

IDENTIFIKASI ISU SOSIOSAINTEKNIK DALAM PENGGUNAAN OBAT TRADISIONAL YANG MENGANDUNG BKO UNTUK PEMBELAJARAN KIMIA ANALISIS

Aqnes Budiarti^{1,2}, Sri Haryani^{1*}, Woro Sumarni¹, Agung Tri Prasetya¹

¹Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang

²Fakultas Farmasi Universitas Wahid Hasyim

*Email korespondensi: haryanikimia83@mail.unnes.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan isu sosial dalam pembelajaran isu sosiosaintifik (SSI) telah terbukti dapat meningkatkan penguasaan pengetahuan, keterampilan, dan sikap peserta didik. Salah satu isu sosial yang berpotensi digunakan dalam pembelajaran kimia analisis adalah isu obat tradisional yang mengandung bahan kimia obat (BKO) yang dilarang pemerintah karena dapat membahayakan kesehatan. Namun, hingga saat ini belum banyak dikembangkan metode pembelajaran yang efektif untuk mengintegrasikan isu tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi isu sosial tentang obat tradisional khususnya jamu yang mengandung BKO, menganalisis kualitatif dan kuantitatif kandungan BKO dalam jamu serta membandingkan dengan peraturan kesehatan. Penelitian dilakukan dalam dua tahap yaitu eksplorasi berita dan praktik laboratorium dengan sampel jamu diambil dari lokasi terjadinya isu. Eksplorasi berita tentang isu jamu yang mengandung BKO dilakukan menggunakan tiga mesin pencari informasi yaitu Google, ChatGPT, dan DeepSeek. Praktik laboratorium dilakukan dengan analisis kualitatif BKO menggunakan kromatografi lapis tipis dilanjutkan analisis kuantitatif menggunakan kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa eksplorasi berita isu memperoleh fenilbutazon sebagai bahan kimia yang paling banyak ditambahkan dalam jamu. Hasil praktik laboratorium menunjukkan sampel jamu positif mengandung fenilbutazon dengan kadar 200,93 mg per sachet jamu. Hasil ini menunjukkan adanya pelanggaran terhadap Permenkes No. 6 Tahun 2012 yang melarang penambahan BKO dalam obat tradisional.

Kata kunci: BKO; KCKT; Kimia Analisis; Obat Tradisional; *Socioscientific Issue*.

PENDAHULUAN

Pendekatan isu sosiosaintifik (SSI) telah terbukti dapat meningkatkan penguasaan pengetahuan, keterampilan, dan sikap sosial peserta didik. Pendekatan isu sosiosaintifik (SSI) merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan isu-isu kontroversial, kontemporer, terbuka di masyarakat (Atabey, 2021; Dawson & Venville, 2022; Sadler, 2004, 2011; Zeidler, 2009), berkaitan dengan sains, teknologi, etika, dan nilai sosial (Sadler, 2011; Zeidler et al., 2002). Isu-isu ini sering kali tidak memiliki jawaban mutlak dan memerlukan pertimbangan multidimensi, seperti aspek kesehatan, moral, dan lingkungan (Ewing & Sadler, 2020; Chen & Xiao, 2021; Ke et al., 2021). Dengan mengintegrasikan isu-isu sosial, peserta didik tidak hanya menguasai teori tetapi juga mengembangkan keterampilan sosial.

Berbagai isu kesehatan dan dampak sosialnya memiliki nilai pembelajaran SSI yang tinggi (Lund et al., 2019). Berdasarkan kajian pustaka, isu kesehatan yang paling sering digunakan dalam pembelajaran pada tahun 2018-2023 adalah Covid-19 dan rekayasa genetik. Isu sosial tentang keamanan obat tradisional berpotensi untuk digunakan dalam pembelajaran masih jarang diteliti meskipun terbukti dapat digunakan dalam meningkatkan literasi kimia (Wiyarsi et al., 2021).

Salah satu cara untuk mempermudah penggunaan isu sosial dalam pembelajaran adalah melakukan kajian SSI dalam berbagai isu sosial. Putri et al. (2022) telah mengkaji SSI dalam isu sosial konteks budaya pada warisan budaya Sikka. Kajian meliputi dua aspek yaitu eksplorasi potensi alam dan kajian sains kimia. (Kahraman & Kaya, 2021) mengkaji SSI dalam isu sosial konteks kesehatan dengan topik makanan. Aspek yang dikaji adalah aspek kesehatan dan peraturan kesehatan. (Zidny et al., 2021) mengkaji isu sosial konteks budaya. Aspek yang dikaji adalah sains kimia dan biologi. Beberapa penelitian tersebut telah mengkaji SSI dalam beberapa isu sosial, namun belum ada yang mengkaji SSI dalam isu sosial konteks kesehatan dengan topik obat tradisional.

Obat tradisional dibuat dari ramuan bahan atau sarian tumbuhan, hewan, dan mineral (PerBPOM RI, 2019). Sedangkan jamu merupakan obat tradisional asli Indonesia yang digunakan secara turun temurun berdasarkan pengalaman, menggunakan bahan baku yang belum terstandar (Kemenkes RI, 2017). Industri obat tradisional dilarang menambahkan bahan kimia obat (BKO) ke dalam obat tradisional berdasarkan Permenkes RI Nomor 6 Tahun 2012 karena berbahaya bagi kesehatan jika dikonsumsi secara terus-menerus. Namun demikian, beberapa penelitian dari tahun ke tahun menunjukkan masih adanya kandungan BKO contohnya dekstametason (Budiarti & Faza, 2018), parasetamol (Kamar et al., 2021), dan fenil butazon (Krishindardi, 2023).

Berdasarkan latar belakang masalah maka perlu dilakukan kajian isu sosiosaintifik dalam penggunaan obat tradisional yang mengandung BKO. Kajian berguna untuk mempermudah penggunaan isu sosial dalam pembelajaran, termasuk dalam pembelajaran kimia analisis. Tujuan penelitian ini adalah merekonstruksi isu sosial konteks kesehatan tentang penggunaan obat tradisional yang mengandung BKO dengan menerapkan konsep sains dan teknologi kimia analisis. Kajian dilakukan melalui dua tahapan yaitu eksplorasi berita isu kesehatan dilanjutkan kerja praktik di laboratorium untuk melakukan analisis kimia kualitatif dan kuantitatif guna membuktikan ada tidaknya BKO dalam sampel obat tradisional.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan untuk kerja praktik di laboratorium meliputi sampel jamu pegal linu berbentuk serbuk dalam kemasan sachet yang diambil dari pasaran, zat standar

fenilbutazon (Baoji GuoKang Bio-Technology Co., Ltd), natrium asetat, asam asetat glasial, ammonia, etil asetat, etanol, asetonitril pro KCKT, dan aquabidest.

Alat yang digunakan untuk analisis kualitatif adalah bejana dan lempeng kromatografi lapis tipis (KLT) jenis silika. Alat untuk analisis kuantitatif adalah seperangkat KCKT (Jazco) yang dilengkapi dengan detector UV-VIS, kolom C₁₈ (125mm x 4µm), spektrofotometer UV-Visibel (Shimadzu), membran filter 0,45 µm, syringe, *digital ultrasonic cleaner*, mikropipet, timbangan analitik, batang pengaduk, dan alat-alat gelas.

Jalannya Penelitian

1. Eksplorasi berita isu jamu mengandung BKO

Eksplorasi berita isu kesehatan tentang jamu mengandung BKO menggunakan tiga mesin pencari informasi yaitu Google, ChatGPT, dan DeepSeek. Kata kunci yang digunakan adalah jamu mengandung BKO, obat tradisional, dan temuan. Data lalu dianalisis secara kualitatif deskriptif meliputi macam sumber berita isu dan senyawa yang diduga menyebabkan terjadinya isu kesehatan.

2. Praktik laboratorium

a. Identifikasi fenilbutazon dengan metode KLT

Sistem kromatografi lapis tipis (KLT) menggunakan fase diam silika, fase gerak berupa campuran etil asetat: etanol : ammonia (85:10:5, v/v) dan detektor UV (Budiarti et al., 2025). Serbuk jamu ditimbang kurang lebih 1 gram lalu dilarutkan dalam 10 mL etanol. Larutan sampel ditotolkan pada lempeng KLT. Larutan pembanding fenilbutazon dibuat pada kadar 2000 ppm (Krishindardi et al., 2023). Larutan pembanding juga ditotolkan pada lempeng KLT. Lempeng dimasukkan bejana KLT yang telah diisi fase gerak untuk proses elusi. Setelah selesai elusi, bercak hasil elusi dideteksi dengan lampu UV.

b. Optimasi panjang gelombang fenilbutazon menggunakan spektrofotometri

Larutan fenilbutazon konsentrasi 20 µg/mL dalam fase gerak campuran asetonitril dan asetat pH 4,1 *discanning* pada panjang gelombang 200-400 nm. Selanjutnya dipilih panjang gelombang yang optimal (Ni'mah, 2018).

c. Pembuatan kurva baku penetapan kadar fenilbutazon

Larutan fenilbutazon dengan seri konsentrasi 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 µg/mL disaring dengan membran penyaring *nylon* 0,45 µm, lalu diinjeksikan ke sistem KCKT dengan volume 20 µL dan deteksi pada panjang gelombang 261 nm. Replikasi sebanyak 3 kali.

d. Penetapan kadar fenilbutazon menggunakan KCKT

Sistem KCKT menggunakan fase diam C₁₈ dan fase gerak berupa campuran asetonitril dan asetat pH 4,1 (45:55, v/v). Serbuk jamu satu sachet ditimbang lalu dimasukkan ke dalam labu takar 50 mL, kemudian ditambah etanol hingga tanda batas, selanjutnya dikocok dan disonifikasi selama 30 menit. Larutan disaring dengan kertas saring Whatman No. 41. Larutan jernih diambil sebanyak 500 µL lalu dimasukkan ke dalam labu takar 5 mL, kemudian ditambah etanol sampai tanda batas. Larutan disaring dengan *nylon* 0,45 µm dan diinjeksikan sebanyak 20 µL ke KCKT. Replikasi enam kali. Luas kromatogram fenilbutazon digunakan untuk menghitung kadar fenilbutazon dengan cara disubstitusikan pada variabel Y pada persamaan regresi linier kurva baku.

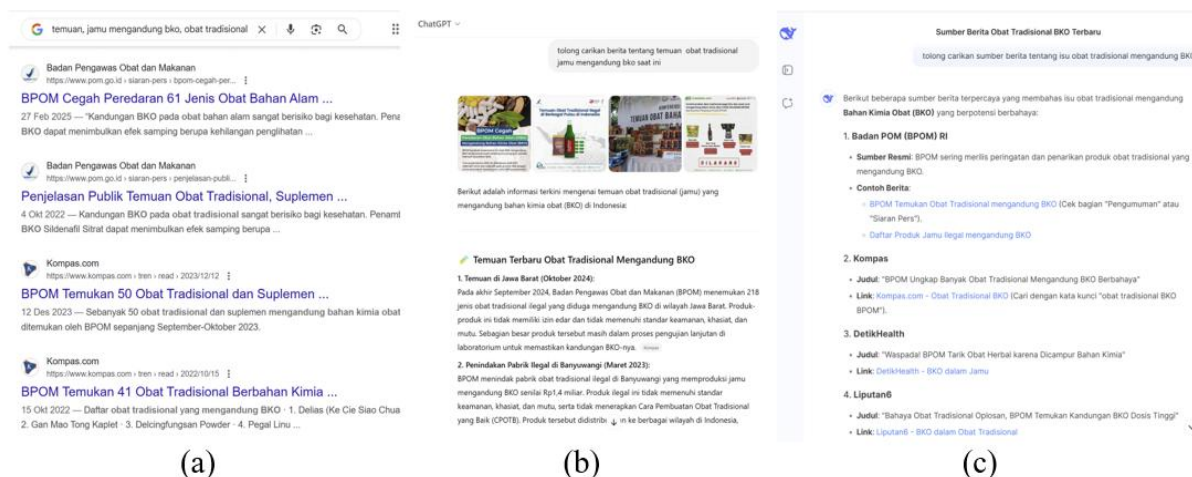
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kajian SSI pada penelitian ini dilakukan melalui pendekatan campuran kualitatif dan kuantitatif dengan pertimbangan pendekatan ini dapat menghasilkan analisis data kualitatif dan kuantitatif yang lebih komprehensif (Cresswel, 2018). Penelitian dilakukan melalui dua tahap yaitu pengumpulan data kualitatif melalui eksplorasi berita isu kesehatan dan pengumpulan data

kuantitatif melalui praktik laboratorium untuk mengidentifikasi senyawa penyebab terjadinya isu dan menetapkan kadarnya lalu mengevaluasi hasil berdasarkan peraturan kesehatan.

Eksplorasi berita isu jamu mengandung BKO

Kemampuan mencari berita berkualitas perlu diajarkan kepada peserta didik. Pada penelitian ini eksplorasi berita dilakukan dengan menggunakan tiga mesin pencari informasi yaitu Google, ChatGPT, dan DeepSeek. Metode eksplorasi ini mengacu pada metode eksplorasi berita isu berbasis website yang telah dilakukan oleh (Choi & Lee, 2021). Perbedaannya, penelitian ini tidak langsung menuju ke website sumber berita namun menggunakan bantuan tiga mesin pencari informasi untuk menentukan website. Google, ChatGPT, dan DeepSeek dipilih karena tingkat penggunaannya yang tinggi saat ini. Pemilihan kata kunci yang tepat akan mengarahkan pada konten berita yang benar-benar dibutuhkan. Kata kunci yang digunakan adalah berita isu kesehatan, BKO, dan bahaya. Eksplorasi dilakukan pada tanggal 22 April 2025 dengan hasil yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil eksplorasi tiga mesin pencari informasi (a) Google (b) ChatGPT (c) DeepSeek

Hasil eksplorasi berita menggunakan tiga mesin pencari informasi memperoleh beberapa website sumber berita. Semua sumber berita termasuk dalam kriteria terpercaya karena merupakan portal berita nasional yang memiliki mekanisme editorial berita sebelum dipublikasi. Nama-nama *website* sumber berita dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Website* sumber berita isu kesehatan

No.	Google	ChatGPT	DeepSeek
1	Website resmi BPOM RI	Kompas.com	Website resmi BPOM RI
2	Kompas.com	Website resmi BPOM RI	DetikHealth
3	Detik.com	Detik.com	Liputan 6
4	KBR.id	Antara News	CNN Indonesia

Berdasarkan analisis konten berita, diperoleh beberapa bahan kimia obat yang diduga menyebabkan terjadinya isu kesehatan yang dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2. Senyawa kimia yang diduga menyebabkan isu kesehatan

No.	Bahan Kimia Obat		
	Google	ChatGPT	DeepSeek
1	Sildenafil sitrat, deksametason, fenil butazon, dan parasetamol	Sildenafil sitrat, fenilbutazon, metampiron, piroksikam, parasetamol, dan deksametason	Sildenafil sitrat, deksametason, fenil butazon, dan parasetamol
2	Deksametason, fenilbutazon, parasetamol, efedrin HCl, pseudoefedrin HCl, asam mefenamat, piroksikam, sibutramin HCl, metformin, dan klorfeniramin maleat	Fenilbutazon, deksametason, dan parasetamol	Asam mefenamat, piroksikam, sibutramin HCl, metformin, dan klorfeniramin maleat
3	Sildenafil sitrat, fenilbutazon, metampiron, piroksikam, parasetamol, dan deksametason	Sildenafil sitrat, fenilbutazon, deksametason, dan parasetamol	Fenilbutazon, deksametason, dan parasetamol
4	Sibutramin, klorfeniramin maleat, sildenafil sitrat, siproheptadin, parasetamol, deksametason, fenilbutazon	Fenilbutazon, sibutramin, deksametason, sildenafilsitrat, dan metampiron	Sildenafil sitrat, metampiron, parasetamol, fenilbutazon, piroksikam, deksametason

Berdasarkan Tabel 2 diketahui fenilbutazon dan deksametason merupakan senyawa aktif yang paling banyak disebut sebagai penyebab terjadinya isu kesehatan. Oleh karena itu, kajian SSI pada penelitian ini difokuskan pada fenilbutazon. Salah satu contoh berita SSI tentang obat tradisional yang mengandung BKO ditampakkan pada Gambar 2.

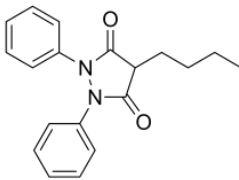


Sumber: <https://www.antaranews.com/berita/3439125/bpom-temukan-jamu-yang-mengandung-fenilbutazon-di-banyuwangi>

Gambar 2. Contoh berita tentang isu obat tradisional mengandung BKO

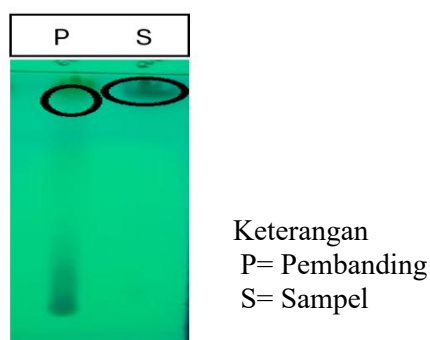
Salah satu syarat isu sosial yang dapat digunakan untuk pembelajaran SSI adalah memiliki keterhubungan dengan sains dan teknologi (Sadler, 2011; Zeidler dkk., 2002). Oleh karena itu, pada penelitian ini kajian multidisipliner dilakukan pada aspek-aspek meliputi konsep sains, teknologi, dan aspek kesehatan yang dijelaskan pada Tabel 3.

Tabel 3. Aspek multidisipliner isu jamu mengandung BKO fenilbutazon

No.	Aspek	Keterangan
1	Konsep sains dan teknologi	
a	Struktur kimia	
b	Analisis kualitatif	KLT dengan fase diam silika dan fase gerak berupa campuran etil asetat: etanol : ammonia (85:10:5, v/v)
c	Analisis kuantitatif	1. Metode spektrofotometri UV Penetapan kadar fenilbutazon pada panjang gelombang 264 nm. Prinsip analisis didasarkan pada struktur kimia fenilbutazon yang memiliki gugus kromofor berupa cincin benzen sehingga dapat menyerap sinar UV. 2. Metode KCKT Penetapan kadar fenilbutazon didasarkan pada sifatnya polar sehingga dapat dipisahkan dari komponen lain berdasarkan perbedaan polaritas antara fase gerak dan fase diam yang digunakan. Fenilbutazon yang telah terpisah dideteksi menggunakan sinar UV atau lainnya.
2	Aspek kesehatan	
a	Kegunaan	Obat antiinflamasi golongan non steroid, memberi efek analgetik dan antipiretik sehingga sering digunakan sebagai obat rematik.
b	Cara kerja	Fenilbutazon bekerja sebagai antiinflamasi dengan mekanisme menghambat pembentukan mediator inflamasi prostaglandin.
c	Peraturan	Permenkes No. 6 Tahun 2012 melarang produsen obat tradisional menambahkan BKO termasuk fenilbutazon

Identifikasi fenilbutazon dalam jamu

Identifikasi fenilbutazon dalam sediaan jamu dilakukan dengan metode kromatografi lapis tipis (KLT) menggunakan fase diam silika dan fase gerak berupa campuran etil asetat: etanol : ammonia (85:10:5, v/v/v). Hasil identifikasi tampak pada Gambar 3.



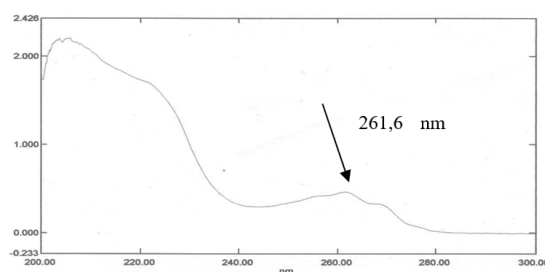
Gambar 3. Kromatogram KLT fenilbutazon

Gambar 3 menunjukkan sampel menghasilkan bercak yang sejajar dengan bercak yang dihasilkan zat pembanding. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sampel mengandung fenilbutazon. Dengan demikian, analisis dilanjutkan dengan penetapan kadar fenil butazon

dalam sampel jamu. Hasil uji kualitatif ini membuktikan adanya kandungan BKO fenilbutazon dalam jamu yang melanggar Permenkes No. 6 Tahun 2012 tentang larangan menambahkan bahan kimia ke dalam obat tradisional.

Optimasi panjang gelombang operasional fenilbutazon

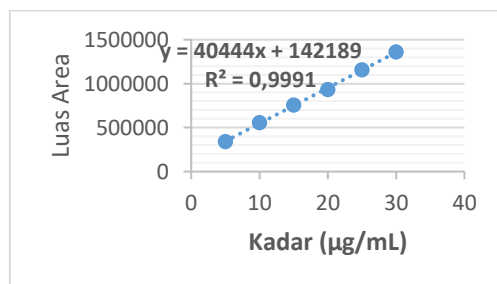
Optimasi panjang gelombang fenilbutazon bertujuan untuk memperoleh panjang gelombang maksimum yang digunakan untuk operasional analisis. Hal ini karena metode yang dioperasikan pada panjang gelombang maksimal akan memiliki selektivitas dan sensitivitas yang tinggi. Optimasi dilakukan dengan cara *scanning* panjang gelombang pada rentang UV yakni 200-400 nm. Rentang ini dipilih dengan dasar fenilbutazon memiliki gugus kromofor berupa dua cincin benzena dan dua gugus karbonil. Tahap *scanning* memperoleh panjang gelombang maksimal fenilbutazon adalah 261,6 nm. Hasil ini jauh berbeda dengan hasil *scanning* panjang gelombang fenilbutazon oleh (Rollando et al., n.d.) yang memperoleh 237 nm. Meskipun demikian, panjang gelombang yang dipilih untuk operasional analisis adalah 261 nm. Hasil optimasi panjang gelombang tampak pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil optimasi panjang gelombang fenilbutazon

Pembuatan kurva baku penetapan kadar fenilbutazon

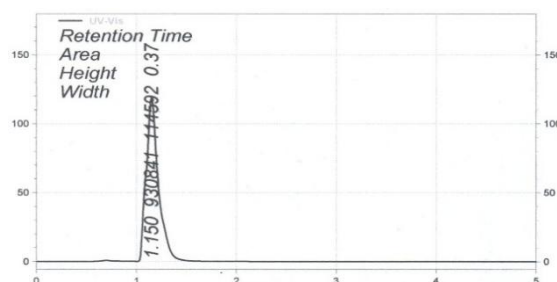
Kurva baku fenilbutazon dibuat pada seri konsentrasi 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 µg/mL. Persamaan kurva baku yang diperoleh adalah $y = 40444x + 142189$ dengan nilai korelasi $r = 0,999$. Nilai korelasi yang diperoleh lebih besar dari persyaratan linier yakni 0,99 (Miller & Miller, 2005). Kurva baku tampak pada Gambar 5.



Gambar 5. Kurva baku fenilbutazon

Penetapan kadar fenilbutazon menggunakan KCKT

Sistem KCKT yang digunakan untuk menetapkan kadar fenilbutazon terdiri atas fase diam C_{18} , fase gerak berupa campuran asetonitril dan asetat pH 4,1 (45:55, v/v), serta deteksi pada 261 nm. Sistem mengacu pada pengembangan metode analisis fenilbutazon oleh Ni'mah (2018). Sistem menghasilkan kromatogram fenilbutazon yang selektif pada Gambar 6.



Gambar 6. Kromatogram fenilbutazon dalam jamu dengan fase gerak asetonitril dan dapar asetat pH 4,1 (45:55, v/v)

Kadar fenilbutazon dihitung dengan cara mensubstitusikan luas area puncak kromatogram fenilbutazon ke variabel Y pada persamaan regresi linier kurva baku $y = 40443x + 142189$. Hasil penetapan kadar fenilbutazon dalam jamu pegal linu dijelaskan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar fenilbutazon dalam sampel jamu pegal linu

Rep	Luas Kromatogram (unit)	Kadar ($\mu\text{g/mL}$)	Kadar (mg/ sachet)
1	953021	20,048	200,48
2	952706	20,041	200,41
3	955127	20,133	201,33
4	951789	20,025	200,25
5	955673	20,115	201,15
6	958889	20,197	201,97
		Rata-rata	200,93
		SD	0,32

Berdasarkan Tabel 4 diketahui kadar rata-rata fenilbutazon dalam jamu pegal linu adalah $200,93\% \pm 0,32\%$ mg. Kadar ini sama dengan kadar yang umumnya terkandung dalam sediaan tablet fenilbutazon yaitu 100 mg dan 200 mg. Hasil uji kuantitatif ini juga membuktikan adanya kandungan BKO fenilbutazon dalam jamu yang melanggar Permenkes No. 06 Tahun 2012 tentang larangan menambahkan bahan kimia ke dalam obat tradisional.

KESIMPULAN

Eksplorasi berita isu sosial memperoleh fenilbutazon sebagai bahan kimia yang paling banyak ditambahkan dalam jamu. Hasil praktik laboratorium menunjukkan bahwa sampel jamu positif mengandung fenilbutazon dengan kadar 200,93 mg per sachet jamu. Hasil ini menunjukkan adanya pelanggaran terhadap Permenkes No. 6 Tahun 2012 yang melarang penambahan BKO dalam obat tradisional.

DAFTAR PUSTAKA

- Atabey, N. (2021). Science Teachers' Argument Types and Supporting Reasons on Socioscientific Issues: Covid-19 Issue. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 8(2), 214–231. <https://doi.org/10.52380/ijpes.2021.8.2.500>
- Budiarti, A., Haryani, S., Sumarni W., & Prasetya, A.T. (2025). *Analisis Makanan, Kosmetika, dan Obat Tradisional dengan Pendekatan SSI Kesehatan*. www.penerbitdeepublish.com

- Chen, L., & Xiao, S. (2021). Perceptions, challenges and coping strategies of science teachers in teaching socioscientific issues: A systematic review. In *Educational Research Review* (Vol. 32). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100377>
- Choi, Y., & Lee, H. (2021). Exploring the effects of implementing a research-based ssi program on students' understanding of ssi and willingness to act. *Asia-Pacific Science Education*, 7(2), 477–499. <https://doi.org/10.1163/23641177-bja10033>
- Creswell, J.W. (2018). *Research Design: Pendekatan Metode Kualitatif, Kuantitatif, dan Campuran*. Diterjemahkan oleh Achmad Fawaid dan Rianayati Kusmini Pancasari. Yogyakarta: Pustaka Pelajar. 295
- Dawson, V., & Venville, G. (2022). Testing a methodology for the development of socioscientific issues to enhance middle school students' argumentation and reasoning. *Research in Science and Technological Education*, 40(4), 499–514. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1830267>
- Ewing, M., & Sadler, T.D. (2020). Commentary: Socio-scientific Issues Instruction: an Interdisciplinary Approach to Increase Relevance and Systems Thinking. *The Science Teacher*. Taylor & Francis Online. 18–21. <https://doi.org/10.1080/00368555.2020.12293566>.
- Kemenkes RI. (2017). *Farmakope Indonesia Edisi III*. Jakarta. Halm. vii-xiii.
- Kahraman, B., & Kaya, O. N. (2021). A thematic content analysis of rhetorical and dialectical argumentation studies in science education. *Elementary Education Online*, 20(1), 53–79. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2021.01.014>
- Kamar, I., Zahara, F., Yuniarni, D., & Umairah, R. U. (n.d.). *Quimica: Jurnal Kimia Sains dan Terapan Identifikasi Parasetamol dalam Jamu Pegal Linu Menggunakan Metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT)*. <https://ejurnalunsam.id/index.php/JQ>
- Ke, L., Sadler, T. D., Zangori, L., & Friedrichsen, P. J. (2021). Developing and Using Multiple Models to Promote Scientific Literacy in the Context of Socio-Scientific Issues. *Science and Education*, 30(3), 589–607. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00206-1>
- Krishindardi, A.Y., Utami, M. R., Gatera, V. A. (2023). Identifikasi Bahan Kimia Obat Fenilbutazon pada Jamu Pegal Linu yang Beredar di Kabupaten Karawang. *Jurnal Bidang Ilmu Kesehatan*. 13(3). 257-264.
- Lund, E., Bråten, I., Brandmo, C., Brante, E. W., & Strømsø, H. I. (2019). Direct and indirect effects of textual and individual factors on source-content integration when reading about a socio-scientific issue. *Reading and Writing*, 32(2), 335–356. <https://doi.org/10.1007/s11145-018-9868-z>
- Miller, J.C. & Miller, J.N. (2005). *Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry*, 5th ed., Pearson Education Limited, Edinburgh Gate, England.
- Ni'mah, S. (2018). Validasi Metode Penetapan Kadar Fenilbutazon Menggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi dan Aplikasinya pada Obat Tradisional Pegal Linu. *Skripsi*. Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 32 Tahun 2019 tentang Persyaratan Keamanan dan Mutu Obat Tradisional. Jakarta.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 06 Tahun 2012 tentang Industri dan Usaha Obat Tradisional.
- Putri, Z.N., Manuk, I.L., Maria Hedwidgis, & M A Yohanita Nirmalasari. (2022). Kajian Isu Sosiosaintifik dalam Warisan Budaya Sikka. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(3), 761–771. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i3.681>
- Rollando, R., Embang, D., Program, E. M., Farmasi, S., Sains, F., & Teknologi, D. (n.d.). Penetapan Kadar Fenibutazon dan Parasetamol dalam Jamu Pegal Linu yang Beredar di

- Kota Malang Secara Kromatografi Lapis Tipis Densitometri. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 2(1), 126–138.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. In *Journal of Research in Science Teaching* (Vol. 41, Issue 5, pp. 513–536). <https://doi.org/10.1002/tea.20009>
- Sadler, T. D. (2011). *Situating Socio-scientific Issues in Classrooms as a Means of Achieving Goals of Science Education* (pp. 1–9). https://doi.org/10.1007/978-94-007-1159-4_1
- Wiyarsi, A., Prodjosantoso, A. K., & Nugraheni, A. R. E. (2021). Promoting Students' Scientific Habits of Mind and Chemical Literacy Using the Context of Socio-Scientific Issues on the Inquiry Learning. *Frontiers in Education*, 6. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.660495>
- Zeidler, D. L. (2009). Socioscientific Issues: Theory and Practice. In *Journal of Elementary Science Education • Spring* (Vol. 21, Issue 2).
- Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., & Simmons, M. L. (2002). Tangled Up in Views: Beliefs in the Nature of Science and Responses to Socioscientific Dilemmas. *Science Education*, 86(3), 343–367. <https://doi.org/10.1002/sce.10025>
- Zidny, R., Solfarina, S., Aisyah, R. S. S., & Eilks, I. (2021). Exploring indigenous science to identify contents and contexts for science learning in order to promote education for sustainable development. *Education Sciences*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/educsci11030114>