

Validasi Kurkumin Hasil Isolasi Rimpang Kunyit Dengan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi Photodiode Array Detector

Ida Nur Farida^a, Annisa Muliya^b

^aLaboratorium Sentral Universitas Padjadjaran, Bandung

^bLaboratorium Sentral Universitas Padjadjaran, Bandung

Corresponding Author: ida.n.farida@unpad.ac.id

Received: 23rd December 2022; Revised: 23th Juny 2023; Accepted: 09th July 2023

Available online: 18th July 2023; Published regularly: July 2023

Abstract

Curcumin is the main compound in turmeric and has problems in its stability. The analytical method used to determine curcumin levels is by using high performance liquid Chromatography (HPLC) Photodiode Array Detector (PDA). HPLC has a high separation capability and good reproducibility with a low detection limit. The purpose of this research is that the isolation curcumine determined by HPLC-PDA and has been validated can be applied as a standard in quantitative analysis in the laboratory. The validation parameters specified include accuracy, precision, linearity, detection limits and quantification limits. The results of HPLC-PDA research used acetonitrile mobile phase condition: buffer phosphate pH 3,5 (70:30 v/v), flow rate of 1 mL/min, wavelength 426 nm showed curcumin from isolation had resolution ($R_s = 5.7172$), linearity ($r = 0.9991$), accuracy (0.5 and 1 ppm), presicion at a concentration of 5 ppm %RSD $\leq 20.0\%$, and BD values also BK are 0.1122 and 0.3401 ppm. Validation of curcumin from isolation using HPLC-PDA has the requirements as a good validation and can be used as a reference in the laboratory.

Key Words: Curcumin, HPLC-PDA, Validation

Abstrak

Kurkumin merupakan senyawa utama yang terdapat dalam rimpang kunyit dan bermasalah dalam stabilitasnya. Metode analisis yang digunakan untuk penentuan kadar kurkumin yaitu dengan menggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) Photodiode Array Detector (PDA). KCKT memiliki kemampuan daya pisah yang tinggi serta reproduksibilitas yang baik dengan limit deteksi yang rendah. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah agar kurkumin hasil isolasi yang ditentukan dengan KCKT-PDA dan telah divalidasi dapat diterapkan sebagai standar dalam analisis kuantitatif di Laboratorium. Adapun parameter validasi yang ditentukan meliputi akurasi, presisi, linearitas, batas deteksi, dan batas kuantifikasi. Hasil penelitian KCKT-PDA menggunakan kondisi fase gerak asetoneitril: buffer fosfat pH 3,5 (70:30 v/v), laju alir 1 mL/menit, panjang gelombang 426 nm menunjukkan kurkumin hasil isolasi memiliki resolusi ($R_s = 5,7172$), linearitas ($r = 0,9991$), akurasi (0,5 dan 1 ppm), presisi pada konsentrasi 5 ppm %RSD $\leq 20,0\%$, dan nilai BD juga BK adalah 0,1122 dan 0,3401 ppm. Validasi kurkumin hasil isolasi dengan menggunakan KCKT-PDA hasilnya telah memenuhi dalam persyaratan sebagai validasi yang baik dan dapat digunakan sebagai referensi di Laboratorium.

Kata Kunci : Kurkumin, KCKT-PDA, validasi

PENDAHULUAN

Kunyit merupakan sediaan dengan kandungan senyawa paling utamanya yaitu kurkumin. Kurkumin memiliki antioksidan, antiinflamasi, aktivitas antikanker pada target molekul yang beragam, antibakteri dan antiagen hepatotoksik yang ampuh (Hirlekar *et al.*, 2018). Kurkumin bermasalah dalam stabilitasnya. Kurkumin akan terdegradasi pada pH di atas 6,5 atau karena terpapar cahaya berlebih (Tonnesen *et al.*, 1985b).

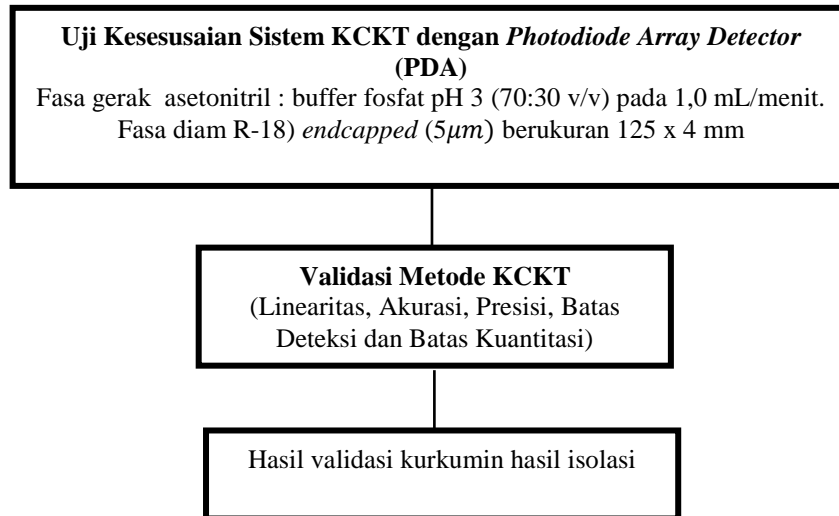
Stabilitas kurkumin dipengaruhi oleh pH dan cahaya. Kurkumin dalam larutan air akan mengalami reaksi hidrolisis yang sangat tergantung pada pH lingkungan. Pada larutan asam (pH rendah), kurkumin berwarna kuning, sedangkan dalam suasana alkali kurkumin menghasilkan warna coklat kemerahan yang pekat sampai kuning muda (Tonnesen *et al.*, 1985a). Kurkumin stabil pada pH di bawah 6,5 dan akan terdegradasi pada pH di atas 6,5. Hal ini disebabkan adanya gugus metilen aktif. Produk degradasi kurkumin dalam suasana alkali (pH 7-10) akan menghasilkan asam ferulat dan feruloil metan (Tonnesen *et al.*, 1995b).

Metode analisis yang digunakan untuk penentuan kadar kurkumin yaitu dengan menggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT). KCKT memiliki kemampuan daya pisah yang tinggi serta reproduksibilitas yang baik dengan limit deteksi yang rendah KCKT merupakan teknik kuantitatif dengan analisis yang lebih cepat (Schiborr *et al.*, 2010).

Pada penelitian ini penulis bertujuan untuk melakukan pengembangan validasi metode KCKT menggunakan PDA dari hasil isolasi kurkumin rimpang kunyit. Metode yang akan digunakan pada penelitian ini disesuaikan dengan metode yang dilakukan oleh Hirlekar *et al.*, (2018). Analisis kurkumin dilakukan dengan sistem KCKT dengan kondisi optimum fasa gerak asetonitril : buffer fosfat pH 3,5 (70:30 v/v) pada 1,0 mL/menit, fasa diam kolom C18 (250 mm × 4,6 mm, 5µm), pengukuran dengan detektor UV pada panjang gelombang 360 nm disesuaikan dengan penelitian yang dilakukan oleh Schiborr (2010). Pengembangan dan validasi metode KCKT yang kuat, tepat dan akurat serta cepat pada kurkumin hasil isolasi dari sampel rimpang kunyit dapat diterapkan sebagai standar dalam analisis kuantitatif di Laboratorium.

BAHAN DAN METODE

Rancangan riset yang dilakukan adalah metode kuantitatif dengan tahapan secara umum dapat dilihat pada diagram alir penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

1. Penyiapan Fase Gerak KCKT

Fase gerak yang digunakan terdiri dari asetonitril dan buffer fosfat pH 3,5. Kalium dihidrogen fosfat ditimbang sekitar 1.7011 g secara akurat dilarutkan dalam air mili-Q (500mL), dan pH disesuaikan dengan asam ortofosfat sampai pH 3,5. Masing-masing komponen fase gerak disaring melalui organic solvent membrane filter berukuran pori 0,45 µm; diameter 47 mm dengan bantuan pompa vakum, selanjutnya dihilangkan udara terlarut dengan ultrasonikator selama 15 menit. Pencampuran kedua komponen fase gerak dilakukan di dalam instrument KCKT dengan perbandingan asetonitril : buffer fosfat pH 3,5 (70:30 v/v) pada 1,0 mL/menit.

2. Pembuatan Larutan Baku Kurkumin

- a. Pembuatan larutan stok kurkumin 1000 ppm
- b. Pembuatan larutan intermediet kurkumin 500 ppm
- c. Pembuatan seri larutan baku kurkumin (5, 10, 20, 40, dan 80 ppm)

3. Uji Kesesuaian Sistem

Uji kesesuaian sistem dilakukan dengan menyuntikkan standar campuran 20 ppm pada kondisi optimum sebanyak lima kali ulangan (n=5) berdasarkan USP. Kromatogram yang diperoleh kemudian ditentukan keterulangan penyuntikan larutan bakunya yang dinyatakan dengan KV dari waktu retensi, luas area puncak, tailing faktor, resolusi (Rs), efisiensi kolom (N), dan tinggi plat teoritis (HETP).

4. Validasi Metode Analisis

1. Linearitas

Larutan baku campuran dengan konsentrasi 5; 10; 20; 40; dan 80 ppm, masing-masing, lima seri konsentrasi larutan yang sesuai diinjeksikan ke KCKT kemudian dilakukan replikasi sebanyak tiga kali. Kurva kalibrasi dibuat dengan memplotkan rata-rata luas area kromatogram dan konsentrasi standar. Hasil plot adalah kurva linear, $y=ax+b$ dengan r sebagai determinan linearitas (Enner *et al.*, 2005).

2. Akurasi

Penentuan akurasi dilakukan dengan membuat 5 konsentrasi yang berbeda, yaitu 5; 10; 20; 40; dan 80 ppm dan setiap konsentrasi diukur masing-masing sebanyak tiga kali. Luas area yang dimasukkan ke dalam persamaan regresi dari kurva kalibrasi. Konsentrasi perolehan kembali (% PK) harus antara nilai akurasi yang diperoleh sesuai dengan persyaratan, yaitu 80-120% (Shabir, 2004). % PK diperoleh dari persamaan (1)

$$\%PK = \frac{a}{b} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

- a : konsentrasi perolehan kembali
b : konsentrasi standar

3. Presisi

Presisi diukur dengan cara menyuntikkan minimal 6 kali konsentrasi yang sama pada sistem KCKT, kemudian dihitung nilai presisinya yang dinyatakan dengan simpangan deviasi relatif (RSD) respon $\leq 2,0$ sesuai dengan persamaan (2).

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad RSD = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan:

- SD : Standar Deviasi
 x_i : kadar analit pada setiap ulangan
 \bar{x} : kadar analit rata-rata
n : jumlah pengulangan
RSD : simpangan deviasi relatif atau koefisien variasi (KV)

4. Batas Deteksi (BD) dan Batas Kuantifikasi (BK)

BD dan BK diperoleh dengan metode penentuan berdasarkan standar deviasi dan slope. BD dan BK dihitung sesuai dengan persamaan (3) dan (4).

$$Q = \frac{k \times Sb}{sl}$$

Keterangan :

Q : LOD (*limits of detection*) atau LOQ (*limits of quantitation*)

K : 3 untuk LOD dan 10 untuk LOQ

Sb : simpangan baku respon analitik dari blanko

Sl : arah garis linear (kepekaan arah) dari kurva antara respon terhadap konsentrasi = *slope* (b pada persamaan garis $y = a + bx$)

a. *Limits of detection* (Q)

Karena $K = 3$, Simpangan baku (Sb) = Sy / x , maka

$$Q = \frac{3Sy/x}{sl} \quad (3)$$

b. *Limits of quantitation* (Q)

$K = 10$ maka

$$Q = \frac{10Sy/x}{sl} \quad (4)$$

(Susanti *et al.*, 2017)

HASIL DAN PEMBAHASAN/RESULTS AND DISCUSSION

1. Penyiapan Fase Gerak dan Penyiapan Larutan Standar dan KCKT

Optimasi pelarut dilakukan dengan perbandingan jumlah pelarut asetonitril:buffer fosfat pH 3 (80:20; 70:30; 60:40; 50:50; 40:60 v/v) dan pada penelitian sebelumnya oleh (Widjaja, 2010) penetapan kadar kurkumin dalam sediaan cair obat herbal terstandar menggunakan fasa gerak metanol : asam asetat glasial 2% (90:10; 80:20; 70:30 v/v). Berdasarkan hasil optimasi diperoleh kondisi optimal pada sistem KCKT untuk penentuan senyawa kurkumin dengan menggunakan fasa gerak asetonitril : buffer fosfat pH 3 (70:30 v/v) dengan laju alir 1 mL/ menit. Fase gerak asetonitril : buffer fosfat pH 3 (70:30 v/v) memiliki pH 3,89, pH ini merupakan salah satu tindakan untuk mencegah kerusakan pada kolom kromatografi.

2. Uji Kesesuaian Sistem KCKT

Uji kesesuaian sistem dilakukan guna memastikan bahwa sistem yang digunakan berjalan baik, sehingga metode yang digunakan dalam analisis ini memberikan data yang akurat, spesifik, reproduibel dan tahan pada kisaran analit yang dianalisis. Parameter – parameter yang digunakan meliputi: bilangan lempeng teori (N), efisiensi kolom (HETP), faktor *tailing* (FT), resolusi atau keterpisahan (R_s), kapasitas kolom (k') dan selektivitas (α).

Tabel 1 Data hasil uji kesesuaian sistem KCKT standar kurkumin

N	HETP (mm)	TF	Rs	k'	α
2026,9773	0,0123	0,8000	5,7172	1,0837	1,9892

Dari tabel 1 dapat disimpulkan bahwa dalam pengujian standar kurkumin dengan KCKT menggunakan kolom oktadesilsilan (R-18) *endcapped* ($5\mu\text{m}$) berukuran 250 x 4 mm dengan fase gerak asetonitril : *buffer* fosfat pH 3,5 dengan laju alir 1mL/menit memenuhi syarat uji kesesuaian sistem. Diantaranya syarat keberterimaan menurut (Susanti dan Dachriyanus, 2017) dan (Bahti, 2011) nilai $N > 1000$, HETP 0,01-1 mm, $TF \leq 2$, $Rs > 1,5$, $k' 1 - 10$, $\alpha \leq 2$. Sehingga metode yang digunakan dalam analisis dapat digunakan untuk mengetahui kemurnian dari senyawa kurkumin dari hasil isolasi rimpang kunyit.

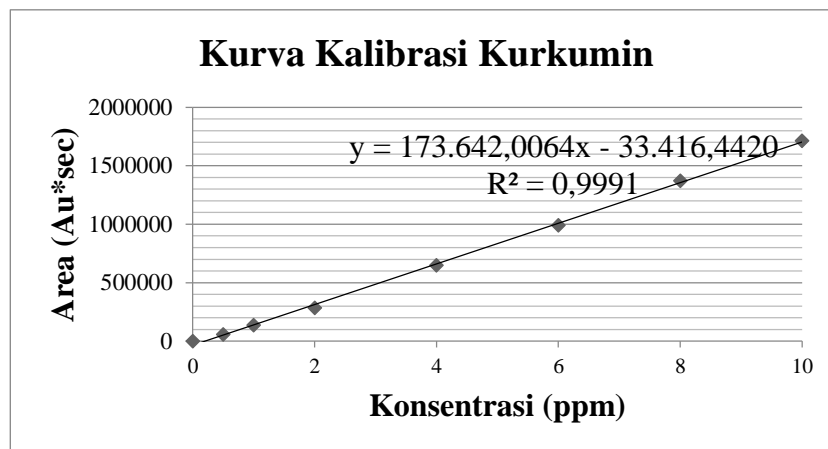
3. Validasi Metode Analisis

1. Hasil Uji Linearitas

Pembuatan kurva standar bertujuan untuk mendapatkan persamaan regresi linear yang akan digunakan untuk analisis kuantitatif. Linearitas dinyatakan dengan koefisien korelasi (r). Konsentrasi larutan standar kurkumin yang diperoleh diplotkan terhadap luas area pada kromatogram sehingga diperoleh nilai koefisien korelasi (r) dari persamaan $y = bx + a$ (Harmita, 2004).

Larutan seri standar dibuat dalam tujuh variasi konsentrasi berbeda yaitu 0,5; 1; 2; 4; 6; 8; dan 10 ppm yang masing-masing dibuat replikasi tiga kali dan didapat tiga kurva hubungan antara konsentrasi terhadap respon area ($\text{Au} \cdot \text{sec}$) sehingga dapat dipilih salah satu kurva standar yang akan digunakan untuk analisis kuantitatif selanjutnya. Pemilihan kurva standar didasarkan pada nilai koefisien korelasi (r). Nilai r yang masih dapat diterima untuk sebagian besar pengujian adalah lebih besar dari 0.999 (Yuwono dan Indrayanto, 2005).

Kurva kalibrasi diperoleh dari hasil plot antara konsentrasi dengan nilai respon area ($\text{Au} \cdot \text{sec}$) yang diperoleh pada sistem KCKT dengan persamaan $y = 173642,0064x - 33416,4420$ seperti terlihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Kurva kalibrasi kurkumin pada konsentrasi 0 – 10 ppm

2. Hasil Uji Akurasi

Penentuan akurasi dilakukan dengan menambahkan standar kedalam sampel dengan konsentrasi standar yang ditambahkan sebesar 0,5; 1; dan 2 ppm dan setiap konsentrasi diukur masing-masing sebanyak tiga kali. Akurasi suatu metode dinyatakan dalam persen perolehan kembali (%PK). Syarat keberterimaan akurasi suatu

metode adalah tergantung kepada konsentrasi analit yang diukur, dimana konsentrasi analit yang diukur $\leq 0,1$ % maka rentang % PK yang dapat diterima adalah 75-125% (APVMA, 2004).

Tabel 2 Hasil penetapan perolehan kembali standar kurkumin konsentrasi 0,5; 1 dan 2 ppm

	% Perolehan Kembali (%)			Simpangan Deviasi Relatif (%RSD)
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	
Sampel Adisi 0,5 ppm	95,66	101,11	101,54	0,35
Sampel Adisi 1 ppm	85,39	95,04	90,42	0,95
Sampel Adisi 2 ppm	158,89	158,23	149,40	1,45

Pada Tabel 2, hasil perhitungan akurasi pada konsentrasi penambahan 0,5 ppm standar memberikan nilai rentang akurasi sebesar 95,66-101,54%, pada konsentrasi 1 ppm sebesar 85,39-95,04%, dan pada konsentrasi 2 ppm sebesar 149,40-158,89%. Nilai yang memenuhi untuk syarat validasi adalah pada konsentrasi 0,5 dan 1 ppm yaitu 75-125% (APVMA, 2004).

3. Hasil Uji Presisi

Penentuan presisi suatu metode dilakukan dengan melakukan replikasi sebanyak 5 kali terhadap sampel, masing-masing diukur sebanyak tiga kali dan repitisi pada standar dengan konsentrasi 10 ppm sebanyak 5 kali untuk menguji presisi alat. Perhitungan pada uji presisi dinyatakan sebagai persentase simpangan deviasi relatif (%RSD) dengan respon $\leq 20,0\%$ pada pengukuran analit $< 0,1\%$, maka analisis yang dilakukan dapat diterima sebagai salah satu syarat validasi metode.

Tabel 3 Data persentase simpangan deviasi relatif

Presisi	Waktu retensi (menit)	Area (Au*sec) (Rata-rata \pm SD)	Simpangan Deviasi Relatif (%RSD)
Sampel 1	4,99	715308,33 \pm 5400,60	0,76
Sampel 2	5,03	6776161,00 \pm 9669,74	1,43
Sampel 3	4,96	667357,00 \pm 6217,50	0,93
Sampel 4	5,09	660777,00 \pm 6593,62	1,00
Sampel 5	4,87	693843,33 \pm 3510,36	0,51
Standar Kurkumin 10 ppm	4,54	1891852,93 \pm 45373,97	2,40

Pada Tabel 3 diperoleh hasil untuk persentase simpangan deviasi relatif $\leq 20,0\%$ dapat terpenuhi pada keseluruhan data dalam setiap replikasinya dan untuk standar 10 ppm. Maka daripada itu dapat dikatakan metode analisis yang digunakan untuk hasil uji presisi memenuhi sebagai kriteria validasi yang baik.

4. Hasil Uji Batas Deteksi (BD) dan Batas Kuantifikasi (BK)

Batas deteksi adalah jumlah terkecil analit yang dapat dideteksi yang masih memberikan respon signifikan dibandingkan dengan blanko. Batas kuantifikasi merupakan kuantitas terkecil analit dalam sampel yang masih dapat memenuhi kriteria cermat dan seksama.

Hasil uji batas deteksi dan batas kuantifikasi dari sampel isolat kurkumin 0-0,5 ppm adalah 0,1122 dan 0,3401 ppm.

Tabel 4 Batas deteksi dan batas kuantifikasi sampel isolat kurkumin 0-0,5 ppm

Konsentrasi (ppm)	Area (Au*sec) (y)	Area (Au*sec) (yi)	(y-yi)	(y-yi) ²
0	0	1742,63	-1742,63	3036776,39
0,1	13696	11877,43	1818,91	3308426,14
0,2	23534	22012,22	1522,12	2316841,60
0,3	28371	32147,01	-3775,67	14255706,65
0,4	46704	42281,80	4422,54	19558829,21
0,5	50171	52416,59	-2245,25	5041165,37
				47517745,38
			slope	101347,90
			S(y/x)	3446,66
			LOD	0,11
			LOQ	0,34

KESIMPULAN

Metode analisis yang didapatkan dari hasil pengujian untuk standar kurkumin dan sampel isolat kurkumin dengan KCKT menggunakan fase gerak asetonitril: buffer pH 3,5 (70:30 v/v) telah memenuhi dalam persyaratan sebagai validasi metode yang baik, dengan parameter validitas meliputi resolusi ($R_s=5,7172$), linearitas ($r=0,9991$), akurasi (0,5 dan 1 ppm), presisi (pada konsentrasi 5 ppm .%RSD $\leq 20,0\%$). dan nilai BD dan BK untuk sampel isolat kurkumin konsentrasi 0-0,5 ppm adalah 0,11 dan 0,34 ppm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Unpad melalui Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat yang telah mendanai penelitian. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan fasilitas yang ada di Laboratorium Sentral Universitas Padjadjaran. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Laboratorium dan juga Prof. Dr. Husein H. Bahti yang telah memberikan referensi dan bantuan selama melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, B. B., Bhatt, I. D., Ichikawa, H., Ahn, K.S., Sethi, G., Sandur, S. K., dkk. 2006. *Curcumin-Biological-and-Medical Properties*. <http://www.indsaff.com/10%20Curcumin%20biological.pdf>. diakses tanggal 23 November 2018.
- [APVMA] Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority. 2004. Guidelines for the Validation of Analytical Methods for Active Constituen Agricultural and Veterinary Chemical Products.
- Desai, N., Momin, M., Sigh, U., Khan, T., Sherje, A. 2019. Analytical Method Development and Validation For Simultaneous Estimation Of Curcumin And Cyclosporine By RP-HPLC. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 11(2): 26-33.
- Hanwar, D., Handayani, V.R., Suhendi, A. 2020. Validasi Metode HPLC untuk Analisis Kurkumin pada Ekstrak Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). *Proceeding of The 12th University Research Colloquium 2020: Bidang MIPA dan Kesehatan*. 12 Sep 2020. Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia.
- Hirlekar, R., Khismatrao, A., Bhairy, S. 2018. Development And Validation Of RP-HPLC Method For Simultaneous Estimation Of Curcumin And Piperine. *Innovare Academic Sciences Pvt. Ltd. India*. 10,Issue-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.22159/ijap.2018v10i5.21140>

- Lee, Y.S., Oh, S.M., Li, Q.Q., Kim, K.W., Yoon, D., Lee, M.H., Kwon, D.Y., Kang, O.H., Lee, D.Y. 2022. Validation of a Quantification Method for Curcumin Derivatives and Their Hepatoprotective Effects on Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *Molecular biology*. 44(1): 409-432.
- Nadaf, S., Killedar, S. 2020. Development and Validation of RP–HPLC Method for Estimation of Curcumin from Nanocochleates and Its Application in in–vivo Pharmacokinetic Study. *Acta Chimica Slovenica*. 67(4): 1100-1110.
- Nanda, E.V., Yopi, Y. Pratiwi, Y. 2021. Validasi dan Penetapan Kadar Kurkumin Pada Jamu Gendong Kunyit Asam dengan Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi. *Sainstech Farma: Jurnal Ilmu Kefarmasian*. 14 (1): 12-18. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.37277/sfj.v14i1.932>
- Raut, R., Shaji, J. 2021. HPLC method validation for quantification of tetrahydrocurcumin in bulk drug and formulation. *Futur J Pharm Sci*. 7 (42). DOI: <https://doi.org/10.1186/s43094-021-00194-7>
- Schiborr, C., Gunter, P. E., Rimbach, G., dan Frank, J. 2010. A validated method for the quantification of curcumin in plasma and brain tissue by fast narrow-bore high-performance liquid chromatography with fluorescence detection. University of Frankfurt. Germany. 397,1917-1925. DOI 10.1007/s00216-010-3719-3
- Susanti, M., dan Dachriyanus. 2017. *Kromatografi Cair Kinerja Tinggi*. Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi. Universtas Andalas. Padang.
- Susanto., Winarno, E.K. 2018. Penentuan Kadar Kurkumin Dari Beberapa Tanaman *Curcuma* Setelah Iradiasi Gamma. *Prosiding Seminar Nasional APISORA 2018*. 95-100.
- Tonnesen, H.H. and Karlsen, J.. 1985^a. Studies on Curcuminand Curcuminoids, V. Alkaline Degradation of Curcumin, *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 180, 132-134.
- Tonnesen, H.H. and Karlsen, J.. 1985^b. *Studies on Curcuminand Curcuminoids, VI. Kinetics of Curcumin Degradation in Aqueous Solution, Z. Lebensm. Unters. Forsch.*. 180, 402-404.
- Vikri, M., Sholih, M.G., Gatera, M.M. 2022. Identifikasi Kadar Kurkumin pada Minuman Serbuk Berbahan Temulawak dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *Lambung Farmasi; Jurnal Ilmu Kefarmasian*. 3(2): 191-196.