Maria Supit¹, Muhamad Farrel Julianto¹, Cherry Vanesa¹, Steanly Molano¹, Yoisa Alsa Anggrianti¹

¹Fakultas Farmasi, Universitas 17 Agustus 1945, Jakarta, Indonesia, 14350

E-mail: tesalonica.ms@gmail.com

Abstrak

Ibuprofen merupakan obat antiinflamasi nonsteroid yang banyak digunakan dan harus memenuhi persyaratan kadar sesuai standar farmakope untuk menjamin mutu, keamanan, dan efektivitas terapi. Oleh karena itu, metode analisis yang digunakan untuk penetapan kadar ibuprofen harus tervalidasi dengan baik. Artikel ini bertujuan untuk melakukan tinjauan kritis terhadap validasi metode spektrofotometri UV-Vis dan kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT) dalam penetapan kadar ibuprofen. Kajian dilakukan terhadap artikel nasional dan internasional yang diterbitkan pada periode 2016–2026 dan diperoleh melalui *Google Scholar*, *PubMed*, dan *ScienceDirect*. Artikel yang disertakan adalah penelitian asli yang melaporkan parameter validasi, meliputi linearitas, akurasi, presisi, *limit of detection* (LOD), dan *limit of quantification* (LOQ). Hasil tinjauan menunjukkan bahwa metode UV-Vis umumnya memberikan linearitas yang sangat baik dan presisi yang memadai untuk analisis sediaan sederhana seperti tablet dan suspensi, dengan keunggulan pada kemudahan, kecepatan, dan biaya yang lebih rendah. Namun, metode ini memiliki keterbatasan selektivitas pada matriks kompleks. Sebaliknya, KCKT menunjukkan sensitivitas, akurasi, dan selektivitas yang lebih tinggi, tercermin dari nilai LOD dan LOQ yang lebih rendah serta kinerja yang stabil pada berbagai matriks, termasuk campuran multikomponen dan sampel biologis. Dengan demikian, UV-Vis sesuai untuk analisis rutin sediaan sederhana, sedangkan KCKT lebih direkomendasikan untuk pengujian dengan tuntutan keandalan dan selektivitas yang tinggi.

Kata kunci: Ibuprofen; Spektrofotometer UV-Vis; KCKT; Validasi metode

Abstract

Ibuprofen is a widely used nonsteroidal anti-inflammatory drug that must comply with pharmacopeial content requirements to ensure product quality, safety, and therapeutic efficacy. Therefore, analytical methods applied for its quantification must be properly validated. This article presents a critical review of UV-Vis spectrophotometric and high-performance liquid chromatography (HPLC) methods for the determination of ibuprofen. The review was conducted using national and international research articles published between 2016 - 2026 retrieved from Google Scholar, PubMed, and ScienceDirect. Eligible studies were original research articles reporting method validation parameters, including linearity, accuracy, precision, limit of detection (LOD), and limit of quantification (LOQ). The reviewed data indicate that UV-Vis spectrophotometry generally provides excellent linearity and acceptable precision for the analysis of simple dosage forms such as tablets and suspensions, offering advantages in terms of simplicity, speed, and cost-effectiveness. However, its performance may be limited when applied to complex matrices due to

lower selectivity. In contrast, HPLC consistently demonstrates superior sensitivity, accuracy, and selectivity, as reflected by lower LOD and LOQ values and reliable performance in multicomponent formulations and biological or environmental samples. Therefore, UV-Vis is suitable for routine quality control of simple formulations, whereas HPLC is more appropriate for applications requiring high analytical reliability and selectivity.

Keywords: *Ibuprofen; UV-Vis Spectrophotometer; HPLC; Method validation*

PENDAHULUAN

Ibuprofen merupakan salah satu obat NSAID (Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drugs) yang memiliki sifat analgesik, antipiretik, dan antiinflamasi [1]. Profil keamanannya yang baik dapat dilihat dari ibuprofen yang mengalami peralihan yang relatif cepat dari izin edar dengan penggunaan resep pada tahun 1969 di Inggris sampai dijual secara bebas (OTC) di Inggris dan AS pada tahun 1980-an [2]. Namun ibuprofen tidak lepas dari bahaya efek samping yang dapat terjadi akibat dosis dan jangka penggunaannya. Dosis kadar dan jangka penggunaan ibuprofen berkaitan erat dengan efek samping yang dapat ditimbulkan seperti gangguan gastrointestinal (GI) pada beberapa pasien akibat mekanisme inhibisi COX-1 dari obat ini [3].

Walaupun efek samping ibuprofen cenderung lebih minim jika dibandingkan dengan NSAID lainnya namun penggunaan dalam dosis besar dapat menyebabkan hipokalemia dan rhabdomyolysis serta asidosis tubulus ginjal [4]. Dosis maksimumnya sebesar 2.400 - 3.200 mg/dosis dan minimal 1.200 mg/dosis digunakan, dengan dosis OTC 400 mg yang lebih efektif sebagai analgesik dibandingkan dengan parasetamol [5]. Dalam penjaminan mutu obat, kadar zat aktif ibuprofen harus 90,0 - 110, 0% dari label sehingga dapat menjamin suatu kualitas dan stabilitas serta memberikan efek terapeutik yang maksimal [6]. Maka dari itu, analisis kadar ibuprofen dalam sediaan sangat penting untuk dilakukan.

Analisis kadar ibuprofen dapat dilakukan menggunakan instrumen spektrofotometri UV-Vis dan High Performance Liquid Chromatography (HPLC). Metode spektrofotometri UV-Vis bekerja berdasarkan prinsip absorpsi radiasi elektromagnetik oleh molekul, yang menyebabkan eksitasi elektron, kemudian kuantifikasi dilakukan menggunakan hukum Lambert-Beer [7]. Sementara itu, metode HPLC memisahkan komponen berdasarkan perbedaan afinitas senyawa terhadap fase diam dan fase gerak. Konsentrasi senyawa ditentukan melalui deteksi menggunakan sistem komputerisasi, dengan efektivitas pemisahan yang dipengaruhi oleh optimasi kondisi fase gerak dan karakteristik fisikokimia senyawa target [8].

Kedua instrumen tersebut memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Spektrofotometer UV-Vis lebih cepat, sederhana, dan ekonomis namun lebih terbatas pada selektivitas dan akurasi saat analisis matriks atau campuran kompleks. Sedangkan HPLC diketahui memiliki tingkat akurasi dan presisi yang tinggi namun cenderung memerlukan waktu analisis yang cukup lama (15-30 menit per sampel) dan biaya kolom yang cukup besar. Selain itu, senyawa yang dianalisis menggunakan HPLC lebih selektif dibandingkan spektrofotometer UV Vis. Oleh karena itu kadar yang terkuantifikasi oleh instrumen HPLC lebih murni dibanding spektrofotometer UV-Vis yang berpotensi memberikan hasil yang lebih tinggi akibat adanya interferensi dari senyawa lain [9].

Dalam melakukan penetapan kadar obat, suatu metode yang digunakan perlu diadakan validasi terlebih dahulu dengan tujuan untuk memastikan bahwa data yang dihasilkan adalah akurat, presisi dan konsisten [10]. Suatu metode analisis harus dikatakan valid jika data yang dihasilkan memenuhi parameter-parameter validasi metode yaitu linearitas, akurasi, presisi, *limit of detection* (LOD) dan *limit of quantification* (LOQ) [11]. Melalui proses validasi yang memadai, hasil analisis dinyatakan akurat dan valid sehingga data hasil analisis siap digunakan dalam pengendalian mutu produk farmasi.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan suatu tinjauan kritis terhadap validasi metode penetapan kadar ibuprofen menggunakan spektrofotometri UV-Vis dan HPLC sebagai instrumen yang sangat umum digunakan untuk penetapan kadar. Hal ini dikarenakan adanya variasi hasil performa yang dihasilkan kedua instrumen tersebut dalam berbagai penelitian, terutama pada parameter akurasi, presisi, sensitivitas, dan selektivitas. Hingga saat ini, belum banyak kajian yang membandingkan secara sistematis kedua metode tersebut dalam berbagai matriks sampel ibuprofen. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk meninjau secara kritis dan komprehensif validasi metode UV-Vis dan HPLC dalam penetapan kadar ibuprofen sebagai dasar pemilihan metode analisis yang tepat untuk pengendalian mutu obat.

METODE

Sampel Penelitian

Penelitian ini menggunakan sampel artikel ilmiah nasional dan internasional yang membahas validasi metode analisis ibuprofen dengan spektrofotometri UV-Vis dan HPLC. Artikel diperoleh melalui pencarian di basis data *Google Scholar*, *PubMed*, dan *ScienceDirect* dengan kata kunci seperti *ibuprofen*, *method validation*, *UV-Vis spectrophotometry*, *HPLC*, dan *chromatographic analysis*. Pencarian difokuskan pada publikasi dalam kurun waktu 2016–2026.

Kriteria inklusi meliputi artikel penelitian asli yang melaporkan parameter validasi metode analisis ibuprofen, seperti linearitas, akurasi, presisi, *limit of detection* (LOD), dan *limit of quantification* (LOQ). Adapun kriteria eksklusi mencakup artikel yang tidak relevan dengan tujuan penelitian. Kriteria eksklusi meliputi penelitian yang tidak memuat data validasi metode, atau diterbitkan di luar rentang waktu yang telah ditentukan.

Prosedur kerja

Proses pencarian literatur dilakukan melalui basis data elektronik dengan kata kunci relevan terhadap topik penelitian. Artikel yang diperoleh melalui seleksi bertahap, yaitu identifikasi, penyaringan (*screening*), dan penilaian kelayakan (*eligibility*). Pada tahap identifikasi dilakukan penelusuran awal, *screening* berdasarkan kriteria inklusi-eksklusi, lalu evaluasi teks lengkap memastikan kesesuaian, relevansi, dan kualitas data sebelum analisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan proses seleksi terhadap artikel yang diperoleh dari berbagai basis data elektronik berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, terpilih sejumlah jurnal yang membahas

validasi metode analisis ibuprofen menggunakan spektrofotometri UV–Vis dan kromatografi cair kinerja tinggi (HPLC) yang dirangkum pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil *review* artikel

UV - VIS	No	Pustaka	Sampel	Parameter Validasi					Kesimpulan
				Linieritas (R^2)	LOD ($\mu\text{g/mL}$)	LOQ ($\mu\text{g/mL}$)	Akurasi (%)	Presisi (%)	
	1.	[12]	Tablet Ibuprofen	0,9993	0, 1439	0, 4798	100, 89 - 101, 44	<i>Intra-day:</i> 0, 62 - 0, 80 <i>Inter-day:</i> 0, 11 - 1, 34	Metode yang diuji menunjukkan hasil yang valid sehingga digunakan untuk penetapan kadar Ibuprofen dengan hasil kadar pada sampel dengan nomor <i>batch</i> 2FLM02= 100, 79 %; 3FLM03= 99, 29 %; T31124= 100, 78 %; T3667= 101, 28 %; T4079= 98,00 %; T3844= 97, 63 %; T31125= 101, 54 %; T3830= 100, 80 %; T3832= 97, 82 %
	2.	[13]	Suspensi	0, 992	-	-	109, 6 - 133, 8	<i>Repeatability:</i> 0,5 <i>Intermediate:</i> 0, 6	Berdasarkan parameter validasi yang dihasilkan menyatakan bahwa metode yang digunakan tidak memenuhi syarat sehingga tidak valid.
	3.	[14]	Tablet	0, 9901	0, 3	1,12	99, 60 - 100	<i>Intra-day:</i> 1, 123 <i>Inter-day:</i> 0, 981	Parameter validasi yang dihasilkan menyatakan metode analisis adalah valid dengan kadar ibuprofen yang terkandung pada sampel adalah 99, 2%
	4.	[15]	Tablet Ibuprofen	0, 9989	0, 941	2, 852	99, 93 - 100, 42	<i>Intra-day:</i> 0, 22 - 1, 14 <i>Inter-day:</i> 0, 29 - 1, 14	Metode yang digunakan menunjukkan kinerja yang baik dan valid untuk penetapan kadar ibuprofen yang dilihat berdasarkan parameter validasi yang dihasilkan
	5.	[16]	Tablet Ibuprofen	0, 9917	0, 68	2, 2900	99, 49	0, 80	Parameter validasi yang dihasilkan memenuhi syarat sehingga dapat digunakan untuk penetapan kadar dengan

									hasil kadar pada sampel adalah 100, 40 %
6.	[17]	Larutan <i>aqueous</i> dan tablet ibuprofen	0, 9561	0,223	-	96, 8	0, 1802		Berdasarkan parameter validasi yang dihasilkan, metode analisis yang digunakan adalah valid
7.	[18]	Tablet Ibuprofen	0, 9993	0, 2825	0, 9418	99, 29 - 99, 99	0, 49 - 0, 77		Metode yang telah divalidasi terlebih dahulu menyatakan hasil yang valid sehingga dapat digunakan untuk penetapan kadar sampel pada sampel tablet generik A = 100, 91 %; generik B = 104, 02 %; dagang A = 100, 91%; dagang B = 100, 99 %
8.	[19]	Sediaan Jamu	0, 9907	5, 278	17, 595	81, 32 - 106, 67	1, 34		Dengan menggunakan metode yang valid berdasarkan parameter validasinya, didapatkan kadar ibuprofen pada sampel C = 1, 78 %; sampel D = 4, 99 %; sampel G = 2, 22 %
9.	[20]	Tablet Ibuprofen	0,9998	0, 59	1, 80	97, 83	1, 28		Metode yang digunakan dinyatakan valid untuk penetapan kadar ibuprofen yang terkandung pada sampel adalah 99, 13 - 99, 30 %
10 .	[21]	Air	0,9983	9.40	28.50	86–115	1.48 - 1.53		Metode MNP-TW-SPE valid untuk analisis ibuprofen dalam air berdasarkan parameter validasinya yang dihasilkan.
11 .	[22]	Tablet	0, 992	31, 27	94, 76	99.86–100.37	<i>Intra-day:</i> 0.23–1.28 <i>Inter-day:</i> 0.12–1.46 <i>Repeatability:</i> 0.45		Ditinjau dari parameter validasi yang memenuhi syarat, metode tersebut dinyatakan valid untuk analisis ibuprofen dalam sediaan kombinasi
12 .	[23]	Tablet	0, 9984	0, 31	1, 25	92, 7 - 100, 9	<i>Intra-day:</i> 1,9 - 5,6% <i>Inter-day:</i> 2, 6 - 15		Berdasarkan parameter validasi yang dihasilkan, metode analisis yang digunakan adalah

	13	[24]	Tablet	0, 999	0, 3	1, 0	98, 5 - 101, 2	<i>Intra-day:</i> <1,5 <i>Inter-day:</i> <2.0	Kadar ibuprofen adalah $100,2 \pm 1,1$ % dari label <i>claim</i>
	14	[25]	<i>Laboratory mixtures</i> dan tablet campuran ibuprofen dan famotidine	0, 9992 - 0, 9998	0, 79 - 1,49	2, 39 - 4,52	99.72–101.14	<i>Repeatability:</i> 0.52–2.16% <i>Intermediate:</i> 0.54–2.19%	Kadar ibuprofen yang terkandung pada <i>laboratory mixtures</i> adalah 98.36 - 101, 81% dan pada sampel tablet adalah 99,72 - 100, 79%
	15	[26]	Suspensi ibuprofen	Metode absorbansi = 0,99995; Metode luas daerah di bawah kurva = 0,98366	Metode absorbansi = 0,1084; Metode luas daerah di bawah kurva = 2,0033	Metode absorbansi = 0,3615; Metode luas daerah di bawah kurva = 6,6777	-	Metode absorbansi < 2%; Metode luas daerah di bawah kurva < 2%	Kadar pada metode absorbansi = $94,3894 \pm 1,0906$; Metode luas daerah di bawah kurva = $71,472 \pm 1,0104$. Hanya metode absorbansi yang valid untuk analisis suspensi ibuprofen
HP LC	16	[27]	Tablet Ibuprofen	0.9996	0.0005	0.01	99.86 - 100.55	<i>Intra-day</i> 0.26 - 0.91 <i>Inter-day</i> 1.68 - 3.26	Kadar tertinggi = 107.58% (produk Switzerland); kadar terendah = 97.46% (produk UAE). Tidak ada perbedaan signifikan secara statistik ($p < 0,05$)
	17	[28]	<i>Binary mixture</i> ibuprofen dan phenylephrine	0, 9997	2, 75	8, 33	99, 45	<i>Repeatability:</i> 1, 09 <i>Intermediate:</i> 1,23	Metode ramah lingkungan yang dikembangkan dinyatakan valid dan layak digunakan dalam penetapan kadar pada pengujian dengan hasil sebesar 98-102 %.
	18	[29]	Air	0, 99993	200	600	100, 16 - 159, 52	<i>Repeatability:</i> 3, 10 <i>Reproducibility:</i> 2, 04	Metode green/blue UHPLC-MS/MS yang dikembangkan memiliki parameter validasi yang baik sehingga dapat digunakan dalam penentuan kadar ibuprofen pada sampel air
	19	[30]	Plasma gajah	0, 9998	0, 025	0,05	100 - 109	<i>Intra-day:</i> 0, 8 - 4	Metode HPLC yang dikembangkan

								<i>Inter-day:</i> 2, 7 - 9,8	menghasilkan parameter validasi yang baik dan memenuhi syarat sehingga dapat diaplikasikan secara praktis dalam monitoring terapi ibuprofen pada gajah
20 .	[31]	Plasma anjing	(S)-(+)-Ibuprofen : R = 0.9995; 0.9990; 0.9989; 0.9985; 0.9988; (R)-(-)-Ibuprofen : R = 0.9984; 0.9966; 0.9971; 0.9970; 0.9959	0, 01	0, 01	(S)-(+)-Ibuprofen: 82, 23 - 85, 28 (R)-(-)-Ibuprofen: 84, 01 - 87, 89 (S)-(+)-Ibuprofen-d3: 87, 49	<i>Intra-day:</i> (S)-(+)-Ibuprofen: 0, 53 - 7, 31 (R)-(-)-Ibuprofen: 0, 48 - 7, 19 <i>Inter-day:</i> (S)-(+)-Ibuprofen: 1, 28 - 6, 60 (R)-(-)-Ibuprofen: 1, 04 - 4, 87	Metode <i>chiral</i> LC-MS/MS yang dikembangkan terbukti valid, sensitif, dan andal untuk penetapan enantiomer (S)-(+)- dan (R)-(-)-ibuprofen dalam plasma anjing serta memenuhi kriteria linearitas, akurasi, presisi, dan sensitivitas, serta berhasil diaplikasikan dalam studi farmakokinetik untuk membedakan profil masing-masing enantiomer.	
21 .	[32]	Suspensi Ibuprofen	0, 9999	0, 036	0, 110	100, 48	<i>Repeatability:</i> 0, 0939 <i>Reproducibility:</i> 0, 890	Parameter validasi yang dihasilkan memiliki nilai yang baik dan memenuhi syarat sehingga metode analisis dapat digunakan dan dinyatakan valid untuk analisis ibuprofen.	
22 .	[33]	Tablet	0, 9998	27	90	101 - 104, 5	<i>Intra-day:</i> 1, 35 <i>Inter-day:</i> 3, 48	Parameter validasi yang dihasilkan memenuhi syarat sehingga metode analisis dinyatakan valid untuk digunakan dalam penetapan kadar ibuprofen	
23 .	[34]	Tablet	0, 9991	5	17	106, 6	0, 26	Metode analisis dinyatakan valid untuk penetapan kadar pada sampel dengan hasil kadar ibuprofen yang terkandung pada sampel adalah 83, 2%	

24 .	[35]	Tablet kombinasi parasetamol, ibuprofen, chlorzoxazone	0, 999	0, 31	0, 93	99,74	<i>Repeatability</i> : 0, 97 <i>Intermediate</i> : 1, 38	Metode yang digunakan mampu dan layak dipakai untuk menetapkan kadar ibuprofen dalam tablet kombinasi dengan kadar yang dihasilkan mendekati 100% label <i>claim</i> dengan impuritas berada dibawah batas yang diizinkan.
25 .	[36]	Permukaan <i>stainless steel</i> peralatan manufaktur farmasi	0, 9993	14	46	104, 9 - 108, 9	4 - 10	Metode yang dikembangkan menunjukkan hasil yang valid untuk menentukan residu ibuprofen pada permukaan <i>stainless steel</i>
26 .	[37]	Air Limbah	0.995	0.00013	0.00042	94-95	-	Metode SPE- HPLC-PDA valid, sensitif, dan presisi untuk analisis ibuprofen pada matriks air limbah
27 .	[38]	<i>Solution prepared from ibuprofen-baclofen tablet mixture</i>	0,9998	2	7	100,6	0,14 - 0,70	Metode HPLC-UV memenuhi kriteria ICH, linear, sangat presisi, dan akurat untuk penetapan kadar ibuprofen
28 .	[39]	Tablet Ibuprofen	0,987	0,43	1,47	90,47	0.93	Kadar ibuprofen yang terkandung pada tablet dengan merek dagang = 90,17 - 95,96% sedangkan pada tablet generik = 83,89 - 90,73 %
29 .	[40]	Tablet multi-komponen paracetamol dan ibuprofen	0, 999	0,81	2,45	98,7	1, 62	Parameter validasi yang dihasilkan memenuhi syarat sehingga metode analisis yang digunakan dinyatakan valid untuk analisis ibuprofen.
30 .	[41]	Tablet kombinasi ibuprofen-famotidine	0,9951	2, 592	8, 641	99, 84	<i>Intra-day</i> : 0, 152 <i>Inter-day</i> : 0, 078	Parameter validasi yang dihasilkan memenuhi syarat sehingga metode analisis yang digunakan layak dan valid untuk

									penetapan ibuprofen	kadar
--	--	--	--	--	--	--	--	--	------------------------	-------

Berdasarkan kajian mendalam terhadap literatur yang relevan, analisis kadar ibuprofen menggunakan spektrofotometri UV-Vis dan HPLC menunjukkan karakteristik yang berbeda secara signifikan pada setiap parameter validasi yang diuji. Spektrofotometri UV-Vis menawarkan efisiensi dari segi operasional karena prosedurnya yang lebih cepat, sederhana, dan ekonomis. Metode ini bekerja berdasarkan hukum Lambert-Beer dimana konsentrasi analit ditentukan melalui absorban pada panjang gelombang tertentu.

Sejumlah publikasi melaporkan bahwa metode spektrofotometri UV-Vis memenuhi persyaratan linearitas sebagaimana ditetapkan dalam pedoman validasi metode analisis pada penetapan kadar ibuprofen dalam sediaan tablet [13,14,15,16]. Hasil penelitian lain menunjukkan nilai koefisien determinasi (R^2) yang tinggi pada analisis ibuprofen dengan variasi rentang konsentrasi yang berbeda [17,18,19,20]. Selain itu, konsistensi linearitas metode ini juga telah dilaporkan pada berbagai matriks sampel yang mengandung ibuprofen, termasuk sediaan farmasi dengan komposisi eksipien yang berbeda [21,22,23,24,25].

Di sisi lain, metode HPLC terbukti memberikan hasil yang lebih unggul dalam hal akurasi, presisi, dan selektivitas karena kemampuannya memisahkan komponen analit berdasarkan perbedaan polaritas. Hal ini tercermin dari nilai LOD dan LOQ yang umumnya jauh lebih rendah serta sensitif, seperti pada analisis tablet dengan LOD 0,0005 $\mu\text{g/mL}$ dan pada plasma gajah dengan LOD 0,025 $\mu\text{g/mL}$. Walaupun HPLC memerlukan waktu analisis lebih panjang (15-30 menit) serta biaya yang relatif tinggi, tingkat kemurnian senyawa yang dihasilkan lebih baik sehingga data yang diperoleh lebih akurat dan konsisten untuk keperluan pengendalian mutu.

Metode spektrofotometri UV-Vis secara konsisten menunjukkan linearitas yang baik dan efisien dari segi waktu serta biaya, sehingga sesuai untuk analisis rutin. Sebaliknya, HPLC memiliki keunggulan pada sensitivitas, selektivitas, akurasi, dan presisi yang lebih tinggi, tercermin dari nilai LOD dan LOQ yang lebih rendah. Oleh karena itu, pemilihan metode harus disesuaikan dengan kompleksitas matriks dan tujuan analisis. [10].

KESIMPULAN

Metode spektrofotometri UV-Vis dan HPLC sama-sama valid untuk penetapan kadar ibuprofen jika memenuhi parameter validasi yang dipersyaratkan. Spektrofotometri UV-Vis memiliki linearitas baik serta lebih efisien dari segi waktu dan biaya sehingga cocok untuk analisis rutin. Sementara itu, HPLC menawarkan sensitivitas, selektivitas, akurasi, dan presisi yang lebih tinggi sehingga lebih tepat digunakan untuk analisis sampel kompleks dan pengendalian mutu.

DAFTAR RUJUKAN

- 1 Hoan TT, Rahardja K. Obat-obat penting. Ed ke-6. Jakarta: Elex Media Komputindo; 2013.
- 2 BBC News. Ibuprofen: Dr Stewart Adams who helped discover drug dies at 95. BBC News. 2019 Jan 30. Available from: <https://www.bbc.com/news/uk-england-nottinghamshire-47073913>
- 3 Bhala N, Emberson J, Merhi A, Abramson S, Arber N, Baron JA, et al. Vascular and upper gastrointestinal effects of non-steroidal anti-inflammatory drugs: meta-analyses of individual participant data from randomised trials. *Lancet*. 2013;382(9894):769–79.
- 4 Patil S, Subramany S, Patil S, Gurram P, Singh M, Krause M. Ibuprofen abuse: a case of rhabdomyolysis, hypokalemia, and hypophosphatemia with drug-induced mixed renal tubular acidosis. *Kidney Int Rep*. 2018;3(5):1237–8.
- 5 Moore N, Pollack C, Butkerait P. Adverse drug reactions and drug–drug interactions with over-the-counter NSAIDs. *Open Access Rheumatol*. 2015;7:1–10.
- 6 Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Farmakope Indonesia. Ed VI. Jakarta: Kemenkes RI; 2020.
- 7 Dachriyanus. Analisis struktur senyawa organik secara spektroskopi. Ed ke-1. Padang: Andalas University Press; 2002.
- 8 Angraini N, Desmaniar P. Optimasi penggunaan high performance liquid chromatography (HPLC) untuk analisis asam askorbat guna menunjang kegiatan praktikum bioteknologi kelautan. *J Penelit Sains*. 2020;22(2):69–74.
- 9 Aldewachi H, Omar TA. Development of HPLC method for simultaneous determination of ibuprofen and chlorpheniramine maleate. *Sci Pharm*. 2022;90(3):53.
- 10 Badan Pengawas Obat dan Makanan. Validasi prosedur dalam farmakope <1381>. Dalam: *Farmakope Indonesia Ed VI*. Jakarta: Kemenkes RI; 2023.
- 11 United States Pharmacopeial Convention. Validation of compendial methods. USP 28–NF 23. Rockville (MD): USPC; 2005.
- 12 Mavanga MT, Mankulu KJ, Mayangi MM, Mbenza PA, Mana KD, Mavar TMJ, et al. Development and validation of a UV/visible spectrophotometric method for simultaneous assay of paracetamol and ibuprofen. 2025;2–11.
- 13 Mugwiza AE, Hahirwa I, Umumararungu T. A UV spectrophotometric method for simultaneous determination of ibuprofen and paracetamol in suspensions. 2023;80(3):49–56.
- 14 Sri KV, Renu D, Kalyani D. UV spectrophotometric method of ibuprofen in pharmaceutical dosage form by using multivariate calibration curve technique. 2024;19(40):40–9.
- 15 Supe KS, Patil JJ. Analytical method development and validation of ibuprofen by UV spectroscopy. 2022;1420–30.
- 16 Tarigan RE, Monica R, Sitorus T. Penentuan simultan parasetamol dan ibuprofen dalam campuran biner menggunakan metode spektrofotometri luas daerah di bawah kurva. 2022;19(2):246–52.
- 17 Jasim HH, Abed NK. Determination of ibuprofen in aqueous solutions and pharmaceutical preparations by UV-Vis spectrophotometry. 2015;18(2):1–9.
- 18 Dona R, Ningrum TEW, Djohari M, Tulljannah W. Validation test of method for determination of ibuprofen level in tablet preparations by UV spectrophotometry.

- 2024;8(1):116–23.
- 19 Firdaus S, Wahyuningsih S, Utari AU. Analisis kandungan ibuprofen pada sediaan jamu dengan metode kromatografi lapis tipis dan spektrofotometri UV-Vis. 2024;163–71.
 - 20 Mali A, Bhilare S, Chaudhari B, Redasani V. Development and validation of UV spectrophotometric method for determination of ibuprofen using quality by design approach. 2024;84(14):85–91.
 - 21 Muniandy Y, Mohamad S, Raoov M. Green and efficient magnetic micro-solid phase extraction for analysis of ibuprofen in water samples using UV-Vis spectrophotometry. 2024;11977–85.
 - 22 Shah DA, Suthar DJ, Nagda CD, Chhalotiya UK, Bhatt KK. Estimation of ibuprofen and famotidine in tablets by second-order derivative spectrophotometry. Arab J Chem. 2017;10:S105–8.
 - 23 Stefanik O, Horniakova A, Cizmarova I, Matuskova M, Mikusova V, Mikus P, et al. Enhanced sample throughput capillary zone electrophoresis with UV detection for determination of ibuprofen. 2022.
 - 24 Alsamarrai KF. Simultaneous ratio derivative spectrophotometric determination of paracetamol, caffeine and ibuprofen in ternary form. 2022;19(6).
 - 25 Aqeel A, Shibly A, Monir HH, Refaat M, Ghobashy E, Amer SM. Determination of binary mixture of ibuprofen and famotidine by different spectrophotometric methods. 2016;7(2):161–5.
 - 26 Rivai H, Misfadhila S, Pernandes FAK. Pengembangan dan validasi metode analisis ibuprofen suspensi secara spektrofotometri ultraviolet. 2008;1–9.
 - 27 Nessa F, Salim R, George S, Khan SA. Pharmaceutical equivalence study of marketed ibuprofen tablets of UAE using validated RP-HPLC method. J Appl Pharm Sci. 2021;11(11):141–9.
 - 28 Kelani KM, Fayez YM, Raoof AMA, Fekry RA, Hassan SA. Development of an eco-friendly HPLC method for stability-indicating assay of ibuprofen and phenylephrine. BMC Chem. 2023;17:56.
 - 29 Koziarska M, Strzebońska M, Szalińska E. Development and validation of a green/blue UHPLC-MS/MS method for trace pharmaceutical monitoring. Sci Rep. 2025;15(1).
 - 30 Cox S, Bloom A, Golias R, Duncan M, Bergman J, Cushing A. Development and validation of a high-performance liquid chromatography method for detection of ibuprofen in elephant plasma. Heliyon. 2024;10(20):e39145.
 - 31 Choi S, Shim WS, Yoon J, Choi D, Lee J, Paik SH, et al. Validated chiral LC-MS/MS method for enantioselective determination of ibuprofen in dog plasma. 2023.
 - 32 Aldewachi H, Omar TA. Development of HPLC method for simultaneous determination of ibuprofen and chlorpheniramine maleate. 2022.
 - 33 Hermawan D, Novianti R, Fatoni A, Riswoko A, Laksono JA, Keyon ASA. Development of high-performance liquid chromatography method for enantioseparation of ibuprofen. 2025;18(1):46–51.
 - 34 Wahba IA, Hassan SA, Fayed AS, Mosallamy SSEI. Impurity profiling of paracetamol toxic impurities in pharmaceutical combination with ibuprofen and chlorzoxazone using HPLC and TLC densitometric methods. BMC Chem. 2025.
 - 35 Wahba IA, Hassan SA, Fayed AS, Mosallamy SSEI. Impurity profiling of paracetamol toxic impurities in pharmaceutical combination with ibuprofen and chlorzoxazone using HPLC and TLC densitometric methods. BMC Chem. 2025.

- 36 Kornidal IS, Doroschuk VO. Cloud point extraction coupled with HPLC-UV for determination of ibuprofen residues on stainless steel surface of pharmaceutical manufacturing equipment. *J Pharm Biomed Anal.* 2022;219:114965.
- 37 Madikizela LM, Chimuka L. Simultaneous determination of naproxen, ibuprofen and diclofenac in wastewater using solid-phase extraction with high performance liquid chromatography. *Water SA.* 2017;43(2):264–74.
- 38 Shraim N, Abualhasan M, Radwan A, Ali I, Shraim F, Khasat A, et al. Analytical method development and validation of high-performance liquid chromatography for simultaneous determination of ibuprofen and baclofen. 2025;26(2).
- 39 Evridianto AH, Asmara DY, Djalil AD. Penetapan kadar ibuprofen dalam tablet serta aplikasinya pada plasma tikus jantan Wistar secara in vitro dengan metode KCKT.
- 40 Armo R, Sah SK, Sangeetha J, Khadake NS, Chauhan A, Devi N, et al. RP-HPLC method development and validation for quality control and forced degradation analysis of paracetamol–ibuprofen multi-component formulations. 2025;24(8):407–21.
- 41 Nyola N, Jeyabalan GS. Simultaneous estimation of ibuprofen and famotidine in pure and combination dosage form by RP-HPLC. 2012;2(5):79–83.