



## *Study of the Potential of Evaporative Coolers for Fish Storage in Traditional Markets*

### **Studi Potensi Pendingin Evaporatif untuk Penyimpanan Ikan di Pasar Tradisional**

Aisyah Salsabila<sup>1\*</sup>, Amelia Sari<sup>2</sup>, Hermila Gemah<sup>3</sup>, Nikita Ika Ramadhani Putri<sup>4</sup>, Muhammad Al Qadri<sup>5</sup>

<sup>1-5</sup>Pendidikan Fisika, Universitas Bengkulu, Indonesia

Corresponden E-Mail: <sup>1</sup>aiaracaca.0624@gmail.com, <sup>2</sup>ameliasariiii663@gmail.com,  
<sup>3</sup>hermilamila345@gmail.com, <sup>4</sup>nikitaramadhani898@gmail.com, <sup>5</sup>mhmdalqadri6@gmail.com

Makalah: Diterima 10 December 2025; Diperbaiki 18 December 2025; Disetujui 19 December 2025  
Corresponding Author: Hermila Gemah

#### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi penggunaan pendingin evaporatif sebagai alternatif penyimpanan ikan bagi pedagang di Pasar Panorama Kota Bengkulu. Latar belakang penelitian didasarkan pada permasalahan penyimpanan ikan di pasar tradisional yang bergantung pada es batu, sementara kondisi lingkungan yang panas dan lembap mempercepat pencairan es serta menurunkan kualitas ikan. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif melalui observasi langsung di lapangan dan studi literatur terkait konsep termodinamika dan penerapan evaporatif pada bahan pangan. Hasil observasi menunjukkan bahwa es batu mencair dengan cepat akibat suhu pasar yang tinggi dan sirkulasi udara yang minim. Studi literatur menunjukkan bahwa pendinginan evaporatif mampu menurunkan suhu lingkungan melalui proses penguapan air dan menciptakan kondisi penyimpanan yang lebih sejuk dan stabil. Walaupun tidak dapat mencapai suhu dingin ideal untuk ikan, pendinginan evaporatif memiliki potensi sebagai sistem yang memperlambat pencairan es, menghambat peningkatan suhu, serta membantu menjaga kesegaran ikan lebih lama. Kesimpulan penelitian menunjukkan bahwa pendingin evaporatif layak dipertimbangkan sebagai teknologi tepat guna yang mendukung penyimpanan ikan di pasar tradisional, mengurangi penggunaan es batu, dan menekan biaya operasional pedagang.

Keyword: evaporatif, ikan, pasar, penyimpanan, potensi

#### **Abstract**

*This study aims to analyze the potential use of evaporative cooling as an alternative fish storage method for traders at Panorama Market, Bengkulu City. The background of the study is based on the problem of fish storage in traditional markets that rely on ice cubes, while hot and humid environmental conditions accelerate ice melting and reduce fish quality. This study uses a qualitative descriptive method through direct field observations and literature studies related to the concept of thermodynamics and the application of evaporative cooling to food ingredients. The results of the observations indicate that ice cubes melt quickly due to high market temperatures and minimal air circulation. The literature study shows that evaporative cooling can lower the environmental temperature through the process of water evaporation and create cooler and more stable storage conditions. Although it cannot achieve the ideal cold temperature for fish, evaporative cooling has the potential as a system that slows ice melting, inhibits temperature increases, and helps maintain fish freshness for longer. The conclusion of the study shows that evaporative cooling is worthy of consideration as an appropriate technology that supports fish storage in traditional markets, reduces ice cube use, and reduces traders' operational costs.*

Keyword: evaporative, fish, market, storage, potential

#### **1. Introduction**

Pasar Panorama merupakan salah satu pasar terbesar yang ada di Provinsi Bengkulu tepatnya dikota Bengkulu. Pasar ini menjadi pusat aktivitas ekonomi masyarakat. Khususnya dalam sektor perdagangan bahan pangan seperti sayuran, daging, dan ikan segar. Di antara banyaknya jenis bahan pangan yang diperdagangkan di Pasar Panorama, ikan merupakan salah satu bahan pangan yang paling sering dicari oleh masyarakat sekaligus memiliki tingkat kerusakan yang cepat (highly perishable). Kualitas ikan sangat

dipengaruhi oleh suhu lingkungan dan cara penyimpanan. Apabila ikan tidak berada pada suhu yang ideal dan tidak ditangani dengan metode penyimpanan yang tepat, ikan akan lebih mudah membusuk sehingga menurunkan tingkat kesegarannya.

Kondisi nyata di pasar menunjukkan bahwa sebagian besar pedagang ikan di Pasar Panorama masih mengandalkan es batu sebagai media pendingin utama. Walaupun es batu efektif menurunkan suhu pada jangka waktu tertentu, penggunaannya memiliki berbagai keterbatasan. Pertama, ketersediaan es batu sangat bergantung pada ketersediaan harian. Kedua, biaya pembelian es batu dapat meningkatkan biaya operasional pedagang, terutama bagi pedagang kecil yang memiliki pendapatan relatif kecil. Ketiga, pelelehan es batu yang cepat akibat suhu pasar yang panas menyebabkan suhu penyimpanan ikan tidak stabil sehingga kualitas kesegaran ikan tidak terjaga secara optimal. Selain itu, lelehan es batu menimbulkan genangan air dan bau yang kurang sedap sehingga mengganggu kenyamanan area penjualan. Sehingga dibutuhkan alternatif penyimpanan ikan yang lebih efektif, murah dan mudah digunakan terutama oleh pedagang skala kecil. alat penyimpanan ikan ini sangat erat kaitannya dengan ilmu fisika.

Fisika sebagai salah satu cabang ilmu pengetahuan alam mempelajari berbagai fenomena alam melalui konsep-konsep ilmiah yang terstruktur, termasuk kajian mengenai energi, kalor, serta proses perpindahan panas. Termodinamika merupakan salah satu cabang ilmu fisika yang meliputi: konsep dasar termodinamika, energi dan hukum pertama termodinamika, sifat-sifat zat murni, gas ideal, dan hukum kedua termodinamika serta siklus Carnot (Thinking et al., 2021). Termodinamika artinya ilmu yang menelaah mengenai kalor serta perpindahannya. Hubungan antara energi panas dan kerja dibahas pada termodinamika. Komponen yang termasuk pada proses termodinamika ialah sistem, lingkungan, kerja, dan kalor Intan (Nasution et al., 2025). Konsep hukum I termodinamika dikenal sebagai hukum kekekalan energi, yang merupakan salah satu hukum fundamental dalam ilmu termodinamika (Maulida et al., 2024). Hukum ini menyatakan bahwa energi total dalam suatu sistem terisolasi akan tetap konstan. Dengan kata lain, energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, namun hanya dapat berubah bentuk atau dipindahkan dari satu bentuk ke bentuk lainnya (Warokka et al., 2021). Perubahan energi dalam sistem sama dengan jumlah panas yang masuk ke sistem dikurangi kerja yang dilakukan oleh sistem (Eli Trisnowati et al., 2023). Pada pendinginan evaporatif, energi panas dari udara sekitar diubah menjadi energi laten penguapan air. Proses ini menyebabkan penyerapan sejumlah besar kalor dari lingkungan sehingga menghasilkan penurunan suhu. Selain itu, Hukum II Termodinamika juga berperan penting. Hukum II termodinamika menjelaskan bahwa kalor atau panas yang dimiliki oleh benda yang bersuhu tinggi akan mengalir secara langsung menuju benda dengan suhu yang lebih rendah (Trisnowati et al., 2023).

Alat penyimpanan ikan yang dapat dijadikan alternatif memanfaatkan konsep termodinamika, dimana teknologi ini bernama alat pendingin evaporatif (evaporative cooling system). Teknologi ini bekerja berdasarkan prinsip-prinsip mendasar termodinamika, seperti proses evaporasi, perpindahan panas (konduksi, konveksi, dan radiasi), serta perubahan entalpi dan kelembapan udara. Pada proses pendinginan evaporatif, penurunan suhu terjadi ketika air berubah fase dari cair menjadi uap dengan menyerap panas dari lingkungan. Keunggulan pendingin evaporatif antara lain biaya pembuatan yang relatif murah, konsumsi energi rendah, konstruksi sederhana, serta ramah lingkungan. Pada kondisi pasar tradisional seperti Pasar Panorama, alat ini berpotensi membantu pedagang menjaga kesegaran ikan, memperpanjang umur simpan produk, serta mengurangi kerugian akibat ikan yang rusak sebelum terjual. Selain itu, penerapan alat pendingin evaporatif berbasis konsep termodinamika juga menjadi bukti nyata bahwa ilmu fisika dapat diterapkan langsung untuk menyelesaikan permasalahan sehari-hari di masyarakat. Kajian termodinamika dalam desain alat memungkinkan peneliti menganalisis efisiensi pendinginan, pengaruh kondisi lingkungan (seperti suhu dan kelembapan udara Bengkulu yang cenderung tinggi), serta potensi peningkatan kinerja alat.

Permasalahan penyimpanan ikan di pasar, kebutuhan teknologi efektif, dan landasan konsep fisika tersebut menunjukkan pentingnya penelitian ini dilakukan. Dengan demikian, penelitian mengenai penerapan konsep termodinamika pada alat pendingin evaporatif untuk pedagang ikan di Pasar Panorama Kota Bengkulu menjadi penting dilakukan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai efektivitas alat, potensi penghematan biaya operasional pedagang, peningkatan kualitas produk yang dijual, serta kontribusi terhadap penerapan teknologi yang tepat di lingkungan masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsep-konsep termodinamika pada alat pendingin evaporatif dapat meningkatkan efektivitas penyimpanan ikan dan mengurangi ketergantungan pedagang terhadap penggunaan es batu di Pasar Panorama Kota Bengkulu

## **2. Materials and Method**

### **1. Jenis dan Pendekatan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang dikombinasikan dengan analisis teoretis dan analitis berbasis konsep termodinamika. Penelitian tidak melibatkan pembuatan maupun

pengujian prototipe alat pendingin evaporatif secara langsung. Analisis dilakukan dengan memahami kondisi nyata di lapangan serta mengevaluasi potensi kinerja pendinginan evaporatif melalui observasi lapangan, analisis psikrometri, dan perhitungan berdasarkan kajian literatur. Pendekatan ini dipilih untuk memberikan gambaran konseptual dan analitis mengenai kelayakan penerapan pendingin evaporatif sebagai sistem pendukung penyimpanan ikan di pasar tradisional.

## 2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Pasar Panorama Kota Bengkulu, khususnya pada area pedagang ikan yang masih mengandalkan es batu sebagai media pendingin utama. Lokasi ini dipilih karena memiliki kondisi lingkungan yang panas, lembap, serta sirkulasi udara yang terbatas, sehingga relevan untuk dikaji dari sudut pandang pendinginan evaporatif. Penelitian dilakukan pada bulan November–Desember, meliputi kegiatan observasi lapangan, pengumpulan data pendukung, serta analisis data.

## 3. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan dua teknik utama, yaitu:

### a) Observasi Lapangan

Observasi dilakukan secara langsung untuk melihat kondisi lingkungan pasar, seperti suhu dan kelembapan yang tampak secara visual, kondisi penyimpanan ikan, penggunaan es batu, sirkulasi udara, dan kebiasaan pedagang dalam menjaga kesegaran ikan. Observasi dilakukan tanpa alat ukur sehingga data yang diperoleh bersifat deskriptif visual.

### b) Analisis psikrometri

Analisis Psikometri dilakukan dengan menggunakan diagram psikrometri yang dimodelkan melalui perangkat lunak PsychroSim. Parameter lingkungan yang digunakan meliputi suhu bola kering, kelembapan relatif, tekanan atmosfer, dan ketinggian lokasi yang merepresentasikan kondisi wilayah pesisir Kota Bengkulu. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui potensi penurunan suhu secara teoretis, perubahan rasio kelembapan, serta kemampuan udara lingkungan dalam mendukung proses evaporasi pada sistem pendingin evaporatif.

### c) Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan menelaah buku, jurnal ilmiah, artikel penelitian, dan data iklim Bengkulu yang berkaitan dengan konsep termodinamika, konsep pendingin evaporatif, dan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini yaitu yang terkait dengan pendingin evaporatif. Literatur ini menjadi sumber data teoretis untuk menganalisis potensi penurunan suhu yang dapat dicapai melalui pendinginan evaporatif.

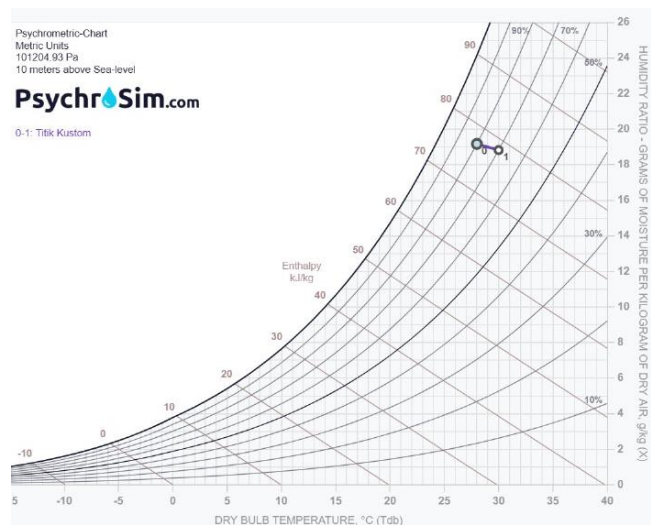
## 3. Results and Discussion

### 3.1 Hasil Observasi Lapangan

Berdasarkan pengamatan langsung di area pedagang ikan Pasar Panorama Kota Bengkulu, terlihat bahwa kondisi lingkungan pasar cenderung panas apalagi pada siang hari sehingga udara di sekitar pasara menjadi lembab. Suhu yang terasa panas menyebabkan es batu yang digunakan pedagang ikan mencair dengan cepat, sehingga penggunaan batu es diperlukan dalam jumlah yang cukup banyak apalagi rata-rata pedagang ikan di pasar panorama hanya menggunakan es batu untuk penyimpanan ikan tanpa adanya alternatif lain. Lingkungan sekitar lapak juga tampak basah akibat lelehan es serta banyak lapak tertutup terpal dan posisinya saling berdekatan, sehingga udara panas terperangkap dan aliran udara menjadi terbatas. Ketika es mulai menipis, ikan terlihat mengalami penurunan kualitas, ditandai dengan aroma amis yang lebih kuat, mata yang memucat, dan tekstur daging yang mulai melembek. Temuan ini menunjukkan bahwa pedagang sangat bergantung pada es batu sebagai media pendinginan utama, sekaligus menegaskan bahwa kondisi lingkungan pasar belum mendukung penyimpanan ikan yang stabil tanpa adanya sumber pendinginan tambahan.



**Gambar 1.** Kondisi Pasar Panorama Kota Bengkulu (Penggunaan es batu pada penyimpanan ikan dan kondisi sekitar lapak)



**Gambar 2.** Psychrometric chart Kondisi Lingkungan Kota Bengkulu

Diagram psikrometri pada Gambar menunjukkan kondisi udara lingkungan awal dan perubahan kondisi udara yang dianalisis menggunakan perangkat PsychroSim pada tekanan atmosfer sekitar 101,2 kPa dan ketinggian  $\pm 10$  meter di atas permukaan laut, yang merepresentasikan kondisi wilayah pesisir seperti Bengkulu. Titik awal (Titik 0) menggambarkan kondisi udara lingkungan dengan suhu bola kering 28 °C, kelembaban relatif 80%, dan rasio kelembapan (humidity ratio) sebesar 19,2 g uap air/kg udara kering. Kondisi ini menunjukkan udara yang lembap dengan kandungan uap air yang cukup tinggi, yang secara teoritis masih memungkinkan terjadinya proses pendinginan evaporatif, meskipun efektivitasnya tidak maksimum.

Selanjutnya, Titik 1 menunjukkan perubahan kondisi udara setelah mengalami proses yang dimodelkan sebagai *titik kustom*, dengan suhu bola kering meningkat menjadi 30 °C dan kelembaban relatif menurun menjadi 70%. Rasio kelembapan udara turun menjadi 18,8 g/kg udara kering, menandakan terjadinya pelepasan sebagian uap air dari udara. Perubahan ini diikuti dengan kenaikan entalpi udara dari 77,1 kJ/kg menjadi 78,3 kJ/kg, yang mencerminkan adanya energi panas laten dan sensibel dalam aliran udara selama proses berlangsung.

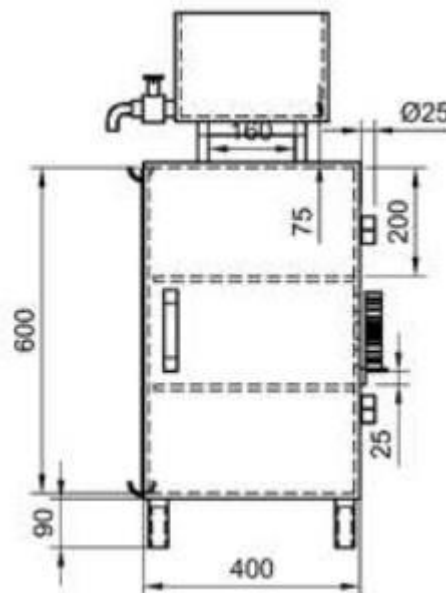
Perbedaan kondisi antara Titik 0 dan Titik 1 menunjukkan perubahan suhu sebesar +2 °C, penurunan rasio kelembapan sebesar 0,3 g/kg, serta perubahan kelembapan udara sekitar -3,8 L/jam pada laju aliran udara rata-rata  $\pm 9.600 \text{ m}^3/\text{jam}$ . Nilai ini mengindikasikan bahwa udara masih memiliki potensi untuk menyerap uap air tambahan, yang merupakan prinsip utama dalam sistem pendingin evaporatif. Dengan kata lain, meskipun kelembaban relatif awal cukup tinggi, proses evaporasi tetap dapat terjadi dan memberikan efek pendinginan, walaupun tidak seefektif pada kondisi udara yang lebih kering.

Berdasarkan analisis diagram psikrometri ini, dapat disimpulkan bahwa kondisi udara lingkungan di Bengkulu masih layak untuk penerapan alat pendingin evaporatif dalam penyimpanan ikan, terutama sebagai sistem pendinginan sederhana dan hemat energi. Pendingin evaporatif berpotensi menurunkan suhu ruang penyimpanan sekaligus menjaga kelembaban pada tingkat yang relatif tinggi, yang sangat penting untuk mempertahankan kesegaran ikan dan mengurangi laju pembusukan selama proses penyimpanan dan distribusi di pasar tradisional.

### 3.2 Desain Evaporativ

Tabel 1. Spesifikasi data rancangan

No	Spesifikasi Data Rancangan	Ukuran
1	Sisi depan dan belakang	0,8 x 0,2 m
2	sisi kiri dan kanan	0,8 x 0,5 m
3	sisi atas	0,5 x 0,4 m
4	dudukan reservoir	0,5 x 0,3 m
5	volume sistem penyimpanan	0,4 x 0,5 x 0,8 m
6	volume reservoir	3,14 x 0,162 x 0,3 m
7	Pemilihan ukuran exhaust fan	19,6 cm
8	Panel surya	18V, 0,36A
9	Baterai	12V, 6AH



Gambar 3. Tampak depan rancang alat

Desain sistem penguapan didasarkan pada prinsip penguapan selalu disertai oleh efek pendinginan ke sekitarnya. Alat tersebut merupakan sistem tertutup yang terdiri dari empat (4) sisi, sehingga satu (1) sisi terbuat dari kawat mesh dan pad (bahan goni), sementara tiga sisi sisanya terbuat dari lembaran aluminium di mana sisi yang berlawanan dengan bagian pad goni adalah dilengkapi dengan tiga kipas hisap dengan jarak yang baik. Udara diizinkan melewati pad ke dalam sistem dengan bantuan penggemar isap. Air menetes ke pad goni dengan laju konstan melalui sistem distribusi air. Sebagian Air menetes ke bantalan kipas hisap menarik udara hangat dari sistem dan membagikannya. Selama proses ini udara hangat yang merupakan panas sensibel melewati pad basah yang sekarang diubah menjadi panas laten karena penguapan yang telah terjadi sebagai akibat dari keberadaan air menguap yang menyebabkan pendinginan di dalam selungkup untuk mencapai perbedaan suhu lingkungan, sebagai hasil dari ini, umur simpan sayuran diharapkan meningkat.

### 3.3 Analisis Potensi dan Efisiensi Pendinginan Evaporatif

#### 1) Perhitungan Efisiensi Evaporatif

$$\eta_{ev} = \frac{T_{db, in} - T_{db, out}}{T_{db, in} - T_{wb, in}}$$
$$\eta_{ev} = \frac{30 - 28}{30 - 25,5} \times 100\%$$
$$\eta_{ev} = 44,4 \%$$

#### 2) Potensi Penurunan Suhu Teoritis

$$\Delta T_{teoritis} = T_{db, in} - T_{wb, in}$$
$$\Delta T_{teoritis} = 30 - 25,5 = 4,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Berdasarkan perhitungan psikrometri, diperoleh potensi penurunan suhu teoritis sebesar 4,5 °C, yang menunjukkan batas maksimum penurunan suhu udara yang dapat dicapai oleh sistem pendingin evaporatif pada kondisi udara masuk. Hasil ini menegaskan bahwa secara prinsip, pendinginan evaporatif memiliki potensi nyata untuk menurunkan suhu lingkungan penyimpanan ikan, meskipun dibatasi oleh suhu bola basah udara sekitar.

Selanjutnya, hasil perhitungan efisiensi evaporatif sebesar ±44% menunjukkan bahwa sistem pendingin yang diuji mampu memanfaatkan sebagian potensi pendinginan yang tersedia, dengan penurunan suhu aktual sebesar sekitar 2 °C. Meskipun belum mencapai kondisi ideal, penurunan suhu ini sudah cukup berarti dalam konteks penyimpanan ikan di pasar, karena dapat memperlambat laju pembusukan, menurunkan aktivitas mikroorganisme, serta membantu mempertahankan kesegaran ikan dalam jangka waktu tertentu.

### 3.4 Hasil Studi Literatur

Proses pendinginan pada alat ini melibatkan mekanisme perpindahan kalor, yaitu konduksi, konveksi, dan evaporasi. Perpindahan kalor adalah perpindahan energi yang terjadi pada benda atau material yang bersuhu tinggi ke benda atau material yang bersuhu rendah, hingga tercapainya kesetimbangan panas. Konduksi adalah proses perpindahan kalor dari suatu bagian benda padat atau material ke bagian lainnya (Tropis et al., 2018)(Rokhimi, 2015). Pada alat pendingin ini, panas dari lingkungan mengalir melalui dinding luar wadah yang dibuat dari bahan berpori seperti tanah liat, keramik, atau semen. Material berpori biasanya memiliki konduktivitas termal rendah, sehingga laju perpindahan panas ke dalam wadah dapat diperlambat, dan kapasitas pendinginan menjadi lebih optimal. konveksi (aliran) adalah perpindahan kalor melalui zat perantara, diikuti perpindahan partikel-partikel zat (Hakim, 2016). Ketika udara di dalam wadah mengalami pendinginan, ia menjadi lebih rapat dan bergerak ke bawah, sedangkan udara yang lebih hangat bergerak ke atas. Mekanisme yang paling dominan adalah evaporasi yaitu proses perubahan molekul di dalam keadaan cair (contohnya air) dengan spontan menjadi gas (contohnya uap air). Umumnya penguapan dapat dilihat dari lenyapnya cairan secara berangsur-angsur ketika terpapar pada gas dengan volume signifikan (Suryana et al., 2014).

Pendinginan evaporative Adalah teknik pendinginan yang menggunakan penguapan air sehingga temperatur suatu zat akan berkurang. Saat terjadi Perubahan fasa dari sensible (cair) ke laten (penguapan) menyebabkan terjadinya penurunan suhu sekeliling dan menghasilkan dingin (Amir et al., 2019). Teknologi pendingin evaporasi (evaporative cooling) merupakan salah satu pengkondisian udara dengan menggunakan prinsip tertua, dimana udara didinginkan oleh proses evaporasi air. Evaporative cooling dapat disebut penjumlahan adiabatik yaitu alat pendinginan udara dengan cara mengkontakkan langsung antara udara dan air, sehingga terjadi proses penguapan air kedalam arus udara. Proses penguapan air terjadi dikarenakan pengambilan panas dari udara, sehingga terjadilah pendinginan dan peningkatan kelembaban (Yunianto et al., 2017). Pendinginan evaporative melibatkan perpindahan panas dan massa, yang mana muncul ketika terjadi kontak antara air dan campuran udara-air tak jenuh dari udara yang dihirup. Perpindahan panas ini merupakan fungsi perbedaan temperatur dan tekanan uap antara udara dan air. Perpindahan panas dan massa keduanya beroperasi pada evaporative cooler karena adanya perpindahan panas dari udara ke air yang menguapkan air, dan air menguap menjadi udara yang merupakan perpindahan massa (Rachman et al., 2014).

Suhu yang dipertahankan selama proses penyimpanan ikan berkisar antara 0-5 °C (Kematian & Penyiangan, 2009). Ikan segar memiliki kelemahan, yaitu mudah mengalami kerusakan atau kemunduran mutu (highly perishable food). Proses kemunduran mutu ikan akan terus berlangsung

jika tidak dihambat. Kecepatan proses tersebut sangat dipengaruhi oleh banyak hal, baik faktor internal yang lebih banyak berkaitan dengan sifat ikan itu sendiri maupun eksternal yang berkaitan dengan lingkungan dan perlakuan manusia. Penanganan yang baik adalah menggunakan sistem rantai dingin (Zakaria 2008). Salah satu cara untuk mempertahankan mutu kesegaran ikan adalah dengan mengaplikasikan sistem rantai dingin, yakni mempertahankan suhu ikan senantiasa stabil dikisaran 5-10 °C disepanjang rantai distribusi dan penyimpanan (Logika et al., 2021). Walaupun alat pendingin evaporatif tidak dapat mencapai suhu serendah itu, penurunan suhu beberapa derajat dari suhu lingkungan sudah mampu memperlambat reaksi biokimia dan pertumbuhan mikroorganisme. Kondisi iklim Kota Bengkulu memberikan tantangan tersendiri dalam penyimpanan ikan segar. Kota Bengkulu memiliki kondisi iklim panas dan lembap. Suhu udara rata-rata tahun 2022 mencapai 27.7°C dengan suhu tertinggi dan terendah adalah 34.6°C dan 21.2°C. Rata-rata kelembaban udara mencapai 80,3% (Akmal, 2023). Hal ini menyebabkan ikan mudah mengalami penurunan kualitas jika tidak didukung fasilitas pendinginan yang memadai.

Menurut (fazri et al., 2019) di dalam jurnalnya yang meneliti tentang penyimpanan buah dan sayuran menggunakan sistem pendinginan evaporatif dapat diketahui bahwasanya tempat ini sangat baik digunakan sebagai tempat penyimpanan buah dan sayuran yang dapat memperpanjang umur simpan buah dan sayuran agar tetap segar. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa kondisi temperatur dapat diturunkan menjadi suhu kamar 22°C. Sehingga dengan kondisi temperatur ini dapat membuat buah dan sayuran tetap segar. Temuan ini menunjukkan bahwa pendinginan evaporatif mampu menciptakan lingkungan penyimpanan yang lebih stabil dan sejuk, serta memberikan efek pengawetan alami melalui penurunan suhu dan peningkatan kelembapan. Relevansi hasil penelitian tersebut dapat dihubungkan dengan penyimpanan ikan, karena prinsip dasar penghambatan kerusakan melalui penurunan suhu lingkungan sama-sama bertujuan memperlambat proses biokimia dan aktivitas mikroorganisme. Walaupun kebutuhan suhu penyimpanan ikan lebih rendah dibandingkan buah dan sayuran, studi literatur ini tetap menegaskan bahwa pendinginan evaporatif memiliki potensi besar sebagai sistem pendukung untuk menjaga kesegaran bahan pangan dalam kondisi minim fasilitas, termasuk pada lingkungan pasar tradisional.

### 3.5 Pembahasan

Pembahasan dilakukan dengan menghubungkan data observasi dengan teori yang diperoleh dari literatur, sesuai dengan pendekatan kualitatif.

#### 1. Analisis Kesesuaian Kondisi Pasar dengan Prinsip Pendinginan Evaporatif

Hasil observasi menunjukkan bahwa daerah penjualan ikan memiliki kondisi panas, lembap, dan minim aliran udara. Menurut teori, pendinginan evaporatif terjadi ketika air pada material berpori menguap dan mengambil sebagian panas dari lingkungan. Meskipun kelembapan di lokasi cukup tinggi, proses evaporasi tetap dapat terjadi selama ada udara yang dapat bersirkulasi, meskipun dalam tingkat yang terbatas. Hal ini menunjukkan bahwa prinsip kerja pendinginan evaporatif masih relevan diterapkan pada kondisi pasar tradisional seperti Pasar Panorama.

#### 2. Analisis Keunggulan dan Potensi Pemanfaatan Pendinginan Evaporatif untuk Penyimpanan Ikan

Pendinginan evaporatif memiliki beragam keunggulan yang menjadikannya sangat potensial digunakan sebagai pendukung penyimpanan ikan di pasar tradisional. Sistem ini bekerja tanpa memerlukan listrik, sehingga cocok untuk lingkungan pasar yang sering memiliki keterbatasan akses energi atau biaya operasional yang tinggi. Proses pendinginan yang terjadi melalui penguapan air membuat alat ini mampu menurunkan suhu lingkungan secara alami dan stabil, meskipun tidak serendah pendinginan yang menggunakan es. Keunggulan lain dari sistem ini adalah penggunaan biaya yang rendah, mudah dibuat dari material berpori sederhana, serta tidak menghasilkan limbah berbahaya sehingga ramah lingkungan.

Hasil observasi lapangann menunjukkan bahwa ikan sangat sensitif terhadap perubahan suhu dan membutuhkan kondisi yang sangat dingin agar kesegarannya bertahan lebih lama. Pendinginan evaporatif memang mampu menurunkan suhu lingkungan secara alami, namun penurunan yang dihasilkan tidak cukup signifikan untuk menggantikan peran es batu sebagai sumber pendinginan utama. Sistem ini justru berfungsi sebagai pendamping yang membantu memperlambat peningkatan suhu dan menjaga lingkungan penyimpanan tetap stabil, sehingga es batu tidak mencair terlalu cepat. Dengan demikian, kombinasi antara es batu dan pendinginan evaporatif menjadi strategi yang lebih efektif dan ekonomis karena dapat mempertahankan kesegaran ikan lebih lama sekaligus mengurangi penggunaan es secara berlebihan.

Walaupun tidak dapat menggantikan peran es batu sebagai pendingin utama, pendinginan evaporatif tetap memberikan manfaat signifikan dengan memperlambat peningkatan suhu dan mengurangi laju pencairan es, sehingga ikan dapat bertahan lebih lama

dalam kondisi segar. Kemampuan ini sangat membantu pedagang dalam menjaga kualitas ikan sepanjang hari, terutama pada kondisi cuaca panas. Selain itu, sifatnya yang sederhana dan praktis membuat alat ini dapat dengan mudah diterapkan oleh pedagang kecil tanpa membutuhkan keahlian teknis khusus. Berdasarkan keunggulan dan kemudahan penerapannya tersebut, pendinginan evaporatif memiliki potensi besar sebagai solusi tepat guna yang mampu mendukung penyimpanan ikan, mengurangi ketergantungan pada es batu, serta menekan biaya operasional pedagang di Pasar Panorama.

#### 4. Conclusion

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan analisis literatur, dapat disimpulkan bahwa kondisi penyimpanan ikan di Pasar Panorama Kota Bengkulu menghadapi berbagai kendala, terutama suhu lingkungan yang panas, kelembapan tinggi, dan sirkulasi udara yang kurang baik, sehingga menyebabkan es batu mencair dengan cepat dan ikan lebih mudah mengalami penurunan kualitas. Pendinginan evaporatif memiliki potensi besar untuk dijadikan sistem pendukung penyimpanan ikan karena mampu menurunkan suhu lingkungan secara alami melalui proses penguapan air. Meskipun tidak dapat menggantikan es batu sebagai media pendinginan utama, sistem ini efektif dalam memperlambat pencairan es, menjaga stabilitas suhu di sekitar ikan, dan memperpanjang kesegaran ikan selama proses penjualan. Keunggulan seperti biaya rendah, tidak memerlukan listrik, mudah diterapkan, dan ramah lingkungan menjadikan pendinginan evaporatif sebagai teknologi tepat guna yang sesuai dengan kondisi pedagang kecil di pasar tradisional. Dengan demikian, pendinginan evaporatif layak dipertimbangkan sebagai solusi pendamping yang dapat membantu pedagang mengurangi biaya operasional sekaligus meminimalkan kerugian akibat penurunan kualitas ikan.

#### 5. Acknowledgments

Penulis menyampaikan terima kasih kepada rekan-rekan peneliti yang telah memberikan masukan, dukungan, serta diskusi konstruktif selama proses penyusunan artikel ini. Penghargaan juga diberikan kepada reviewer dan editor jurnal yang telah memberikan penilaian, koreksi, serta saran perbaikan sehingga artikel ini dapat meningkat kualitasnya. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada para pedagang ikan di Pasar Panorama Kota Bengkulu yang telah menjadi responden dan berpartisipasi dalam proses observasi lapangan, sehingga data yang dibutuhkan dalam penelitian ini dapat diperoleh dengan baik. Seluruh kontribusi dan bantuan yang diberikan sangat berarti bagi terselesainya penelitian.

#### References

- [1] Akmal, S. (2023). *ANALISIS TINGKAT KENYAMANAN IKLIM PARIWISATA BERDASARKAN HOLIDAY CLIMATE INDEX ( HCI ) DI KAWASAN PANTAI PANJANG KOTA BENGKULU ANALYSIS OF TOURISM CLIMATE COMFORT LEVEL BASED ON HOLIDAY CLIMATE INDEX ( HCI ) IN THE AREA PANTAI PANJANG BENGKULU CITY*. 4(3), 23–30.
- [2] Amir, F., Arif, Z., Sanjaya, P., & Widodo, S. B. (2019). *RANCANGAN PENYIMPAN BUAH DAN SAYURAN MENGGUNAKAN SISTEM PENDINGINAN PASIF / EVAPORATIF*. 3(02), 117–122. <https://doi.org/10.31289/jmemme.v3i2.3038.g2357>
- [3] Hakim, L. (2016). *Analisa Teoritis Laju Aliran Kalor Pada Ketel Uap Pipa Api Mini Industri Tahu Di Tinjau Dari Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh*. 1(4), 50–55.
- [4] Kematian, C., & Penyiangan, D. A. N. (2009). *Aris Munandar 1 \**, *Nurjanah 2*, *Mala Nurilmala 2 2*. XI, 88–101.
- [5] Logika, P., Tsukamoto, F., Kestabilan, P., Menggunakan, S., Tsukamoto, O., Logic, F., & Temperature, F. (2021). *Doi: Naskah diterima: 4 September 2021 Journal of Science and Technology Naskah disetujui: 22 November 2021*. November.
- [6] Maulida, F., Alatas, F., & Solehat, D. (2024). *Studi Literatur Miskonsepsi Pembelajaran Hukum I Termodinamika : Identifikasi Dan Solusi*. 1(1), 170–180.
- [7] Nasution, A. O., Harahap, N., Putri, C. D., Arianti, R., & Arni, D. (2025). *Studi Perbandingan Hukum Kedua Termodinamika dalam Sistem Terbuka dan Tertutup Comparative Study of the Second Law of Thermodynamics in Open and Closed Systems*. 8(2), 1135–1139. <https://doi.org/10.56338/jks.v8i2.6783>



- [8] Rachman, R. P., Yuniarto, B., Jurusan, M., Mesin, T., Teknik, F., Diponegoro, U., Jurusan, D., Mesin, T., Teknik, F., & Diponegoro, U. (2014). *PENGARUH JENIS SPRAYER TERHADAP EFEKTIVITAS*. 2(2), 78–82.
- [9] Rokhimi, I. N. (2015). *Alat Peraga Pembelajaran Laju Hantaran Kalor Konduksi*. 6, 270–274.
- [10] Suryana, I. N., Suarnadwipa, I. N., Wijaksana, H., Teknik, J., Universitas, M., Bukit, K., & Bali, J. (2014). *Studi Eksperimental Performansi Penndingin Evaporative Portable Dengan Pad Berbahan Spon Dengan Ketebalan Berbeda*. 1(1).
- [11] Thinking, O., Hots, S., Legal, T., Barokah, A., & Astuti, B. (2021). *Analysis of Evaluation Instrument Development Plan Based on Higher*. 11(1), 75–86.
- [12] Trisnowati, E., Putri, D. R., Safa, S., Qurrota, A., & Nikmah, F. K. (2023). *Jurnal Pendidikan MIPA*. 13, 2019–2024.
- [13] Tropis, J. P., Rozi, A., Periknan, P. S., Teuku, U., & Meulaboh, U. (2018). *LAJU KEMUNDURAN MUTU IKAN LELE ( Clarias sp.) PADA PENYIMPANAN SUHU CHILLING QUALITY DETERIORATION OF CATFISH ( Clarias sp.) DURINGCHILLING STORAGE*. 5(Fao 1995), 2–6.
- [14] Yuniarto, B., Mesin, D. T., Teknik, F., & Diponegoro, U. (2017). *PENGARUH DEBIT AIR SEMBURAN TERHADAP EFEKTIVITAS DIRRECT*. 19(1), 12–17.