

Comparative methods of soxhletation and boiling for the isolation of caffeine from tea leaves

Muhammad Badrul Huda^{1*}, Fitra Adi Prayogo²

¹ Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

² Program Studi Ilmu Biomedis, Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan, Universitas Karya Husada Semarang, Indonesia.

*Correspondence: mbadrulhuda@lecturer.undip.ac.id

ABSTRACT

Background: Tea (*Camellia sinensis*) contains caffeine that is widely used in the beverage, food, and pharmaceutical industries, making the selection of an appropriate isolation method essential for obtaining caffeine with optimal yield and purity. **Aim:** This study aimed to isolate and purify caffeine from tea leaves using two extraction methods, soxhletation and boiling, and to compare the yield and purity of caffeine produced by each method. **Methods:** Caffeine was extracted through two pathways: soxhletation with an ethanol-water solvent (70:30 v/v) for 6 hours and boiling with distilled water for 90 minutes, followed by chloroform solvent extraction for the boiling filtrate, then crystallization and recrystallization. Purity was assessed by how closely the melting point of the crystals matched the literature value for pure caffeine. **Results:** The boiling method produced a yield of 0.38% with a melting point of 235°C, close to the literature value (234–236°C), while the soxhletation method produced a yield of 0.008% with a melting point of 210°C. Crystals from the boiling method were white-green, whereas those from soxhletation were orange-brown. **Conclusion:** The boiling method proved superior to soxhletation in both yield and purity of the caffeine obtained, making it the more suitable choice for caffeine isolation from tea leaves under the conditions of this study.

Keywords: Caffeine; Tea Leaves; Soxhlet Extraction; Boiling Method; Crystallization.

Received: 19 Februari 2025 | **Revised:** 24 Februari 2025 | **Accepted:** 28 Februari 2025 | **Published:** 28 Februari 2025

Cite this article: Huda, M. B., & Prayogo, F. A. (2025). Comparative methods of soxhletation and boiling for the isolation of caffeine from tea leaves. *Journal of Biomedical Sciences and Health*, 2(1), 48-53. <https://doi.org/10.34310/jbsh.v2.i1.199>

Perbandingan Metode Soxhletasi dan Perebusan untuk Isolasi Kafein dari Daun Teh

ABSTRAK

Latar Belakang: Teh (*Camellia sinensis*) mengandung kafein yang banyak dimanfaatkan dalam industri minuman, pangan, dan farmasi, sehingga pemilihan metode isolasi yang tepat menjadi penting untuk memperoleh kafein dengan rendemen dan kemurnian yang optimal. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan memurnikan kafein dari daun teh menggunakan dua metode ekstraksi, yaitu soxhletasi dan perebusan, serta membandingkan rendemen dan kemurnian kafein yang dihasilkan oleh kedua metode tersebut. **Metode:** Kafein diekstraksi melalui dua jalur, soxhletasi dengan pelarut etanol-air (70:30 v/v) selama 6 jam dan perebusan dengan akuades selama 90 menit, dilanjutkan dengan ekstraksi pelarut kloroform untuk hasil perebusan, kemudian kristalisasi dan rekristalisasi. Kemurnian dinilai dari kedekatan titik leleh kristal terhadap nilai literatur kafein murni. **Hasil:** Metode perebusan menghasilkan rendemen 0,38% dengan titik leleh 235°C, mendekati nilai literatur (234–236°C), sedangkan metode soxhletasi menghasilkan rendemen 0,008% dengan titik leleh 210°C. Kristal kafein dari perebusan berwarna putih kehijauan, sedangkan dari soxhletasi berwarna oranye kecoklatan. **Kesimpulan:** Metode perebusan terbukti lebih unggul dibandingkan soxhletasi, baik dari segi rendemen maupun kemurnian kafein yang dihasilkan, sehingga menjadi pilihan yang lebih tepat untuk isolasi kafein dari daun teh pada kondisi penelitian ini.

Kata Kunci: Kafein; Daun Teh; Ekstraksi Soxhlet; Metode Perebusan; Kristalisasi.

1. PENDAHULUAN

Teh dari daun tanaman *Camellia sinensis* merupakan salah satu minuman yang paling banyak dikonsumsi di seluruh dunia. Popularitasnya tidak hanya disebabkan oleh cita rasanya yang khas, tetapi juga karena berbagai manfaat kesehatan yang dimilikinya. Teh mengandung beragam senyawa bioaktif, termasuk polifenol (terutama katekin), alkaloid (kafein, teobromin, teofilin), asam amino, enzim, dan vitamin (C, E, K) (Chacko et al., 2010). Di antara komponen-komponen ini, polifenol dikenal karena sifat antioksidannya yang kuat, sementara kafein menarik perhatian karena efek stimulannya pada sistem saraf pusat (Wachamo, 2017).

Kafein, yang merupakan salah satu komponen utama teh merupakan alkaloid dari kelompok metilxantin yang memiliki efek farmakologis yang signifikan. Efek-efek ini meliputi stimulasi sistem saraf pusat, relaksasi otot polos, dan stimulasi otot jantung. Dari sudut pandang kimia, kafein bersifat nonpolar tetapi memiliki kelarutan terbatas dalam air. Sifat ini membuatnya lebih mudah larut dalam pelarut organik seperti kloroform dan eter, yang menjadi dasar untuk metode isolasinya dari matriks tanaman (Aprilia et al., 2018).

Isolasi dan pemurnian kafein dari daun teh tidak hanya penting untuk memahami komposisi kimia teh secara lebih mendalam, tetapi juga memiliki aplikasi praktis dalam industri makanan, minuman, dan farmasi. Proses ini memungkinkan produksi kafein murni yang dapat digunakan dalam berbagai produk, mulai dari minuman berenergi hingga obat-obatan (Xing et al., 2019). Pemahaman tentang metode ekstraksi kafein yang efisien juga penting dalam produksi teh dekafein, yang semakin diminati oleh konsumen yang ingin mengurangi asupan kafein. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan memurnikan kafein dari daun teh menggunakan dua metode yang berbeda, yaitu soxhletasi dan perebusan. Kedua metode ini dipilih karena keefektifannya dalam mengekstrak senyawa organik dari matriks tanaman. Metode soxhletasi dikenal efektif untuk mengisolasi senyawa bioaktif dari sumber alami, sementara metode perebusan dianggap sebagai bentuk sederhana dari metode reflux yang juga melibatkan penggunaan panas untuk ekstraksi (Abriyani et al., 2022).

Penelitian ini juga bertujuan untuk membandingkan efisiensi kedua metode tersebut dalam hal rendemen dan kemurnian kafein yang dihasilkan. Penentuan titik leleh kafein yang diisolasi digunakan sebagai

indikator kemurnian, mengacu pada prinsip bahwa senyawa murni memiliki titik leleh yang tajam dan sesuai dengan nilai literatur. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan berharga tentang teknik isolasi kafein yang optimal dan potensi aplikasinya dalam skala industri.

2. METODE

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental komparatif untuk mengevaluasi efektivitas dua metode ekstraksi kafein dari daun teh (*Camellia sinensis*) yang menggunakan metode soxhletasi dan metode perebusan. Pendekatan komparatif semacam ini merupakan strategi umum dalam penelitian ekstraksi senyawa alami untuk menentukan teknik yang paling sesuai dengan karakteristik senyawa target (Q.-W. Zhang et al., 2018).

2.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi daun teh, akuades, kalsium karbonat (CaCO_3), kloroform, aseton, dan n-heksana. Peralatan utama yang digunakan termasuk aparatus Soxhlet, neraca analitik, hot plate, corong pisah, dan alat penentuan titik leleh.

2.3 Prosedur Eksperimental

2.3.1 Preparasi Sampel

Daun teh hijau (*Camellia sinensis*) dikeringkan dalam oven bersirkulasi (Memmert UN55) pada 60°C selama 48 jam hingga kadar air $<5\%$ (AOAC 934.06). Pengeringan terkontrol ini mencegah denaturasi senyawa bioaktif. Sampel kemudian dihaluskan menggunakan grinder stainless steel (Panasonic MK-G20NR) dengan kecepatan 20.000 rpm selama 30 detik untuk memperluas permukaan kontak. Ukuran partikel yang lebih kecil memperluas bidang kontak antara pelarut dan matriks daun, sehingga dapat meningkatkan efisiensi penarikan senyawa target pada tahap ekstraksi (Makanjuola, 2017).

2.3.2 Ekstraksi dengan Metode Soxhletasi

Sebanyak 50 g serbuk teh dibungkus kertas saring Whatman No.1 dimasukkan dalam alat soxhlet. Pelarut etanol-air (70:30 v/v) dipilih karena optimal untuk ekstraksi senyawa polar-

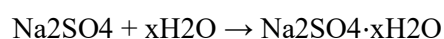
semi polar. Penambahan 5 g CaCO_3 anhidrat dilakukan bertahap setiap 2 siklus untuk mempertahankan pH 9-10 (diukur dengan pH meter Orion Star A211). Proses ekstraksi berlangsung 6 jam (15 siklus) pada suhu 78°C mengacu pada protokol ICH Q3C tentang batas residu pelarut. Metode soxhletasi dipilih karena kemampuannya mengekstraksi senyawa secara berulang melalui siklus refluks, salah satu teknik konvensional yang umum digunakan dalam isolasi senyawa dari bahan tanaman (M. Zhang et al., 2023).

2.3.3 Ekstraksi Metode Perebusan

Serbuk teh direfluks dalam 500 mL aquades dengan penambahan 10 g CaCO_3 menggunakan hotplate magnetic stirrer (IKA RH Digital). Suhu dipertahankan $90 \pm 2^\circ\text{C}$ selama 90 menit. Larutan disaring vakum melalui membran nilon $0,45 \mu\text{m}$ (Merck Millipore) untuk memisahkan partikel koloidal. Perebusan dengan pelarut air pada dasarnya merupakan bentuk ekstraksi refluks sederhana yang telah terbukti efektif menghasilkan rendemen tinggi untuk senyawa target pada berbagai bahan tanaman (Chua et al., 2016).

2.3.4 Ekstraksi Pelarut (Filtrat Metode Perebusan)

Filtrat hasil metode perebusan diekstraksi bertahap dengan 3×50 mL kloroform PA (Merck) dalam corong pisah Pyrex® untuk memisahkan kafein yang bersifat nonpolar dari senyawa polar yang masih tertinggal pada fase air. Pengocokan dilakukan selama 2 menit dengan interval degassing 30 detik untuk mencegah emulsi. Lapisan organik yang mengandung kafein dikumpulkan dan ditambahkan 5 g Na_2SO_4 anhidrat (Sigma-Aldrich) untuk dehidrasi, sesuai reaksi:



2.3.5 Kristalisasi dan Rekrystalisasi

Ekstrak etanol-air hasil soxhletasi dan lapisan kloroform hasil ekstraksi pelarut metode perebusan masing-masing diuapkan menggunakan rotary evaporator (Buchi R-300) pada 40°C tekanan 150 mbar. Residu dilarutkan dalam 10 mL etanol panas (78°C) kemudian didinginkan bertahap: 4°C selama 2 jam lalu -20°C 1 jam (metode seeding menurut USP <911>; F. Zhang et al., 2021). Kristal disaring

melalui kertas Whatman No.42 dan direkristalisasi dengan sistem pelarut etanol:n-heksana (1:3).

2.3.6 Analisis Produk

Titik leleh diukur dengan alat Elektrothermal 9100 (heating rate 1°C/menit) mengikuti protokol DSC Farmakope Indonesia Edisi VI. Rendemen dihitung menggunakan persamaan:

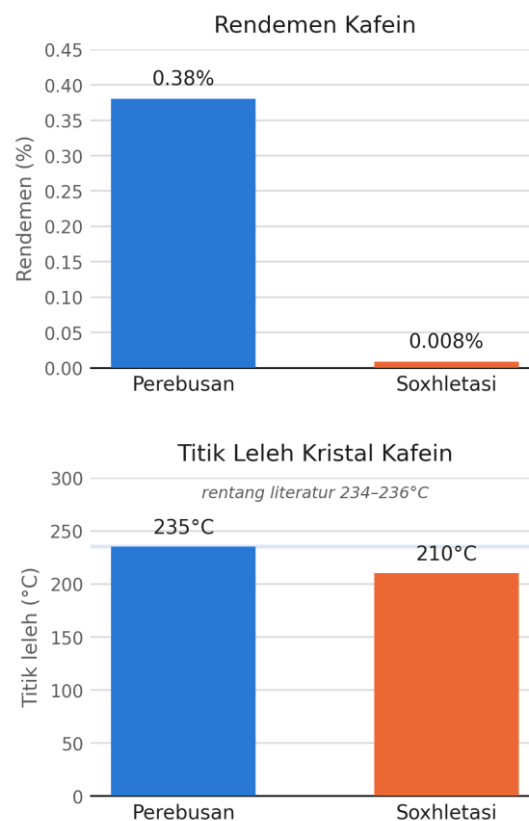
$$\text{Rendemen (\%)} = (\text{Massa kristal} / \text{Massa sampel kering}) \times 100\%$$

3. HASIL

Tabel 1. Perbandingan Hasil Isolasi Kafein dari Daun Teh Menggunakan Metode Perebusan dan Soxhletasi

Parameter	Metode Perebusan	Metode Soxhletasi
Rendemen Kafein (%)	0,38	0,008
Titik Leleh (°C)	235	210
Warna Kristal Kafein	Putih kehijauan	Orange kecoklatan

Berdasarkan Tabel 1, metode perebusan menunjukkan keunggulan yang jelas dibandingkan metode soxhletasi dalam mengisolasi kafein dari daun teh. Rendemen kafein pada metode perebusan mencapai 0,38%, jauh lebih tinggi dibandingkan metode soxhletasi yang hanya menghasilkan 0,008%. Titik leleh kristal kafein hasil perebusan tercatat pada 235°C, mendekati rentang titik leleh kafein murni menurut literatur (234–236°C; Hariyadi et al., 2026), sedangkan kristal hasil soxhletasi meleleh pada suhu yang jauh lebih rendah, yaitu 210°C. Pola ini konsisten menunjukkan bahwa metode perebusan tidak hanya menghasilkan rendemen yang lebih besar, tetapi juga kafein dengan tingkat kemurnian yang lebih tinggi dalam kondisi eksperimen ini.



Gambar 1. Perbandingan rendemen dan titik leleh kristal kafein antara metode perebusan dan soxhletasi. Pita biru muda menandai rentang titik leleh kafein murni menurut literatur (234–236°C; Hariyadi et al., 2026).

4. PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode perebusan menghasilkan rendemen kafein yang jauh lebih tinggi dibandingkan metode soxhletasi, yaitu 0,38% berbanding 0,008%. Panas air mendidih menarik kafein keluar dari matriks daun teh secara cepat, sehingga senyawa target hanya terpapar kondisi panas dalam waktu relatif singkat, yaitu 90 menit, sebelum segera dipisahkan melalui ekstraksi pelarut. Analisis titik leleh memperkuat gambaran ini. Kristal kafein hasil perebusan meleleh pada 235°C, mendekati nilai literatur untuk kafein murni (234–236°C; Hariyadi et al., 2026), sedangkan kristal hasil soxhletasi meleleh jauh lebih rendah, yaitu 210°C. Campuran pelarut etanol-air (70:30 v/v) yang dipakai pada tahap soxhletasi memiliki polaritas yang lebih tinggi dibandingkan etanol murni, sehingga berpotensi ikut menarik senyawa polar lain dari daun teh, bukan hanya kafein (Atwi-Ghaddar et al., 2023). Senyawa tambahan ini kemungkinan ikut terbawa hingga

tahap kristalisasi dan menurunkan ketajaman titik leleh kristal akhir. Pada metode perebusan, tahap ekstraksi pelarut dengan kloroform (bagian 2.3.4) memanfaatkan sifat nonpolar kafein untuk memisahkannya dari senyawa polar yang tersisa pada fase air, sehingga kristal yang terbentuk relatif lebih murni.

Durasi ekstraksi yang lebih singkat pada metode perebusan turut berperan menjaga rendemen kafein yang diperoleh. Kafein tergolong senyawa yang peka terhadap panas, sehingga waktu kontak dengan sumber panas menjadi salah satu parameter penting yang memengaruhi jumlah dan kualitas senyawa yang berhasil diekstraksi (Vandeponseele et al., 2021). Pada metode soxhletasi, siklus refluks yang berulang selama 6 jam memperpanjang waktu paparan panas terhadap sampel, yang berpotensi menurunkan rendemen akibat sebagian senyawa target ikut terdegradasi.

Durasi ekstraksi soxhletasi pada penelitian ini berlangsung selama 6 jam, setara dengan 15 siklus, melebihi rekomendasi umum sebanyak 4–5 siklus untuk ekstraksi senyawa dari matriks tanaman. Paparan panas yang berkepanjangan pada suhu didih pelarut selama siklus refluks yang berulang berisiko memicu degradasi sebagian kafein, mengingat kafein tergolong senyawa yang tidak sepenuhnya stabil terhadap pemanasan berlebihan (Grzelczyk et al., 2022). Selisih rendemen yang besar antara kedua metode kemungkinan juga dipengaruhi oleh faktor teknis, seperti kehilangan sebagian kristal saat penyaringan dan pemindahan sampel, yang lebih mungkin terjadi pada prosedur soxhletasi karena jumlah tahapan manualnya lebih banyak dibandingkan metode perebusan.

Temuan ini menunjukkan bahwa metode perebusan lebih unggul dalam hal rendemen maupun kemurnian kafein pada kondisi eksperimen ini, tanpa mengesampingkan peran penting pemilihan pelarut dan durasi ekstraksi dalam menentukan hasil akhir. Hasil penelitian ini dapat menjadi masukan bagi pengembangan metode isolasi kafein yang lebih efisien untuk aplikasi di industri makanan, minuman, dan farmasi, terutama pada skala yang mempertimbangkan waktu proses dan biaya pelarut.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengisolasi dan memurnikan kafein dari daun teh menggunakan metode perebusan dan soxhletasi. Metode perebusan terbukti lebih unggul, menghasilkan rendemen kafein yang lebih tinggi (0,38%) dengan kemurnian yang lebih baik, ditunjukkan oleh titik leleh 235°C yang mendekati nilai literatur untuk kafein murni (234–236°C; Hariyadi et al., 2026). Metode soxhletasi menghasilkan rendemen yang jauh lebih rendah (0,008%) dan kemurnian yang belum optimal, namun prosedurnya masih berpeluang disempurnakan, misalnya dengan mempersingkat durasi siklus refluks atau menyesuaikan komposisi pelarut. Hasil penelitian ini memberikan gambaran awal yang berguna bagi pengembangan teknik isolasi kafein yang lebih efisien untuk aplikasi di industri makanan, minuman, dan farmasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abriyani, E., Putri, N. S., Rosidah, R. S. N., & Ismanita, S. S. (2022). Analisis kafein menggunakan metode UV-Vis: Tinjauan literatur. *Jurnal Pendidikan dan Konseling (JPDK)*, 4(6), 12732–12739. <https://doi.org/10.31004/jpdk.v4i6.10610>
- Aprilia, F. R., Ayuliansari, Y., Putri, T., Azis, M. Y., Camelina, W. D., & Putra, M. R. (2018). Analisis kandungan kafein dalam kopi tradisional Gayo dan kopi Lombok menggunakan HPLC dan spektrofotometri UV/Vis. *BIOTIKA Jurnal Ilmiah Biologi*, 16(2), 40–44. <https://doi.org/10.24198/bjib.v16i2.19829>
- Atwi-Ghaddar, S., Zerwette, L., Destandau, E., & Lesellier, E. (2023). Supercritical fluid extraction (SFE) of polar compounds from *Camellia sinensis* leaves: Use of ethanol/water as a green polarity modifier. *Molecules*, 28(14), 5485. <https://doi.org/10.3390/molecules28145485>
- Chacko, S. M., Thambi, P. T., Kuttan, R., & Nishigaki, I. (2010). Beneficial effects of green tea: A literature review. *Chinese Medicine*, 5, Article 13. <https://doi.org/10.1186/1749-8546-5-13>
- Chua, L. S., Latiff, N. A., & Mohamad, M. (2016). Reflux extraction and cleanup process by column chromatography for

- high yield of andrographolide enriched extract. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 3(2), 64–70.
<https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2016.01.004>
- Grzelczyk, J., Fiurasek, P., Kakkar, A., & Budryn, G. (2022). Evaluation of the thermal stability of bioactive compounds in coffee beans and their fractions modified in the roasting process. *Food Chemistry*, 387, 132888.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132888>
- Hariyadi, T., Permanasari, A. R., Ridwan, I., Soeswanto, B., Taufiqurohim, T., Leoanggraini, U., Hidayati, F., Sedjati, R. N. C., & Hulupi, M. (2026). Characterization of caffeine crystals obtained from the extraction process of green robusta coffee beans. *Jurnal Rekayasa Proses*, 20(1), 12–19.
<https://doi.org/10.22146/jrekpros.24765>
- Makanjuola, S. A. (2017). Influence of particle size and extraction solvent on antioxidant properties of extracts of tea, ginger, and tea-ginger blend. *Food Science & Nutrition*, 5(6), 1179–1185.
<https://doi.org/10.1002/fsn3.509>
- Vandeponsele, A., Draye, M., Piot, C., & Chatel, G. (2021). Study of influential parameters of the caffeine extraction from spent coffee grounds: From brewing coffee method to the waste treatment conditions. *Clean Technologies*, 3(2), 335–350.
<https://doi.org/10.3390/cleantechnol3020019>
- Wachamo, H. L. (2017). Review on health benefit and risk of coffee consumption. *Medicinal & Aromatic Plants*, 6(4), Article 1000301.
<https://doi.org/10.4172/2167-0412.1000301>
- Xing, L., Zhang, H., Qi, R., Tsao, R., & Mine, Y. (2019). Recent advances in the understanding of the health benefits and molecular mechanisms associated with green tea polyphenols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(4), 1029–1043.
<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b06146>
- Zhang, F., Shan, B., Wang, Y., Zhu, Z., Yu, Z.-Q., & Ma, C. Y. (2021). Progress and opportunities for utilizing seeding techniques in crystallization processes. *Organic Process Research & Development*, 25(7), 1496–1511.
<https://doi.org/10.1021/acs.oprd.1c00103>
- Zhang, M., Zhao, J., Dai, X., & Li, X. (2023). Extraction and analysis of chemical compositions of natural products and plants. *Separations*, 10(12), Article 598.
<https://doi.org/10.3390/separations10120598>
- Zhang, Q.-W., Lin, L.-G., & Ye, W.-C. (2018). Techniques for extraction and isolation of natural products: A comprehensive review. *Chinese Medicine*, 13, Article 20.
<https://doi.org/10.1186/s13020-018-0177-x>