

**REVIEW ARTIKEL: TINJAUAN VALIDASI METODE ANALISIS
MENGUNAKAN SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS PADA
SENYAWA FENOLIK DALAM BERBAGAI SAMPEL**

***ARTICLE REVIEW: A REVIEW OF UV-VISIBLE
SPECTROPHOTOMETRIC METHOD VALIDATION FOR THE ANALYSIS
OF PHENOLIC COMPOUNDS IN VARIOUS SAMPLES***

*Chikita Intan Larasati¹ *, Madinah Safitri¹, Nazwa Ikramullah¹, Bintang Shaifana Syah¹,*

Pujawati¹, Putri Riyanti¹

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

**E-mail: intanchikita070@gmail.com*

Abstrak

Spektrofotometri UV-Vis ialah metode analisis yang banyak dipakai karena prosedurnya sederhana, biaya yang relatif rendah, serta sensitivitas yang memadai. Review artikel ini bertujuan untuk meninjau penerapan spektrofotometri UV-Vis dalam validasi metode analisis pada senyawa fenolik dalam berbagai sampel. Kajian dilakukan secara sistematis terhadap jurnal ilmiah nasional dan internasional yang dipublikasikan dalam sepuluh tahun terakhir (2015-2025) melalui penelusuran beberapa basis data elektronik dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Artikel terpilih dianalisis secara kualitatif dengan fokus pada parameter-parameter validasi metode, yang meliputi linearitas; akurasi; presisi; batas deteksi (LOD); batas kuantitasi (LOQ). Hasil review bahwa spektrofotometri UV-Vis telah diaplikasikan secara luas dalam analisis senyawa fenolik serta menunjukkan pemenuhan terhadap kriteria validasi metode yang berlaku. Review ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai keandalan spektrofotometri UV-Vis dalam validasi metode analisis senyawa fenolik.

Kata kunci: Spektrofotometri UV-Vis; Validasi metode; Senyawa fenolik

Abstract

UV-Vis spectrophotometry is a widely used analytical method due to its simple procedure, relatively low cost, and adequate sensitivity. This review article aims to review the application of UV-Vis spectrophotometry in the validation of analytical methods for phenolic compounds in various samples. The review was conducted systematically on national and international scientific journals published in the last ten years (2015-2025) through a search of several electronic databases with inclusion and exclusion criteria. The selected articles were analyzed qualitatively with a focus on method validation parameters, which include linearity; accuracy; precision; limit of detection (LOD); limit of quantification (LOQ). The review results indicate that UV-Vis spectrophotometry has been widely applied in the analysis of phenolic compounds and has demonstrated compliance with applicable method validation criteria. This review is expected to provide an overview of the reliability of UV-Vis spectrophotometry in the validation of analytical methods for phenolic compounds.

Keywords: UV-Vis Spectrophotometry; Method validation; Phenolic compounds

PENDAHULUAN

Senyawa fenolik termasuk golongan zat bioaktif yang umum dijumpai dalam bahan pangan dan sumber alami, khususnya dari tumbuhan. Kelompok senyawa ini meliputi berbagai varian seperti asam fenolat, yang terkenal karena sifat biologisnya yang krusial, terutama sebagai antioksidan. Fungsi antioksidan dari senyawa fenolik membantu melawan radikal bebas, sehingga turut mencegah penyakit degeneratif dan meningkatkan kesehatan manusia secara keseluruhan (1). Oleh karena itu, diperlukan metode analisis yang andal dan tervalidasi untuk memastikan ketepatan dan keandalan penetapan kasar senyawa fenolik pada berbagai sampel.

Berbagai studi menyatakan bahwa pengukuran senyawa fenolik secara kuantitatif bisa dilakukan dengan spektrofotometri UV-Vis memberikan hasil yang dapat diandalkan. Penelitian oleh (1) menunjukkan bahwa pengujian kadar total fenolik dan flavonoid pada berbagai bahan pangan menggunakan spektrofotometri UV-Vis menghasilkan tingkat reproduksi yang tinggi serta hubungan kuat antara kandungan fenolik dan flavonoid. Temuan ini membuktikan bahwa spektrofotometri UV-Vis cocok untuk analisis senyawa fenolik pada berbagai jenis sampel.

Spektrofotometri UV-Vis adalah teknik analisis yang populer di bidang farmasi dan kimia analitik karena prinsip kerjanya yang relatif sederhana, waktu analisis yang singkat, serta biaya yang lebih ekonomis dibandingkan dengan teknik instrumen lainnya. Metode ini bekerja berdasarkan kemampuan suatu senyawa dalam menyerap radiasi ultraviolet atau cahaya tampak pada panjang gelombang tertentu, sehingga memungkinkan dilakukannya analisis kuantitatif berbagai senyawa. Namun demikian, untuk menjamin ketepatan dan keandalan hasil analisis, metode ini perlu melalui proses validasi sebelum diterapkan secara rutin (2).

Validasi metode analisis merupakan tahapan penting untuk memastikan bahwa teknik analisis yang digunakan memiliki kinerja analitik yang andal dan memenuhi persyaratan yang ditetapkan, meliputi linearitas, akurasi, presisi, batas deteksi (LOD), dan batas kuantifikasi (LOQ) (2). Meskipun spektrofotometri UV-Vis telah banyak dilaporkan memenuhi parameter validasi tersebut dan digunakan secara luas dalam analisis senyawa fenolik pada berbagai jenis sampel, terdapat variasi dalam pendekatannya validasi, kondisi analisis, serta parameter yang dilaporkan antar penelitian (3). Perbedaan tersebut berpotensi memengaruhi kualitas dan keterbandingan data analisis yang dihasilkan. Oleh karena itu, diperlukan suatu kajian pustaka yang komprehensif untuk meninjau dan mengevaluasi penerapan validasi metode spektrofotometri UV-Vis dalam analisis senyawa fenolik.

Oleh karena itu, kajian ini disusun untuk mengulas secara sistematis penggunaan metode spektrofotometri UV-Vis dalam proses validasi metode analisis senyawa fenolik yang dilaporkan pada berbagai penelitian. Pembahasan difokuskan pada penilaian parameter validasi metode, meliputi linearitas, akurasi, presisi, batas deteksi, dan batas kuantitasi. Melalui kajian ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih jelas mengenai tingkat keandalan spektrofotometri UV-Vis sehingga dapat dimanfaatkan sebagai acuan dalam penerapan metode analisis senyawa fenolik.

METODE

Sampel Penelitian

Sampel yang digunakan sebagai objek kajian berasal dari publikasi ilmiah nasional maupun internasional. Penelusuran literatur dilakukan melalui beberapa pangkalan data daring, meliputi Google Scholar dan ScienceDirect, dengan menggunakan kata kunci yang relevan dengan spektrofotometri UV-Vis dan validasi metode analisis. Artikel yang digunakan dibatasi pada publikasi yang terbit dalam sepuluh tahun terakhir, yaitu periode 2015–2025, serta ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris. Artikel yang memenuhi syarat inklusi adalah penelitian yang menerapkan spektrofotometri UV-Vis dan melaporkan hasil validasi metode secara kualitatif maupun kuantitatif. Sementara itu, artikel yang tidak sesuai dengan topik kajian atau dipublikasikan di luar rentang waktu yang ditetapkan dikeluarkan dari analisis.

Prosedur kerja

Penelusuran literatur dilakukan pada basis data elektronik yang relevan menggunakan kata kunci tertentu. Artikel yang diperoleh selanjutnya disaring berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi dalam kajian ini meliputi artikel penelitian asli yang membahas analisis senyawa fenolik menggunakan metode Spektrofotometri UV-Vis dan melaporkan parameter validasi metode analisis yang dipublikasikan pada rentang tahun 2015-2025, tersedia dalam teks lengkap, serta ditulis dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris. Sedangkan, kriteria eksklusi meliputi artikel yang tidak relevan dengan topik kajian, tidak menggunakan metode Spektrofotometri UV-Vis, tidak memuat validasi metode analisis, berupa artikel review atau karya ilmiah nonjurnal, serta dipublikasikan di luar periode yang ditetapkan. Setelah itu artikel terpilih dianalisis dan dibahas lebih lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan identifikasi dan seleksi literatur dari berbagai basis data elektronik dengan mempertimbangkan kriteria inklusi dan eksklusi, diperoleh beberapa artikel yang sesuai dengan tujuan penulisan. Artikel-artikel tersebut mengkaji validasi metode analisis menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada berbagai objek analisis, yang selanjutnya dirangkum dan disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil Review Artikel

No	Referensi	Sampel	Kondisi Analisis UV-Vis	Hasil Penelitian
1	(4)	Menggunakan ekstrak daun patikan kebo (<i>Euphorbia hirta</i> L)	Pereaksi Folin–Ciocalteu dan Na ₂ CO ₃ ; λ_{maks} 775 nm; pelarut etanol 96%; konsentrasi standar 15–500 ppm.	Metode menunjukkan linearitas ($r = 0,9909$). Presisi dengan RSD 0,046; 0,06; 0,019. Nilai Akurasi % recovery 98–108%. Dengan nilai LOD 0,78 mg/L ; LOQ 2,37 mg/L menunjukkan sensitivitas yang baik. Sensitivitas metode tergolong tinggi ($\epsilon = 1,03 \times 10^5 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$). Kadar fenolik

				ekstrak patikan kebo 36,3 mg GAE/gram ekstrak.
2	(5)	Ekstrak daun sirih merah (<i>Piper crocatum</i>)	Pereaksi Folin–Ciocalteu dan Na_2CO_3 ; λ_{maks} 775 nm; pelarut etanol 96%; konsentrasi standar 15–500 ppm.	Metode menunjukkan linearitas yang baik ($R^2 = 0,990$). Presisi sangat baik dengan nilai RSD 0,046; 0,06; dan 0,019. Akurasi memenuhi kriteria dengan %recovery 98–108%. Nilai LOD 0,78 mg/L dan LOQ 2,37 mg/L menunjukkan sensitivitas yang baik. Sensitivitas metode tergolong tinggi ($\varepsilon = 1,02 \times 10^5 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$). Kadar fenolik total ekstrak etanol daun sirih merah sebesar 150,04 mg GAE/gram.
3.	(6)	Ekstrak etanol daun nangka (<i>Artocarpus heterophyllus</i>)	Spektrofotometri UV-Vis; metode kolorimetri Folin–Ciocalteu; λ_{maks} 775 nm; pelarut etanol 96%; konsentrasi standar 15–500 ppm.	Kurva kalibrasi linearitas yang baik yaitu ($y = 0,001x + 0,0048$) dan $R^2 = 0,9909$. Hasil kadar fenolik ekstrak etanol daun nangka sebesar 60 mg GAE/g ekstrak. Hasil metode UV-Vis layak digunakan untuk analisis kadar fenolik pada bahan alam.
4.	(7)	Ekstrak etanol daun gedi hijau dari Manado, Minahasa Utara dan Minahasa Tenggara	Spektrofotometer UV-Vis dengan λ_{maks} 750 nm dengan kondisi optimum 1,5 mL, reagen Folin-Ciocalteu 25% dan 1,2 mL Na_2CO_3 5%, operating time 30 menit.	Metode menunjukkan linearitas yang baik dengan $r^2 = 0,993$, presisi tinggi dengan RSD 0,06%, serta nilai LOD 22,363 $\mu\text{g/mL}$ dan LOQ 74,545 $\mu\text{g/mL}$; kandungan fenolik tertinggi pada ekstrak daun gedi hijau yang berasal Manado sebesar 913,65 $\mu\text{g GAE/g}$, diikuti Minahasa Utara (788,16 $\mu\text{g GAE/g}$) dan Minahasa Tenggara (286,35 $\mu\text{g GAE/g}$), sehingga metode dinyatakan valid.
5.	(8)	Ekstrak etanol rimpang jahe merah (<i>Zingiber officinale</i> var. <i>rubrum</i>)	Pereaksi Folin–Ciocalteu dan Na_2CO_3 ; λ_{maks} 775 nm; pelarut etanol 96%; konsentrasi standar 15–500 ppm	Metode menunjukkan linearitas yang baik ($r = 0,9909$). Presisi sangat baik dengan RSD 0,046; 0,06; dan 0,019. Akurasi memenuhi kriteria dengan %recovery (98–102%). Nilai LOD 0,78 mg/L dan LOQ 2,37 mg/L menunjukkan sensitivitas yang baik. Sensitivitas metode tergolong tinggi. Kadar fenolik ekstrak etanol jahe merah sebesar 180,2 mg GAE/gram.
6.	(9)	Ekstrak kayu bajakah (<i>Spatholobus littoralis</i> Hassk.) dengan variasi konsentrasi etanol (70%, 80%, 96%)	Spektrofotometri UV-Vis; metode kolorimetri Folin–Ciocalteu; λ_{maks} 775 nm; pelarut etanol; konsentrasi standar asam galat	Hasil kadar pada senyawa fenolik tertinggi diperoleh pada ekstrak dengan etanol 96% senilai $\pm 120,53 \text{ mg GAE/g}$ ekstrak, diikuti etanol 80% dan 70%. Metode UV-Vis menunjukkan linearitas yang baik dan mampu membedakan kadar fenolik berdasarkan variasi konsentrasi pelarut. Konsentrasi etanol berpengaruh terhadap jumlah fenolik yang terekstraksi.

7.	(10)	Ekstrak bunga rosella ungu (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.)	Metode Folin–Ciocalteu; standar asam galat; panjang gelombang maksimum 743 nm; pelarut etanol 96%	Hasil penelitian menunjukkan rendamen ekstrak etanol sebesar 12%. Kurva baku asam galat menunjukkan linearitas baik dengan koefisien korelasi $r = 0,9971$. Kadar fenolik ekstrak etanol bunga rosella ungu sebesar 16,7265 mg GAE/g ekstrak atau setara dengan 1,6726%. Metode UV-Vis dengan pereaksi Folin–Ciocalteu dinyatakan mampu menentukan kadar fenolik total secara kuantitatif dan aplikatif pada bahan herbal.
8.	(11)	Ekstrak etanol daun sirih merah dan daun sirih hitam.	λ_{maks} pada spektrofotometri UV-Vis ± 751 nm; operating time 60 menit; pelarut etanol 96%.	Kurva standar asam galat menunjukkan linearitas yang baik dengan persamaan regresi $y = 0,0028x + 0,1902$ dan koefisien korelasi $r = 0,9919$. Kadar fenol pada ekstrak etanol daun sirih merah mencapai rata-rata $31,87 \pm 1,12$ mg GAE/g ekstrak, sementara pada daun sirih hitam lebih tinggi, yaitu $39,09 \pm 0,68$ mg GAE/g ekstrak.
9.	(12)	Ekstrak air daun lidah mertua (<i>Sansevieria masoniana</i> Chahin).	Metode spektrofotometri UV-Vis; metode Folin–Ciocalteu; standar asam galat; λ_{maks} (hasil scanning); operating time 60 menit; pelarut air.	Kurva standar asam galat menunjukkan linearitas dengan koefisien korelasi $r \geq 0,98$. Kadar fenol pada ekstrak air daun lidah mertua tercatat sebesar 3,3061 mg GAE/g ekstrak. Uji sitotoksitas metode MTT terhadap sel kanker paru A-549 menghasilkan nilai $IC_{50} > 100$ ppm, metode UV-Vis terbukti efektif untuk analisis fenol total pada ekstrak air tanaman.
10.	(13)	Ekstrak etanol daun nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth.)	Spektrofotometri UV-Vis dengan pereaksi Folin–Ciocalteu dan Na_2CO_3 . λ_{maks} 662,85 nm. Konsentrasi standar 3–53 ppm.	Hasil validasi metode menunjukkan linearitas sangat baik dengan koefisien korelasi $r = 0,996$ ($R^2 = 0,993$). Presisi memenuhi syarat berdasarkan hasil pengukuran berulang dengan absorbansi yang stabil. Akurasi metode dinilai baik karena kadar fenolik yang diperoleh sesuai dengan karakteristik dan pelarut yang digunakan.
11.	(14)	Ekstrak metanol daun jotang (<i>Sphagneticola trilobata</i>)	Analisis menggunakan Folin–Ciocalteu dan Na_2CO_3 7%. λ_{maks} 653 nm. Asam galat sebagai standar.	Metode menunjukkan sensitivitas yang baik, ditunjukkan oleh kemampuan mendeteksi fenolik pada kadar rendah yaitu 0,909 mg/g ekstrak. Presisi memenuhi syarat karena analisis dilakukan secara triplo dengan hasil konsisten. Linearitas kurva baku yang memenuhi syarat validasi, meskipun

				parameter LOD, LOQ, dan % recovery tidak dilaporkan secara spesifik.
12.	(15)	Fraksi n-heksan, etil asetat, dan air daun insulin	Spektrofotometri UV-Vis; fenolik dianalisis pada λ 760 nm dengan Folin–Ciocalteu; flavonoid pada λ 350–500 nm. Standar asam galat dan kuersetin.	Hasil validasi metode menunjukkan presisi sangat baik dengan nilai RSD < 2%, memenuhi persyaratan validasi presisi. Linearitas kurva baku terpenuhi. Akurasi metode baik karena mampu membedakan kadar fenolik pada masing-masing fraksi sesuai tingkat kepolarannya.
13.	(16)	Ekstrak daun sirsak dengan pelarut etanol 70%, etanol 96%, dan metanol	Pendekatan Folin–Ciocalteu dengan metode spektrofotometri UV-Vis. λ_{maks} 634 nm. Analisis statistik One Way ANOVA.	Metode menunjukkan akurasi dan selektivitas yang baik, dibuktikan dengan perbedaan kadar fenolik yang signifikan antar pelarut ($p < 0,05$). Linearitas kurva baku terpenuhi sehingga metode dinyatakan valid secara statistik dan analitik.
14.	(17)	Ekstrak etanol kulit batang nyirih (<i>Xylocarpus granatum</i> J. Koenig)	Penetapan kadar fenolik dilakukan menggunakan metode Folin–Ciocalteu. Absorbansi diukur pada λ_{maks} 755 nm menggunakan pelarut etanol λ_{maks} 96%.	Hasil validasi metode menunjukkan hubungan linear yang baik antara konsentrasi standar asam galat dan absorbansi. Presisi metode menunjukkan hasil yang konsisten, sehingga memenuhi syarat validasi. Metode memiliki sensitivitas yang memadai dan mampu digunakan untuk analisis kuantitatif kadar fenolik sebesar 6,163 mg GAE/g
15.	(18)	Ekstrak etanol bunga rosella merah (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.)	Metode spektrofotometri UV-Vis menggunakan pereaksi Folin–Ciocalteu dan Na_2CO_3 7%. Pengukuran absorbansi dilakukan pada $\lambda_{\text{maks}} \pm 737$ nm dengan standar asam galat.	Hasil validasi di dapat linearitas yang cukup baik dengan nilai koefisien determinasi R^2 sebesar 0,989. Presisi metode memenuhi persyaratan karena hasil pengulangan menunjukkan nilai absorbansi yang stabil. Metode dinilai cukup sensitif dan akurat untuk penetapan kadar fenolik total dalam ekstrak bunga rosella.
16.	(19)	Ekstrak etanol buah kelapa sawit (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.)	Penetapan kadar fenolik dan flavonoid total dilakukan dengan spektrofotometri UV-Vis. Fenolik diukur pada λ_{maks} 744,8 nm.	Hasil kadar fenolik sebesar $\pm 1,46$ mg/L dan kadar flavonoid total sebesar $\pm 5,81$ mg/L. Metode UV-Vis dinilai sederhana, sensitif, dan efektif untuk analisis senyawa bioaktif.
17.	(20)	Ekstrak etanol daun kupu-kupu	Analisis kadar fenolik dengan cara metode Folin–Ciocalteu dengan	Kadar fenolik ekstrak diperoleh sebesar $\pm 209,56$ mg GAE/g simplisia. Nilai ini menunjukkan kandungan fenolik yang tinggi

		(<i>Bauhinia purpurea</i> L.)	spektrofotometri UV-Vis pada λ_{maks} 744 nm menggunakan standar asam galat.	dan berpotensi memberikan aktivitas biologis yang kuat.
18.	(21)	Krim pemutih wajah	Spektrofotometri UV-Vis; pelarut metanol; λ_{maks} 293 nm; rentang konsentrasi standar 2–26 $\mu\text{g/mL}$.	Validasi metode menghasilkan linearitas dengan $r = 0,9998$. Nilai LOD dan LOQ masing-masing bernilai 0,471 $\mu\text{g/mL}$ dan 1,570 $\mu\text{g/mL}$. Presisi memenuhi syarat dengan nilai RSD 0,082%. Akurasi (% recovery) 97,19–101,4%. Namun, metode kurang spesifik karena terjadi pergeseran panjang gelombang akibat interferensi. 5 sampel krim yang dianalisis, terdapat 2 sampel krim yang positif mengandung hidrokuinon dengan kadar 1,966% dan 1,591% (< 2%).
19.	(22)	Teh herbal dari kulit buah naga super merah dan daun mint	Spektrofotometri UV-Vis dengan pendekatan kolorimetri Folin–Ciocalteu; pereaksi Folin–Ciocalteu dan Na_2CO_3 7,5%; λ_{maks} pengukuran 760 nm; pelarut akuades.	Kurva kalibrasi asam galat menunjukkan hubungan linear dengan ($y = 0,0927x + 0,1077$) dan $R^2 = 0,9885$. Kadar total fenolik tertinggi diperoleh pada formulasi 5:5 sebesar 0,255%, sedangkan formulasi 9:1 menunjukkan kadar terendah sebesar 0,136%. Semakin tinggi proporsi daun mint, semakin tinggi kadar total fenolik sediaan teh herbal.
20.	(23)	Ekstrak tanaman yang mengandung chalcone	Spektrofotometri UV-Vis; λ_{maks} 390 nm; pelarut karbon tetraklorida (CCl_4); pereaksi antimon pentaklorida; standar trans-chalcone	Metode menunjukkan linearitas pada rentang 0,3–17,6 $\mu\text{g/mL}$ dengan $R^2 = 0,9994$; akurasi memenuhi kriteria dengan batas deteksi, dan batas kuantifikasi % recovery 98–102%; presisi dengan RSD < 2,1%; nilai masing-masing ialah 0,0264 $\mu\text{g/mL}$ dan 0,0800 $\mu\text{g/mL}$; kandungan total chalcone pada sampel dinyatakan sebagai ekuivalen trans-chalcone hingga $\pm 22\%$ tCe.
21.	(24)	Ekstrak metanol kayu kuning (<i>Arcangelisia flava</i> (L.) Merr.)	Spektrofotometri UV-Vis menggunakan metode kolorimetri Folin–Ciocalteu; pereaksi Folin–Ciocalteu dan Na_2CO_3 7,5%; λ_{maks} 765,71 nm; pelarut metanol; pengukuran pada operating time 45–58 menit.	Kurva kalibrasi asam galat menunjukkan linearitas yang sangat baik dengan ($y = 0,13x + 0,0017$) dan $r = 0,9987$. Kadar fenolik total tertinggi diperoleh pada ekstrak metanol 99,8% menghasilkan kadar fenolik total paling tinggi, yaitu $81,61 \pm 0,25$ mg GAE/g, kemudian diikuti oleh metanol 70% sebesar $68,88 \pm 0,25$ mg GAE/g dan metanol 50% sebesar $57,79 \pm 0,13$ mg GAE/g. Perbedaan konsentrasi pelarut berpengaruh terhadap kadar fenolik yang dihasilkan.

22.	(25)	Ekstrak etanol buah parijoto (<i>medinilla speciosa blume</i>)	Pendekatan Folin-Ciocalteu pada λ maks 765 nm setelah inkubasi 90 menit di ruang gelap menggunakan baku asam galat	Linearitas yang baik pada metode analisis fenolik menunjukkan keandalan pengukuran senyawa tersebut. Data kuantitatif yang diperoleh ekstrak etanol buah parijoto mengandung fenolik dengan kadar senilai 21,67 μ g GAE/g.
23.	(26)	Ekstrak daun dan biji papaya (<i>carica papaya L</i>)	Larutan standar asam galat yang telah direaksikan dengan reagen Folin Ciocalteu & natrium karbonat 7%, dengan mengukur λ maks 400-800 nm	Penelitian ini menghasilkan ekstrak pada daun papaya memberikan nilai kadar total senyawa fenol g GAE/100 g ekstrak sedangkan ekstrak biji pepaya nilai kadar total senyawa fenol g GAE/100 g ekstrak
24.	(27)	Ekstrak kayu raru (<i>Cotylelobium lanceolatum Craib</i>)	Spektrofotometri UV-Vis menggunakan metode kolorimetri Folin-Ciocalteu dengan standar asam galat, diukur pada λ maks 745 nm, dengan waktu operasi 23-26 menit, menggunakan etanol sebagai pelarut dalam konsentrasi 96% ; 70% ; 50%.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol kulit kayu raru (<i>Cotylelobium lanceolatum Craib</i>) pada konsentrasi 96% memiliki kandungan fenolik total sebesar 28,6544 $\pm$ 0,1548 mg GAE/g. Pada konsentrasi 70%, kandungannya mencapai 23,9682 $\pm$ 0,1270 mg GAE/g, sedangkan pada konsentrasi 50%, kandungannya sebesar 20,5825 $\pm$ 0,1993 mg GAE/g.
25.	(28)	Ekstrak Etanol Biji Alpukat (<i>Persea americana Mill.</i>)	Metode spektrofotometri UV-vis memiliki reaksi folin-ciocalteu yang standar asam Galat dan memiliki λ maks 760 nm dengan rentang 400-800 nm, konsentrasi standar 30 – 70 PPM	Ekstrak etanol dari biji alpukat menunjukkan kandungan senyawa fenolik, dengan kadar fenolik total sebesar 13,150 mg GAE/g ekstrak (nilai rata-rata dari tiga replikasi). Pengukuran kadar ini dilakukan melalui spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 760 nm, menggunakan reagen Folin-Ciocalteu dan standar asam galat.
26.	(29)	Ekstrak etanol 70% dan fraksi etil asetat daun bawang dayak (<i>Eleutherine palmifolia (L.) Merr.</i>)	Spektrofotometer UV-Vis pada λ maks 749 nm. Larutan standar yang digunakan asam galat dengan konsentrasi 2-7 ppm. Sampel direaksikan dengan reagen Folin-Ciocalteu dan Na_2CO_3	Ekstrak etanol biji kakao (<i>Theobroma cacao L.</i>) Mengandung senyawa fenolik yang dibuktikan dengan uji fecl ₃ dan KLT. Metode Folin-Ciocalteu menggunakan panjang gelombang 749 nm menghasilkan kadar fenolik sebesar 4,866 mg GAE/gram ekstrak dengan linearitas kurva kalibrasi yang baik ($R^2 = 0,997$).

			7%, kemudian diinkubasi 2 jam pada suhu ruang.	
27.	(30)	Ekstrak etanol 96% daun elderberry (<i>sambucus nigra l.</i>)	Metode dilakukan dengan folin ciocalteu dan memperoleh λ_{maks} 760 nm dengan rentang konsentrasi 2-10 ppm dan korelasi $R^2 = 0,9958$.	Ekstrak daun elderberry terbukti mengandung senyawa antioksidan alami (fenolik) yang cukup signifikan. Dengan metode Spektrofotometri UV-Vis dengan asam galat sebagai standar menghasilkan (persamaan regresi $y = 0,0725x + 0,1409$).
28.	(31)	Ekstrak etanol batang bajakah tampala (<i>Spatholobus littoralis Hassk.</i>)	Metode spektrofotometri UV-Vis dengan pendekatan kolorimetri Folin–Ciocalteu; pereaksi Folin–Ciocalteu (1:10) dan Na_2CO_3 7,5%; λ_{maks} 764 nm; pelarut etanol; konsentrasi standar asam galat 5–40 $\mu\text{g/mL}$; konsentrasi sampel 500 ppm	Kurva kalibrasi menunjukkan dengan $y = 0,0264x + 0,1229$ dan koefisien korelasi $r = 0,988$. Analisis kuantitatif menunjukkan fenolik ekstrak batang bajakah tampala sebesar 12,33 mg GAE/g ekstrak. Metode UV-Vis efektif digunakan untuk penetapan kadar fenolik total pada bahan alam.
29.	(32)	Ekstrak etanol daun kelor (<i>Moringa oleifera L.</i>)	Penetapan senyawa fenolik: dengan menggunakan pereaksi Folin–Ciocalteu dan Na_2CO_3 ; λ_{maks} 740 nm; pelarut etanol 96%. Penentuan SPF: λ_{maks} 290–320 nm (interval 5 nm); pelarut etanol 96%.	Kurva standar asam galat menunjukkan linearitas sangat baik dengan $R^2 = 0,99876$. Total fenolik ekstrak etanol daun kelor sebesar 745,17 mg GAE/g sampel. Uji SPF menunjukkan nilai tertinggi pada konsentrasi 1000 ppm sebesar 36,71, termasuk kategori proteksi ultra. Hasil menunjukkan ekstrak daun kelor berpotensi sebagai sumber senyawa fenolik dan bahan aktif tabir surya alami.
30.	(33)	Ekstrak etanol 70% dan fraksi etil asetat daun bawang dayak	Spektrofotometri UV-Vis; dengan pereaksi Folin–Ciocalteu; Na_2CO_3 7,5%; panjang gelombang maksimum 766 nm; standar asam galat.	Metode linearitas baik dengan $Y = 0,019216X + 0,18826$ dan koefisien korelasi $r = 0,99501$. Pada kadar senyawa fenolik fraksi etil asetat daun bawang dayak sebesar $10,61\% \pm 0,0019$, lebih besar dibandingkan ekstrak etanol 70% yang sebesar $2,23\% \pm 0,0002$. Nilai standar deviasi $< 5\%$ menunjukkan ketelitian metode yang baik.

Berdasarkan hasil kajian terhadap berbagai literatur yang telah dianalisis, spektrofotometri UV-Vis terbukti menjadi metode analisis yang banyak digunakan pada penetapan kadar senyawa fenolik pada berbagai jenis sampel, yang khususnya bahan alam. Pada metode ini secara luas dapat

menghasilkan hasil analisis yang akurat dan presisi baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Hal tersebut ditunjukkan oleh nilai koefisien korelasi (r atau R^2) yang pada umumnya berada diatas 0,98, menunjukkan bahwa hubungan linear yang kuat antara konsentrasi standar dan absorbansi. Nilai linearitas yang tinggi ini menunjukkan bahwa spektrofotometri UV-Vis memiliki respon analitik yang baik terhadap perubahan konsentrasi senyawa fenolik.

Parameter validasi metode analisis meliputi linearitas, parameter presisi dan akurasi yang dilaporkan pada sebagian besar penelitian menunjukkan peran penting dalam validasi metode analisis. Linearitas berfungsi untuk menilai kemampuan metode dalam memberikan respons absorbansi yang sebanding dengan peningkatan konsentrasi senyawa fenolik, sehingga menjadi dasar keandalan analisis kuantitatif. Presisi dievaluasi melalui nilai *Relative Standard Deviation* (RSD) yang diperoleh umumnya berada di bawah 2%, menunjukkan hasil pengukuran yang baik. Sementara itu, akurasi dinilai berdasarkan persen perolehan kembali (*percent recovery*) berada dalam rentang yang dapat diterima, sehingga menandakan bahwa metode ini mampu mengukur kadar senyawa fenolik secara tepat tanpa pengaruh signifikan dari matriks sampel. Hasil tersebut menegaskan bahwa spektrofotometri UV-Vis memiliki tingkat presisi dan akurasi yang memadai untuk analisis kuantitatif.

Keunggulan metode spektrofotometri UV-Vis terletak pada fleksibilitas kondisi analisisnya. Variasi panjang gelombang maksimum berperan dalam meningkatkan selektivitas metode terhadap kompleks berwarna senyawa fenolik yang terbentuk, sementara itu waktu inkubasi memengaruhi kestabilan dan intensitas warna hasil reaksi. Selain itu, jenis dan konsentrasi pelarut berperan dalam menentukan kelarutan senyawa fenolik serta efisiensi reaksi, yang secara langsung memengaruhi respon absorbansi. Mayoritas penelitian menggunakan pendekatan Folin–Ciocalteu dengan panjang gelombang maksimum pada kisaran 740–775 nm, yang sesuai dengan karakteristik kompleks berwarna hasil reaksi senyawa fenolik. Selain itu, perbedaan jenis pelarut dan konsentrasi pelarut terbukti memengaruhi kadar fenolik total yang dihasilkan, menunjukkan pentingnya optimasi kondisi analisis.

Ditinjau dari aspek sensitivitas, parameter batas deteksi dan batas kuantitasi memiliki peran dalam menentukan kemampuan metode spektrofotometri UV-Vis dalam mendeteksi dan mengukur senyawa fenolik pada konsentrasi rendah. Nilai *Limit of Detection* (LOD) menggambarkan konsentrasi terendah senyawa yang masih dapat terdeteksi, sedangkan *Limit of Quantification* (LOQ) menunjukkan konsentrasi minimum yang masih dapat diukur secara kuantitatif dengan ketelitian dan ketepatan yang dapat diterima. Beberapa penelitian melaporkan nilai batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi (LOQ) yang relatif rendah, sehingga memungkinkan pendeteksian senyawa fenolik dalam jumlah kecil. Meskipun tidak semua artikel melaporkan parameter LOD dan LOQ secara lengkap, data yang tersedia menunjukkan bahwa spektrofotometri UV-Vis cukup sensitif untuk analisis senyawa fenolik pada berbagai matriks sampel.

KESIMPULAN

Metode Spektrofotometri UV-Vis merupakan teknik analisis yang andal dan banyak diaplikasikan dalam validasi metode analisis senyawa fenolik pada berbagai sampel. Metode ini terbukti mampu memenuhi parameter validasi utama, meliputi linearitas, akurasi, presisi, serta LOD dan LOQ yang memadai. Dengan keunggulan berupa kesederhanaan prosedur, biaya yang relatif rendah, serta fleksibilitas dalam analisis berbagai matriks sampel, Spektrofotometri UV-Vis dapat dijadikan sebagai metode utama dalam penetapan dan pengendalian mutu senyawa fenolik, khususnya pada penelitian bahan alam, produk herbal, dan pangan fungsional.

DAFTAR RUJUKAN

1. Peñarrieta JM, Alvarado JA, Bergenståhl B, Åkesson B. Spectrophotometric Methods for the Measurement of Total Phenolic Compounds and Total Flavonoids in Foods. *Rev Boliv Química*. 2007;24(1):5–9.
2. Yunita E, Yulianto D, Fatimah S, Firanita T. Validation of UV-Vis Spectrophotometric Method of Quercetin in Ethanol Extract of Tamarind Leaf. *J Fundam Appl Pharm Sci*. 2020;1(1).
3. Putri VS. Validation of Uv-Vis Spectrophotometric Method To Determine Drug Release of Quercetin Loaded-Nanoemulsion. *Indones J Pharm*. 2022;34(2):272–9.
4. Sari MP. Validasi Metode Analisa Kadar Fenolik Ekstrak Etanol Patikan Kebo (*Euphorbia hirta* L) dengan Menggunakan Spectroscopy UV-Vis. *Herb Med J*. 2024;7(1):2621–5.
5. Sari MP. Validasi Metode Analisa Kadar Fenolik Ekstrak Etanol Daun Sirih Merah (*Piper crocatum*) dengan Menggunakan Spektroskopi UV-Vis Rony. *Herb Med J*. 2024;7(1):2621–5.
6. Effendi MS. Analisa Kadar Fenolik Ekstrak Etanol Daun Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dengan Menggunakan Instrumentasi Spektroskopi UV-Vis. *Herb Med J*. 2024;7(1):18–21.
7. Arikalang T, Sudewi S, Rorong J. Optimization And Validation Of Analysis Methods In Determination Of Total Phenolic Content In The Extract Of Green Gedi (*Abelmoschus Manihot* L.) Leaves Measured With Uv-Vis Spectrophotometer. *Pharmacon-UNSRAT*. 2018;7(3):14–21.
8. Purba H, Sinaga B, Ginting JG. Validasi Metode Analisa Kadar Fenolik Ekstrak Etanol Jahe Merah (*Zingiber officinale* var *rubrum* rhizoma) dengan Spektroskopi UV-Vis. *Herb Med J*. 2023;6(1):21–7.
9. Harahap IT, Daulay AS, Rahman F, Nasution HM. Penetapan kadar fenolik total ekstrak kayu bajakah (*Spatholobus littolaris* Hassk.) berdasarkan perbedaan konsentrasi etanol dengan metode spektrofotometri Uv-Vis. *J Pharm Sci*. 2023;6(4):1717–28.
10. Herlinda, Andi. et al. Penetapan kadar fenolik total dari ekstrak etanol menggunakan spektrofotometri UV-Vis. *J Fitokimia Indones*. 2016;3(1):119–23.
11. Evani S, Early Katreen Juniar L, Herina Syafitri M. Penentuan Kandungan Total Fenol Dalam Ekstrak Etanol Daun Sirih Merah dan Hitam Dengan Memanfaatkan Teknik Spektrofotometri. *J Pharmasci (Journal Pharm Sci)*. 2024;9(1):29–33.

12. Febriyanti L, Haerussana ANEM. Penetapan Kadar Fenol Total dengan Spektrofotometer UV-Vis dan Uji Sitotoksitas Ekstrak Air Daun Lidah Mertua (*Sansevieria masoniana* C.) Terhadap Sel Kanker Paru A-549. *Pharm Biomed Sci J*. 2024;5(2):80–5.
13. Tahir M, Muflihunna A, Syafrianti S. PENENTUAN KADAR FENOLIK TOTAL EKSTRAK ETANOL DAUN NILAM (*Pogostemon cablin* Benth.) DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS. *J Fitofarmaka Indones*. 2017;4(1):215–8.
14. Ghalib Syukrillah Syahputra, Delladari Mayefis, Tommy Julianto, Lyna Elvira. Penetapan Kadar Fenolik Total Ekstrak Daun Jotang (*Sphagneticola trilobata*) Dengan Spektrofotometri UV-Vis. *J Ris Rumpun Ilmu Kesehat*. 2023;2(1):277–86.
15. Saputri ADS, Sa'ad M. PENETAPAN KADAR FENOLIK DAN FLAVONOID FRAKSI DAUN INSULIN (*Smallanthus sonchifolius*) SECARA SPEKTROFOTOMETRI UV-Vis. *J Farm Medica/Pharmacy Med J*. 2023;6(1):51–8.
16. Listiawati MDA, Nastiti K, Audina M. Pengaruh Perbedaan Jenis Pelarut Terhadap Kadar Fenolik Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L.). *J Pharm Care Sci*. 2022;3(1):110–20.
17. Aswar A, Malik A, Hamidu L, Najib A. Determination of Total Phenolic Content of The Stem Bark Extract of Nyirih (*Xylocarpus granatum* J. Koeing) Using UV - Vis Spectrophotometry Method. *J Fitofarmaka Indones*. 2021;8(3):12–7.
18. Sam S, Malik A, Handayani S. PENETAPAN KADAR FENOLIK TOTAL DARI EKSTRAK ETANOL BUNGA ROSELLA BERWARNA MERAH (*Hibiscus sabdariffa* L.) DENGAN MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETRI UV-Vis. *J Fitofarmaka Indones*. 2016;3(2):182–7.
19. Lestari L, Ata PF, Yulianti AD, Hasan H, Cahyo RN, Rahman ZA, et al. PENENTUAN KADAR FENOLIK DAN FLAVONOID TOTAL PADA BUAH KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq) DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS. *Lantanida J*. 2023;11(2):158.
20. Nasution MA, Asparyzha R, Dalimunthe GI, Daulay AS. Penetapan Kadar Fenolik Total Dan Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Kupu-Kupu (*Bauhinia purpurea* L.). *J Kesehat Tambusai*. 2024;5(4):13547–60.
21. Irnawati, Handoyo Sahumena M, Dewi WON. Analisis Hidrokuinon Pada Krim Pemutih Wajah Dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis1. Irnawati, Handoyo Sahumena M, Dewi WON. Analisis Hidrokuinon Pada Krim Pemutih Wajah Dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *J Kim Farm - UNSRAT*. 2020;5(3):2302–493. *J Kim Farm - UNSRAT*. 2020;5(3):2302–493.
22. Yulia Yesti, Nailatul Fadhillah, Billy Harnaldo Putra, Mega Elfia, Rosa Devitria, Sri Gusriyani HAS. Analisis Kadar Total Fenolik Sediaan Teh Herbal Dari Kulit Buah Naga Super Merah (*Selenicereus costaricensis*) Dan Daun MINT (*Mentha piperita* L.). *Jppie*. 2024;03(02):59–64.
23. Botelho JRS, Caeiro A, Sousa HC, Braga MEM, Campos MG. Development and validation of a UV–Vis spectrophotometric method for estimation of total content of chalcone. *MethodsX*. 2025;14(September 2024):103119.
24. Qori Hasanah , Anny Sartika Daulay , Ridwanto HMN. PENETAPAN KADAR FENOLIK TOTAL EKSTRAK METANOL KAYU KUNING (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) DENGAN BERBAGAI KONSENTRASI METANOL. *Ilmu Kesehat*. 2024;4(1):1–6.

25. Damayanti PN, Luhurningtyas FP, Indrayati LL. Penetapan Kadar Fenolik dan Flavonoid Total Ekstrak Etanol Buah Parijoto (*Medinilla speciosa* Blume) dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *J Farm (Journal Pharmacy)*. 2023;12(1):1–6.
26. Andriani YY, Rahmiyani I, Amin S, Lestari T. KADAR FENOL TOTAL EKSTRAK DAUN DAN BIJI PEPAYA (*Carica papaya* L) MENGGUNAKAN METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS. *J Kesehat Bakti Tunas Husada J Ilmu-ilmu Keperawatan, Anal Kesehat dan Farm*. 2016;15(1):73.
27. Afni L, Daulay AS, Ridwanto R, Rahayu YP. Penetapan kadar fenolik total ekstrak kayu raru (*Cotylelobium lanceolatum* Craib) berdasarkan perbedaan konsentrasi etanol dengan metode spektrofotometri UV-Vis. *J Pharm Sci*. 2023;6(4):1811–8.
28. RISMA WO, Abidin Z, Rahmawati R. PENETAPAN KADAR FLVONOID EKSTRAK ETANOL BIJI ALPUKAT (*Persea americana* Mill.) DENGAN MENGGUNAKAN METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-Vis. *Makassar Pharm Sci J*. 2023;1(3):216–23.
29. Ramadhani S.N, Aktsar R. A., Syarif Rezki A.S. Penetapan Kadar Fenolik Ekstrak Etanol Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.) Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Makassar Nat Prod J*. 2023;1(4):2023–212.
30. Masni D, Trijayanti Tandirerung MCM. PENENTUAN KANDUNGAN FENOLIK TOTAL EKSTRAK ETANOL 96% DAUN ELDERBERRY (*Sambucus nigra* L.) DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS. 2025;2(2):36–9.
31. Ayuchecaria N, Alfiannor Saputera MM, Niah R. PENETAPAN KADAR FENOLIK TOTAL EKSTRAK BATANG BAJAKAH TAMPALA (*Spatholobus littoralis* Hassk.) MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETRI UV-VISIBLE. *J Insa Farm Indones*. 2020;3(1):132–41.
32. Sagala Z, Juniasti A. Uji Penetapan Kadar Total Fenolik dan Nilai SPF (Sun Protection Factor) Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa Oleifera* L.). *Indones Nat Res Pharm J*. 2021;6(2):43–50.
33. Eka Kumalasari, Nazulla Mudjib Nararia SM. PENETAPAN KADAR FENOLIK TOTAL EKSTRAK ETANOL 70% DAN FRAKSI ETIL ASETAT DAUN BAWANG DAYAK (*Eleutherine palmifolia* (L.) Merr) DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS. *Lex Localis - J Local Self Gov*. 2025;23(S6):617–32.