

Identification of Glibenclamide in Diabetic Herbs Circulating in Medan Johor

Identifikasi Glibenklamid Pada Jamu Kencing Manis Yang Beredar di Medan Johor

Vina Andriani ^{a,b}, Novitaria Br Sembiring ^{a*}, Roy Indrianto Bangar ^{a,b}

^a Program Studi Farmasi Klinis, Fakultas Kedokteran, Kedokteran Gigi dan Ilmu Kesehatan, Universitas Prima Indonesia, Medan, Sumatera Utara, Indonesia.

^b PUI Phytodegeneratif and Lifestyle Medicine, Universitas Prima Indonesia, Medan, Sumatera Utara, Indonesia.

*Corresponding Authors: novitariabrsembiring@unprimdn.ac.id

Abstract

Background: The increasing use of traditional herbal medicine (jamu) for diabetes treatment in the community has been accompanied by a rise in counterfeiting practices, particularly through the addition of synthetic drugs such as glibenclamide ($C_{23}H_{28}ClN_3O_5S$) to enhance efficacy and sales. This poses potential health risks, thereby necessitating strict monitoring of circulating herbal products. **Objective:** This study aims to identify the presence of glibenclamide in three samples of antidiabetic jamu available in Medan Johor using Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). **Method:** Identification was carried out by comparing the FTIR spectra of the samples (wavenumber range $650-4000\text{ cm}^{-1}$) with that of the BPFI glibenclamide standard. The characteristic functional groups of glibenclamide used as reference were 3369.5 cm^{-1} (Amide N-H Stretching), 1714.6 cm^{-1} (C=O Stretching), and 1155.5 cm^{-1} (S=O Stretching). **Results:** The analysis showed that none of the three samples (A2, A3, A4) exhibited absorption peaks corresponding to the critical wavenumbers of glibenclamide. Therefore, the tested samples were declared free from the pharmaceutical chemical substance (PCS) glibenclamide. **Conclusion:** These findings indicate that the three jamu products are safe for consumption when used as directed. However, routine surveillance by the National Agency of Drug and Food Control (BPOM) remains essential to ensure the safety of herbal products on the market. Further studies using more sensitive methods such as UV-Vis spectrophotometry are recommended to verify these results.

Keywords: Diabetes, Medicinal Chemicals, Glibenclamide, FTIR.

Abstrak

Latar Belakang: Meningkatnya penggunaan jamu antidiabetes di masyarakat diiringi dengan maraknya praktik pemalsuan dengan penambahan obat sintetik seperti glibenklamid ($C_{23}H_{28}ClN_3O_5S$) untuk meningkatkan khasiat dan penjualan. Hal ini berpotensi menimbulkan risiko kesehatan, sehingga perlu dilakukan pengawasan ketat terhadap produk jamu yang beredar. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan glibenklamid dalam tiga sampel jamu antidiabetes yang beredar di Medan Johor menggunakan Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). **Metode:** Identifikasi dilakukan dengan membandingkan spektrum FTIR sampel (bilangan gelombang $650-4000\text{ cm}^{-1}$) terhadap standar glibenklamid BPFI. Gugus fungsi khas glibenklamid yang menjadi acuan adalah $3369,5\text{ cm}^{-1}$ (Amida N-H Stretching), $1714,6\text{ cm}^{-1}$ (C=O Stretching), dan $1155,5\text{ cm}^{-1}$ (S=O Stretching). **Hasil Penelitian:** Hasil analisis menunjukkan bahwa ketiga sampel (A2, A3, A4) tidak mengandung puncak serapan karakteristik glibenklamid pada bilangan gelombang kritis tersebut. Dengan demikian, sampel yang diuji dinyatakan bebas dari bahan kimia obat (BKO) glibenklamid. **Kesimpulan:** Temuan ini mengindikasikan bahwa ketiga produk jamu aman untuk dikonsumsi sesuai aturan pakai. Namun, pengawasan rutin oleh BPOM tetap diperlukan untuk memastikan keamanan produk jamu yang beredar di pasaran. Penelitian lanjutan dengan metode yang lebih sensitif seperti spektrofotometri UV-Vis disarankan untuk memverifikasi hasil ini.

Kata Kunci: Diabetes, Bahan Kimia Obat, Glibenklamid, FTIR.



Copyright © 2020 The author(s). You are free to : **Share** (copy and redistribute the material in any medium or format) and **Adapt** (remix, transform, and build upon the material) under the following terms: **Attribution** — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use; **NonCommercial** — You may not use the material for commercial purposes; **ShareAlike** — If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. Content from this work may be used under the terms of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International \(CC BY-NC-SA 4.0\) License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Article History:

Received: 29/01/2025,
Revised: 19/05/2025,
Accepted: 22/06/2025,
Available Online : 22/06/2025.

QR access this Article



<https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v8i2.889>

Pendahuluan

Banyak masyarakat menggunakan obat tradisional yang dijadikan sebagai obat alternatif pada beberapa penyakit dan memang terbukti khasiatnya secara turun-temurun namun, seiring berkembangnya zaman obat sintesis lebih membantu mempercepat penyembuhan. Para produsen tradisional pun mulai berkesempatan melakukan pemalsuan bahan alam bahkan jamu yang mengandung bahan kimia obat yang sudah jelas dilarang penambahannya , 8..

Jenis obat tradisional yang umum dikonsumsi oleh masyarakat adalah jamu antidiabetes. Menurut data, prevalensi diabetes secara global pada kelompok usia 20-79 tahun pada tahun 2021 diperkirakan mencapai 10,5% (sekitar 536,6 juta orang), dan diprediksi akan meningkat menjadi 12,2% (sekitar 783,2 juta orang) pada tahun 2045. Prevalensi diabetes ini menunjukkan angka yang sama antara laki-laki dan perempuan, dengan tingkat tertinggi terjadi pada kelompok usia 75-79 tahun. Selain itu, prevalensi diabetes diperkirakan lebih tinggi di daerah perkotaan (12,1%) dibandingkan di daerah pedesaan (8,3%), serta lebih tinggi di negara-negara berpendapatan tinggi (11,1%) dibandingkan di negara-negara berpendapatan rendah (5,5%) [11].

BPOM juga menemukan masih banyak pelaku usaha yang mencampurkan obat kimia ke dalam jamu yang kemudian diedarkan di pasaran tanpa mempertimbangkan perbuatannya dan dampak apa yang akan di dapat masyarakat sekitar yang hanya sekedar membeli tanpa mengetahui efek samping, penyimpanan jamunya serta takarannya [3].

Prevalensi diabetes di Indonesia mencapai 6,20% pada tahun 2020 [12]. Penderita diabetes tidak akan bisa lepas dari obat, maka dari itu penderita lebih memilih mengkonsumsi jamu, karena mereka berpikir akan lebih aman jika mengkonsumsi obat herbal dari pada obat sintesis padahal, mereka tidak mengetahui campuran yang ada di dalam obat herbal tersebut.

Tidak menutup kemungkinan jamu antidiabetes ini banyak menggunakan bahan kimia obat seperti glibenklamid sehingga perlu dilakukan penelitian agar penderita aman mengkonsumsinya. Obat tradisional yang baik dan aman adalah asli simplisia dan terbukti kemurniannya tanpa ada campuran obat sintesis apapun, serta perlu mengetahui aturan konsumsi dan penyimpanannya. Sangat banyak penderita diabetes yang sangat antusias dalam mencoba berbagai obat herbal terutama jamu yang tersebar luas di pasaran sehingga, itu adalah salah satu yang menjadi kelemahan mereka untuk berpikir panjang dalam menggunakan berbagai obat herbal seperti jamu karena, mereka hanya ingin cepat menghilangkan penyakit yang di derita tanpa mencari tahu bagaimana sistem konsumsi jamu tersebut dan apa kandungan yang tercampur dalam jamu antidiabetesnya, meskipun tertera jelas di kemasan bahan apa saja yang digunakan kemungkinan para pelaku usaha mencampurkan obat sintesis ke dalam jamu untuk meningkatkan khasiat dari jamu tersebut sehingga menjadi lonjakan permintaan pasar hal itu adalah salah satu faktor pemicu beberapa produsen yang tidak bertanggung jawab mengambil kesempatan melakukan pemalsuan produk mereka dengan mencampurkan bahan kimia obat (BKO) untuk meningkatkan penjualan , 4..

Bahan alam yang biasanya dijadikan ramuan jamu untuk mengobati kencing manis adalah kulit kayu manis (*Cinnamomum burmanii cortex*), sambiloto (*Andrographis paniculata*), kelor (*Moringa oleifera* Lam), daun salam (*Syzigium polyanthum folium*), daun insulin (*Smallanthus sonchifolius*) [1]. Bahan alam yang menjadi ramuan dalam pembuatan jamu akan berinteraksi dengan Bahan kimia Obat yaitu glibenklamid yang berpotensi dalam menurunkan kadar gula darah, terutama melalui pengaruh pada metabolisme enzim di

hati, sehingga sangat perlu pengawasan ketat dalam penggunaannya. Untuk mengetahui kandungan kimia yang terdapat pada jamu dilakukan dengan menggunakan metode FT-IR. Alat ini sangat membantu dalam mendeteksi senyawa kimia dan gugus fungsi dari suatu senyawa, sampel yang akan diamati harus berupa padatan seperti pil, serbuk, dan kapsul [7].

Berdasarkan data diatas, merupakan alasan peneliti dalam melakukan uji keberadaan glibenklamid pada jamu kencing manis dengan menggunakan metode FTIR dan apakah jamu antidiabetes tersebut aman digunakan masyarakat

Metode Penelitian

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan suatu eksperimen analisis kualitatif yang dilaksanakan di Laboratorium Universitas Lampung pada Januari 2025 dengan menggunakan metode Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) untuk mengidentifikasi keberadaan glibenklamid dalam sampel jamu antidiabetes yang beredar di Medan Johor. Pendekatan kualitatif diterapkan untuk mendeteksi ada atau tidaknya senyawa target berdasarkan karakteristik spektrum inframerah pada bilangan gelombang $3369,5\text{ cm}^{-1}$ (N-H amida), $1714,6\text{ cm}^{-1}$ (C=O karbonil), dan $1155,5\text{ cm}^{-1}$ (S=O sulfonil), tanpa melakukan pengukuran kadar secara kuantitatif. Seluruh tahapan penelitian, mulai dari preparasi sampel hingga analisis instrumental, dilakukan dalam kondisi laboratorium terkontrol dengan pengulangan pengukuran sebanyak tiga kali untuk setiap sampel guna memastikan konsistensi hasil dan meminimalisasi variabel pengganggu. Standar glibenklamid BPFI digunakan sebagai pembanding dalam identifikasi senyawa target.

Alat dan Bahan penelitian

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah FTIR Cary 630 *with Dial Path* (Agilent), sampel jamu A2, A3, A4, Glibenklamid (BPFI), Isopropanol, Kapas, Tissue.

Identifikasi Glibenklamid (BPFI)

Spektrum diukur dengan mode transmitan, tahap awal spektrum latar belakang diukur terhadap udara sebelum memulai pengukuran. Standart glibenklamid diletakkan pada kristal sampel dan ditekan dengan menggunakan penjepit untuk memastikan kontak yang tepat dan diamati pada panjang gelombang 650 – 4000 dengan resolusi spektra 16, estimasi waktu scan untuk *spectra acquisition* adalah 25 detik, proses scan diulang 3 kali, spektra pada daerah sidik jari standar glibenklamid direkam sebagai pembanding, setelah pengamatan, permukaan pengambilan sampel platinum diamond dibersihkan dengan menggunakan isopropanol kemudian dikeringkan [3–6].

Identifikasi Sampel Jamu

Sampel jamu bentuk serbuk digerus homogen (sebelumnya dioven suhu 40°C selama 3 jam) [7], spektrum diukur dengan mode transmitan, sampel diletakkan pada kristal sampel dan ditekan dengan menggunakan penjepit untuk memastikan kontak yang tepat, amati pada panjang gelombang 650 – 4000 dengan resolusi spectra 16, estimasi waktu scan untuk *spectra acquisition* adalah 25 detik, proses scan diulang 3 kali, spektra pada daerah sidik jari sampel jamu direkam daerah karakteristik dari glibenklamid kemudian diidentifikasi [3–6,8].

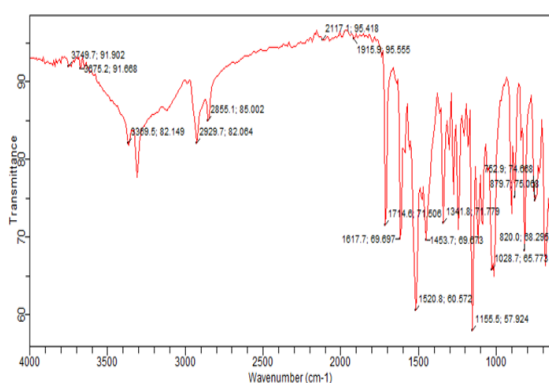
Hasil dan Pembahasan

Spektroskopi FTIR merupakan teknik analisis yang efisien untuk mendeteksi gugus fungsi senyawa dalam bentuk padat atau cair dengan jumlah sampel yang relatif sedikit. FTIR, sebagai metode non-destruktif, memungkinkan analisis yang cepat dan sederhana terhadap komponen kimia dan fisik dari sebuah sampel, sehingga sering digunakan dalam otentikasi sampel di industri makanan, farmasi, dan kosmetik [9,10]. Metode ini bekerja dengan mendeteksi pita IR yang spesifik dari molekul-molekul target, yang menjadikannya alat yang sangat sesuai untuk studi tentang obat dan senyawa bioaktif dalam jamu, termasuk keberadaan glibenklamid. Dalam penelitian ini, FTIR digunakan untuk mendeteksi keberadaan glibenklamid dalam tiga sampel jamu antidiabetes (A2, A3, dan A4). Penerapan FTIR dalam analisis herbal dapat sangat membantu dalam proses pengawasan mutu dan validasi produk, sekaligus menjaga keberlanjutan

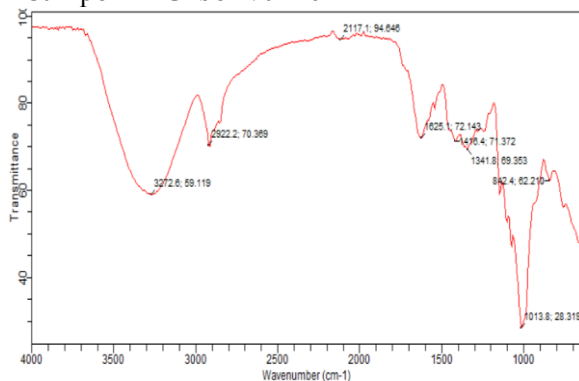
penggunaan jamu sebagai alternatif herbal di masyarakat. Kemampuan FTIR untuk membandingkan spektrum serapan dengan spektrum standar, termasuk yang diambil dari referensi Farmakope Indonesia, memberikan dasar yang kuat untuk menilai keberadaan komponen aktif dalam jamu tersebut [10–13].

Spektrum standar glibenklamid menunjukkan puncak karakteristik pada bilangan gelombang 3369,5 cm^{-1} (N–H Stretching), 1714,6 cm^{-1} (C=O Stretching), dan 1155,5 cm^{-1} (S=O Stretching). Hasil overlay spektrum menunjukkan bahwa ketiga sampel (A2, A3, A4) tidak memiliki puncak pada bilangan gelombang tersebut, sehingga secara kualitatif glibenklamid tidak terdeteksi [14–17].

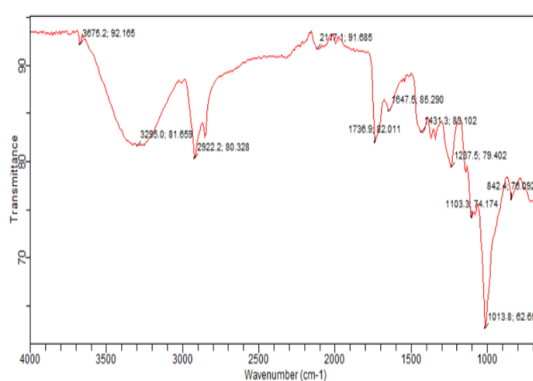
Namun, beberapa puncak lain muncul pada spektrum sampel, seperti di bilangan gelombang 2922,2 cm^{-1} (C–H Stretching), 1340 cm^{-1} (C–N Stretching), dan 1520,8 cm^{-1} (C=C Stretching dari cincin aromatik), yang bisa berasal dari senyawa alami seperti flavonoid, alkaloid, atau senyawa fenolik lain yang memang lazim ditemukan dalam bahan baku herbal. Keberadaan gugus C–Cl Stretching pada 820,0 cm^{-1} dalam salah satu sampel juga tidak secara langsung menandakan adanya glibenklamid, karena gugus ini juga bisa muncul dalam senyawa lain [18–22].



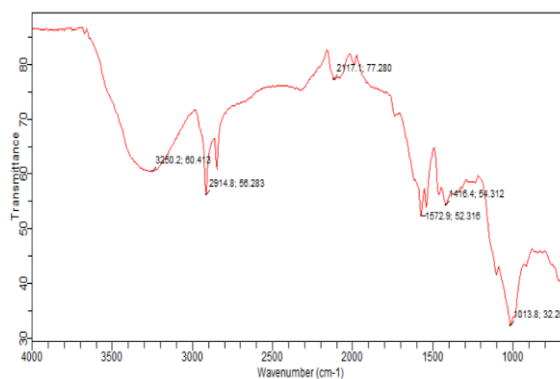
Sampel A1 Glibenklamid BPFI



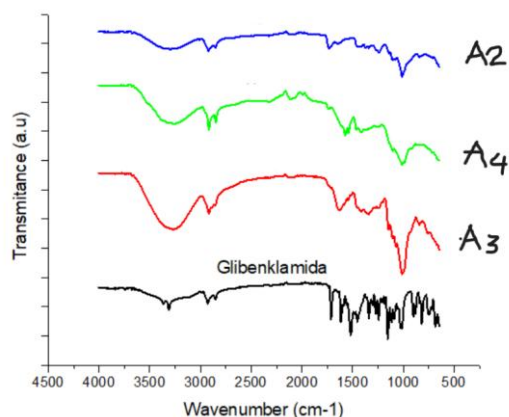
Sampel A3



Sampel A2



Sampel A4



Overlay Glibenklamid-Sampel

Gambar 1. Spektra FTIR Sampel A (Sampel A1-A4)

Tabel 1. Hasil Identifikasi Bilangan Gelombang (cm⁻¹) gugus fungsi FTIR sampel A1-A4

Standar Glibenklamida (cm ⁻¹)	Sampel A2 (cm ⁻¹)	Sampel A3 (cm ⁻¹)	Sampel A4 (cm ⁻¹)	Prediksi gugus Fungsi
3369,5	–	–	–	Amida N–H Stretching
2999,7	2992,2	2992,2	2914,8	C–H Stretching
1714,6	–	–	–	C=O Stretching
1520,8	1518,3	–	1572,9	C–C Stretching (Aromatic/Benzene Ring)
1340,8	1237,5	1341,8	–	C=N Stretching
1155,5	–	–	–	S–O Stretching
820,0	–	842,4	–	C–Cl Stretching

Pada gambar 1, sampel A1, A2, A3, dan A4 menunjukkan identifikasi glibenklamid berdasarkan perbandingan spektrum dari standar glibenklamid pada panjang gelombang daerah 650 – 4000 cm⁻¹. Overlay spektrum dari matriks sampel jamu A2, A3, A4 dan sampel A1 glibenklamid murni menunjukkan serapan yang karakteristik pada bilangan gelombang 3369,5; 2929,7; 1714,6; 1520,8; 1341,8; 1155,5; 820,0 cm⁻¹ sedangkan pada matriks jamu A2, A3, dan A4 menunjukkan serapan yang karakteristik pada bilangan gelombang 2922,2; 1513,3; 1237,5; 1341,8; 842,4; 2914,8; 1572,9 cm⁻¹.

Sampel A2,A3,A4 tidak ada puncak serapan pada bilangan gelombang 3369,5 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus fungsi Amida N-H Stretching; pada bilangan gelombang 1714,6 cm⁻¹ sampel A,B,C tidak adanya puncak serapan yang menunjukkan adanya gugus fungsi C=O Stretching; serta pada bilangan gelombang 1155,5 cm⁻¹ juga tidak ada puncak serapan yang menunjukkan adanya gugus fungsi S=O stretching, yang berarti sampel A,B,C pada bilangan-bilangan gelombang tersebut tidak menunjukkan keberadaan atau kandungan glibenklamid di dalam sampel tersebut. Sementara sampel A,B,C yang memiliki puncak serapan terdapat pada bilangan gelombang 2929,7 cm⁻¹ dengan gugus fungsi C-H Stretching; kemudian sampel A2 dan A4 terdapat puncak serapan pada bilangan gelombang 1520,8 cm⁻¹ dengan gugus fungsi C=C Stretching (Aromatic/Benzene Ring); pada sampel A2 dan A3 dengan bilangan gelombang 1340 cm⁻¹ terdapat puncak serapan yang menunjukkan adanya gugus fungsi C-N Stretching; dan sampel B memiliki puncak serapan pada bilangan gelombang 820,0 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus fungsi C-Cl Stretching [11].

Sampel yang mengandung glibenklamid memiliki kemiripan puncak dan gugus fungsi karakteristik yang dimiliki atau mendekati standar glibenklamid. Namun, dari hasil penelitian menurut tabel 1 sampel A, B, C memiliki panjang gelombang dan gugus fungsi yang tidak cukup signifikan dengan standar glibenklamid. Berdasarkan data yang disajikan, tidak ada sampel yang secara signifikan menyatakan mengandung glibenklamid. Sangat diperlukan analisis lebih lanjut dengan metode lain agar dapat mengkonfirmasi keberadaan senyawa glibenklamid dalam sampel tersebut. Meskipun terdapat kemiripan puncak yang ada di glibenklamid pada tiap sampel namun, puncak yang sangat penting seperti Amida N-H Stretching dan S=O Stretching yang sangat spesifik pada gugus fungsi glibenklamid tidak ada dalam semua sampel uji yang mengartikan bahwa tidak ada sampel yang identik atau mengandung bahan kimia obat glibenklamid karena, senyawa penting yang ada pada glibenklamid tidak terdapat pada sampel jamu A2, A3 dan A4.

Tidak munculnya puncak-puncak khas glibenklamid bisa disebabkan oleh beberapa faktor, seperti rendahnya konsentrasi senyawa target (di bawah batas deteksi FTIR), atau gangguan dari matriks kompleks jamu yang dapat menutupi atau menggeser sinyal spektral. Hal ini menunjukkan keterbatasan FTIR sebagai metode skrining awal, khususnya untuk mendeteksi bahan kimia obat dalam kadar sangat rendah [23–27].

Hasil penelitian ini belum menunjukkan adanya indikasi keberadaan bahan kimia obat (BKO) dalam sampel yang diuji. Namun, mengingat keterbatasan sensitivitas metode FTIR dalam mendeteksi senyawa pada konsentrasi rendah, diperlukan pengujian lanjutan menggunakan metode kuantitatif yang lebih sensitif, seperti *High-Performance Liquid Chromatography* (HPLC) atau spektrofotometri UV-Vis, guna memperoleh hasil yang lebih valid dan mendalam. Meskipun tidak ditemukan indikasi keberadaan glibenklamid dalam sampel yang diuji, hasil ini perlu ditafsirkan dengan hati-hati mengingat keterbatasan metode yang digunakan. Temuan ini sekaligus menegaskan pentingnya pengawasan rutin oleh BPOM, serta perlunya penelitian lanjutan untuk menjamin keamanan dan keaslian produk jamu yang beredar di masyarakat.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis FTIR terhadap sampel A2, A3, dan A4, tidak ditemukan kemiripan spektrum yang signifikan dengan standar glibenklamid. Gugus fungsi khas glibenklamid—seperti Amida N–H Stretching dan S=O Stretching—tidak teridentifikasi pada seluruh sampel jamu yang diuji. Hal ini mengindikasikan bahwa ketiga sampel jamu tersebut tidak mengandung bahan kimia obat (BKO) berupa glibenklamid. Namun demikian, tidak terdeteksinya glibenklamid tidak dapat dijadikan jaminan mutlak bahwa produk benar-benar bebas dari BKO. Metode FTIR memiliki keterbatasan, terutama dalam hal sensitivitasnya yang lebih cocok untuk mendeteksi senyawa dalam konsentrasi tinggi. Dengan demikian, keberadaan glibenklamid dalam jumlah sangat kecil mungkin tidak terdeteksi melalui metode ini.

Oleh karena itu, diperlukan pengujian lanjutan menggunakan metode yang lebih sensitif, seperti *High-Performance Liquid Chromatography* (HPLC) atau spektrofotometri UV-Vis, untuk memastikan ketiadaan senyawa sintetik secara kuantitatif. Selain itu, meskipun ketiga produk jamu yang diuji dinyatakan aman untuk dikonsumsi sesuai aturan pakai, perlu diingat bahwa penelitian ini hanya mencakup tiga sampel dari wilayah Medan Johor. Untuk itu, pengawasan rutin oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM), khususnya di wilayah Medan Johor, sangat disarankan guna menjamin keamanan dan keaslian produk jamu yang beredar di masyarakat.

Conflict of Interest

Penelitian ini dilakukan sendiri dengan jujur, tanpa ada pengaruh dari orang lain atau kepentingan tertentu yang bisa membuat hasilnya tidak benar. Apabila sampel yang digunakan berasal dari produk komersial, maka merk produk tersebut telah disamarkan agar kerahasiaan tetap terjaga dan supaya tidak menimbulkan bias. Semua langkah analisis dalam penelitian ini dilakukan sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Republik Indonesia

Referensi

- [1] Mulkin A, Maarisit W, Pareta D, Palandi R. Identifikasi Bahan Kimia Obat (BKO) Glibenklamid Pada Jamu Antidiabetes Dengan Menggunakan Metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT) Dan Spektrofotodensitometri. *Jurnal Biofarmasetikal Tropis* n.d.;2020:48–53.
- [2] Budi A, Harahap H, Amansyah A, Tarigan S. Detection of glibenclamide adulteration in herbal remedies for diabetes mellitus using TLC. *Buletin Kedokteran Dan Kesehatan Prima* 2024;3. <https://doi.org/10.34012/bkbp.v3i1.5287>.
- [3] Carden A, Yost MG, Fenske RA. Noninvasive Method for the Assessment of Dermal Uptake of Pesticides Using Attenuated Total Reflectance Infrared Spectroscopy. *Applied Spectroscopy* 2005;59:293–9. <https://doi.org/10.1366/0003702053585372>.
- [4] Bhongade BA, Talath S, Dhaneshwar SR. A Validated Method for the Quantitation of Ciprofloxacin Hydrochloride Using Diffuse Reflectance Infrared Fourier Transform Spectroscopy. *International Journal of Spectroscopy* 2014;2014:1–6. <https://doi.org/10.1155/2014/294612>.
- [5] Natalello A, Sasso F, Secundo F. Enzymatic Transesterification Monitored by an Easy-to-use Fourier Transform Infrared Spectroscopy Method. *Biotechnology Journal* 2012;8:133–8. <https://doi.org/10.1002/biot.201200173>.
- [6] Roggo Y, Roeseler C, Ulmschneider M. Near Infrared Spectroscopy for Qualitative Comparison of Pharmaceutical Batches. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 2004;36:777–86. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2004.08.009>.
- [7] Zeng Z, Chau F, Chan H-Y, Cheung C, Lau T-Y, Wei S, et al. Recent Advances in the Compound-Oriented and Pattern-Oriented Approaches to the Quality Control of Herbal Medicines. *Chinese Medicine* 2008;3. <https://doi.org/10.1186/1749-8546-3-9>.
- [8] Lin Y-P, Lee Y-L, Hung C-Y, Chang C, Chen Y. Detection of Adulterated Drugs in Traditional Chinese Medicine and Dietary Supplements Using Hydrogen as a Carrier Gas. *Plos One* 2018;13:e0205371. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205371>.

- [9] Rodriguez-Saona LE, Allendorf ME. Use of FTIR for Rapid Authentication and Detection of Adulteration of Food. *Annual Review of Food Science and Technology* 2011;2:467–83. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-022510-133750>.
- [10] Rohman A, Ikhtiarini AN, Setyaningsih W, Rafi M, Aminah NS, Insanu M, et al. The Use of Chemometrics for Classification of Sidaguri (*Sida Rhombifolia*) Based on FTIR Spectra and Antiradical Activities. *Indonesian Journal of Chemistry* 2021;21:1568. <https://doi.org/10.22146/ijc.64360>.
- [11] Pavia DL, Lampman GM, Kriz GS, Vyvyan JR. *Introduction to Spectroscopy*, BROOKS/COLE Cengage Learning. United State of America 2009:670–95.
- [12] Depkes RI. *Farmakope Indonesia Edisi V*, Jakarta : Departemen Kesehatan Republik Indonesia., Jakarta: 2014.
- [13] Husain F, Ysrafil Y, DAUD RPA, Aisyah AN, Fadri A, Nur S. Authentication of Medicinal Chemicals in Traditional Herbal Products (Jamu) by UV-Vis Spectrophotometry. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy* 2023. <https://doi.org/10.52794/hujpharm.1090673>.
- [14] Zupan N, Yous I, Danède F, Vérin J, Kouach M, Foulon C, et al. Impact of Hot-Melt Extrusion on Glibenclamide's Physical and Chemical States and Dissolution Behavior: Case Studies With Three Polymer Blend Matrices. *Pharmaceutics* 2024;16:1071. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics16081071>.
- [15] Rodà F, Picciolini S, Mangolini V, Gualerzi A, Seneci P, Renda A, et al. Raman Spectroscopy Characterization of Multi-Functionalized Liposomes as Drug-Delivery Systems for Neurological Disorders. *Nanomaterials* 2023;13:699. <https://doi.org/10.3390/nano13040699>.
- [16] Budiman A, Sopyan I, Riyandi DS. Enhancement of Glibenclamide Dissolution Rate by Solid Dispersion Method Using HPMC and PVP. *International Journal of Applied Pharmaceutics* 2019:19–24. <https://doi.org/10.22159/ijap.2019v11i5.34137>.
- [17] Owolabi M. Effect of Ethanol Root Extract of *Calliandra Portoricensis* on the Pharmacokinetic Fate of Glibenclamide in Rats. *Nigerian Journal of Pharmacy* 2022;56. <https://doi.org/10.51412/psnnpj.2022.37>.
- [18] Nwogu AO, Tamuno-Emine DG, Ben-Chioma AE, Bartimaeus E-AS. Evaluation of the Phytochemical Composition of Some Commonly Sold Male Herbal Fertility Supplements in Port Harcourt, Rivers State, Nigeria. *Asian Journal of Medicine and Health* 2023;21:177–84. <https://doi.org/10.9734/ajmah/2023/v21i10891>.
- [19] Wongsap P, Phatikulrungsun P, Prathumthong S. FT-IR Characteristics, Phenolic Profiles and Inhibitory Potential Against Digestive Enzymes of 25 Herbal Infusions. *Scientific Reports* 2022;12. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-10669-z>.
- [20] Tipduangta P, Julsrigival J, Chaithatwatthana K, Pongterdsak N, Tipduangta P, Chansakaow S. Antioxidant Properties of Thai Traditional Herbal Teas. *Beverages* 2019;5:44. <https://doi.org/10.3390/beverages5030044>.
- [21] Rama P, Baldelli A, Vignesh A, Altemimi AB, Lakshmanan G, Selvam R, et al. Antimicrobial, Antioxidant, and Angiogenic Bioactive Silver Nanoparticles Produced Using *Murraya Paniculata* (L.) Jack Leaves. *Nanomaterials and Nanotechnology* 2022;12:184798042110561. <https://doi.org/10.1177/18479804211056167>.
- [22] Monton C, Wunnakup T, Suksaeree J, Charoenchai L, Chankana N. Investigation of the Interaction of Herbal Ingredients Contained in Triphala Recipe Using Simplex Lattice Design: Chemical Analysis Point of View. *International Journal of Food Science* 2020;2020:1–14. <https://doi.org/10.1155/2020/5104624>.
- [23] Fatmarahmi DC, Susidarti RA, Swasono RT, Rohman A. Application of Ftir-Atr Spectroscopy in Combination With Multivariate Analysis to Analyse Synthetic Drugs Adulterant in Ternary Mixtures of Herbal Medicine Products. *Indonesian Journal of Pharmacy* 2022:42–71. <https://doi.org/10.22146/ijp.2609>.
- [24] Baraúna VG, Singh MN, Barbosa LL, Marcarini WD, Vassallo PF, Mill JG, et al. Ultrarapid on-Site Detection of SARS-CoV-2 Infection Using Simple ATR-FTIR Spectroscopy and an Analysis Algorithm: High Sensitivity and Specificity. *Analytical Chemistry* 2021;93:2950–8. <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.0c04608>.
- [25] Yuliantini A, Salafiah F, Asnawi A. Rapid Detection of Ashitaba (*Angelica Keiskei*) Herbal Medicine Adulteration Using FTIR and Principal Component Analysis Method. *Rasayan Journal of Chemistry* 2020;13:535–40. <https://doi.org/10.31788/rjc.2020.1315557>.
- [26] Cheng X, Qi L, Wang Q, Liu X, Boubertakh B, Wan J, et al. Highly Efficient Sample Preparation and Quantification of Constituents From Traditional Chinese Herbal Medicines Using Matrix Solid-Phase

Dispersion Extraction and UPLC-MS/MS. The Analyst 2013;138:2279.
<https://doi.org/10.1039/c3an36732k>.

- [27] Ahamad J, Omer AY, Majid DA, Khidr TM, Jameel SY. Chemical Characterization and Detection of Adulteration in Olea Europaea Linn. Oil by ATR-FTIR Method. Eurasian Journal of Science and Engineering 2022;8. <https://doi.org/10.23918/eajse.v8i3p158>.