Reog: Journal of Ecoethnoscience Education
e-ISSN: 3090-9465
Vol 02, No 01, 13-24
https://doi.org/10.58706/reog
reog.mep@gmail.com

Identifikasi Konsep Fisika pada Proses Pembuatan Makanan Tradisional Tetel Khas Madura

Alvin Rahmatullah, Durriyah Amirotul Mahfudloh, Berliana Nur Aulia Putri, dan Suliyanah *
Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia
* Email: suliyanah@unesa.ac.id

Abstrak

Makanan tradisional sebagai bagian dari kearifan lokal menyimpan berbagai fenomena ilmiah yang berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber belajar, khususnya dalam pembelajaran fisika. Tetel merupakan makanan tradisional yang terbuat dari ketan putih yang dicampur dengan parutan kelapa dan diolah sedemikian rupa untuk menghasilkan makanan dengan tekstur yang lembut dan kalis. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi konsep-konsep fisika yang terdapat dalam proses pembuatan makanan tradisional Tetel khas Madura serta potensinya sebagai sumber belajar berbasis etnosains. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain fenomenologi. Subjek penelitian ditentukan melalui teknik purposive sampling, yaitu masyarakat Madura yang masih aktif memproduksi tetel dan memahami proses serta nilai budaya yang terkandung di dalamnya. Teknik pengumpulan data melalui studi kepustakaan, observasi, wawancara mendalam, serta dokumentasi. Data dianalisis secara deskriptif melalui tahap reduksi data, penyajian data, serta penarikan kesimpulan dan verifikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pembuatan Tetel khas Madura melibatkan konsep fisika, seperti gaya, momentum dan impuls, tekanan, suhu dan kalor, perubahan wujud dan bentuk zat, osmosis, difusi, serta elastisitas. Temuan ini menunjukkan proses pembuatan Tetel memiliki potensi besar sebagai sumber belajar fisika yang kontekstual dan bermakna, sekaligus mendukung pelestarian kearifan lokal Madura. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan bahan ajar, media, maupun model pembelajaran fisika berbasis budaya lokal Madura pada penelitian selanjutnya.

Kata kunci: Etnosains, Pembelajaran Fisika, Tetel Madura.

Identification of Physics Concepts in the Process of Making Traditional Madurese Tetel Food

Abstract

Traditional food as part of local wisdom contains various scientific phenomena that have the potential to be used as learning resources, especially in physics learning. Tetel is a traditional food made from white sticky rice mixed with grated coconut and processed in such a way to produce food with a soft and elastic texture. This study aims to identify the physics concepts contained in the process of making traditional Madurese Tetel food and its potential as an ethnoscience-based learning resource. This study uses a qualitative approach with a phenomenological design. The research subjects were determined through a purposive sampling technique, namely Madurese people who are still actively producing Tetel and understand the process and cultural values contained therein. Data collection techniques through literature studies, observation, in-depth interviews, and documentation. Data were analyzed descriptively through the stages of data reduction, data presentation, as well as conclusions and verification. The results of the study indicate that the process of making Madurese Tetel involves physics concepts, such as power, momentum and impulse, pressure, temperature and heat, changes in state and form of matter, osmosis, diffusion, and elasticity. These findings demonstrate that the Tetel-making process has significant potential as a contextual and meaningful physics learning resource, while also supporting the preservation of Madurese local wisdom. This research is expected to serve as a basis for developing

Copyright © The Author(s). This work is licensed under CC BY-NC 4.0

teaching materials, media, and physics learning models based on Madurese local culture in future research.

Keywords: *Ethnoscience, Madurese Tetel, Physics Learning.*

Riwayat Naskah

Diserahkan	Direvisi	Diterima	Diterbitkan Daring
25 Desember 2025	2 April 2026	14 Juli 2026	31 Juli 2026

How to cite:

Rahmatullah, A., Mahfudloh, D.A., Putri, B.N.A., dan Suliyanah. (2026). Identifikasi Konsep Fisika pada Proses Pembuatan Makanan Tradisional Tetel Khas Madura. *Reog: Journal of Ecoethnoscience Education*, **2**(1), 13-24. DOI: https://doi.org/10.58706/reog.id573.

PENDAHULUAN

Kearifan lokal merupakan segala sesuatu yang menjadi ciri khas suatu daerah, misalnya makanan, adat-istiadat, tarian, lagu, dan tradisi (Laos & Tefu, 2019). Pengenalan dan pelestarian kearifan lokal dapat dilakukan dengan mengintegrasikan nilai-nilai kearifan lokal dalam kegiatan pembelajaran sains (Nurmaliati, 2025). Pembelajaran sains berbasis kearifan lokal dapat dilakukan dengan cara menata ulang sains asli dari suatu kelompok masyarakat dan menerjemahkannya dalam konsep-konsep sains ilmiah (Silla dkk., 2023). Mengintegrasikan kearifan lokal dalam pembelajaran dapat membantu peserta didik dalam memahami konsep secara benar dan kontekstual (Azizi dkk., 2022). Makanan tradisional yang menjadi bagian dari kearifan lokal dapat diintegrasikan dalam pembelajaran melalui konsep dan materi, salah satunya adalah konsep fisika.

Makanan tradisional merupakan jenis kearifan lokal yang berfungsi untuk memenuhi kebutuhan pangan, media menyatakan rasa terima kasih, ritual budaya dan mempererat kekerabatan dalam masyarakat (Kasmini & Mulyani, 2023). Makanan tradisional dapat juga diartikan sebagai makanan yang telah menjadi warisan budaya dalam masyarakat Indonesia yang kaya akan tradisi lokal (Abror dkk., 2024) Pembuatan makanan tradisional melalui berbagai proses, seperti penghancuran, pencampuran, dan cara memasak yang beragam, seperti dikukus, dipanggang, dan digoreng. Dalam konteks pendidikan, makanan tradisional berpotensi untuk diintegrasikan dalam kegiatan pembelajaran, karena dalam proses pembuatan makanan tradisional terdiri dari banyak tahapan yang berupa peristiwa ilmiah, seperti perubahan bentuk, perubahan dan sifat kimia, serta perubahan dan sifat fisika (Azizi dkk., 2022). Indonesia memiliki ragam jenis makanan tradisional yang tersebar di seluruh daerah dan diwariskan dari generasi ke generasi.

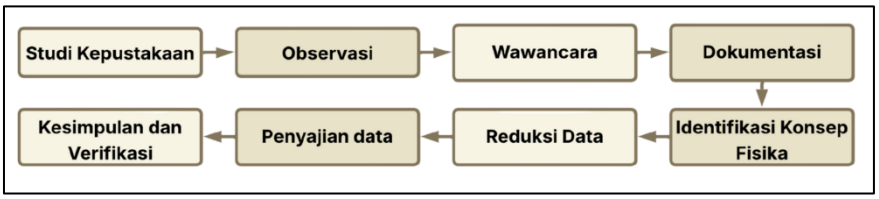
Tetel merupakan makanan tradisional yang terbuat dari ketan putih yang dicampur dengan parutan kelapa dan diolah sedemikian rupa untuk menghasilkan makanan dengan tekstur yang lembut dan kalis (Maratussholihah dkk., 2024). Pada proses pembuatannya, tetel dibuat dengan bahan utama beras ketan yang melibatkan tahapan unik seperti pengukusan dan penumbukan adonan hingga kalis. Tetel biasanya menjadi salah satu makanan tradisional yang disajikan untuk hantaran pernikahan dan selamatan bayi (Hermawan & Anwar, 2024). Tetel dapat dijumpai di banyak daerah, salah satunya adalah Madura. Pembuatan tetel di Madura masih dilestarikan hingga saat ini. Menurut Kasmi, salah satu pengolah tetel di Sumenep, Tetel dibuat dengan beras ketan yang memiliki kualitas tinggi. Dalam tradisi Madura, makanan tetel biasanya disajikan ketika ada acara tunangan atau dalam tradisi Madura disebut dengan *bakalan*. *Bakalan* merupakan penggambaran prosesi *khitbah* yang dilaksanakan beberapa bulan sebelum acara pernikahan (Kuswandi & Azizah, 2018). Selain itu, tetel juga dibuat ketika ada acara haul, perayaan hari raya, dan hari-hari besar lainya.

Dengan mempelajari konsep fisika dalam pembuatan makanan tradisional tetel, peserta didik dapat meningkatkan kesadaran mengenai penerapan konsep fisika dalam kehidupan sehari-hari. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa mendesain pembelajaran berbasis kearifan lokal sangat penting untuk dilakukan. Azizi dkk. (2022) menyatakan bahwa penggunaan makanan tradisional dapat meningkatkan kemampuan kognitif, afektif, dan psikomotorik peserta didik. Nugraheni dkk. (2025) dalam penelitiannya menganalisis proses pembuatan jenang kudus menunjukkan bahwa etnosains dapat menjadi konteks pembelajaran yang relevan dan menarik. Anjarwati dkk. (2022) menunjukkan bahwa bagian-bagian pada makanan tradisional Lumpia Semarang sangat berkaitan dengan konsep sains dan matematika. Laos & Tefu (2019) berdasarkan penelitiannya dalam proses pengolahan Sagu menemukan banyak konsep fisika, seperti gaya, tekanan, suhu dan kalor, momentum, proses pemisahan campuran, pengendapan, dan perubahan volume.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ada banyak konsep sains dan fisika yang ada pada makanan tradisional. Namun, belum ada kajian penelitian yang secara spesifik menganalisis proses pembuatan Tetel khas Madura. Penelitian mengenai Tetel menjadi penting karena dapat memberikan kontribusi pada beberapa aspek sekaligus, seperti pelestarian makanan tradisional, dan sebagai media serta bahan ajar dalam perspektif pendidikan. Penelitian etnosains pada proses pembuatan makanan tradisional Tetel khas Madura dapat menjadi sumber belajar yang kontekstual karena menghubungkan langsung antara kearifan lokal dengan sains ilmiah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi konsep fisika yang ada pada proses pembuatan makanan tradisional Tetel khas Madura. Selain itu penelitian ini juga bisa menjadi solusi alternatif bagi guru untuk dapat menambah strategi pembelajaran fisika menggunakan kearifan lokal budaya setempat sehingga proses pembelajaran lebih menyenangkan.

METODE

Pada penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain fenomenologi yang bertujuan untuk memahami secara mendalam makna suatu fenomena berdasarkan pengalaman dari subjek penelitian (A'yun dkk., 2025). Pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan informan berdasarkan kriteria tertentu yang sesuai dengan tujuan penelitian (Asrulla dkk., 2023). Sampel dalam penelitian ini adalah Ibu Kasmi, masyarakat Sumenep yang masih aktif memproduksi tetel, memiliki pengalaman yang memadai dalam proses pembuatannya, serta memahami nilai budaya yang terkandung di dalamnya. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pada Gambar 1, data diperoleh dari beberapa sumber, antara lain studi kepustakaan mengenai sejarah dan perkembangan makanan tradisional Tetel khas Madura, observasi dilakukan dengan mengamati secara langsung proses pembuatan Tetel sehingga peneliti dapat menelaah setiap tahapan yang dilakukan. Wawancara dilakukan secara mendalam untuk menggali pemahaman, pengalaman, serta makna yang diberikan masyarakat terhadap proses pembuatan Tetel. Sementara itu, dokumentasi berfungsi sebagai data pendukung yang memperkuat hasil wawancara dan observasi. Seluruh informasi yang didapatkan kemudian dicatat dan diorganisir sebagai dasar bagi tahap analisis proses pembuatan Tetel.

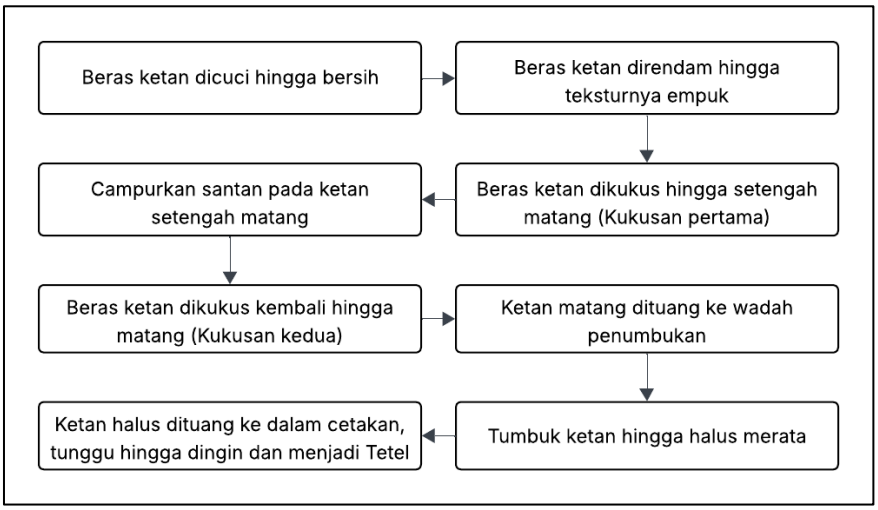
Analisis data dilakukan secara deskriptif untuk menelaah proses pembuatan Tetel khas Madura yang ditemukan dan potensinya sebagai objek kajian fisika. Setiap tahapan dalam pembuatan tetel diidentifikasi berdasarkan konsep-konsep fisika yang relevan, kemudian direduksi untuk memilah dan memfokuskannya pada tujuan penelitian agar lebih mudah dipahami. Data tersebut kemudian disajikan dalam bentuk naratif, tabel, atau bagan yang sistematis sehingga memudahkan dalam memahami pola, hubungan, dan makna dari data yang diperoleh. Tahap terakhir adalah penarikan kesimpulan dan verifikasi berdasarkan hasil analisis yang telah disajikan. Verifikasi dilakukan untuk memastikan konsistensi dari temuan, sehingga hasil penelitian benar-benar mencerminkan fenomena yang diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Makna Budaya dalam Tradisi Pengolahan Makanan Tradisional Tetel

Tetel merupakan salah satu makanan tradisional yang terbuat dari bahan dasar beras ketan putih yang dicampur dengan santan kental dari parutan kelapa dan ditanak seperti menanak nasi (Maratussholihah dkk., 2024). Dalam budaya madura nama Tetel diambil karena proses pembuatanya yang dilakukan dengan cara "*E Totoh*" yang artinya dilakukan dengan cara ditumbuk. Makanan tradisional tetel ini sudah ada sejak lama dan diwariskan turun temurun oleh nenek moyang terdahulu. Menurut hasil wawancara dengan salah satu pengolah tetel di madura menyatakan bahwa, *"Makanan tetel pada awalnya lahir dari kebiasaan masyarakat Madura yang memanfaatkan hasil dari pertanian lokal masyarakat setempat yang meliputi ketan sebagai bahan utama dari pembuatan Tetel"*. Hingga saat ini, makanan tradisional tetel menjadi salah satu makanan penting yang harus ada pada acara-acara adat Madura maupun acara-acara tertentu.

Di Madura makanan tradisional tetel ini tidak dibuat pada hari-hari biasa. Namun, makanan tradisional tetel ini dibuat saat-saat tertentu saja seperti, pada acara tunangan atau dalam tradisi madura disebut *bakalan,* acara haul, perayaan hari raya, serta hari-hari besar lainya. Pada acara tunangan atau *bakalan* makanan tetel ini harus ada karena dalam tradisi madura menganggap makanan tetel sebagai simbol dari persatuan antara kedua pasangan (Dzarna dkk., 2022). Pada hari-hari biasa sangat jarang ada masyarakat Madura berjualan tetel kecuali ada pesanan yang sudah dilakukan jauh-jauh hari. Hal itu terjadi karena dalam proses pengolahan/pembuatan tetel membutuhkan proses yang cukup lama serta tenaga yang cukup untuk menghaluskan ketan yang sudah matang supaya menjadi tetel dengan tekstur dan kualitas yang baik.



Gambar 2. Proses Pembuatan Tetel Khas Madura

Berdasarkan Gambar 2, dalam proses pengolahan terdapat beberapa bagian penting yang perlu diperhatikan dalam pembuatan tetel. Tahap penumbukan, tahapan ini sangat berpengaruh terhadap tekstur dari tetel yang dihasilkan. Semakin lama proses penumbukan, maka tekstur tetel yang dihasilkan akan semakin halus dan lengket. Dalam proses pengolahanya tidak banyak perubahan pada cara membuatnya, Kasmi masyarakat pengolah tetel madura menyatakan, *"Proses pengolahan tetap mengikuti tahapan yang diwariskan turun temurun dari nenek moyang terdahulu"*. Perubahan yang terjadi dari zaman dulu hingga saat ini hanya terletak pada alat yang digunakan, seperti penggunaan kompor gas dalam proses pengukusan dan penggunaan alat penumbuk yang berganti dari pelepah pisang menjadi kayu padat yang di desain khusus dengan ujung bagian atas dan bawah dibuat pipih. Namun dari hasil wawancara dengan masyarakat pengolah tetel menyatakan bahwa, *"Perbedaan alat yang digunakan pada zaman dulu dan saat ini tidak berpengaruh dan tidak merubah hasil dari masakan tetel"*.

Makanan tetel ini tidak hanya makanan tradisional yang dibuat dan diolah di daerah Madura saja, tetapi makanan ini juga dibuat dan diolah di berbagai daerah lain seperti Bojonegoro, Lamongan, dan daerah lainya (Fajriah & Imron, 2023; Huda, 2017; Dzarna dkk., 2022). Setiap daerah memiliki ciri khas tersendiri, mulai dari proses teknik pembuatan, bahan tambahan yang digunakan, dan waktu-waktu tertentu untuk pembuatan. Di daerah Madura pada proses pembuatanya hanya menambahkan santan kental dari hasil parutan kelapa tanpa menambahkan hasil parutan kelapa, sedangkan di daerah lain seperti di Bojonegoro, hasil parutan kelapa juga ikut dicampurkan kedalam adonan tetel dan diikutkan dalam proses penumbukan. Perbedaan bahan tambahan tersebut menyebabkan adanya perbedaan keterlibatan konsep fisika dalam proses pengolahannya.

Keterkaitan Proses Pengolahan Makanan Tradisional Tetel Dengan Konsep Fisika

Proses pembuatan makanan tradisional Tetel khas Madura melibatkan beberapa konsep fisika, seperti gaya, momentum dan impuls, tekanan, suhu dan kalor, perubahan bentuk zat, osmosis, difusi, dan elastisitas yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar berbasis etnosains. Tabel 1 merupakan hasil observasi konsep-konsep fisika pada proses pengolahan makanan tradisional tetel khas madura, di Desa Meddelan, Kecamatan Lenteng, Kabupaten Sumenep.

Tabel 1. Proses Pengolahan Tetel Khas Madura dan Konsep-konsep Fisika

No	Tahapan Pembuatan Tetel	Konsep-Konsep Fisika	Penjelasan
1.	 **Gambar 3**. Pengupasan Kelapa untuk Dijadikan Santan (Sumber: Dokumentasi Pribadi)	Gaya, momentum dan impuls, tekanan	Pada proses pengupasan kelapa, saat parang bekerja ketika tangan memberikan gaya tekan dan gaya ayun.
2.	 **Gambar 4.** Pemerasan Kelapa yang Sudah Diparut untuk Menghasilkan Santan (Sumber: Dokumentasi Pribadi)	Gaya dan tekanan	Pemerasan dilakukan dengan menggunakan tangan yang memberikan sebuah gaya sehingga dihasilkan tekanan pada parutan kelapa.
3.	 **Gambar 5.** Membersihkan Beras Ketan (Sumber: Dokumentasi Pribadi)	Pemisahan campuran kotoran berdasarkan perbedaan ukuran partikel	Beras ketan dipisahkan dari kotoran yang ada berdasarkan ukurannya.
4.	 **Gambar 6.** Mencuci Beras Ketan (Sumber: Dokumentasi Pribadi)	Gaya gesek dan aliran fluida	Tangan mengaduk air menimbulkan gerakan perputaran pada air (aliran fluida), sehingga kotoran terangkat ke atas.

No	Tahapan Pembuatan Tetel	Konsep-Konsep Fisika	Penjelasan
5.	 **Gambar 7.** Perendaman Beras Ketan Menggunakan Air (Sumber: Dokumentasi Pribadi)	Difusi, osmosis, dan massa jenis	Ketika ketan direndam terjadi proses osmosis yaitu masuknya air ke dalam beras ketan.
6.	 **Gambar 8.** Pengukusan Pertama Beras Ketan yang Telah Direndam (Sumber: Dokumentasi Pribadi)	Suhu dan kalor, perubahan volume	Ketika air dipanaskan maka akan terjadi penguapan, sehingga terjadi perpindahan panas secara konveksi dari uap ke beras ketan.
7.	 **Gambar 9.** Pencampuran Santan pada Ketan yang Telah Dikukus (Sumber: Dokumentasi Pribadi)	Campuran	Dengan mencampurkan santan dari hasil parutan kelapa pada beras ketan yang sudah dimasak setengah matang.
8.	 **Gambar 10.** Pengukusan Kedua untuk Memastikan Ketan Benar-benar Matang (Sumber: Dokumentasi Pribadi)	Suhu dan kalor, perubahan wujud, tekanan uap	Ketika air dipanaskan maka akan terjadi penguapan, sehingga terjadi perpindahan panas secara konveksi dari uap ke beras ketan, dan terjadi perubahan wujud benda dari cair menjadi uap air.

No	Tahapan Pembuatan Tetel	Konsep-Konsep Fisika	Penjelasan
9.	 **Gambar 11.** Menumbuk Adonan (Sumber: Dokumentasi Pribadi)	Gaya, momentum dan impuls, tekanan	Penumbukan dilakukan dengan menggunakan tongkat. Semakin besar gaya dan tekanan yang diberikan maka, tetel ketan akan cepat halus.
10.	 **Gambar 12.** Adonan Diaduk dan Dibolak-balik agar Halus Sempurna (Sumber: Dokumentasi Pribadi)	Gaya, elastisitas	Saat melakukan pengadukan gerakan memutar menimbulkan gaya gesek antara partikel.
11.	 **Gambar 13.** Pencetakan Adonan (Sumber: Dokumentasi Pribadi)	Tekanan, gaya, elastisitas	Tekanan diberikan agar membentuk sesuai cetakan. Pada proses ini ketan menjadi elastis.

Pada tahap awal pembuatan tetel, berdasarkan Gambar 3 yaitu proses pengupasan kelapa melibatkan konsep fisika mekanika sederhana. Pada saat parang diayunkan oleh tangan menggunakan gaya tekan dan gaya ayun menghasilkan sebuah momentum, perubahan besar momentum yang terjadi akan menghasilkan impuls. Semakin besar gaya tekan dan impuls yang diberikan maka kulit kelapa akan semakin cepat terkelupas. Secara matematis persamaan gaya dan impuls dapat dituliskan pada Persamaan 1,

$$I = F.\Delta t = \Delta p \quad (1)$$

Keterangan:
I : Impuls (Ns)
F : Gaya (N)
Δt : Waktu (s)
Δp : Momentum (kg m/s)

Berdasarkan Persamaan 1, gaya ayun dan gaya tekan yang diberikan pada parang selama waktu kontak tertentu menimbulkan impuls yang mampu menyebabkan perubahan besar momentum saat mengenai sabut kelapa. Impuls yang semakin besar inilah yang membuat proses tumbukan lebih efektif sehingga untuk melakukan pengupasan sabut kelapa menjadi lebih mudah dan lebih cepat. Sesuai dengan pernyataan Pricillya dkk. (2022), menyatakan bahwa momentum merupakan sifat kelembaman (sifat ingin mempertahankan

keadaannya) dari benda yang bergerak. Perubahan momentum yang dipengaruhi gaya luar yang bekerja selama waktu tertentu disebut impuls.

Berdasarkan Gambar 4, proses pemerasan santan kelapa dan Gambar 11 proses penumbukan ketan memperlihatkan adanya gaya tekan yang bekerja pada suatu bidang yang kecil, sehingga tekanan yang dihasilkan menjadi besar. Hal itu sesuai dengan teori pada konsep fisika materi tekanan. Semakin kecil luas bidang, maka tekanan yang dihasilkan akan semakin besar. Secara matematis dapat dituliskan pada Persamaan 2,

$$P = \frac{F}{A} \tag{2}$$

Keterangan:
P : Tekanan (Pa)
F : Gaya (N)
A : Luas bidang (m^2)

Berdasarkan Persamaan 2, besarnya tekanan yang dihasilkan dipengaruhi oleh besarnya gaya tekan yang diberikan dan luas bidang kontak yang menerima gaya tersebut. Pada proses pemerasan santan dan penumbukan ketan yang sudah matang, gaya diberikan pada suatu bidang permukaan yang relatif kecil sehingga tekanan yang dihasilkan menjadi lebih besar. Proses tersebut membantu santan keluar lebih maksimal dan proses penumbukan serta penghalusan ketan menjadi lebih cepat.

Kemudian, sesuai dengan Gambar 13 pada proses pencetakan Tetel yang sudah halus melibatkan gaya tekan dengan menghasilkan bentuk tetap dan massa yang lebih padat karena terjadi deformasi permanen dan elastisitas yang berasal dari pencampuran ketan dengan santan kental. Deformasi menunjukkan elastisitas suatu bahan makanan yang merupakan kondisi dimana bahan makanan dapat mempertahankan bentuknya pada saat dikenakan gaya tertentu (Nishinari dkk., 2018). Oleh karena itu, pada proses pengolah Tetel khas Madura melibatkan konsep fisika tentang interaksi gaya, impuls, tekanan, dan perubahan bentuk benda.

Pada proses pembuatan ketan mulai dari proses pembersihan beras ketan hingga pengukusan beras ketan terjadi proses perubahan panas dan perpindahan materi. Berdasarkan Gambar 7, pada proses perendaman beras ketan melibatkan konsep fisika osmosis, yaitu proses dimana masuknya air ke dalam beras ketan. Proses tersebut bisa dijelaskan dengan tekanan osmotik. Selain itu, pada proses penyebaran lemak dan air pada saat penambahan santan ke dalam ketan menunjukkan adanya proses difusi molekul. Kemudian, pada proses pengukusan pertama dan kedua terjadi perpindahan kalor dari sumber panas yaitu api kompor menuju ke bahan makanan. Proses perpindahan kalor tersebut dapat dinyatakan sebagai persamaan matematis berikut,

$$Q = m.c.\Delta T \tag{3}$$

Keterangan:
Q : Kalor (J)
m : Massa (kg)
c : Kalor jenis (J/kg℃)
ΔT : Perubahan suhu (℃)

Berdasarkan Persamaan 3, banyaknya kalor yang diserap beras ketan selama proses pengukusan bergantung pada massa dari bahan yang digunakan, kalor jenis, dan perubahan suhu yang terjadi. Kalor yang dihasilkan oleh api kompor berpindah ke ketan sehingga suhu menjadi meningkat, meyebabkan air dari hasil perendaman dan santan lebih mudah menyebar ke seluruh bagian beras ketan. Perpindahan kalor yang terjadi secara bertahap ini membuat tekstur ketan menjadi lebih lunak dan matang secara sempurna. Semakin besar kalor jenis suatu benda semakin besar pula kemampuan benda dalam menyerap kalor (Kusrini, 2020).

Dari proses pemanasan yang dihasilkan dari pengukusan menyebabkan air mengalami proses perubahan wujud dari air berubah menjadi uap. Seiring meningkatnya suhu pada proses pengukusan, maka juga akan menyebabkan tekanan uap di dalam dandang meningkat. Sesuai dengan hukum Gay-Lussac, dimana pada volume tetap, tekanan gas berbanding lurus dengan suhu mutlak. Jadi, hukum Gay-Lussac adalah salah satu hukum pada gas ideal yang menyatakan suhu (T) serta tekanan (P) yang berubah dengan volume (V) tetap (Aprilyanti, 2020).

$$P_{uap} \propto T \tag{4}$$

Keterangan:
P_{uap} : Tekanan gas (N/m^2)
T : Suhu mutlak gas (℃)

Berdasarkan Persamaan 4, menunjukan bahwa kenaikan suhu selama proses pengukusan ketan dapat menyebabkan tekanan uap air di dalam dandang ikut meningkat karena volume ruang uap relatif tetap. Tekanan uap di dalam dandang yang semakin besar ini membantu proses pemanasan berlangsung lebih efektif sehingga ketan menerima panas secara merata.

Semua fenomena ini menunjukan bahwasanya perubahan suhu dan perpindahan materi berperan penting dalam proses pembentukan tekstur akhir dari Tetel. Sesuai dengan hasil wawancara pengolah Tetel Madura menyatakan bahwa, *"Lamanya proses pengukusan sangat berpengaruh, karena jika dilakukan terlalu singkat tekstur ketan akan keras, `maka dari itu dengan proses pengukusan yang tepat membuat Tetel lebih lembut dan kenyal".*

Makanan tradisional yang selama ini dipandang sebagai produk budaya menyimpan potensi edukatif yang sangat besar, terutama dalam proses pembelajaran fisika. Pembelajaran berbasis kearifan lokal mampu meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa dalam belajar (Amaliyah dkk., 2023; Alaudin, 2024). Konsep fisika yang sebelumnya dianggap abstrak dapat lebih mudah dipahami melalui budaya tradisional yang akrab dengan kehidupan sehari-hari siswa. Selain itu, pengintegrasian budaya lokal ke dalam pembelajaran fisika dapat membantu melestarikan identitas budaya lokal suatu daerah (Ramadani, 2025; Sarumaha dkk., 2024). Proses pembuatan Tetel khas Madura yang menunjukkan hubungan antara praktik budaya dengan prinsip ilmiah menunjukkan bahwa etnosains dapat menjadi strategi pembelajaran yang efektif dan relevan untuk siswa.

Temuan ini sesuai dengan penelitian Laos & Tefu (2019) menunjukan bahwa dalam proses pengolahan makanan tradisional sagu melibatkan banyak konsep fisika mulai dari konsep gaya, tekanan suhu dan kalor, momentum, dan perubahan volume. Pilendia (2024) juga menyatakan bahwa integrasi media pembelajaran berbasis teknologi dan kearifan lokal dalam pembelajaran fisika menawarkan pendekatan yang lebih menyeluruh dan kontekstual. Sejalan dengan hal tersebut, Munandar dkk., (2022) juga mengemukakan hasil penelitiannya bahwa kebudayaan lokal yang diimplementasikan ke dalam pembelajaran formal dapat meningkatkan kecintaan siswa. Dengan demikian, temuan dari penelitian ini memiliki kesesuaian dengan penelitian terdahulu dalam pemanfaatan konsep fisika pada pengolahan makanan tradisional dan integrasi dalam pembelajaran. Namun, penelitian ini lebih menekankan pada konsep gaya, tekanan, momentum dan impuls, perpindahan panas dan materi sebagai faktor utama pengolahan Tetel.

Meskipun demikian, penelitian identifikasi konsep fisika pada proses pembuatan makanan tradisional Tetel khas Madura ini masih memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dikembangkan. Pada penelitian ini cakupan subjek dan lokasi yang digunakan masih terbatas. Penelitian hanya dilakukan pada dua daerah pengolah tetel, sehingga variasi teknik pengolahan Tetel di daerah lain tidak bisa dijadikan perbandingan. Keterbatasan lain adalah belum adanya pengembangan lebih lanjut baik sebagai media atau perangkat pembelajaran, maupun diterapkan langsung pada proses belajar mengajar di sekolah, sehingga hasil yang diperoleh hanya sebatas deskriptif dan belum mampu menunjukan dampak nyata dari proses pembelajaran berbasis kearifan lokal pengolahan Tetel khas Madura.

Temuan dari penelitian ini dapat dijadikan landasan dalam penyusunan bahan ajar fisika berbasis budaya lokal Madura. Pemanfaatan aspek budaya seperti proses pembuatan Tetel berpotensi meningkatkan literasi sains melalui pengaitan konsep-konsep fisika dengan fenomena nyata di lingkungan siswa. Integrasi konsep fisika pada proses pembuatan tetel membuka peluang bagi pengembangan model pembelajaran kontekstual yang relevan, bermarna, dan berakar budaya lokal. Melalui pendekatan ini, pembelajaran fisika tidak lagi bersifat abstrak, melainkan ilmu yang hidup dalam praktik keseharian masyarakat. Dengan demikian, keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran dapat meningkat karena langsung terhubung dengan budaya yang mereka kenal. Selain itu, hasil penelitian ini turut memperkaya kajian mengenai etnosains dengan memperluas objek kajian pada makanan tradisional yang selama ini masih jarang diteliti. Pendekatan ini diharapkan mampu menginspirasi penelitian lanjutan yang memanfaatkan warisan budaya sebagai sumber belajar yang lebih kontekstual.

KESIMPULAN

Proses pembuatan tetel khas Madura memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber belajar fisika berbasis etnosains yang kontekstual dan bermakna. Mulai dari persiapan bahan, pengukusan,

penumbukan, hingga pencetakan adonan dapat membantu memahami konsep fisika seperti gaya, momentum dan impuls, tekanan, suhu dan kalor, perubahan wujud dan bentuk zat, osmosis, difusi, serta elastisitas. Temuan ini tidak hanya menyampaikan konsep fisika secara nyata dalam proses pembuatan tetel, tetapi juga mencerminkan kearifan lokal masyarakat Madura dan mendukung pelestarian budaya, sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan menyenangkan. Meskipun penelitian ini masih bersifat deskriptif dan memiliki keterbatasan pada cakupan lokasi serta penerapannya dalam pembelajaran, hasil penelitian ini nantinya dapat menjadi dasar pengembangan bahan ajar, media, maupun model pembelajaran fisika berbasis budaya lokal madura pada penelitian selanjutnya.

KONTRIBUSI PENULIS

Alvin Rahmatullah: Conceptualization, Methodology, Validation, Investigation, Resource, dan Writing - Original Draft; **Durriyah Amirotul Mahfudloh**: Conceptualization, Methodology, Investigation, Resource, dan Writing - Original Draft; **Berliana Nur Aulia Putri**: Conceptualization, Methodology, Resources, Writing - Original Draft, dan Project Administration; serta **Suliyanah**: Validation dan Supervision. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir dari naskah ini.

PERNYATAAN KETERSEDIAAN

Data yang mendukung temuan dalam penelitian ini tersedia dengan mengikuti ketentuan akses yang berlaku. Bergantung pada karakteristik data, akses dapat diberikan secara terbuka kepada publik atau berdasarkan permintaan yang wajar, kecuali jika terdapat pembatasan terkait etika, hukum, privasi, atau ketentuan institusional.

PERNYATAAN BEBAS KONFLIK

Para penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan finansial maupun hubungan pribadi yang dapat mempengaruhi hasil yang dilaporkan dalam naskah ini.

PERNYATAAN ETIKA PENELITIAN DAN PUBLIKASI

Para penulis menyatakan bahwa penelitian dan penulisan naskah ini telah mematuhi standar etika penelitian dan publikasi, sesuai dengan prinsip ilmiah, serta bebas dari plagiasi.

PERNYATAAN PEMANFAATAN TEKNOLOGI ASISTIF

Para penulis menyatakan bahwa Kecerdasan Buatan Generatif (*Generative Artificial Intelligence*) dan teknologi asistif lainnya tidak digunakan secara berlebihan dalam proses penelitian dan penulisan naskah ini. Secara khusus, ChatGPT dan Gemini digunakan untuk membantu merumuskan ide awal, penyusunan kerangka tulisan, dan QuillBot untuk parafrase. Para penulis telah meninjau dan menyunting semua konten yang dihasilkan AI guna memastikan ketepatan, kelengkapan, serta kepatuhan terhadap standar etika dan ilmiah, dan bertanggung jawab penuh atas naskah versi akhir.

DAFTAR PUSTAKA

Abror, K.T., Zennika, T., Putri, E.P.M., Yukuri, K.A., dan Supriyono. (2024). Peran makanan tradisional dalam menguatkan identitas nasional. *Jurnal Budaya Nusantara*, **7**(1), 24–35. DOI: https://doi.org/10.36456/JBN.vol7.no1.8834.

Alaudin, N. (2024). Efektivitas model pembelajaran berbasis kearifan lokal dalam meningkatkan motivasi belajar siswa. *Pendiri: Jurnal Riset Pendidikan*, **1**(2), 58-66. DOI: https://doi.org/10.63866/pendiri.v1i2.61.

Amaliyah, N., Hayati, N., dan Kasanova, R. (2023). Implementasi pendekatan pembelajaran berbasis kearifan lokal dalam meningkatkan minat belajar siswa di MTs Miftahus Sudur Campor Proppo. *Dewantara: Jurnal Pendidikan Sosial Humaniora,* **2**(3), 129-147. DOI: https://doi.org/10.30640/dewantara.v2i3.1352.

Anjarwati, S., Aryani, A.E., Azizah, F.F., dan Abdullah, A.A. (2022). Eksplorasi etnomatsains pada lumpia Semarang serta implikasi dalam pembelajaran matematika dan sains. *PENDIPA Journal of Science Education*, **6**(1), 183–192. DOI: https://doi.org/10.33369/pendipa.6.1.183-192.

Aprilyanti, S. (2020). *Kimia terapan (aplikasi untuk teknik mesin)*. Grobogan: CV. Sarnu Untung. Retrieved from: https://books.google.co.id/books?id=WVnvDwAAQBAJ

Asrulla, R., Jailani, M.S., dan Jeka, F. (2023). Populasi dan sampling (kuantitatif), serta pemilihan informan kunci (kualitatif) dalam pendekatan praktis. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, **7**(3), 26320-26332. DOI: https://doi.org/10.31004/jptam.v7i3.10836.

A'yun, S.Q., Habsy, B.A., dan Nursalim, M. (2025). Model-model penelitian kualitatif: Literature review. *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan Indonesia*, **4**(2), 341-354. DOI: https://doi.org/10.31004/jpion.v4i2.367.

Azizi, A., Rasyidi, M., Sarjan, M., Muliadi, A., Hamidi, H., Fauzi, I., Yamin, M., Muttaqin, M.Z., Ardiansyah, B., Rahmatiah, R., Sudirman, S., dan Khery, Y. (2022). Pembelajaran IPA dalam meningkatkan preferensi makanan tradisional. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, **8**(21), 19-26. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.7272724.

Dzarna, Mijianti, Y., dan Dewi, E.S. (2022). Makna simbolik makanan khas Bakalan: Studi etnografi. *BELAJAR BAHASA: Jurnal Ilmiah Program Studi Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia*, **7**(1), 15-24. DOI: https://doi.org/10.32528/bb.v7i1.6.

Fajriah, N. dan Imron, A. (2023). Pendidikan karakter melalui transformasi nilai-nilai Tradisi Ndudut Mantu di Desa Paciran Kabupaten Lamongan. *Jurnal Dialektika Pendidikan IPS*, **3**(4), 118-126. Retrieved from: https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/PENIPS/article/download/56432/45684.

Hermawan, N. dan Anwar, M.B. (2024). Proses morfologi dan konstruksi makna leksikon budaya dalam tradisi slametan di Dusun Bintingan Kota Pasuruan. *Prosiding Konferensi Linguistik Tahunan Atma Jaya (KOLITA 22),* 291–301. DOI: https://doi.org/10.25170/kolita.22.5985.

Huda, M.T. (2017). Harmoni sosial dalam tradisi sedekah bumi masyarakat Desa Pancur Bojonegoro. *Religió Jurnal Studi Agama-Agama*, **7**(2), 267-296. DOI: https://doi.org/10.15642/religio.v7i2.753.

Kasmini, L. dan Mulyani, I. (2023). Analisis kandungan, penamaan, dan makna dari makanan tradisional Aceh. *Journal Metamorfosa*, **11**(2), 145–161. DOI: https://doi.org/10.46244/metamorfosa.v11i2.2272.

Kusrini. (2020). *Modul pembelajaran SMA fisika Kelas XI: Suhu dan kalor*. Jakarta: Direktorat Jendral PAUD, DIKDAS, dan DIKMEN. Retrieved from: http://netboardme-cf1.s3.amazonaws.com/published/78859/files/a6e7d729eb987239aa9bf25ffd065808.pdf.

Kuswandi, I. dan Azizah, L.F. (2018). Mitos Sangkal dalam tradisi pertunangan dini di Madura. *Seminar Nasional PPM Unesa 2018*, 1451–1460.

Laos, L.E. dan Tefu, M.O.F.I. (2019). Identifikasi konsep fisika pada kearifan lokal pengolahan sagu (putak) Kabupaten Timor Tengah Selatan. *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya*, **4**(2), 77-84. DOI: https://doi.org/10.35508/fisa.v4i2.1827.

Maratussholihah, Z., Suyatno, S., dan Mulyono, M. (2024). Makna filosofis hantaran pada tradisi Ganjuran sebagai bentuk eksplorasi budaya Jawa dalam pembelajaran BIPA. *Diskursus: Jurnal Pendidikan Bahasa Indonesia*, **7**(3), 478-488. DOI: http://dx.doi.org/10.30998/diskursus.v7i3.23668.

Munandar, R., Ristanti, C.I., Nurhidayati, N., Busyairi, A., dan Rokhmat, J. (2022). Analisis potensi pembelajaran fisika berbasis etnosains untuk meningkatkan kecintaan budaya lokal masyarakat Bima: pendidikan. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Fisika Indonesia*, **4**(1), 6-14. DOI: https://doi.org/10.29303/jppfi.v4i1.169.

Nishinari, K. dan Fang, Y. (2018). Perception and measurement of food texture: Solid foods. *Journal of Texture Studies*, **49**(2), 160–201. DOI: https://doi.org/10.1111/jtxs.12327.

Nugraheni, S., Fawaida, U., Nadilla, N., Maulida, N.I., Zahiy, P.I.H., Abdillah, A.Z.F., dan Rahmawati, R.F. (2025). Eksplorasi konsep sains dalam pembuatan Jenang Kudus: Pendekatan etnosains untuk keberlanjutan budaya. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA,* **15**(2), 73-81. DOI: https://doi.org/10.24929/lensa.v15i2.655.

Nurmaliati, N. (2025). Pembelajaran fisika mengintegrasikan etnosains makanan tradisional (literatur review). *Jurnal Pendidikan Rokania*, **9**(3), 370-379. Retrieved from: https://e-jurnal.stkiprokania.ac.id/index.php/jpr/article/view/1105.

Pilendia, D. (2024). Kajian filsafat ilmu: Integrasi multimedia interaktif dan kearifan lokal dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan Sang Surya,* **10**(2), 474-481. DOI: https://doi.org/10.56959/jpss.v10i2.266.

Pricillya, S., Fernanda, M., Qorimah, F., dan Hanisa, A.R. (2022). Implementasi pembelajaran impuls dan momentum: Review publikasi ilmiah. *Mitra Pilar: Jurnal Pendidikan, Inovasi, dan Terapan Teknologi*, **1**(2), 191–212. DOI: https://doi.org/10.58797/pilar.0102.10.

Ramadani, I. (2025). Integrasi bahan ajar berbasis kearifan lokal Kajang dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis. *Jurnal Pengabdian Nasional (JPN) Indonesia*, **6**(1), 274-284. DOI: https://doi.org/10.35870/jpni.v6i1.1184.

Sarumaha, M., Telaumbanua, K., dan Harefa, D. (2024). Pendidikan berbasis kearifan lokal Nias Selatan: membangun identitas budaya pada generasi muda. *Jurnal Education and Development,* **12**(3), 663-668. DOI: https://journal.ipts.ac.id/index.php/ED/article/view/6585.

Silla, E.M., Dopong, M., Teuf, P.J., dan Lipikuni, H.F. (2023). Kajian etnosains pada makanan khas Usaku (tepung jagung) sebagai media belajar fisika. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika,* **4**(1), 30-39. DOI: https://doi.org/10.30872/jlpf.v4i1.2060.