

Representasi Matematis Fenomena Kimia Pengawetan Makanan Tradisional Nusantara Berbasis Etnosains

Anik Pujiati^{1*}, Retariandalas²

^{1,2}Pendidikan Matematika FMIPA Universitas Indraprasta PGRI Jakarta,

INFO ARTICLES

Key Words:

etnosains; pengawetan makanan; representasi matematis; kimia; makanan tradisional



This article is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Abstract: This article aims to examine chemical phenomena in the preservation of traditional Indonesian foods, develop their mathematical representations, and explain their implications for ethnoscience-based chemistry learning. This article used a literature review method with a descriptive qualitative approach. The literature was analyzed through the identification, classification, and synthesis of sources related to food preservation, food chemistry, mathematical representation, and ethnoscience. The findings show that salting, drying, fermentation, smoking, heating, and sugar addition involve chemical concepts such as osmosis, moisture content, water activity, pH, microbial activity, oxidation, protein denaturation, caramelization, and the Maillard reaction. These phenomena can be represented through calculations of mass change, drying rate, solution concentration, salt percentage, and pH change. This review concludes that traditional Indonesian food preservation can serve as a concrete, measurable, relevant, and meaningful context for chemistry learning by connecting chemical concepts with students' cultural experiences.

Abstrak: Artikel ini bertujuan mengkaji fenomena kimia dalam pengawetan makanan tradisional Nusantara, menyusun representasi matematisnya, dan menjelaskan implikasinya dalam pembelajaran kimia berbasis etnosains. Artikel ini menggunakan metode literature review dengan pendekatan deskriptif-kualitatif. Literatur dianalisis melalui identifikasi, klasifikasi, dan sintesis sumber yang relevan dengan pengawetan pangan, kimia pangan, representasi matematis, dan etnosains. Hasil kajian menunjukkan bahwa penggaraman, pengeringan, fermentasi, pengasapan, pemanasan, dan penambahan gula memuat konsep kimia seperti osmosis, kadar air, aktivitas air, pH, aktivitas mikroba, oksidasi, denaturasi protein, karamelisasi, dan reaksi Maillard. Fenomena tersebut dapat direpresentasikan melalui perhitungan perubahan massa, laju pengeringan, konsentrasi larutan, persentase garam, dan perubahan pH. Kajian ini menyimpulkan bahwa pengawetan makanan tradisional Nusantara dapat menjadi konteks pembelajaran kimia yang konkret, relevan, dan bermakna karena menghubungkan konsep kimia dengan pengalaman budaya peserta didik.

Correspondence Address: Jl. Raya Tengah No.80, RT.6/RW.1, Gedong, Kec. Pasar Rebo, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, 13760, Indonesia; e-mail: anikunindra@gmail.com

How to Cite (APA 6th Style): Anik Pujiati & Retariandalas. (2026). Representasi Matematis Fenomena Kimia Pengawetan Makanan Tradisional Nusantara Berbasis Etnosains. *Prosiding Diskusi Panel Nasional Pendidikan Matematika*, 463-474.

Copyright: Anik Pujiati & Retariandalas, (2026)

PENDAHULUAN

Pengawetan makanan tradisional Nusantara merupakan praktik budaya yang dekat dengan kehidupan masyarakat. Ikan asin, telur asin, tape, tempoyak, dendeng, ikan asap, manisan, dan rendang menunjukkan bahwa masyarakat telah lama mengolah makanan agar lebih tahan simpan. Pengawetan pangan tradisional memiliki keterkaitan langsung dengan prinsip pengendalian mutu dan keamanan pangan. Kajian (Njolke et al., 2024) menunjukkan bahwa proses pengawetan berfungsi menghambat faktor-faktor penyebab kerusakan tersebut agar pangan tetap aman dan layak dikonsumsi. (Asrate & Ali, 2025) juga menegaskan bahwa pengeringan pangan perlu dikendalikan melalui parameter seperti suhu, kadar air, laju pengeringan, waktu pengeringan, dan aliran udara agar mutu produk tetap terjaga. Dengan demikian, pengawetan makanan tradisional dapat dipahami sebagai praktik lokal yang memiliki dasar kimia dan dapat dianalisis secara terukur.

Teknik pengawetan tradisional juga memiliki hubungan langsung dengan konsep kimia yang dipelajari di sekolah. Penggaraman berkaitan dengan larutan, konsentrasi, osmosis, dan penurunan aktivitas air. Pengeringan berkaitan dengan penguapan dan perubahan massa bahan. Fermentasi berkaitan dengan perubahan pH, aktivitas mikroba, dan pembentukan senyawa hasil metabolisme. Pengasapan berkaitan dengan senyawa antimikroba dan antioksidan dalam asap. Pemanasan berkaitan dengan denaturasi protein, reaksi pencoklatan, dan penurunan jumlah mikroba. Studi pangan modern juga menempatkan penggaraman, dehidrasi, pengasapan, dan teknik sejenis sebagai bagian dari metode pengawetan yang bekerja melalui pengendalian faktor fisikakimia dan mikrobiologis (Arsyad et al., 2024).

Masalah utama dalam pembelajaran kimia ialah banyak konsep bersifat abstrak, hierarkis, dan membutuhkan kemampuan representasi yang kuat. Peserta didik sering menghadapi kesulitan pada aspek konseptual, prosedural, matematis, dan representasional ketika menyelesaikan masalah kimia (Purnomo et al., 2024). Kondisi ini menunjukkan perlunya konteks pembelajaran yang dekat dengan kehidupan peserta didik. Pengawetan makanan tradisional dapat menjadi jembatan antara pengalaman sehari-hari, konsep kimia, dan perhitungan matematis sederhana.

Kebutuhan untuk menghadirkan pembelajaran kimia yang kontekstual juga diperkuat oleh kajian etnokimia. (Chibuye & Sen, 2024) menjelaskan bahwa pengetahuan lokal dapat digunakan untuk mengajarkan kimia secara lebih responsif terhadap budaya peserta didik. Dalam konteks Indonesia, (Cahyani & Fadly, 2024b) menunjukkan bahwa penggunaan e-modul berbasis etnokimia berpengaruh terhadap peningkatan literasi kimia. Temuan tersebut memperkuat posisi etnosains sebagai pendekatan yang dapat menghubungkan pengetahuan lokal, konsep kimia, dan kebutuhan pembelajaran masa kini.

Pendekatan etnosains relevan untuk menjawab kebutuhan tersebut. Etnosains dalam artikel ini dipahami sebagai pendekatan pembelajaran yang menghubungkan pengetahuan lokal dengan konsep sains. Integrasi kearifan lokal dalam pembelajaran kimia berdampak positif pada pemahaman, keterampilan, minat, dan motivasi belajar peserta didik, meskipun masih menghadapi kendala bahan ajar dan kesiapan implementasi (Cahyani & Fadly, 2024a). (Santosa et al., 2025) juga menegaskan bahwa etnokimia dapat menghubungkan praktik budaya dengan konsep kimia sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan inklusif.

Namun, kajian tentang pengawetan makanan tradisional dalam pembelajaran kimia masih sering berhenti pada pengenalan budaya lokal. Kajian yang menghubungkan fenomena kimia, representasi matematis, dan etnosains secara terpadu masih perlu diperkuat. Representasi matematis penting karena proses pengawetan dapat dinyatakan secara terukur, misalnya melalui persentase kadar air, perubahan massa terhadap waktu, konsentrasi larutan garam, perubahan pH, dan laju reaksi. Dengan cara ini, peserta didik tidak hanya mengenal makanan tradisional sebagai produk budaya, tetapi juga memahami prinsip kimia yang bekerja di dalamnya. Representasi matematis menjadi unsur penting karena pengawetan makanan tidak hanya dapat diamati, tetapi juga dapat dihitung. Perubahan massa pada pengeringan, persentase garam pada pengasapan, perubahan pH pada fermentasi, dan laju perubahan zat dapat digunakan untuk menunjukkan bahwa fenomena pengawetan memiliki pola

kuantitatif. (Nickel et al., 2025) menjelaskan bahwa kompetensi representasional dalam kimia berkaitan dengan kemampuan peserta didik menerjemahkan, menafsirkan, dan membangun representasi. Ling et al. (2024) juga menekankan bahwa penggunaan beberapa representasi yang saling terhubung dapat membantu peserta didik memecahkan masalah kimia.

Berdasarkan uraian tersebut, pertanyaan penelitian dalam artikel ini adalah: (1) apa saja fenomena kimia dalam pengawetan makanan tradisional Nusantara, (2) bagaimana fenomena kimia tersebut dapat direpresentasikan secara matematis, dan (3) bagaimana implikasinya dalam pembelajaran kimia berbasis etnosains. Tujuan artikel ini adalah mengidentifikasi fenomena kimia dalam pengawetan makanan tradisional Nusantara, menyusun representasi matematis yang relevan, dan menjelaskan implikasinya terhadap pembelajaran kimia berbasis etnosains.

Kajian tentang representasi matematis fenomena kimia dalam pengawetan makanan tradisional Nusantara relevan dengan kebutuhan pembelajaran kimia masa kini. Pengawetan makanan berkaitan dengan keamanan pangan, pengurangan limbah makanan, pemanfaatan sumber daya lokal, dan pelestarian budaya pangan. Melalui pendekatan etnosains, praktik pengawetan tradisional dapat menghubungkan konsep kimia dengan pengalaman nyata peserta didik. Proposisi utama kajian ini ialah bahwa fenomena kimia dalam pengawetan makanan tradisional Nusantara dapat direpresentasikan secara matematis dan dimanfaatkan sebagai dasar pembelajaran kimia berbasis etnosains.

METODE

Artikel ini menggunakan metode kajian literatur dengan pendekatan deskriptif-kualitatif. *Literature review* dipilih karena tujuan kajian ini bukan menguji perlakuan eksperimen, tetapi menelaah, mengelompokkan, dan menyintesis literatur tentang pengawetan makanan tradisional Nusantara, fenomena kimia, representasi matematis, dan pembelajaran kimia berbasis etnosains. *Literature review* dapat digunakan sebagai metode penelitian untuk memetakan pengetahuan yang sudah ada, mengidentifikasi hubungan antarkonsep, dan menemukan celah kajian yang masih perlu dikembangkan (Snyder, 2019). Jenis review yang digunakan adalah *narrative review* terstruktur. Jenis ini dipilih karena kajian berfokus pada penjelasan konseptual dan sintesis tematik, bukan pada perhitungan efek statistik atau meta-analisis. *Narrative review* memungkinkan peneliti membahas literatur secara fleksibel, tetapi tetap perlu memakai langkah pencarian, seleksi, dan analisis yang jelas agar hasil kajian dapat dipertanggungjawabkan (Paré et al., 2017; Snyder, 2019).

Data dalam artikel ini berupa data sekunder. Sumber data diperoleh dari artikel jurnal ilmiah, buku akademik, prosiding, dan dokumen ilmiah yang relevan dengan empat fokus utama: pengawetan makanan tradisional, kimia pangan, representasi matematis dalam pembelajaran kimia, dan etnosains atau etnokimia. Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahap. Pertama, peneliti menentukan fokus kajian berdasarkan judul dan pertanyaan penelitian. Kedua, peneliti mencari literatur berdasarkan kata kunci yang telah ditetapkan. Ketiga, peneliti membaca judul, abstrak, dan kata kunci untuk menilai kesesuaian sumber. Keempat, peneliti membaca teks lengkap dari sumber yang relevan. Kelima, peneliti mencatat data penting berupa teknik pengawetan, fenomena kimia, konsep kimia, bentuk representasi matematis, dan implikasi pembelajaran kimia.

Data dianalisis menggunakan analisis tematik. Analisis tematik digunakan untuk menemukan pola penting dari literatur yang telah dikumpulkan. Tahap analisis meliputi membaca literatur secara mendalam, memberi kode pada informasi yang relevan, mengelompokkan kode ke dalam tema, meninjau hubungan antartema, dan menyusun sintesis akhir. Analisis tematik sesuai digunakan dalam kajian kualitatif karena dapat membantu peneliti mengidentifikasi, menafsirkan, dan melaporkan pola makna dalam data teks (Braun & Clarke, 2012); (Ahmed, 2024).

Keabsahan data dijaga melalui triangulasi sumber dan pengecekan kesesuaian konsep. Triangulasi sumber dilakukan dengan membandingkan informasi dari artikel kimia pangan, artikel pendidikan kimia, dan kajian etnosains. Pengecekan konsep dilakukan dengan memastikan bahwa setiap fenomena pengawetan makanan memiliki dasar kimia yang relevan dan dapat dikaitkan dengan

representasi matematis yang tepat. Langkah ini dilakukan agar sintesis yang dihasilkan tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga logis, sistematis, dan sesuai dengan fokus pembelajaran kimia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil review disajikan secara terpadu dengan pembahasan karena artikel ini berbentuk kajian literatur. Penyajian ini digunakan agar temuan utama langsung dapat dikaitkan dengan hasil studi terdahulu yang relevan. Fokus hasil dan pembahasan mencakup empat aspek, yaitu fenomena kimia dalam pengawetan makanan tradisional Nusantara, representasi matematis fenomena pengawetan, hubungan dengan pembelajaran kimia berbasis etnosains, dan implikasinya terhadap desain pembelajaran kimia.

1. Fenomena Kimia dalam Pengawetan Makanan Tradisional Nusantara

Hasil kajian menunjukkan bahwa pengawetan makanan tradisional Nusantara memuat fenomena kimia yang dapat diamati secara konkret. Teknik seperti penggaraman, pengeringan, fermentasi, pengasapan, pemanasan, dan penambahan gula bekerja dengan mengendalikan faktor penyebab kerusakan pangan. Faktor tersebut meliputi pertumbuhan mikroorganisme, reaksi enzimatik, perubahan kadar air, perubahan pH atau derajat keasaman, oksidasi, dan perubahan struktur senyawa pangan. Temuan ini sejalan dengan (Njolke et al., 2024) yang menjelaskan bahwa kerusakan pangan terjadi karena reaksi enzimatik, pertumbuhan mikroba, dan perubahan kimia yang berdampak pada keamanan dan mutu pangan. (Talib, 2020) juga menjelaskan bahwa teknik pengawetan seperti salting, dehydration, smoking, dan biopreservation digunakan untuk memperlambat kerusakan kimia, biokimia, dan mikrobiologis pada makanan.

Tabel 1. Pemetaan Teknik Pengawetan Makanan Tradisional Nusantara dan Fenomena Kimianya

Teknik Pengawetan	Contoh Makanan Tradisional	Fenomena Kimia	Konsep Kimia yang Relevan
Penggaraman	Ikan asin, telur asin	Osmosis dan penurunan aktivitas air	Larutan, konsentrasi, tekanan osmotik
Pengeringan	Dendeng, ikan kering, sale pisang	Penguapan air dan perubahan massa	Kadar air, kalor, perubahan fisika
Fermentasi	Tape, tempoyak, dadih, cincalok	Perubahan pH dan aktivitas mikroba	Asam basa, biokimia, metabolisme mikroba
Pengasapan	Ikan asap, daging asap	Senyawa antimikroba dan oksidasi lemak	Redoks, senyawa organik, kimia pangan
Pemanasan	Rendang, dodol	Denaturasi protein, karamelisasi, reaksi Maillard	Termokimia, kimia karbon, protein
Penambahan gula	Manisan buah, dodol	Tekanan osmotik dan penurunan aktivitas air	Larutan, konsentrasi, sifat koligatif

Penggaraman pada ikan asin dan telur asin menunjukkan prinsip osmosis. Air bergerak dari bahan pangan menuju lingkungan dengan konsentrasi garam lebih tinggi. Proses ini menurunkan jumlah air bebas yang dapat digunakan mikroorganisme untuk tumbuh. Pada pengeringan, air dalam bahan pangan berkurang melalui penguapan, sehingga perubahan massa dapat diamati secara langsung. Pada penambahan gula, prinsipnya mirip dengan penggaraman karena larutan gula pekat dapat menurunkan aktivitas air. Ketiga teknik ini menunjukkan bahwa pengawetan makanan tradisional tidak hanya bersifat praktis, tetapi juga bekerja melalui prinsip kimia larutan. Telur asin dapat menjadi contoh kuat untuk menjelaskan hubungan antara pengawetan tradisional dan konsep kimia sekolah. (Yusaerah, 2025) menemukan bahwa proses pembuatan telur asin Bugis memuat konsep difusi, osmosis, denaturasi protein, perubahan fisika-kimia, kimia larutan, dan sifat koligatif. Li et al. (2022) juga menjelaskan bahwa mutu telur asin terbentuk melalui hidrasi putih telur, pemadatan kuning telur, serta pembentukan warna dan rasa khas selama proses pengasinan. Dengan demikian, telur asin dapat digunakan untuk mengaitkan pengawetan pangan dengan konsep larutan, konsentrasi, osmosis, dan perubahan protein.

Pengeringan menjadi salah satu contoh teknik pengawetan yang mudah dikaitkan dengan representasi matematis karena perubahan massa bahan dapat diamati secara langsung. (Moutia et al., 2024) menjelaskan bahwa teknik dehidrasi pangan, seperti pengeringan matahari, pengeringan udara panas, pengeringan gelombang mikro, dan freeze drying, berpengaruh terhadap profil nutrisi serta mikrobiologis bahan pangan (Asrate & Ali, 2025) juga menunjukkan bahwa proses pengeringan dipengaruhi oleh parameter teknis seperti suhu, kadar air, laju pengeringan, waktu pengeringan, dan distribusi aliran udara. Temuan ini mendukung penggunaan pengeringan makanan tradisional sebagai konteks pembelajaran kimia yang konkret dan kuantitatif.

Fermentasi pada tape, tempoyak, dadih, cinalok, dan mandai memperlihatkan fenomena kimia yang lebih kompleks. Mikroorganisme mengubah komponen pangan menjadi asam organik, alkohol, gas, dan senyawa aroma tertentu. Perubahan tersebut memengaruhi rasa, aroma, tekstur, dan daya simpan makanan. (Murwani et al., 2024) melaporkan bahwa makanan fermentasi tradisional dari Kalimantan seperti cinalok, tempoyak, dan mandai memiliki keragaman bakteri asam laktat. (Yusfi et al., 2025) juga menjelaskan bahwa tempoyak merupakan pangan fermentasi durian yang didominasi oleh bakteri asam laktat dan memiliki nilai budaya, gizi, serta kesehatan. Dengan demikian, fermentasi tradisional dapat menjadi contoh nyata untuk membahas konsep asam basa, pH, metabolisme mikroba, dan perubahan senyawa organik dalam pembelajaran kimia.

Fermentasi tradisional Nusantara juga memiliki dasar kimia yang kuat. Pada tapai, proses fermentasi melibatkan bakteri dan ragi yang mengubah karbohidrat menjadi gula sederhana, alkohol, dan asam organik. Prasetyo et al. (2025) menjelaskan bahwa variasi substrat dan waktu fermentasi memengaruhi rasa, aroma, tekstur, serta kandungan nutrisi tapai. Pada dadih, (Herlina & Setiarto, 2024) menjelaskan bahwa fermentasi susu kerbau berlangsung secara alami dalam tabung bambu dan melibatkan bakteri asam laktat yang berasal dari susu, bambu, serta penutup daun pisang. Temuan ini memperkuat penggunaan tape, tempoyak, dadih, dan pangan fermentasi lain sebagai objek pembelajaran asam basa, pH, mikroorganisme, dan biokimia sederhana.

Pemanasan pada rendang dan dodol berkaitan dengan perubahan kimia akibat suhu. Proses pemanasan dapat menurunkan jumlah mikroba, mengurangi kadar air, mengubah tekstur, dan membentuk warna serta aroma khas. Salah satu reaksi penting dalam pemanasan pangan ialah reaksi Maillard, yaitu reaksi antara gula pereduksi dan gugus amino dari protein atau asam amino. El Hosry et al. (2025) menjelaskan bahwa reaksi Maillard dipengaruhi oleh suhu, waktu, aktivitas air, pH, jenis asam amino, dan gula pereduksi. Dalam konteks pembelajaran, rendang atau dodol dapat digunakan untuk menjelaskan bahwa perubahan warna dan aroma makanan bukan hanya perubahan visual, tetapi hasil dari reaksi kimia yang dipengaruhi kondisi proses.

2. Representasi Matematis Fenomena Kimia Pengawetan

Hasil review menunjukkan bahwa fenomena kimia dalam pengawetan makanan tradisional dapat direpresentasikan melalui bentuk matematis sederhana. Representasi ini penting karena banyak konsep kimia bersifat kuantitatif. Peserta didik perlu menghubungkan fenomena nyata dengan simbol, persamaan, data, dan perhitungan. Representasi matematis dalam kajian ini berfungsi untuk menerjemahkan fenomena pengawetan ke dalam bentuk data. Pada pengeringan, data yang dapat diamati berupa massa awal, massa akhir, dan waktu pengeringan. Pada penggaraman, data yang dapat dihitung berupa massa garam, massa larutan, dan persentase garam. Pada fermentasi, data yang dapat diamati berupa pH awal, pH akhir, dan lama fermentasi. Pola ini sejalan dengan gagasan Ling et al. (2024) bahwa pemecahan masalah kimia membutuhkan hubungan antara informasi makroskopik, model mental, dan representasi eksplisit. (Nickel et al., 2025) juga menegaskan bahwa kemampuan membangun dan menafsirkan representasi berkaitan dengan pemahaman konsep kimia.

Tabel 2. Representasi Matematis Fenomena Kimia dalam Pengawetan Makanan Tradisional

Fenomena Pengawetan	Representasi Matematis	Keterangan Pembelajaran
Kadar air bahan pangan	$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{massa air}}{\text{massa bahan}} \times 100\%$	Mengukur banyaknya air dalam bahan
Perubahan massa saat pengeringan	$\Delta m = m_{\text{awal}} - m_{\text{akhir}}$	Mengamati massa yang hilang selama pengeringan
Laju pengeringan	$v = \frac{\Delta m}{\Delta t}$	Menghitung perubahan massa per satuan waktu
Konsentrasi larutan garam	$M = n / V$	Menghitung molaritas larutan garam

Persentase garam	$\% \text{ garam} = \frac{\text{massa garam}}{\text{massa larutan}} \times 100\%$	Menghitung kadar garam dalam larutan pengawet
Perubahan pH fermentasi	$\Delta \text{pH} = \text{pH akhir} - \text{pH awal}$	Mengamati perubahan derajat keasaman
Laju perubahan konsentrasi	$r = \Delta C / \Delta t$	Mengukur perubahan konsentrasi zat terhadap waktu
Pertumbuhan mikroba sederhana	$N_t = N_0 \times 2^n$	Menggambarkan pertambahan populasi mikroba secara sederhana

Representasi matematis membantu peserta didik memahami bahwa pengawetan makanan dapat dianalisis secara terukur. Pada pengeringan dendeng atau ikan kering, peserta didik dapat menimbang massa bahan sebelum dan sesudah pengeringan, lalu menghitung perubahan massa dan laju pengeringan. Pada penggaraman ikan atau telur, peserta didik dapat menghitung persentase garam dalam larutan. Pada fermentasi tape atau tempoyak, peserta didik dapat membandingkan pH awal dan pH akhir. Kegiatan tersebut menghubungkan pengalaman konkret dengan konsep kimia dan perhitungan sederhana.

Contoh penerapan representasi matematis dapat dilihat pada proses pengeringan ikan. Jika massa awal ikan sebelum dikeringkan adalah 500 g dan massa akhir setelah pengeringan adalah 350 g, maka perubahan massa dihitung dengan rumus $\Delta m = m \text{ awal} - m \text{ akhir}$. Hasilnya ialah $\Delta m = 500 \text{ g} - 350 \text{ g} = 150 \text{ g}$. Nilai ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan massa sebesar 150 g yang terutama berkaitan dengan berkurangnya kandungan air. Jika pengeringan berlangsung selama 10 jam, laju pengeringan sederhana dapat dihitung dengan rumus $v = \Delta m / \Delta t$, sehingga $v = 150 \text{ g} / 10 \text{ jam} = 15 \text{ g/jam}$.

Contoh lain dapat dilihat pada proses penggaraman. Jika 50 g garam dilarutkan dalam 450 g air, maka massa larutan menjadi 500 g. Persentase garam dihitung dengan rumus $\% \text{ garam} = \frac{\text{massa garam}}{\text{massa larutan}} \times 100\%$. Hasilnya ialah $\% \text{ garam} = 50 \text{ g} / 500 \text{ g} \times 100\% = 10\%$. Nilai tersebut menunjukkan bahwa larutan penggaram memiliki kadar garam 10%. Dalam pembelajaran kimia, contoh ini dapat digunakan untuk menghubungkan konsentrasi larutan, osmosis, dan pengawetan makanan tradisional.

Penggunaan representasi matematis juga memperkuat posisi artikel ini dalam kajian pembelajaran kimia. Banyak kajian etnosains menekankan hubungan antara budaya lokal dan konsep sains, tetapi belum selalu menampilkan aspek kuantitatif secara jelas. Artikel ini menempatkan representasi matematis sebagai penghubung antara fenomena budaya dan konsep kimia formal. Dengan cara ini, pengawetan makanan tradisional tidak hanya menjadi contoh kontekstual, tetapi juga menjadi objek analisis ilmiah yang dapat dihitung, dibandingkan, dan ditafsirkan.

3. Pengawetan Makanan Tradisional sebagai Konteks Etnosains

Pendekatan etnosains memungkinkan pengetahuan lokal dikaitkan dengan konsep sains sekolah. Dalam artikel ini, pengawetan makanan tradisional diposisikan sebagai sumber belajar kimia karena praktik tersebut dekat dengan kehidupan peserta didik. (Cahyani & Fadly, 2024b) menunjukkan bahwa integrasi kearifan lokal dalam pembelajaran kimia dapat meningkatkan pemahaman, keterampilan, minat, dan motivasi belajar peserta didik. Mereka juga mencatat bahwa penerapan etnosains masih menghadapi kendala, seperti keterbatasan bahan ajar, kurangnya pelatihan guru, dan kesulitan menghubungkan kurikulum dengan praktik lokal.

Temuan tersebut sejalan dengan Junaidi et al. (2025), yang menjelaskan bahwa etnokimia menggabungkan praktik budaya dengan konsep kimia untuk membangun pembelajaran yang bermakna, inklusif, dan multikultural. (Widarti et al., 2025) juga menemukan bahwa pembelajaran kimia berbasis etnosains di Indonesia dapat memadukan kearifan lokal, makanan tradisional, dan fenomena lingkungan. Kajian tersebut menunjukkan bahwa etnosains dapat diintegrasikan melalui model pembelajaran kontekstual, *problem-based learning*, *project-based learning*, modul, instrumen evaluasi, dan lembar kerja peserta didik.

Hubungan antara artikel ini dan kajian sebelumnya terletak pada penggunaan budaya lokal sebagai konteks pembelajaran kimia. Perbedaannya terdapat pada fokus kajian. (Cahyani & Fadly, 2024b), Junaidi et al. (2025), dan Widarti et al. (2025) membahas etnosains atau etnokimia secara lebih luas, sedangkan artikel ini membatasi fokus pada pengawetan makanan tradisional Nusantara.

Batasan ini membuat pembahasan lebih spesifik karena setiap contoh makanan dapat dihubungkan dengan fenomena kimia dan representasi matematis tertentu.

Tabel 3. Integrasi Objek Etnosains, Fenomena Kimia, Representasi Matematis, dan Materi Kimia

Objek Etnosains	Fenomena Kimia	Representasi Matematis	Materi Kimia
Ikan asin	Osmosis dan penurunan aktivitas air	Persentase garam, konsentrasi larutan	Larutan dan sifat koligatif
Telur asin	Difusi garam dan osmosis	Konsentrasi larutan garam	Larutan
Tape	Fermentasi dan perubahan pH	$\Delta pH = pH \text{ akhir} - pH \text{ awal}$	Asam basa
Tempoyak	Fermentasi asam laktat	Perubahan pH dan waktu fermentasi	Asam basa dan biokimia
Dendeng	Pengeringan dan penurunan kadar air	$\Delta m = m \text{ awal} - m \text{ akhir}$	Kalor dan perubahan massa
Ikan asap	Senyawa antimikroba dan oksidasi	Perubahan massa dan waktu pengasapan	Redoks dan kimia organik
Rendang	Pemanasan dan reaksi Maillard	Hubungan waktu pemanasan dan perubahan massa	Termokimia dan kimia karbon
Manisan buah	Osmosis oleh larutan gula	Persentase gula	Larutan

Pemetaan tersebut menunjukkan bahwa pengawetan makanan tradisional dapat digunakan untuk menyusun pembelajaran kimia yang terarah. Guru dapat memulai pembelajaran dari makanan yang dikenal peserta didik, lalu mengarahkan diskusi ke fenomena kimia, konsep ilmiah, dan bentuk matematisnya. Pola ini membuat pembelajaran lebih dekat dengan pengalaman peserta didik tanpa mengurangi ketepatan konsep kimia.

4. Implikasi terhadap Pembelajaran Kimia

Hasil kajian ini memberi implikasi pada desain pembelajaran kimia. Guru/dosen dapat menggunakan pengawetan makanan tradisional sebagai konteks apersepsi, sumber masalah, bahan observasi, proyek sederhana, atau bahan pengembangan lembar kerja peserta didik. Misalnya, pada materi larutan, guru dapat menggunakan proses pembuatan ikan asin atau telur asin untuk membahas konsentrasi garam dan osmosis. Pada materi asam basa, guru dapat menggunakan fermentasi tape atau tempoyak untuk membahas perubahan pH. Pada materi termokimia atau kimia karbon, guru dapat menggunakan rendang atau dodol untuk membahas perubahan akibat pemanasan dan reaksi pencoklatan.

Model pembelajaran yang sesuai untuk konteks ini ialah *contextual teaching and learning*, *problem-based learning*, dan *project-based learning*. Widarti et al. (2025) menunjukkan bahwa pembelajaran kimia berbasis etnosains di Indonesia sering dikembangkan melalui model-model tersebut dan didukung oleh perangkat seperti modul serta lembar kerja. Hal ini relevan dengan kajian ini karena pengawetan makanan tradisional dapat diolah menjadi tugas observasi, kegiatan praktikum sederhana, atau proyek analisis pangan lokal.

Implikasi lain terletak pada penguatan literasi kimia dan literasi budaya. Peserta didik tidak hanya memahami rumus, tetapi juga membaca fungsi kimia dalam praktik masyarakat. Mereka dapat melihat bahwa pengasinan, pengeringan, fermentasi, pengasapan, dan pemanasan memiliki alasan ilmiah yang dapat dijelaskan. Pada saat yang sama, peserta didik dapat menghargai makanan tradisional sebagai bagian dari pengetahuan lokal. Dengan demikian, pembelajaran kimia berbasis etnosains tidak hanya mengajarkan konsep, tetapi juga menghubungkan sains dengan kehidupan sosial, pangan, dan budaya.

Secara sintesis, hasil review ini menunjukkan bahwa pengawetan makanan tradisional Nusantara memiliki potensi sebagai konteks pembelajaran kimia yang konkret, terukur, dan relevan. Konkret karena objeknya dekat dengan kehidupan peserta didik. Terukur karena prosesnya dapat dianalisis melalui representasi matematis. Relevan karena berkaitan dengan keamanan pangan, pengurangan limbah makanan, pemanfaatan sumber daya lokal, dan pelestarian budaya pangan. Temuan ini memperkuat proposisi bahwa fenomena kimia dalam pengawetan makanan tradisional Nusantara dapat direpresentasikan secara matematis dan dimanfaatkan sebagai dasar pembelajaran kimia berbasis etnosains.

Pengembangan pembelajaran berbasis etnosains perlu diarahkan pada perangkat ajar yang operasional. (Al-anshori et al., 2025) menunjukkan bahwa konteks etnosains daerah dapat direkonstruksi menjadi bahan ajar kimia melalui *Model of Educational Reconstruction*. (Gultom & Rohaeti, 2024) juga menunjukkan bahwa model *problem-based learning* berbasis etnokimia berpengaruh terhadap kemampuan pemecahan masalah kimia. (Wardani et al., 2023) menemukan bahwa pendekatan *culturally responsive teaching* berbasis etnokimia dapat meningkatkan hasil belajar kognitif pada materi kimia hijau. Temuan tersebut mendukung pengembangan pembelajaran pengawetan makanan tradisional dalam bentuk LKPD, proyek sederhana, modul, atau kegiatan praktikum kontekstual.

SIMPULAN

Kajian ini menunjukkan bahwa pengawetan makanan tradisional Nusantara memiliki arti penting sebagai sumber belajar kimia karena memuat fenomena kimia yang nyata, dekat dengan kehidupan peserta didik, dan dapat dijelaskan secara kuantitatif. Temuan utama artikel ini terletak pada pemetaan hubungan antara praktik pengawetan tradisional, konsep kimia, dan representasi matematis. Penggaraman, pengeringan, fermentasi, pengasapan, pemanasan, dan penambahan gula tidak hanya merepresentasikan pengetahuan lokal, tetapi juga memperlihatkan prinsip osmosis, perubahan kadar air, perubahan pH, aktivitas mikroba, oksidasi, denaturasi protein, karamelisasi, dan reaksi Maillard. Melalui representasi matematis, fenomena tersebut dapat diterjemahkan menjadi data sederhana seperti perubahan massa, laju pengeringan, persentase garam, konsentrasi larutan, dan perubahan pH.

Arti penting kajian ini terletak pada kontribusinya dalam mempertemukan etnosains, kimia pangan, dan pembelajaran kimia berbasis representasi. Hasil kajian ini layak digunakan oleh guru, peneliti pendidikan kimia, dan pengembang bahan ajar karena menyediakan dasar konseptual untuk mengembangkan pembelajaran kimia yang lebih konkret, terukur, dan bermakna. Pengawetan makanan tradisional dapat digunakan sebagai konteks pembelajaran yang membantu peserta didik menghubungkan konsep kimia dengan pengalaman budaya mereka. Namun, kajian ini masih menyisakan ruang penelitian lanjutan, terutama pada pengujian empiris efektivitas perangkat pembelajaran berbasis pengawetan makanan tradisional, validasi representasi matematis di kelas, serta pengembangan bahan ajar yang disesuaikan dengan karakteristik daerah dan kurikulum yang berlaku.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan pengampu mata kuliah Kimia yang telah memberikan arahan, masukan, dan kritik membangun dalam penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada rekan-rekan sejawat yang telah membantu memberikan saran teknis dalam proses penelusuran literatur, pengelompokan sumber, dan penyempurnaan isi naskah.

DAFTAR RUJUKAN

Anugrah, I. R., Lestiana, H. T., & Sari, R. A. I. (2025). Model of educational reconstruction in integrating Ciayumajakuning ethnoscience into chemistry learning. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 9(2), 136–152. <https://doi.org/10.19109/ojpk.v9i2.31729>

Asrate, D. A., & Ali, A. N. (2025). Review on the recent trends of food dryer technologies and optimization methods of drying parameters. *Applied Food Research*, 5, Article 100927. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100927>

Braun, V., & Clarke, V. (2021). *Thematic analysis: A practical guide*. SAGE Publications.

Cahyani, V. P., & Fadly, D. (2024a). The development of ethnoscience in chemistry learning in Indonesia: A bibliometric analysis of literacy and cultural relevance. *Jurnal Studi Guru dan Pembelajaran*, 7(3), 1201–1211. <https://doi.org/10.30605/jsgp.7.3.2024.4797>

Cahyani, V. P., & Fadly, D. (2024b). Local wisdom in chemistry learning: A literature review on the ethnoscience approach. *Jurnal Studi Guru dan Pembelajaran*, 7(3), 1262–1274. <https://doi.org/10.30605/jsgp.7.3.2024.4801>

Chibuye, B., & Singh, I. S. (2024). Integration of local knowledge in the secondary school chemistry curriculum: A few examples of ethno-chemistry from Zambia. *Heliyon*, 10(7), Article e29174. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29174>

Dewi, C. A., Yahdi, Y., & Sanova, A. (2024). Ethnochemistry-based e-module: Does it effect on improving students' chemical literacy. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 5(4), 568–577. <https://doi.org/10.46843/jiecr.v5i4.1584>

El Hosry, L., Elias, V., Chamoun, V., Halawi, M., Cayot, P., Nehme, A., & Bou-Maroun, E. (2025). Maillard reaction: Mechanism, influencing parameters, advantages, disadvantages, and food industrial applications: A review. *Foods*, 14(11), Article 1881. <https://doi.org/10.3390/foods14111881>

Gultom, H., & Rohaeti, E. (2024). The effectiveness of the ethnochemistry-based problem based learning model on students' problem-solving ability in chemistry learning: A meta-analysis study in 2021–2024. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(7), 508–514. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i7.8089>

Herlina, V. T., & Setiarto, R. H. B. (2024). From tradition to innovation: Dadih, the Minangkabau tribe's traditional fermented buffalo milk from Indonesia. *Journal of Ethnic Foods*, 11, Article 21. <https://doi.org/10.1186/s42779-024-00234-6>

Junaidi, E., Sudatha, I. G. W., Suartama, I. K., & Santosa, M. H. (2025). Ethnochemistry in chemistry learning: Insights from Indonesian local wisdom. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 26(3), 1642–1658. <https://doi.org/10.23960/jpmipa.v26i3.pp1642-1658>

Ling, Y., Ye, X., & Cao, M. (2024). Modeling using multiple connected representations: An approach to solving problems in chemical education. *Journal of Chemical Education*, 101(6), 2395–2405. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c01261>

Mafe, A. N., Edo, G. I., Makia, R. S., Joshua, O. A., Akpogheli, P. O., Gaaz, T. S., Jikah, A. N., Yousif, E., Isoje, E. F., Igbuku, U. A., Ahmed, D. S., Essaghah, A. E. A., & Umar, H. (2024). A review on food spoilage mechanisms, food borne diseases and commercial aspects of food preservation and processing. *Food Chemistry Advances*, 5, Article 100852. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100852>

Moutia, I., Lakatos, E., & Kovács, A. J. (2024). Impact of dehydration techniques on the nutritional and microbial profiles of dried mushrooms. *Foods*, 13(20), Article 3245. <https://doi.org/10.3390/foods13203245>

Murwani, R., Anggraeni, R., Setiawan, G. N. A., Astari, P. D., Cahyani, N. K. D., Sibero, M. T., & Ambariyanto, A. (2024). Lactic acid bacteria isolates and the microbiome of cinalok, tempoyak, and mandai: A traditional fermented food from Kalimantan Island, Indonesia. *International Journal of Food Science*, 2024, Article 6589766. <https://doi.org/10.1155/2024/6589766>

- Nickel, S., Brockmüller, S., Boone, W. J., & Habig, S. (2025). Measuring representational competence: Analyses of dimensionality and the relationship to general content knowledge. *International Journal of Science Education*. <https://doi.org/10.1080/09500693.2025.2515621>
- Nugraheni, R., & Pratomo, H. (2025). Analysis of ethnoscience integrated chemistry e-modules on reaction rate material to strengthen chemical literacy of high school students. *Indonesian Journal of Chemical Education*, 1(1), 14–20. <https://doi.org/10.21831/ijce.v1i1.81347>
- Paré, G., & Kitsiou, S. (2017). Methods for literature reviews. In F. Lau & C. Kuziemsky (Eds.), *Handbook of eHealth evaluation: An evidence-based approach*. University of Victoria. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK481583/>
- Phajan, T., Cojorn, K., & Dien, T. N. N. (2025). Exploring the representational competence of eleventh-grade students on the rates of chemical reactions. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 14(2), 351–363. <https://doi.org/10.15294/jpii.v14i2.24509>
- Prasetyo, A., & Rasmiyana, R. (2025). Substrates and time variations in tapai fermentation: A narrative review. *Jurnal Teknologi Pangan dan Industri Perkebunan*, 5(1). <https://doi.org/10.58466/lipida.v5i1.1765>
- Rahmawati, Y., Mardiah, A., Taylor, E., Taylor, P. C., & Ridwan, A. (2023). Chemistry learning through culturally responsive transformative teaching: Educating Indonesian high school students for cultural sustainability. *Sustainability*, 15(8), Article 6925. <https://doi.org/10.3390/su15086925>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Talib, A., Samad, A., Hossain, M. J., Muazzam, A., Anwar, B., Atique, R., Hwang, Y. H., & Joo, S. T. (2024). Modern trends and techniques for food preservation. *Food and Life*, 2024(1), 19–32. <https://doi.org/10.5851/fl.2024.e6>
- Wang, X., Zhang, J., Vidyarthi, S. K., Xu, M., Liu, Z., Zhang, C., & Xiao, H. (2024). A comprehensive review on salted eggs: Quality formation mechanisms, innovative pickling technologies and value-added applications. *Sustainable Food Technology*, 2(5), 1409–1427. <https://doi.org/10.1039/d4fb00129j>
- Wardani, L. K., Suardana, I. N., & Lestari, I. A. P. S. (2023). The effect of an ethnochemistry-based culturally responsive teaching approach to improve cognitive learning outcomes on green chemistry material in high school. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(12), 11029–11037. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i12.5532>
- Widarti, H. R., Wiyarsi, A., Yamtinah, S., Siddiq, A. S., Sari, M. E. F., Fauziah, P. N., & Rokhim, D. A. (2025). Analysis of content development in chemical materials related to ethnoscience: A review. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 19(1), 422–430. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v19i1.21210>
- Yuendita, D., & Rohaeti, E. (2025). Research trends on the integration of ethnoscience in the learning of chemistry as the development of chemical literacy: A systematic review. *Indonesian Journal of Educational Research and Review*, 8(1), 210–222. <https://doi.org/10.23887/ijerr.v8i1.85334>

Yusaerah, N., Imranah, I., & Elvira, E. (2025). Cracking culture: Exploration of Bugis salted eggs as a chemistry learning resource. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 13(3), 602–610. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v13i3.15929>

Yusfi, L. A., Ramadani, S. P., Kharisma, Y., Sulistiana, I. P., & Pratami, T. (2025). Tempoyak as a typical fermented food from Jambi: A study of the integration of tradition with modern food technology innovation. *Jurnal Bio-Geo Material dan Energi*, 5(2), 107–113. <https://doi.org/10.22437/j-bigme.v5i2.48510>

