

AUTENTIKASI KULIT BUAH *G. FORBESII* KING DARI RISIKO ADULTERASI *G. MANGOSTANA* L MENGGUNAKAN KOMBINASI KEMOMETRIK-SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS

Samsul Hadi^{1*}, Kunti nastiti²

¹Prodi Farmasi, FMIPA, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan

²Prodi Farmasi, Fakultas Kesehatan, Universitas Sarimulia, Banjarmasin, Kalimantan Selatan

*Korespondensi: samsul.hadi@ulm.ac.id

ABSTRAK

Garcinia forbesii King adalah anggota genus *Garcinia*. Tanaman ini adalah tanaman endemik pulau Sumatera dan Kalimantan di Indonesia. Uji aktivitas dan isolasi senyawa aktif sudah dilakukan oleh para peneliti diantaranya bagian pericarp dari *G. forbesii* sudah terbukti memiliki kemampuan antioksidan, antiplasmodial dan antidiabetes secara invitro. Oleh karena itu untuk menjaga kualitas bahan mentah dari *G. forbesii* diperlukan uji autentikasi. Metode yang dipergunakan dalam uji autentikasi ini menggunakan kemometrik dikombinasi oleh spektrofotometri UV-vis, komposisi bahan yang dipergunakan adalah *G.forbesii*: *G.mangostana*; 0;15;45;55;80 dan 100%. Analisis data yang digunakan menggunakan PLSR. Hasil yang diperoleh dalam uji ini adalah pada daerah lamda 248.92-224.66 nm model derivatisasi kedua RMSEC 4.79; R² 0,9901; RMSEP 5,01; R²;0,9909; RMSECV 12,6; R² 0,9308. Pada lamda 292.37- 256.16 nm model derivatisasi pertama RMSEC 6,1; R² 0,9839; RMSEP 6,19; R² 6,19; RMSECV 18,6; R² 0,8642. Kesimpulannya adalah Lamda berkisar 248.92-224.66 nm model derivatisasi kedua merupakan model yang terbaik untuk autentikasi *Garcinia forbesii*, sehingga model ini dapat menjadi acuan untuk identifikasi dan kemurnian dari *Garcinia forbesii*

Kata kunci: autentikasi, *G.forbesii*, *G.mangostana*

ABSTRACT

Garcinia forbesii King is a member of the genus *Garcinia*. This plant is endemic to the islands of Sumatra and Kalimantan in Indonesia. Activity tests and isolation of active compounds have been carried out by researchers including the pericarp of *G. forbesii* which has been shown to have antioxidant, antiplasmodial and antidiabetic abilities in vitro. Therefore, to maintain the quality of raw materials from *G. forbesii*, an authentication test is needed. The method used in this authentication test uses chemometrics combined with UV-vis spectrophotometry, the composition of the material used is *G.forbesii*: *G.mangostana*; 0;15;45;55;80 and 100%. . Analysis of the data used using PLSR. The results obtained in this test are in the lamda region of 248.92-224.66 nm second derivatization model RMSEC 4.79; R² 0.9901; RMSEP 5.01; R²; 0.9999; RMSECV 12.6; R² 0.9308. On lamda 292.37- 256.16 nm RMSEC 6.1 first derivatization model; R² 0.9839; RMSEP 6.19; R² 6.19; RMSECV 18.6; R² 0.8642. The conclusion is that Lamda ranges from 248.92-224.66 nm the second derivatization model is the best model for *Garcinia forbesii* authentication, so this model can be a reference for the help and purity of *Garcinia forbesii*

Keywords: authentication, *G.forbesii*, *G. mangostana*

PENDAHULUAN

Genus *Garcinia* termasuk dalam famili Clusiaceae dari subfamili Clusioideae dan suku Garcinieae dengan lebih dari 600 spesies tersebar luas di Afrika, Asia, Australia, Polinesia, dan Amerika Latin [1]. *Garcinia* terutama ditemukan di hutan hujan tropis Asia Tenggara dan Afrika Barat [2].

Garcinia forbesii King adalah anggota genus *Garcinia* asli pulau Sumatera dan Kalimantan di Indonesia. Spesies ini populer sebagai manggis merah hutan di masyarakat setempat dengan rasa manis-asam buah berwarna putih dengan ukuran lebih kecil dari manggis pada umumnya (*G.mangostana*). Kulit buah *G. forbesii* biasa digunakan sebagai bumbu dan rempah serta memberikan rasa asam pada berbagai jenis masakan [3].

Studi fitokimia menunjukkan bahwa spesies *Garcinia* termasuk *G. forbesii* King kaya akan metabolit sekunder terutama xanthone. Xanthone terkenal dengan berbagai bioaktivitasnya seperti anti-inflamasi [4], antivirus, antimalaria [5], antidiabetik [6], antijamur [7] dan antikanker [8]. Selain itu, xanthone efektif melawan radikal bebas karena adanya gugus hidroksi pada kerangkanya [9]. Harrison dkk melaporkan isolasi chromenoxanthone yaitu forbexanthone bersama dengan pyranojacareubin dan 1,3,7-trihydroxy-2-(3-methylbut-2-enyl)-xanthone dari cabang *G. forbesii* King [10]. Forbesione, xanthone yang dikurung, juga diperoleh dari *G. forbesii* King [11]. Secara etnobotani tanaman ini telah digunakan secara empiris oleh masyarakat lokal di daerah Kalimantan sebagai obat untuk mengobati penyakit malaria dan diabetes. Disamping *G. forbesii* ada yang lebih dahulu dikenal yaitu *G. mangostana*, *G. mangostana* banyak dibudidayakan di Indonesia, Malaysia, Filipina, dan Thailand. Pohon manggis dewasa berkisar antara 6 sampai 25 m. Produksi buah umumnya membutuhkan 10 tahun atau lebih dengan hasil sekitar 400 buah per pohon yang meningkat pada pohon yang lebih tua. Buah manggis berbentuk bulat, ungu tua atau kemerahan, dan memiliki daging buah berwarna putih yang memiliki rasa sedikit asam dan manis yang dinikmati oleh banyak orang, dan di dalamnya disebut sebagai "ratu buah". Kulit buah manggis telah digunakan dalam pengobatan tradisional di Asia Tenggara selama berabad-abad untuk mengobati infeksi, luka, radang dan diare [12].

Metabolit sekunder, yang dikenal sebagai xanthone, telah diisolasi dari kulit manggis dan dikaitkan dengan sifat obat dari buahnya. Xanthone memiliki struktur kimia yang unik terdiri dari sistem aromatik trisiklik (C6-C3-C6). Gugus isoprena, metoksil dan hidroksil yang terletak di berbagai lokasi pada cincin A dan B, menghasilkan susunan senyawa xanton yang beragam. Xanthone ditemukan dalam beberapa keluarga tumbuhan tingkat tinggi terpilih. Setidaknya 68 xanthone yang berbeda telah diidentifikasi di berbagai bagian tanaman *G. mangostana*. 50 senyawa berada pericarp buah dengan konsentrasi yang lebih tinggi daripada bagian buah yang dapat dimakan [13]. Sebagian xanthon pada bagian pericarp buah adalah α - dan γ -mangostin [14]. Berdasarkan urian dari latar belakang diatas, maka diperlukan pengembangan metode autentikasi yang berguna untuk menjaga konsistensi dari *G.forbesii*, karena sejauh peneliti ketahui belum pernah ada penelitian autentikasi dari *G.forbesii* terhadap *G. mangostana*.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk autentikasi ini adalah spektroskopi UV-vis, metode ini dipergunakan karena memerlukan peralatan sederhana, hasil yang didapatkan cepat dengan biaya pemeriksaan yang murah, disamping itu preparasi sampelnya juga mudah [15]

METODE PENELITIAN

Bahan: bahan utama yang dipergunakan adalah simplisia pericarp *G.forbesii* dan *G.mangostana*, metanol p.a dan etanol 96%.

Alat: Peralatan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah alat gelas, micropipette 10 -100 μ L auxilab®, neraca analisis Adventurer™, spektrofotometer UV-VIS perkin elmer®

Metode

Simplisia pericarp *G.forbesii* dan *G.mangostana* di timbang sebanyak 10 gram, kemudian di ekstraksi dengan metode maserasi menggunakan etanol 96% selama 3 hari dengan cara diaduk berkali kali. Ekstrak cair yang diperoleh kemudian di filtrasi menggunakan kertas saring. Ekstrak cair kemudian diuapkan menggunakan waterbath hingga didapatkan ekstrak kental. Ekstrak kental dari *G.forbesii* dan *G.mangostana* ditimbang 10 mg ad 10 ml sebagai larutan induk yang akan dibuat beberapa konsentrasi dalam % yaitu

0;15;45;55;80 dan 100%. Dari berbagai macam perbandingan tersebut dibaca absorbansinya menggunakan spectroftometri dengan panjang gelombang 200-400 nm.

Analisis data

Data absorbansi spektrofotometri kemudian dibuat pengelompokkan menggunakan PLSR dengan responnya adalah persen komposisi dan variabel x adalah panjang gelombang dan absorbansi. Dari pengelompokkan data ini kemudi dilihat jarak antara sampel murni dengan campuran menggunakan diskriminan analisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spektrum *G. Forbesii* terhadap *G.mangostina*

Komposisi sampel yang telah dibuat dengan berbagai macam perbandingan kemudian di perkecil ukuran molekul dengan menggunakan ultrasonik. Dengan memperkecil ukuran partikel dari masing masing komposisi diharapkan akan meningkatkan kelarutan sampel dalam pelarut metanol p.a. [16]. Setelah proses sonifikasi tahap selanjutnya adalah pengukuran absorbansi dari tiap panjang gelombang. Tahap pertama dimulai dengan scanning panjang gelombang untuk mengidentifikasi terjadinya puncak dan lembah dari panjang gelombang yang digunakan. Pada proses ini absorbansi yang berada diatas 0,05 terjadi pada panjang gelombang anatar 200-400 nm, absobansi setelah 400 nm berada dibawah 0.05 sehingga lamda 200-400 nm digunakan untuk proses selanjutnya, hal ini juga dilakukan oleh Barbosa, ketika melakukan penelitian khemometrik deskriminan tequila menggunakan spektroskopi UV-vis [17].

Autentikasi *G. Forbesii* dengan metode PLSR berguna untuk mencegah pericarp *G. Forbesii* tercampur dengan *G.mangostina* sehingga dapat menjaga kualitas dan mutu dari *G. Forbesii*. PLSR membuat model regresi menggunakan dua matrik, yaitu variabel bebas dengan variabel tergantung yang terhubung dengan kuadrat terendah. Model seperti gunakan untuk mengelompokkan data tanpa terlebih dahulu melihat distribusi data, sehingga model ini bagus untuk melihat data yang kompleks sehingga dapat terselesaikan dengan waktu yang tidak lama [18].

Indikator dari kaliberasi PLSR dikatakan baik adalah R^2 dan RMSEC (kalibrasi kesalahan kuadrat rata-rata akar). R^2 menyatakan linieritas hubungan variabel bebas dengan variabel tergantung dan RMSEC merupakan variasi nilai yang diperoleh dari PLS terhadap nilai aktualnya, kaliberasi yang baik jika nilai R^2 yang mendekati nilai 1 dan nilai RMSEC yang baik adalah yang mendekati nilai nol [19]. Dengan lamda 248.92-224.66 nm derivatisasi kedua merupakan model terbaik dengan nilai R^2 tertinggi dibandingkan dengan model lain yaitu 0,9901 dan nilai RMSEC terendah diantara model yang lain yaitu 4,79, akan tetapi nilainya melebihi 3 dapat dilihat pada tabel 1, sehingga model kaliberasi ini hanya mampu membedakan *G. Forbesii* terhadap *G.mangostina* secara kualitatif, tidak bisa membedakan campuran dalam kadar dalam persen [20]. Dengan lamda 248.92-224.66 nm derivatisasi pertama merupakan model yang terbaik dengan nilai R^2 diatas model yang lain yaitu 0,9839 dan niali RMSEC terendah diantara model yang lain yaitu 6,1 walaupun begitu nilai RMSEC diatas nilai 3 dapat dilihat pada tabel 2 sehingga model PLSR ini hanya mampu membedakan secara kualitatif tentang keberadaan *G. Forbesii* dalam camapuran *G. Forbesii* - *G.mangostina*.

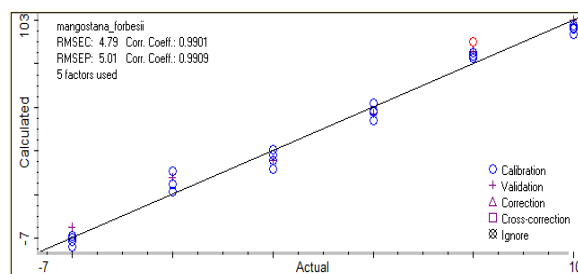
Tabel 1. Data Partial least square Autentikasi *G. Forbesii* terhadap *G.mangostina* dengan panjang gelombang 248.92-224.66 nm

Model	Kaliberasi		Prediksi		Cross-validation	
	RMSEC	R^2	RMSEP	R^2	RMSECV	R^2
normal	10.4	0.9523	10.4	0.9525	17.4	0.8636
1 st	10.1	0.9557	9.53	0.9609	13.6	0.9179
2 st	4.79	0.9901	5.01	0.9909	12.6	0.9308

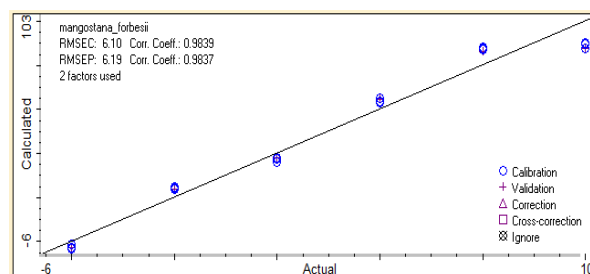
Tabel 2. Data Partial leastsquare *G. Forbesii* terhadap *G.mangostina* dengan panjang gelombang 292.37- 256.16 nm.

Model	Kaliberasi		Prediksi		Cross-validation	
	RMSEC	R ²	RMSEP	R ²	RMSECV	R ²
normal	12.1	0.9355	12.2	0.9338	21.7	0.7788
1 st	6.1	0.9839	6.19	0.9837	18.6	0.8642
2 st	8.33	0.9698	8.02	0.9737	18.1	0.8542

Model PLS dari kedua daerah panjang gelombang yang telah dibuat dapat digunakan untuk memprediksi kemudikan adanya pencampuran *G.mangostina* pada *G. Forbesii* dalam *training set*. Prediksi ini dipergunakan untuk menilai kemampuan prediksi dari model yang telah dibuat. Indikator model prediksi ini dengan melihat R² dan RMSEP (prediksi kesalahan kuadrat rata-rata akar). R² merupakan keberagaman variabel ya yang dapat diterangkan oleh variabel X, sedang RMSEP adalah keberagaman residual implementasi dari model yang telah dibuat. Nilai R² yang baik adalah mendekati satu sedangkan RMSEP terbaik adalah nol [21], kedua nilai ini dapat dioptimalkan dengan berbagai macam metode, dalam penelitian ini menggunakan derivatisasi pertama dan derivatisasi kedua [22]. Pada daerah lamda 248.92-224.66 nm hasil dari prediksinya didapatkan RMSEP dengan nilai 5,01 dan R² 0,9909. Prediksi terhadap training set memiliki nilai R² dibandingkan dengan model yang lain dan RMSEP memiliki nilai terendah diantara model yang ada, akan tetapi nilai RMSEP nilinya diatas 3 dapat dilihat pada gambar 1 sehingga prediksi dari model ini tidak mampu membedakan konsentrasi *G. Forbesii* pada ketika tercampur dengan *G.mangostina* akan tetapi mampu menentukan jika terjadi pencampuran secara kualitatif. Pada daerah 292.37- 256.16 nm derivatisasi kedua merupakan prediksi yang terbaik dengan RMSEP sebesar 6,19 terendah diantara model prediksi yang lain dan R² sebesar 0.9837, merupakan tertinggi diantara model yang lain pda gambar 2, sehingga model ini mampu membedakan *G. Forbesii* ketika tercampur *G.mangostina* secara kualitatif akan tetapi tidak mampu mengetahui konentration dalam *G. Forbesii* dalam campuran itu [20]. Untuk memperjelas adanya pengelompokkan dapat dilihat dengan *discriminan analyses* menggunakan gambar 3.

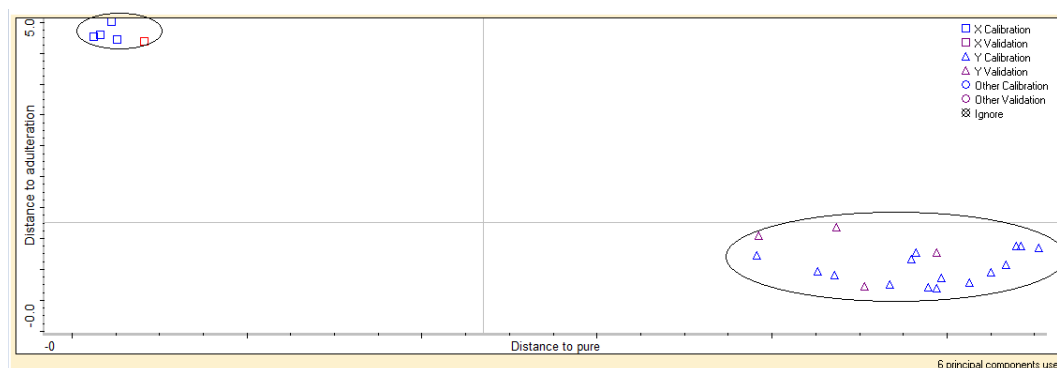


Gambar 1. Model derivatisasi ke dua dengan panjang gelombang 248.92-224.66 nm



Gambar 2. Model derivatisasi ke dua dengan panjang gelombang 292.37- 256.16 nm

Discriminan analyses merupakan pengembangan dari pengelompokan yang telah dilakukan supervise, disini peneliti membedakan kelompok murni dari *G. Forbesii* dan kelompok campuran *G. Forbesii* -*G.mangostina*. Variabel yang dipergunakan dalam penelitian ini absobansi dari spktrum UV-vis selanjutnya dioleh jarak Mahalanobis diantara absorbansi pada variabel tergambar pada plot Cooman. Berdasarkan gambar 3 ini pengelompokkan yang jelas antara *G. Forbesii* dan *G. Forbesii* -*G.mangostina*, sehingga discrimin analyses ini merupakan metode yang tepat untuk melihat autentikasi dari suatu sampel [23].



Gambar 3. Plot Cooman *G. Forbesii* terhadap adulterasi *G. mangostina* pada panjang gelombang 248.92-224.66 nm

Tabel 3. Prediksi kromofor panjang gelombang 248.92-224.66 nm [24], [25]

Strukture	λ_{\max} (nm)	Strukture	λ_{\max} (nm)
	228		238
alifatik konjugasi diena		1,3 pentadiena	
	227		246
kuinolin		bifenil	

Tabel 3 merupakan Kromofor yang berperan pada lamda 248.92-224.66 nm adalah alifatik konjugasi diena dengan absorptivitas molar berkisar 158- 398 dan 1,3 penta diena memiliki absorptivitas molar 3388, kedua koromofor ini termasuk dalam *forbidden*

transition. Kuinolin memiliki absorptivitas molar 37.000 dan biphenil memiliki absorptivitas molar 20.000 dan kedua spectra ini termasuk dalam *Allowed transitions*[24].

KESIMPULAN

Lamda 248.92-224.66 nm derivatisasi kedua merupakan model yang terbaik untuk autentikasi *G. Forbesii* terhadap resiko *Adulterasi G. mangostana* L, akan tetapi metode ini baru mampu melakukan analisis kualitatif sehingga diperlukan metode lebih lanjut yaitu

menggunakan FTIR agar dapat melakukan analisis kuantitatif.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih terhadap Universitas Lambung Mangkurat yang telah memberikan kesempatan melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Evans Schultes, "Medicinal plants of East and Southeast Asia: Attributed properties," *Econ. Bot.*, vol. 34, no. 4, p. 361, 1980, doi: 10.1007/BF02858311.
- [2] R. Koranappallil, *Diversity of Garcinia species in the Western Ghats: Phytochemical Perspective*. 2017.
- [3] A. Noor and R. dirgahayu Ningsih, "Mundar (*Garcinia forbesii*) Si Manggis Merah Sumber Daya Genetik

- Kalimantan Selatan,” 2017. <http://kalsel.litbang.pertanian.go.id/index.php/berita1/622-mundar-garcinia-forbesii-si-manggis-merah-sumber-daya-genetik-kalimantan-selatan>.
- [4] H. Zhang *et al.*, “Cytotoxic and Anti-Inflammatory Prenylated Benzoylphloroglucinols and Xanthenes from the Twigs of *Garcinia esculenta*,” *J. Nat. Prod.*, vol. 77, no. 7, pp. 1700–1707, Jul. 2014, doi: 10.1021/np5003498.
- [5] E. Elfita *et al.*, “Antiplasmodial and other constituents from four Indonesian *Garcinia* spp.,” *Phytochemistry*, vol. 70, no. 7, pp. 907–912, May 2009, doi: 10.1016/j.phytochem.2009.04.024.
- [6] P. Phukhatmuen, A. Raksat, S. Laphookhieo, R. Charoensup, T. Duangyod, and W. Maneerat, “Bioassay-guided isolation and identification of antidiabetic compounds from *Garcinia cowa* leaf extract,” *Heliyon*, vol. 6, no. 4, p. e03625, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.0.e03625>.
- [7] G. Gopalakrishnan, B. Banumathi, and G. Suresh, “Evaluation of the antifungal activity of natural xanthenes from *Garcinia mangostana* and their synthetic derivatives.,” *J. Nat. Prod.*, vol. 60, no. 5, pp. 519–524, May 1997, doi: 10.1021/np970165u.
- [8] E. R. Sukandar *et al.*, “Picrorhizones A-H, Polyprenylated Benzoylphloroglucinols from the Stem Bark of *Garcinia picrorhiza*,” *J. Nat. Prod.*, vol. 83, no. 7, pp. 2102–2111, Jul. 2020, doi: 10.1021/acs.jnatprod.9b01106.
- [9] M. Taher *et al.*, “Apoptosis, antimicrobial and antioxidant activities of phytochemicals from *Garcinia malaccensis* Hk.f.,” *Asian Pac. J. Trop. Med.*, vol. 5, no. 2, pp. 136–141, 2012, doi: [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(12\)60012-1](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(12)60012-1).
- [10] L. J. Harrison, L.-S. Leong, G.-L. Sia, K.-Y. Sim, and H. T.-W. Tan, “Xanthenes from *Garcinia forbesii*,” *Phytochemistry*, vol. 33, no. 3, pp. 727–728, 1993, doi: [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(93\)85486-B](https://doi.org/10.1016/0031-9422(93)85486-B).
- [11] wai yie Leong, L. HARRISON, G. BENNETT, and H. Tan, “ChemInform Abstract: Forbesione, a Modified Xanthone from *Garcinia forbesii*,” *Cheminform*, vol. 27, Dec. 2010, doi: 10.1002/chin.199652270.
- [12] J. Pedraza-Chaverri, N. Cárdenas-Rodríguez, M. Orozco-Ibarra, and J. M. Pérez-Rojas, “Medicinal properties of mangosteen (*Garcinia mangostana*),” *Food Chem. Toxicol.*, vol. 46, no. 10, pp. 3227–3239, 2008, doi: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.07.024>.
- [13] D. Obolskiy, I. Pischel, N. Siriwatanametanon, and M. Heinrich, “*Garcinia mangostana* L.: a phytochemical and pharmacological review,” *Phyther. Res.*, vol. 23, no. 8, pp. 1047–1065, Aug. 2009, doi: <https://doi.org/10.1002/ptr.2730>.
- [14] E. B. Walker, “HPLC analysis of selected xanthenes in mangosteen fruit.,” *J. Sep. Sci.*, vol. 30, no. 9, pp. 1229–1234, Jun. 2007, doi: 10.1002/jssc.200700024.
- [15] R. B. van Breemen, H. H. S. Fong, and N. R. Farnsworth, “The role of quality assurance and standardization in the safety of botanical dietary supplements.,” *Chem. Res. Toxicol.*, vol. 20, no. 4, pp. 577–582, Apr. 2007, doi: 10.1021/tx7000493.
- [16] K. Ashley, R. Andrews, L. Cavazos, and M. Demange, “Ultrasonic extraction as a sample preparation technique for elemental analysis by atomic spectrometry,” *J. Anal. At. Spectrom. - J ANAL ATOM SPECTROM*, vol. 16, pp. 1147–1153, Jan. 2001, doi: 10.1039/b102027g.

- [17] O. Barbosa-García *et al.*, “UV–vis absorption spectroscopy and multivariate analysis as a method to discriminate tequila,” *Spectrochim. Acta Part A Mol. Biomol. Spectrosc.*, vol. 66, no. 1, pp. 129–134, 2007, doi: <https://doi.org/10.1016/j.saa.2006.02.033>.
- [18] R. Maggio *et al.*, “Monitoring of fatty acid composition in virgin olive oil by Fourier transformed infrared spectroscopy with partial least squares,” *Food Chem.*, pp. 1549–1554, Apr. 2013, doi: [10.1016/j.foodchem.2008.11.029](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.029).
- [19] R. G. Brereton, “Introduction to multivariate calibration in analytical chemistry,” *Analyst*, vol. 125, no. 11, pp. 2125–2154, 2000, doi: [10.1039/B003805I](https://doi.org/10.1039/B003805I).
- [20] M. Rafi, N. S. W, W. T. Wahyuni, Z. Arif, and R. Heryanto, “Autentikasi Kumis Kucing (*Orthosiphon Aristatus*) Menggunakan Kombinasi Spektrum Ultraviolet-Tampak Dan Partial Least Square Regression,” *Indones. J. Chemom. Pharm. Anal.*, vol. 1, no. 2 SE-Original Articles, Jul. 2021, doi: [10.22146/ijcpa.890](https://doi.org/10.22146/ijcpa.890).
- [21] A. Rohman and Y. B. Che Man, “Application of Fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopy combined with chemometrics for authentication of cod-liver oil,” *Vib. Spectrosc.*, vol. 55, no. 2, pp. 141–145, 2011, doi : <https://doi.org/10.1016/j.vibspec.2010.10.001>.
- [22] I. Irnawati, S. Riyanto, and A. Rohman, “Adulteration of Gabus (*Channa striata*) fish oil with corn oil and palm oil: the use of FTIR spectra and chemometrics,” *Food Res.*, vol. 5, pp. 184–190, Mar. 2021, doi: [10.26656/fr.2017.5\(2\).368](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(2).368).
- [23] A. Rohman, S. Riyanto, A. M. Sasi, and F. M. Yusof, “The use of FTIR spectroscopy in combination with chemometrics for the authentication of red fruit (*Pandanus conoideus* Lam) oil from sunflower and palm oils,” *Food Biosci.*, vol. 7, pp. 64–70, 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2014.05.007>.
- [24] P. Patnaik, *Dean’s Analytical Chemistry Handbook*. New York: McGraw-Hill Education, 2004.
- [25] T. R. Williams, “Handbook of analytical chemistry (Meites, Louis),” *J. Chem. Educ.*, vol. 40, no. 10, p. 560, Oct. 1963, doi: [10.1021/ed040p560.1](https://doi.org/10.1021/ed040p560.1).