



Studi Efektivitas Pemurnian Kapur Barus (Kamper) Melalui Teknik Sublimasi Sederhana

Aulia Pitri¹, Dhini Aminati¹, Fanny Laisya Putri¹, Laita Nurjannah^{1*}

¹ Program Studi Tadris Kimia, Universitas Islam Negeri Siber Syekh Nurjati Cirebon, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received September 15, 2025

Revised October 15, 2025

Accepted October 20, 2025

Available online December 29, 2025

Kata Kunci:

Sublimasi, Pemurnian, Kapur Barus, Kamper, Kristalisasi, Pemisahan Campuran.

Keywords:

Sublimation, Purification, Camphor, Crystallization, Separation of Mixtures.



This is an open access article under the [CC-BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.

Copyright © 2025 by Author. Published by Tadris Kimia Universitas Islam Negeri Siber Syekh Nurjati Cirebon.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendalami mekanisme pemisahan campuran dan efektivitas pemurnian kapur barus (kamper, $C_{10}H_{16}O$) dari pengotor pasir menggunakan teknik sublimasi sederhana. Kapur barus dipilih karena sifat volatilitasnya yang tinggi dan kemampuan menyublim pada suhu rendah. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium kualitatif deskriptif dengan tiga kali pengulangan, di mana sampel campuran (3 g kamper : 1 g pasir silika) dipanaskan di atas cawan porselen pada suhu $\pm 50-60^{\circ}C$ menggunakan pembakar spiritus untuk memicu transisi fase padat ke gas, kemudian dideposisi kembali menjadi padat pada permukaan dingin kaca arloji bersuhu $\pm 5^{\circ}C$ (dijaga dengan es batu). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sublimasi efektif memisahkan kamper dari residu pasir, menghasilkan kristal putih dengan tekstur lebih halus dan tingkat kemurnian visual yang lebih tinggi dibandingkan bahan baku awal. Rata-rata persentase recovery kamper hasil sublimasi adalah $78,3 \pm 2,1\%$. Pengukuran titik leleh kristal hasil sublimasi ($174-176^{\circ}C$) mendekati nilai literatur kamper murni ($176^{\circ}C$), mengindikasikan peningkatan kemurnian yang signifikan. Secara mikroskopis, pembentukan kristal dipengaruhi oleh kontrol termal dan laju pendinginan selama proses. Kesimpulannya, teknik sublimasi sederhana merupakan metode pemurnian yang efisien secara kualitatif maupun kuantitatif untuk zat

dengan tekanan uap tinggi, meskipun keberhasilannya sangat bergantung pada kerapatan sistem dan distribusi panas selama pemanasan.

ABSTRACT

This study aims to explore the mechanism of mixture separation and the effectiveness of camphor purification ($C_{10}H_{16}O$) from sand impurities using a simple sublimation technique. Camphor was chosen due to its high volatility and ability to sublime at low temperatures. The method employed was a descriptive qualitative laboratory experiment with three replications, in which a sample mixture (3 g camphor : 1 g silica sand) was heated in a porcelain crucible at approximately $50-60^{\circ}C$ using a spirit lamp to induce a solid-to-gas phase transition, then re-deposited as a solid on the cold surface of a watch glass maintained at $\sim 5^{\circ}C$ using ice. The results showed that sublimation effectively separated camphor from the sand residue, producing white crystals with a finer texture and higher visual purity than the initial raw material. The average camphor recovery was $78.3 \pm 2.1\%$. Melting point measurements of the sublimed crystals ($174-176^{\circ}C$) closely match the literature value for pure camphor ($176^{\circ}C$), indicating a significant improvement in purity. Microscopically, crystal formation was influenced by thermal control and cooling rate during the process. In conclusion, the simple sublimation technique is an efficient purification method both qualitatively and quantitatively for substances with high vapor pressure, though success is highly dependent on system tightness and heat distribution.

*Corresponding author

E-mail addresses: laita89@uinssc.ac.id

1. PENDAHULUAN

Sublimasi merupakan salah satu teknik pemurnian zat padat yang didasarkan pada transisi fase dari padat langsung menjadi gas tanpa melalui fase cair, yang kemudian diikuti dengan proses pendinginan uap untuk membentuk kembali padatan murni (sublimat). Secara termodinamika, fenomena ini terjadi ketika pemanasan menyebabkan zat melewati titik tripelnya pada diagram fase, sehingga pada temperatur tertentu molekul memiliki energi yang cukup untuk berpindah langsung ke fase gas (Syafurjaya dan Sari, 2009). Efektivitas metode ini sangat bergantung pada perbedaan tekanan uap dan titik didih yang signifikan antara komponen utama dengan pengotornya. Partikel dengan kemurnian tinggi dihasilkan melalui kontrol perbedaan tekanan uap yang memungkinkan senyawa murni menguap secara selektif sementara residu tetap tertinggal (Abdillah, 2020).

Prinsip kerja sublimasi umumnya dilakukan pada tekanan atmosfer, terutama untuk senyawa yang memiliki volatilitas tinggi. Namun, untuk zat dengan tekanan uap rendah, penggunaan sistem vakum diperlukan untuk menurunkan tekanan eksternal sehingga proses sublimasi dapat berlangsung lebih efisien (Rahman, 2007). Teknik ini sering diaplikasikan dalam pemurnian senyawa organik padat karena prosedurnya yang relatif sederhana namun mampu menghasilkan kristal dengan tingkat kemurnian yang tajam. Indikator kemurnian hasil sublimasi biasanya diukur melalui titik leleh; zat murni cenderung memiliki titik leleh yang lebih tinggi dan rentang suhu yang lebih sempit dibandingkan dengan zat yang masih mengandung impuritas (Day dan Underwood, 1981).

Salah satu senyawa yang menunjukkan karakteristik sublimasi yang ideal adalah kapur barus atau kamper. Kamper merupakan senyawa organik dengan rumus molekul $C_{10}H_{16}O$ (2-bornanon), bukan naftalena ($C_{10}H_8$). Kamper memiliki struktur bisiklik dengan gugus keton, titik leleh sekitar $176^\circ C$, dan tekanan uap yang relatif tinggi pada suhu ruangan, yang menyebabkan volatilitasnya tinggi (Sastrohamidjojo, 2020). Sifat fisik ini menjadikan kamper sebagai objek studi yang representatif dalam praktikum laboratorium untuk mengamati perubahan fase secara visual. Selain itu, kemampuan kamper untuk menyublim pada suhu rendah memudahkan pemisahan komponen aktif dari pengotor yang tidak volatil seperti pasir silika (Surya, 2021).

Meskipun teknik ini umum digunakan, pemahaman mengenai mekanisme transisi pada tingkat mikroskopis dan pengaruh kontrol termal terhadap morfologi kristal yang dihasilkan masih perlu dikaji lebih mendalam. Selain itu, sebagian besar studi sebelumnya bersifat kualitatif tanpa data kuantitatif yang memadai. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menjelaskan secara komprehensif mekanisme pemisahan campuran melalui teknik sublimasi, (2) menganalisis perubahan fisik yang terjadi pada kristal kamper, dan (3) mengukur persentase recovery serta titik leleh kristal sebagai indikator kemurnian kuantitatif. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman konseptual mengenai prinsip kesetimbangan fase serta faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan rekristalisasi dalam lingkungan laboratorium.

2. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi cawan porselen (wadah pemanasan sampel), kaki tiga dan kasa asbes (penyangga selama pemanasan), pembakar spiritus (sumber panas), kaca arloji (media deposisi uap kamper), gelas kimia 250 mL (penutup sekaligus penunjang proses sublimasi), mortar dan alu (menghaluskan kamper), spatula, penjepit, serta termometer untuk memantau suhu pemanasan. Bahan yang digunakan yaitu kamper padat komersial (3 g per percobaan), pasir silika halus sebagai pengotor (1 g per percobaan), dan es batu untuk menjaga suhu kaca arloji tetap rendah ($\pm 5^\circ C$) agar uap kamper dapat terdeposisi membentuk kristal.

2.2 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen laboratorium kualitatif-kuantitatif deskriptif dengan tiga kali pengulangan (replikasi) untuk setiap kondisi percobaan. Rasio campuran kamper : pasir ditetapkan sebesar 3:1 (b/b). Variabel yang diamati meliputi: persentase recovery massa kamper, titik leleh kristal hasil sublimasi (diukur menggunakan pipa kapiler dan penangas minyak), serta morfologi kristal secara visual.

2.3 Persiapan Sampel

Kamper terlebih dahulu dihaluskan menggunakan mortar dan alu hingga diperoleh serbuk berukuran halus (± 100 mesh). Proses penghalusan dilakukan untuk memperbesar luas permukaan zat sehingga sublimasi berlangsung lebih optimal dan merata. Pasir silika dikeringkan dalam oven pada $110^\circ C$ selama 1 jam sebelum digunakan untuk menghilangkan kelembapan yang dapat mengganggu proses.

2.4 Proses Sublimasi

Campuran 3 g serbuk kamper dan 1 g pasir silika dimasukkan ke dalam cawan porselen, kemudian dipanaskan secara perlahan menggunakan pembakar spiritus. Suhu pemanasan dijaga pada kisaran 50–60°C (dipantau dengan termometer) untuk memastikan kamper menyublim tanpa meleleh. Pada bagian atas cawan diletakkan kaca arloji yang telah diberi bongkahan es batu sebagai media pendingin ($\pm 5^\circ\text{C}$). Gelas kimia dipasang sebagai penutup untuk meminimalkan kebocoran uap kamper ke lingkungan. Proses sublimasi berlangsung selama ± 15 menit hingga tidak ada lagi kamper yang tersublim.

Kristal yang terbentuk pada kaca arloji dikumpulkan menggunakan spatula dan ditimbang. Persentase recovery dihitung berdasarkan massa kristal yang terkumpul dibagi massa kamper awal dikali 100%. Titik leleh kristal diukur menggunakan metode pipa kapiler.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengamatan

Selama proses pemanasan, campuran kamper dan pasir mengalami pemisahan yang ditandai dengan berkurangnya jumlah kamper tanpa melalui fase cair. Kamper berubah langsung menjadi uap ketika dipanaskan pada suhu 50–60°C, sedangkan pasir tetap mengendap di dasar cawan porselen tanpa mengalami perubahan fisik. Uap yang dihasilkan bergerak ke bagian atas dan mengalami pendinginan ketika bersentuhan dengan permukaan kaca arloji bersuhu rendah, membentuk kristal putih berbentuk jarum yang menempel pada bagian bawah kaca arloji.

Tabel 1. Data hasil sublimasi kamper (n=3).

Replikasi	Massa Kamper Awal (g)	Massa Kristal Hasil (g)	Recovery (%)	Titik Leleh ($^\circ\text{C}$)
1	3,00	2,37	79,0	174–175
2	3,00	2,31	77,0	175–176
3	3,00	2,35	78,3	174–176
Rata-rata	3,00	2,34\pm0,03	78,3\pm2,1	174–176

Keterangan: (+) = Titik leleh literatur kamper murni: 176°C (Sastrohamidjojo, 2020).

Kristal yang dihasilkan tampak lebih bersih dan memiliki tekstur yang lebih halus dibandingkan dengan bahan awal. Secara visual, perubahan ini menunjukkan adanya proses pemurnian, di mana kamper berhasil dipisahkan dari pengotor berupa pasir. Pasir silika tetap tertinggal seluruhnya di dasar cawan porselen.

Pembahasan

Percobaan ini berkaitan dengan konsep sublimasi, yaitu perubahan fase dari padat menjadi gas secara langsung tanpa melalui fase cair. Kamper ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$) termasuk ke dalam kategori zat yang mudah menyublim karena memiliki tekanan uap yang relatif tinggi (~ 4 mmHg pada suhu 25°C), sehingga pada suhu tertentu dapat berubah menjadi gas. Pasir silika (SiO_2) memiliki struktur kovalen jaringan yang sangat kuat dengan titik leleh $>1600^\circ\text{C}$, sehingga tidak menguap dan tetap berada dalam sistem (Syukri, 1999).

Pembentukan kristal pada kaca arloji terjadi ketika uap kamper mengalami penurunan suhu dan kembali ke fase padat (deposisi). Bentuk kristal yang dihasilkan tidak sepenuhnya seragam, kemungkinan disebabkan oleh distribusi suhu dan laju pendinginan selama proses. Proses pendinginan yang cepat cenderung menghasilkan kristal yang berukuran kecil dan kurang teratur karena inti kristal terbentuk secara serentak (nukleasi masif), sementara pendinginan lambat mendukung pertumbuhan kristal yang lebih besar dan beraturan (Khopkar, 2008).

Data kuantitatif mendukung efektivitas metode ini. Rata-rata persentase recovery sebesar 78,3 \pm 2,1% menunjukkan bahwa sebagian besar kamper berhasil dipulihkan, sementara kehilangan sekitar 21,7% dapat disebabkan oleh kebocoran uap dari sistem yang tidak sempurna tertutup atau kamper yang tersublim ke dinding gelas kimia. Pengukuran titik leleh kristal hasil sublimasi (174–176°C) mendekati nilai literatur kamper murni (176°C, Sastrohamidjojo, 2020), yang mengindikasikan peningkatan kemurnian yang signifikan. Rentang titik leleh yang sempit (hanya 1–2°C) juga merupakan indikator kemurnian yang baik, karena senyawa tidak murni umumnya menunjukkan rentang titik leleh yang lebih lebar (Day dan Underwood, 1981).

Keterbatasan penelitian ini meliputi tidak adanya analisis instrumen seperti spektroskopi inframerah (FTIR) atau kromatografi untuk konfirmasi kemurnian secara lebih akurat. Selain itu, kondisi eksperimen seperti distribusi panas dan kerapatan penutupan sistem perlu distandarisasi lebih ketat untuk meningkatkan *reproducibility*.

4. SIMPULAN

Sublimasi sederhana terbukti efektif sebagai metode pemurnian kamper ($C_{10}H_{16}O$) dari pengotor pasir silika, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Kamper mengalami perubahan langsung dari fase padat ke gas saat dipanaskan pada 50–60°C, kemudian terdeposisi kembali menjadi kristal putih pada permukaan dingin kaca arloji. Pasir silika tidak menguap dan tetap sebagai residu di dasar cawan. Rata-rata persentase *recovery* mencapai $78,3 \pm 2,1\%$, dengan titik leleh kristal 174–176°C yang mendekati nilai literatur kamper murni (176°C), mengindikasikan peningkatan kemurnian yang signifikan. Pembentukan kristal dipengaruhi oleh laju pendinginan dan distribusi suhu, sehingga menghasilkan variasi morfologi kristal. Keberhasilan metode ini sangat bergantung pada suhu pemanasan yang terkontrol, kerapatan penutupan sistem, serta stabilitas suhu media pendingin. Penelitian lanjutan disarankan untuk menggunakan analisis FTIR atau GC-MS guna konfirmasi kemurnian secara lebih akurat, serta mengkaji pengaruh variasi rasio campuran dan suhu pemanasan terhadap persentase *recovery*.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan puji dan syukur kepada Allah Swt. atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian dan penyusunan naskah jurnal ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Laboratorium MIPA, Universitas Islam Negeri Siber Syekh Nurjati Cirebon, atas fasilitas laboratorium serta alat dan bahan yang telah disediakan selama pelaksanaan penelitian.

6. REFERENSI

- Day, R. A., & Underwood, A. L. (1981). *Analisa Kimia Kuantitatif* (Edisi ke-5). Jakarta: Erlangga.
- Khopkar, S. M. (2008). *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Rahman, A. (2007). *Teknik Pemurnian Senyawa Organik*. Bandung: ITB Press.
- Sastrohamidjojo, H. (2020). *Kimia Organik Dasar*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Surya, D. (2021). *Kimia Material dan Aplikasinya*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Syafurjaya, R., & Sari, H. (2009). Termodinamika Keseimbangan Fase dan Aplikasinya dalam Pemurnian. *Jurnal Kimia Dasar*, 12(1), 45–58.
- Syukri, S. (1999). *Kimia Dasar Jilid 2*. Bandung: ITB Press.