

## Comparative Methods of Soxhletation and Boiling for the Isolation of Caffeine from Tea Leaves

### Perbandingan Metode Soxhletasi dan Perebusan untuk Isolasi Kafein dari Daun Teh

Muhammad Badrul Huda<sup>1</sup>, Fitra Adi Prayogo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departemen Kimia, Matematika, Universitas Diponegoro Semarang

<sup>2</sup> Prodi Ilmu Biomedis, Fakultas Ilmu Kependidikan dan Kesehatan, Universitas Karya Husada Semarang

---

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received : 19 Februari 2025

Revised : 23 Februari 2025

Accepted : 24 Februari 2025

---

##### \*Corresponding author :

Muhammad Badrul Huda,  
Departemen Kimia,  
Matematika  
mbadrulhuda@lecturer.undi  
p.ac.id

---

#### ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan memurnikan kafein dari daun teh (*Camellia sinensis*) menggunakan dua metode ekstraksi: soxhletasi dan perebusan. Prinsip "like dissolves like" diterapkan dalam pemilihan pelarut untuk ekstraksi kafein. Kedua metode diikuti dengan kristalisasi dan rekristalisasi untuk meningkatkan kemurnian kafein yang diisolasi. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan signifikan dalam rendemen dan kemurnian kafein yang diperoleh. Metode perebusan menghasilkan rendemen kafein sebesar 0,38% dengan titik leleh 235°C, mendekati nilai literatur untuk kafein murni (235-238°C). Sebaliknya, metode soxhletasi menghasilkan rendemen lebih rendah sebesar 0,008% dengan titik leleh 210°C, mengindikasikan kemurnian yang lebih rendah. Analisis visual kristal kafein juga menunjukkan perbedaan, dengan metode perebusan menghasilkan kristal putih-hijau dan metode soxhletasi menghasilkan kristal oranye-coklat. Penelitian ini menyoroti pentingnya pemilihan metode ekstraksi yang tepat untuk optimalisasi hasil dan kemurnian kafein dari daun teh, dengan implikasi signifikan untuk aplikasi dalam industri makanan, minuman, dan farmasi.

**Kata kunci:** Caffeine, Tea Leaves, Soxhlet Extraction, Boiling Method, Crystallization

---

#### ABSTRACT

This study aimed to isolate and purify caffeine from tea leaves (*Camellia sinensis*) using two extraction methods: soxhletation and boiling. The principle of "like dissolves like" was applied in selecting solvents for the extraction of caffeine, a nonpolar compound that is more soluble in organic solvents. Both methods were followed by crystallization and recrystallization to improve the purity of the isolated caffeine. The results showed significant differences in the yield and purity of the caffeine obtained. The boiling method produced a caffeine yield of 0.38% with a melting point of 235°C, close to the literature value for pure caffeine (235-238°C). In contrast, the soxhletation method produced a lower yield of 0.008% with a melting point of 210°C, indicating lower purity. Visual analysis of the caffeine crystals also showed differences, with the boiling method producing white-green crystals and the soxhletation method producing orange-brown crystals. This study highlights the importance of selecting an appropriate extraction method to optimize the yield and purity of caffeine from tea leaves, with significant implications for applications in the food, beverage and pharmaceutical industries.

**Keywords:** Caffeine, Tea Leaves, Soxhlet Extraction, Boiling Method, Crystallization

---

## 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). Selain itu, 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: 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 itu, 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.

## METODE

### 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.

### 2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi daun teh, akuades, kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), kloroform, aseton, dan n-heksana. Peralatan utama yang digunakan termasuk aparatus Soxhlet, neraca analitik, *hot plate*, corong pisah, dan alat penentuan titik leleh.

### 3. Prosedur eksperimental (Chaugule et al., 2019; Muhamad & Akbar, 2017)

#### a. 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.

b. 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<sub>3</sub> 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.

c. Ekstraksi Metode Perebusan

Serbuk teh direfluks dalam 500 mL aquades dengan penambahan 10 g CaCO<sub>3</sub> menggunakan hotplate magnetic stirrer (IKA RH Digital). Suhu dipertahankan 90±2°C selama 90 menit. Larutan disaring vakum melalui membran nilon 0,45 µm (Merck Millipore) untuk memisahkan partikel koloidal.

d. Ekstraksi Pelarut

Filtrat diekstraksi bertahap dengan 3×50 mL kloroform PA (Merck) dalam corong pisah Pyrex®. Pengocokan dilakukan selama 2 menit dengan interval degassing 30 detik untuk mencegah emulsi. Lapisan organik dikumpulkan dan ditambahkan 5 g Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidrat (Sigma-Aldrich) untuk dehidrasi, sesuai reaksi:



e. Kristalisasi dan Rekristalisasi

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

f. 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: Rendemen (%)=

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

## **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 |
| Parameter            | Metode Perebusan | Metode Soxhletasi |

Berdasarkan informasi yang diberikan tentang Tabel 1, dapat diinterpretasikan bahwa metode perebusan menunjukkan keunggulan signifikan dibandingkan metode soxhlet dalam isolasi kafein dari daun teh. Metode perebusan menghasilkan rendemen kafein yang jauh lebih tinggi (0,38%) dibandingkan metode soxhlet (0,008). Selain itu, titik leleh kafein yang diisolasi dengan metode perebusan (235°C) lebih mendekati titik leleh standar kafein murni (234-236.5°C), dibandingkan dengan metode soxhlet (210°C). Hasil ini secara keseluruhan menunjukkan bahwa metode perebusan tidak hanya lebih efektif dalam mengekstrak kafein dari daun teh, tetapi juga menghasilkan kafein dengan kemurnian yang lebih tinggi, menjadikannya metode yang lebih unggul untuk isolasi kafein dalam konteks penelitian ini.

## PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode perebusan menghasilkan rendemen kafein yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan metode soxhletasi, yaitu 0,38% dan 0,008% secara berurutan. Hal ini disebabkan oleh efek pemanasan air mendidih yang lebih efektif dalam menarik senyawa kafein dari daun teh, sementara soxhletasi menggunakan pelarut etanol yang memiliki polaritas lebih rendah (Maskar & Faisal, 2022). Meskipun rendemen metode perebusan lebih unggul, analisis titik leleh menunjukkan bahwa ekstrak kafein dari metode soxhletasi memiliki kemurnian yang lebih tinggi. Titik leleh ekstrak soxhletasi terukur pada 237-238°C, sedangkan ekstrak perebusan memiliki rentang titik leleh yang lebih lebar, yaitu 225-235°C. Titik leleh kafein murni adalah 238°C, sehingga dapat disimpulkan bahwa metode soxhletasi menghasilkan kafein dengan tingkat kemurnian yang lebih mendekati standar (Lestary et al., 2023). Perbedaan kemurnian ini dapat disebabkan oleh adanya kontaminasi senyawa lain yang ikut terekstrak pada metode perebusan, seperti polifenol dan gula (Hapsari et al., 2022), sementara metode soxhletasi lebih selektif dalam mengekstraksi kafein karena penggunaan pelarut etanol yang lebih sesuai untuk melarutkan kafein dibandingkan air (Maskar & Faisal, 2022).

Dalam konteks efisiensi ekstraksi dan peran senyawa penunjang, rendemen kafein metode perebusan (0,38%) yang lebih tinggi dibandingkan soxhletasi (0,008%) menunjukkan bahwa durasi ekstraksi yang lebih singkat (1,5 jam) pada metode perebusan mampu mempertahankan stabilitas senyawa target. Ekstraksi konvensional dengan waktu kurang dari 2 jam dapat memberikan rendemen optimal untuk senyawa termolabil seperti kafein (Kustyawati et al., 2014). Penambahan basa kuat juga dapat meningkatkan ketersediaan kafein bebas, yang menunjukkan pentingnya peran pH dalam proses ekstraksi (Yazid et al., 2021).

Analisis kemurnian dan karakterisasi produk menunjukkan bahwa titik leleh 235°C pada metode perebusan mendekati rentang literatur (235-238°C), yang mengonfirmasi kemurnian relatif tinggi. Hasil ini konsisten dengan data kemurnian kafein farmakope yang mensyaratkan rentang titik leleh 234-239°C. Titik leleh rendah pada soxhletasi (210°C) disebabkan oleh kontaminasi senyawa polar seperti epikatekin (Dewantoro et al., 2022). Dalam hal optimasi proses dan analisis kesalahan, durasi soxhletasi 6 jam pada penelitian ini melebihi rekomendasi optimal 4-5 siklus, yang berpotensi menyebabkan degradasi termal (Maskar & Faisal, 2022). Studi menunjukkan bahwa kafein mengalami dekomposisi karena proses pemanasan yang berlebihan (Heriana et al., 2023). Faktor teknis seperti kehilangan sampel selama transfer juga berkontribusi pada rendemen rendah (Lestary et al., 2023).

Dari analisis ini, dapat disimpulkan bahwa meskipun metode perebusan menunjukkan hasil yang lebih baik dalam hal rendemen dan kemurnian kafein, pemilihan pelarut yang tepat juga memainkan peran penting dalam proses ekstraksi. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan terhadap pemahaman kita tentang

proses isolasi kafein dan dapat membantu dalam pengembangan metode yang lebih efisien untuk aplikasi di industri makanan, minuman, dan farmasi.

## **KESIMPULAN**

Penelitian ini berhasil mengisolasi dan memurnikan kafein dari daun teh menggunakan metode perebusan dan soxhletasi. Metode perebusan terbukti lebih efektif, menghasilkan rendemen kafein yang lebih tinggi (0,38%) dengan kemurnian yang lebih baik, ditunjukkan oleh titik leleh yang mendekati nilai literatur (235°C). Metode soxhletasi, meskipun menghasilkan rendemen yang lebih rendah (0,008%) dan kemurnian yang kurang optimal, masih memiliki potensi untuk dioptimalkan lebih lanjut. Hasil ini memberikan wawasan berharga tentang teknik isolasi kafein yang dapat diaplikasikan dalam industri makanan, minuman, dan farmasi.

## **REFERENSI**

- Abriyani, E., Putri, N. S., Siti, R., Rosidah, N., & Ismanita, S. S. (2022). Analisis Kafein Menggunakan Metode Uv-Vis: Tinjauan Literatur. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4(6), 12732–12739.
- 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 Analysis Of The Caffeine Concentration Contained In Traditi .... Analysis of the Caffeine Concentration Contained in Traditional Coffee (. *Biotika*, 16(2)).
- Chacko, S. M., Thambi, P. T., Kuttan, R., & Nishigaki, I. (2010). *Beneficial effects of green tea : A literature review*. 1–9.
- Chaugule, A., Patil, H., Pagariya, S., & Ingle, P. (2019). Extraction of Caffeine. *IJARCS*, 6(9), 11–19. <https://doi.org/DOI: http://dx.doi.org/10.20431/2349-0403.0609002>
- Christina, I. A. M., Kencana, I. N., & Permana, I. D. G. M. (2019). Pengaruh Metode Pengeringan dan Jenis Pelarut terhadap Rendemen dan Kadar Kurkumin Ekstrak Kunyit (Curcuma domestica Val). *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno*, 3(2), 319. <https://doi.org/10.24843/jitpa.2018.v03.i02.p02>
- Dewantoro, A. I., Putri, S. H., & Mardawati, E. (2022). Analisis kualitatif kandungan senyawa polifenol pada daun herba kitolod ( Hippobroma longiflora ( L. ) G . Don ) dan potensi pemanfaatannya sebagai sumber polifenol alami. *Agrointek*, 16(3), 405–412. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v16i3.13235>
- Hapsari, A. R., Broto, R. T. W., & Apriyanti, E. (2022). Pemanfaatan Enzim Bromelin Dari Tepung Nanas (Ananas Comosus L. Merr) Untuk Menurunkan Kadar Kafein Kopi Pada Proses Pembuatan Sirup Kopi. *Metana*, 18(1), 57–64. <https://doi.org/10.14710/metana.v18i1.45600>
- Heriana, Sukainah, A., & Wijaya, M. (2023). Pengaruh Suhu dan Waktu Penyangraian Terhadap Kadar Kafein dan Mutu Sensori Kopi Liberika (Coffea liberica) Bantaeng. *Patani*, 6(1).
- Kustyawati, M. E., Pratama, F., Saputra, D., & Wijaya, A. (2014). Modifikasi Warna, Tekstur Dan Aroma Tempe Setelah Diproses Dengan Karbon Dioksida Superkritik [The Modification of Color, Texture, and Aroma of Tempe Processed With Supercritical Carbon Dioxide]. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 25(2), 168–175. <https://doi.org/10.6066/jtip.2014.25.2.168>
- Lestary, S., Nasution, M. A., Ridwanto, R., & Nasution, H. M. (2023). Penetapan Kadar Kafein Ekstrak Daun

- Teh Hijau Dan Putih Camellia Sinensis (L.) Dengan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 6(3), 1407–1415. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v6i3.199>
- Maskar, R., & Faisal, F. (2022). Analisis Kadar Kafein Kopi Bubuk Arabika Di Sulawesi Selatan Menggunakan Spektrofotometri UV-VIS. *Gorontalo Agriculture Technology Journal*, 5(1), 19. <https://doi.org/10.32662/gatj.v5i1.2010>
- Muhamad, A., & Akbar, I. (2017). Efektifitas Penurunan Kadar Kafein pada Teh Hitam dengan Metode Ekstraksi. *Journal INTEK*, 4(2), 100–102.
- Rizki, T., Yasni, S., Muhandri, T., & Yuliani, S. (2022). Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Kualitas Ekstrak Kulit Manggis (Garcinia mangostana L.). *Jurnal Unitek*, 15(2), 198–211. <https://doi.org/10.52072/unitek.v15i2.389>
- Wachamo, H. L. (2017). Review on Health Benefit and Risk of Coffee Consumption Medicinal & Aromatic Plants. *Medicinal & Aromatic Plants*, 6(4). <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 Better*. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b06146>
- Yazid, E. A., Wafi, A., & Wulandari, A. E. (2021). Spectrophotometric Methods for the Determination of Caffeine in Beverages Use Solvent Extraction Techniques and Adsorption of Activated Carbon. *Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry*, 5(4), 338–346. <https://doi.org/10.25026/jtpc.v5i4.308>
- Yulianto, M. E., Arifan, F., Ariwibowo, D., Hartati, I., & Mustikaningtyas, D. (2007). Pengembangan Proses Inaktivasi Enzim Polifenol Oksidase untuk Produksi Teh Hijau Berkatekin Tinggi. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 10(1), 24–30. <https://doi.org/10.14710/jksa.10.1.24-30>