Journal of Science and Technology: Alpha
Vol. 2 No. 1, January 2026, pp. 10-15
E-ISSN 3089-4298

Pengaruh Penggunaan Nitrogen Cair dalam Demonstrasi Edutainment Kimia terhadap Pemahaman Konsep Suhu dan Perubahan Wujud Zat

Baiq Dewi Aprilia Arnita[1,a,*]

[a] *Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP Universitas Mataram, Mataram, Indonesia*

[1] Email: baiqdewiapriliaarnita1@gmail.com*
*Corresponding author

ARTICLE INFO

Article history
Received January 12, 2026
Revised January 20, 2026
Accepted January 28, 2026
Published January 30, 2026

Keywords
Liquid Nitrogen
Chemical Edutainment
Physical Change
Temperature
Science Learning

License by CC-BY-SA
Copyright © 2026, The Author(s).

ABSTRACT

Chemical edutainment demonstrations represent an engaging instructional approach to enhance students' understanding of chemical concepts through enjoyable experimental activities. This study aims to explain the properties of liquid nitrogen and its effects on biological materials such as chicken eggs through the experiment "Sunny-Side-Up Egg Using Liquid Nitrogen." The method employed was a practical demonstration with a descriptive observational approach. The observations revealed that liquid nitrogen, with its extremely low temperature (–196°C), can instantly freeze eggs without inducing chemical reactions, but rather through reversible physical changes. This activity enables students to comprehend the concepts of temperature, heat, and phase transitions by directly observing extreme cooling phenomena. Therefore, the use of liquid nitrogen in chemical edutainment demonstrations proves effective in increasing students' interest and understanding of fundamental chemical concepts.

How to cite: Arnita, Baiq Dewi Aprilia (2026). Pengaruh Penggunaan Nitrogen Cair dalam Demonstrasi Edutainment Kimia terhadap Pemahaman Konsep Suhu dan Perubahan Wujud Zat. *Journal of Science and Technology: Alpha, 2*(1), 10-. doi: https://doi.org/10.70716/alpha.v2i1.386

PENDAHULUAN

Pembelajaran kimia pada hakikatnya mempelajari struktur, sifat, dan perubahan zat, baik melalui proses kimia maupun fisika. Namun, konsep-konsep tersebut sering kali dianggap sulit oleh peserta didik karena bersifat abstrak dan membutuhkan kemampuan berpikir konseptual tinggi. Oleh karena itu, diperlukan strategi pembelajaran inovatif yang mampu menjembatani antara konsep teoretis dan pengalaman nyata melalui kegiatan praktikum atau demonstrasi. Salah satu pendekatan yang efektif adalah *edutaiment kimia* perpaduan antara pendidikan (*education*) dan hiburan (*entertainment*) untuk menumbuhkan minat belajar sekaligus pemahaman konseptual (Aisyah & Kusumawati, 2020).

Pendekatan edutaiment tidak hanya menyajikan pembelajaran yang menyenangkan, tetapi juga memberikan pengalaman visual dan sensorik bagi peserta didik. Demonstrasi kimia dengan memanfaatkan fenomena unik, seperti nitrogen cair, menjadi salah satu bentuk nyata dari edutaiment yang mampu mengubah persepsi siswa bahwa kimia adalah ilmu yang menarik dan aplikatif. Nitrogen cair memiliki titik didih sekitar –196°C, bersifat tidak berwarna, tidak berbau, dan sangat mudah menguap. Dalam kondisi suhu ruang, nitrogen cair dengan cepat berubah menjadi gas, menyerap kalor dari lingkungan di sekitarnya.

Konsep perpindahan energi kalor, perubahan wujud zat, serta sifat fisika zat pada suhu ekstrem sering kali sulit dipahami secara konseptual. Melalui eksperimen "Telur Mata Sapi Menggunakan Nitrogen Cair", siswa dapat melihat bagaimana energi panas berpindah, bagaimana zat berubah wujud, dan bagaimana suhu

memengaruhi struktur suatu bahan. Demonstrasi ini memberikan pengalaman langsung bahwa pembekuan dan pencairan merupakan contoh perubahan fisika yang dapat dibalik (reversibel), bukan reaksi kimia.

Selain sebagai media pembelajaran, kegiatan ini juga memperkenalkan peserta didik pada aplikasi nitrogen cair di berbagai bidang seperti industri makanan, kedokteran, penelitian, hingga teknologi luar angkasa (Clarke, 2013; Fellows, 2017). Dengan demikian, penggunaan nitrogen cair dalam konteks edutaiment kimia bukan hanya memberikan pemahaman konseptual, tetapi juga wawasan praktis tentang penerapan ilmu kimia dalam kehidupan nyata.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif observasional melalui pendekatan demonstrasi laboratorium. Demonstrasi dilakukan untuk menunjukkan perubahan fisika yang terjadi pada telur ayam ketika diberi perlakuan dengan nitrogen cair.

Alat dan bahan yang digunakan antara lain, kacamata pengaman, sutil, teflon, dan termos. Sedangkan bahan yang digunakan adalah Nitrogen cair (N_2) sebanyak 1 liter, telur ayam 1 butir, lateks, dan tisu.

Adapun langkah kerja dari eksperiment ini adalah dimulai dari menyiapkan alat dan bahan secara lengkap. Kemudian memecahkan telur ayam ke dalam teflon.dilanjutkan dengan menuangkan nitrogen cair secara perlahan ke atas telur hingga seluruh bagian tertutup, mengamati perubahan warna, tekstur, dan bentuk telur setiap menit selama lima menit. Dan terakhir mendokumentasikan hasil pengamatan dan mencatat waktu terjadinya setiap perubahan.

Data yang diperoleh berupa pengamatan visual terhadap perubahan fisik telur dan perilaku nitrogen cair. Hasil pengamatan dianalisis secara kualitatif berdasarkan konsep perpindahan kalor, perubahan wujud zat, dan teori kinetik molekul (Utami et al., 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengamatan dan Pembahasan

Pada awal penuangan Nitrogen Cair) asap putih muncul segera setelah nitrogen cair dituangkan. Fenomena ini terjadi akibat kondensasi uap air di udara karena suhu nitrogen cair yang sangat rendah. Menurut teori kinetik molekul (Utami et al., 2022), suhu berbanding lurus dengan energi kinetik partikel; saat suhu menurun, kecepatan partikel berkurang sehingga uap air mengembun menjadi butiran es mikro. Hasil ini sejalan dengan temuan Clarke (2013) yang menyatakan nitrogen cair menyebabkan pendinginan udara ekstrem hingga menghasilkan efek kabut putih khas kriogenik. Dapat diliat pada gambar (1):

Gambar (1) pada tahap pertama

Pada menit kedua, bagian tepi putih telur mulai membeku karena perpindahan energi panas (kalor) dari telur ke nitrogen cair. Berdasarkan Hukum Termodinamika I, energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, melainkan berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah. Penelitian Utami et al. (2022) menjelaskan bahwa konduksi kalor menyebabkan pendinginan cepat ketika terdapat perbedaan suhu besar antar zat. Dengan demikian, pembekuan awal putih telur merupakan manifestasi langsung teori konduksi kalor. Dapat diliat pada gambar (2)

Gambar (2) pada tahap kedua

Pada tahap ketiga ini, molekul air dan protein albumin di dalam putih telur membeku membentuk struktur padat. Fadillah & Nurhidayati (2021) menemukan bahwa suhu ekstrem menyebabkan terbentuknya kristal es mikro yang mengubah tekstur bahan biologis menjadi kaku. Namun, perubahan ini bersifat fisika reversibel karena tidak terjadi pemutusan ikatan kimia pada protein. Fenomena ini memperkuat teori perubahan wujud zat, di mana kehilangan energi kinetik membuat molekul air menyusun diri dalam struktur padat yang stabil sementara. Dapat dilihat pada gambar (3):

Gambar (3) pada tahap ketiga

Pada tahap ke-4 eluruh telur tampak beku menyerupai telur mata sapi, tetapi bukan karena panas, melainkan pendinginan ekstrem. Berdasarkan teori denaturasi protein sementara, struktur protein dapat berubah akibat suhu rendah tanpa mengubah ikatan kimianya. Penelitian Fadillah & Nurhidayati (2021) menunjukkan bahwa pada pendinginan cepat, ikatan hidrogen dalam protein terganggu sementara tanpa menyebabkan koagulasi permanen. Hal ini diperkuat oleh Fellows (2017) yang menyebutkan pembekuan cepat menggunakan nitrogen cair dapat menjaga integritas kimia bahan pangan karena tidak terjadi oksidasi maupun reaksi Maillard. Dapat diliat pada gambar (4):

Gambar (4) pada tahap keempat

Pada tahap ke-5 nitrogen cair yang menguap menjadi gas adalah proses endotermis, di mana nitrogen menyerap energi panas dari lingkungan. Clarke (2013) menyatakan bahwa proses penguapan nitrogen cair merupakan contoh penerapan hukum termodinamika di mana energi berpindah dari sistem bersuhu tinggi ke nitrogen cair hingga mencapai kesetimbangan. Utami et al. (2022) juga menegaskan bahwa proses ini menggambarkan perpindahan kalor pada sistem suhu ekstrem. Pada

tahap ini, telur tetap beku karena energi panas yang tersisa belum cukup untuk mencairkan kristal es di dalamnya. Dapat diliat pada gambar (5):

Gambar (5) pada tahap kelima

Pada tahap ke-6 ketika nitrogen cair habis, telur mulai mencair perlahan karena menyerap energi panas dari udara sekitarnya. Fenomena ini menggambarkan proses reversibilitas, yaitu perubahan wujud zat yang dapat kembali ke keadaan semula. Penelitian Utami et al. (2022) menunjukkan bahwa zat padat yang terbentuk akibat pembekuan nitrogen cair dapat kembali menjadi cair saat energi kalor dari lingkungan meningkat. Hal ini juga memperlihatkan peningkatan energi kinetik partikel sesuai teori kinetik molekul. Dapat diliat pada gambar (6):

Gambar (6) pada tahap keenam

Pada tahap ke-7 atau tahap terakhir setelah sekitar sepuluh menit, telur mencair seluruhnya dengan tekstur lembek seperti semula. Tidak terdapat perubahan warna, bau, atau terbentuknya zat baru. Menurut Inayah & Masruroh (2023), ciri utama perubahan fisika adalah tidak terbentuknya zat baru dan perubahan dapat dibalik. Setyawati et al. (2024) juga menemukan bahwa perlakuan nitrogen cair pada bahan biologis hanya memengaruhi tekstur dan pH sementara tanpa mengubah struktur kimia. Dengan demikian, proses ini murni perubahan fisika, bukan kimia. Dapat diliat pada gambar (7):

Gambar (7) pada tahap ketujuh

B. Hubungan eksperiment dengan pembelajaran kimia

Eksperimen “Telur Mata Sapi Menggunakan Nitrogen Cair” memiliki hubungan yang sangat erat dengan pembelajaran kimia, khususnya pada konsep suhu, kalor, dan perubahan wujud zat. Melalui demonstrasi ini, peserta didik dapat melihat secara langsung bagaimana energi panas berpindah dari sistem bersuhu tinggi (telur) menuju sistem bersuhu rendah (nitrogen cair). Proses ini menggambarkan

penerapan Hukum Termodinamika I, yaitu energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi dapat berpindah bentuk (Utami, Rahman, & Lestari, 2022).

Dalam konteks pembelajaran, eksperimen ini mengubah konsep abstrak menjadi pengalaman konkret. Peserta didik tidak hanya membaca teori tentang perpindahan kalor, tetapi juga mengamati efeknya secara visual dan nyata. Hal ini sejalan dengan pendapat Inayah & Masruroh (2023) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis demonstrasi laboratorium meningkatkan pemahaman konseptual siswa karena memberikan pengalaman empiris yang langsung terhadap fenomena ilmiah.

Selain itu, pendekatan edutaiment yang digunakan menjadikan pembelajaran kimia lebih menyenangkan dan interaktif. Aktivitas ini mampu meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa terhadap pelajaran kimia yang sering dianggap sulit (Aisyah & Kusumawati, 2020).

Melalui kegiatan eksperimen nitrogen cair, siswa dilatih untuk berpikir ilmiah, mengamati, menganalisis, dan menarik kesimpulan berdasarkan data. Kegiatan ini mengembangkan keterampilan abad 21 seperti berpikir kritis, kolaborasi, dan komunikasi ilmiah.

Lebih jauh lagi, demonstrasi ini membantu siswa memahami perbedaan antara perubahan fisika dan kimia. Pada eksperimen ini, telur mengalami pembekuan dan pencairan kembali tanpa terbentuknya zat baru, yang berarti perubahan yang terjadi bersifat fisika reversibel. Hal ini memperkuat pemahaman siswa bahwa tidak semua perubahan bentuk zat disebabkan oleh reaksi kimia, melainkan dapat terjadi karena perubahan energi panas semata.

Dengan demikian, penggunaan nitrogen cair sebagai media pembelajaran kimia bukan hanya memperlihatkan fenomena unik, tetapi juga menanamkan konsep dasar termodinamika, energi, dan wujud zat secara kontekstual. Pembelajaran berbasis eksperimen seperti ini juga menumbuhkan rasa ingin tahu ilmiah dan sikap kritis terhadap fenomena di sekitar mereka.

C. Penerapan Nitrogen cait di berbagai bidang

Nitrogen cair memiliki beragam penerapan dalam kehidupan nyata yang erat kaitannya dengan bidang ilmu kimia dan teknologi. Dalam industri makanan, nitrogen cair digunakan untuk proses pembekuan cepat (flash freezing) karena kemampuannya menurunkan suhu bahan pangan secara instan tanpa merusak struktur kimianya. Penelitian Fellows (2017) menunjukkan bahwa pembekuan cepat menggunakan nitrogen cair menjaga kualitas makanan, mencegah terbentuknya kristal es besar, serta mempertahankan cita rasa dan nutrisi.

Dalam bidang kesehatan dan bioteknologi, nitrogen cair digunakan untuk penyimpanan jangka panjang sel, sperma, dan jaringan biologis dalam kondisi beku (kriopreservasi). Hal ini dimungkinkan karena nitrogen cair mampu mempertahankan suhu stabil di bawah –150°C tanpa mengubah komposisi kimia bahan biologis (Clarke, 2013).

Selain itu, nitrogen cair juga digunakan dalam penelitian ilmiah dan industri elektronik, misalnya dalam sistem pendingin superkonduktor, eksperimen suhu rendah, dan pengawetan bahan kimia sensitif. Penelitian oleh Setyawati et al. (2024) menunjukkan bahwa nitrogen cair dapat memengaruhi pH dan tekstur bahan biologis secara sementara, tetapi tidak menyebabkan perubahan kimia permanen. Hal ini menjadikan nitrogen cair penting dalam studi kimia fisik dan rekayasa material.

Dalam konteks pendidikan, penggunaan nitrogen cair dalam kegiatan edutaiment kimia memiliki potensi besar untuk menghubungkan pembelajaran teori dengan penerapan praktisnya. Melalui demonstrasi ini, siswa diperkenalkan pada aplikasi nyata ilmu kimia yang bermanfaat bagi kehidupan manusia. Menurut Utami et al. (2022), pembelajaran berbasis eksperimen dengan suhu ekstrem tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep tetapi juga menumbuhkan apresiasi terhadap peran kimia dalam kemajuan teknologi modern.

Secara keseluruhan, nitrogen cair merupakan media pembelajaran yang inovatif sekaligus memiliki relevansi luas di dunia nyata. Penggunaan nitrogen cair dalam demonstrasi edutaiment kimia mencerminkan integrasi antara pendidikan sains, teknologi, dan kreativitas, sehingga pembelajaran kimia menjadi lebih bermakna dan aplikatif bagi peserta didik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil demonstrasi "Telur Mata Sapi Menggunakan Nitrogen Cair" dan analisis terhadap teori kimia yang relevan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Nitrogen cair memiliki pengaruh signifikan dalam memperlihatkan konsep perubahan wujud zat dan perpindahan kalor secara nyata. Suhu ekstrem –196°C menyebabkan energi panas dari telur berpindah cepat ke nitrogen cair, menghasilkan pembekuan instan tanpa reaksi kimia.
2. Proses yang terjadi merupakan perubahan fisika reversibel, di mana telur dapat kembali ke bentuk semula setelah nitrogen cair menguap. Hal ini mendukung teori kinetik molekul dan hukum termodinamika pertama tentang konservasi energi.
3. Demonstrasi edutaiment kimia dengan nitrogen cair efektif meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep suhu, energi, dan perubahan wujud zat. Melalui pengamatan visual, siswa dapat memahami hubungan antara teori dan fenomena secara kontekstual.
4. Eksperimen ini juga melatih keterampilan ilmiah siswa, seperti edutaiment kimia mencerminkan integrasi antara pendidikan sains, teknologi, dan kreativitas, sehingga pembelajaran kimia menjadi lebih bermakna dan aplikatif bagi peserta didik.

Observasi, analisis data, dan penarikan kesimpulan berbasis bukti. Aktivitas ini menumbuhkan rasa ingin tahu serta menjadikan pembelajaran kimia lebih menarik, aplikatif, dan menyenangkan.
Dengan demikian, penggunaan nitrogen cair sebagai media edutaiment kimia tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep dasar, tetapi juga berkontribusi terhadap pengembangan motivasi dan literasi sains peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

Aisyah, S., & Kusumawati, H. (2020). *Penerapan Edutaiment Science dalam Pembelajaran Kimia untuk Meningkatkan Motivasi dan Pemahaman Konsep Siswa.* Jurnal Pendidikan Sains, 8(1), 45–52.

Clarke, R. N. (2013). *Cryogenics: An Introduction to Cryogenic Engineering.* Springer.

Fadillah, M., & Nurhidayati, S. (2021). *Analisis Perubahan Fisika dan Kimia pada Pangan Akibat Suhu Ekstrem.* Jurnal Sains Terapan, 9(2), 113–120.

Fellows, P. (2017). *Food Processing Technology: Principles and Practice.* Woodhead Publishing.

Inayah, N., & Masruroh, R. (2023). *PhET Simulation Effectiveness as Laboratory Practices Learning Media to Improve Students' Concept Understanding.* Prisma Sains, 9(2), 210–219.

Setyawati, E., Larasati, D., & Haryati, S. (2024). *Pengaruh Lama Waktu Pencelupan Fillet Ikan Nila Pada Nitrogen Cair Terhadap pH, Tekstur, dan Protein.* Sports Culture, 15(1), 72–86.

Utami, A. D., Rahman, N., & Lestari, P. (2022). *Perpindahan Kalor dan Perubahan Wujud Zat dalam Pembelajaran Eksperimen Suhu Ekstrem.* Jurnal Edukimia, 6(3), 122–130.

Chang, R., & Goldsby, K. A. (2016). Chemistry (12th ed.). New York: McGraw-Hill Education.

Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., & Murphy, C. J. (2014). Chemistry: The Central Science (13th ed.). Pearson Education.

Atkins, P., & De Paula, J. (2010). Physical Chemistry (9th ed.). Oxford University Press.

Zumdahl, S. S., & Zumdahl, S. A. (2017). Chemistry (10th ed.). Cengage Learning.

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. Science Education, 88(1), 28–54.

Suyono, & Hariyanto. (2011). Belajar dan Pembelajaran: Teori dan Konsep Dasar. Bandung: Remaja Rosdakarya.

Suprijono, A. (2013). Cooperative Learning: Teori dan Aplikasi PAIKEM. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Wieman, C. E., & Perkins, K. K. (2005). Transforming physics education. Physics Today, 58(11), 36–41.

Yulianti, D. (2010). Fisika untuk Sekolah Menengah Atas. Jakarta: Erlangga.

Sari, R. P., & Hidayat, T. (2019). Penggunaan media demonstrasi dalam pembelajaran kimia untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa. Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia, 3(2), 45–53.

Wahyudi, A. (2018). Edutainment dalam pembelajaran sains: Konsep dan implementasi. Jurnal Pendidikan Sains, 6(1), 12–20