

Perbandingan Kualitas dan Lamanya Penyimpanan Ikan Pada Box Styrofoam dan Cooler Box

Karnain Loupatan¹⁾, Tri Siwi Nasrulyati²⁾, Kimin³⁾, Deny Ismail Pelu⁴⁾

^{1,2,3)} Jurusan Teknik Mesin, Universitas Darusalam Ambon

⁴⁾ Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ambon

karnain.lou@gmail.com, trisiwi@unidar.ac.id

kimin@unidar.ac.id, denypellu21@gmail.com

Abstract

This study aims to compare the effectiveness of styrofoam boxes and cooler boxes in maintaining the quality of fresh mackerel during storage. Parameters observed included storage temperature, organoleptic quality (color, odor, texture), and pH value. The experimental method used ice-to-fish ratios of 2:1 and 1:1, with measurements at 0, 3, 6, and 9 hours. Results showed that the cooler box had better thermal insulation, with temperature increasing from 8°C to 11°C (2:1 ratio), while the styrofoam box rose from 8°C to 14°C. Fish stored in the cooler box remained fresh until the 9th hour, whereas fish in the styrofoam box deteriorated faster. The pH of fish in the styrofoam box increased from 6.3 to 7.2, while the cooler box only reached 6.9. Heat transfer analysis showed heat entering the styrofoam box was 9,414,960 J with 28.1 kg of ice melting, while the cooler box was 3,881,469 J with 11.6 kg of ice melting. Economic analysis showed that the storage cost per kg of fish in the cooler box was 32% lower than in the styrofoam box. Thus, the cooler box is more effective and economical for fresh fish storage.

Keywords: Storage, Fish Quality, Styrofoam Box, Cooler Box, Heat Transfer

Abstrak

Penelitian ini bertujuan membandingkan efektivitas box styrofoam dan cooler box dalam mempertahankan kualitas ikan kembung segar selama penyimpanan. Parameter yang diamati meliputi suhu penyimpanan, kualitas organoleptik (warna, bau, tekstur), dan nilai pH. Metode eksperimen dilakukan dengan rasio es terhadap ikan 2:1 dan 1:1, pengukuran pada interval 0, 3, 6, dan 9 jam. Hasil menunjukkan cooler box memiliki isolasi termal lebih baik, dengan kenaikan suhu dari 8°C menjadi 11°C (rasio 2:1), sedangkan box styrofoam meningkat dari 8°C menjadi 14°C. Ikan dalam cooler box tetap segar hingga jam ke-9, sementara pada box styrofoam mengalami penurunan kualitas lebih cepat. Nilai pH pada box styrofoam naik dari 6,3 menjadi 7,2, sedangkan cooler box hanya mencapai 6,9. Analisis perpindahan panas menunjukkan panas masuk pada box styrofoam sebesar 9.414.960 J dengan es mencair 28,1 kg, sedangkan cooler box 3.881.469 J dengan es mencair 11,6 kg. Analisis ekonomi menunjukkan biaya penyimpanan per kg ikan pada cooler box lebih rendah 32% dibandingkan box styrofoam. Dengan demikian, cooler box lebih efektif dan ekonomis untuk penyimpanan ikan segar.

Kata Kunci: Penyimpanan, Kualitas Ikan, Box Styroam, Coller Box, Perpindahan Panas

1. PENDAHULUAN

Ikan merupakan salah satu komoditas pangan yang sangat penting bagi masyarakat Indonesia, khususnya di daerah pesisir. Sebagai negara maritim, Indonesia memiliki potensi perikanan yang melimpah, baik dari perairan laut maupun air tawar. Ikan menjadi sumber protein hewani yang relatif murah, mudah diakses, dan bernilai gizi tinggi. Protein ikan memiliki keunggulan karena lebih mudah dicerna, mengandung asam amino esensial lengkap, serta kaya akan asam lemak tak jenuh omega-3 (EPA dan DHA) yang berperan penting dalam perkembangan otak, kesehatan jantung, dan pencegahan penyakit degeneratif. Kandungan vitamin (A, D, B12) dan mineral (kalsium, fosfor, seng, iodium) juga menjadikan ikan sebagai bahan pangan strategis untuk ketahanan pangan dan gizi nasional [1].

Namun, ikan termasuk bahan pangan yang sangat mudah rusak (highly perishable food). Setelah ikan ditangkap dan mati, proses fisiologis berhenti, tetapi aktivitas biokimia dan enzimatis di dalam tubuh masih berlangsung. Proses autolisis menyebabkan tekstur daging ikan menjadi lunak, sementara kondisi lembab dan kaya nutrisi menjadikannya media ideal bagi pertumbuhan mikroorganisme pembusuk. Jika tidak ditangani dengan baik, ikan akan mengalami penurunan mutu hanya dalam waktu beberapa jam pada suhu ruang.

Kerusakan ikan tidak hanya berdampak pada aspek organoleptik (warna, bau, rasa, tekstur), tetapi juga menurunkan nilai gizi dan berisiko bagi kesehatan konsumen [2].

Untuk mengatasi masalah tersebut, penanganan pascapanen yang tepat mutlak diperlukan. Salah satu metode yang paling efektif adalah penyimpanan pada suhu rendah (cold storage) yang dapat memperlambat proses kerusakan. Pendinginan dengan es merupakan metode sederhana, ekonomis, dan banyak digunakan baik oleh nelayan tradisional maupun pelaku usaha modern. Namun, efektivitas pendinginan tidak hanya bergantung pada jumlah es yang digunakan, melainkan juga sangat dipengaruhi oleh jenis wadah penyimpanan. Wadah yang mampu mempertahankan suhu rendah secara stabil akan memperlambat pencairan es, menjaga kualitas ikan, dan memperpanjang umur simpan [3].

Dalam praktik di lapangan, terdapat dua jenis wadah yang umum digunakan untuk penyimpanan ikan, yaitu *box styrofoam* dan cooler box. *Box styrofoam* menjadi pilihan populer karena ringan, mudah diperoleh, harganya relatif murah, serta memiliki kemampuan isolasi panas yang cukup baik berkat struktur seluler yang berisi udara. Namun, *box styrofoam* memiliki kelemahan, di antaranya rapuh, mudah pecah, tidak tahan lama, dan sulit dibersihkan sehingga kurang higienis jika digunakan berulang kali. Sebaliknya, *cooler box* umumnya terbuat dari plastik keras dengan lapisan insulasi tambahan seperti busa poliuretan. Material ini menjadikannya lebih kuat, tahan benturan, awet, dan memiliki penutup yang lebih rapat, sehingga lebih efektif dalam mempertahankan suhu dingin untuk jangka waktu lebih lama. Meskipun demikian, *cooler box* memiliki harga awal yang lebih tinggi dibandingkan *box styrofoam* sehingga sering dianggap kurang ekonomis oleh pedagang kecil atau nelayan tradisional [4].

Beberapa penelitian terdahulu telah membandingkan kinerja kedua wadah tersebut. [5] melaporkan bahwa *cooler box* dapat mempertahankan suhu di bawah 4°C lebih lama sekitar 2–3 jam dibandingkan *box styrofoam* pada penyimpanan ikan kembung. Ikan tongkol yang disimpan dalam *cooler box* tetap segar hingga tiga hari lebih lama dibandingkan dengan *box styrofoam* [1] menemukan. Sedangkan mutu organoleptik ikan nila lebih terjaga dalam cooler box, di mana ikan masih mendapat skor 7 (skala 1–9) hingga enam hari penyimpanan, sedangkan pada styrofoam hanya bertahan empat hari [6]. Selain itu, laju pencairan es dalam *cooler box* 25% lebih lambat dibandingkan styrofoam [7]. Di sisi lain, dalam membandingkan kinerja termal antara cool box dan kotak styrofoam di lingkungan tropis, dengan hasil cool box memiliki nilai perpindahan panas maksimum 1,16 W, sedangkan styrofoam mencapai 2,82 W [8], jugasecara khusus membandingkan efektivitas *box styrofoam* dengan polyurethane (PU) sebagai insulator, dan menyimpulkan bahwa PU lebih unggul [9]. Untuk mencapai sebauah keberhasilan penyimpanan ikan dengan pendinginan sangat dipengaruhi oleh wadah, ketebalan insulasi, dan stabilitas suhu [10].

Meskipun penelitian-penelitian tersebut telah memberikan gambaran tentang keunggulan *cooler box*, masih terdapat celah (gap) yang belum banyak dikaji. Pertama, sebagian besar studi hanya berfokus pada aspek teknis termal dan organoleptik, tanpa menganalisis secara komprehensif aspek ekonomi seperti biaya penyimpanan per kilogram ikan dan penyusutan. Kedua, penelitian yang membandingkan kedua wadah dengan variasi rasio es : ikan (2 : 1 dan 1 : 1) dalam kondisi iklim tropis masih terbatas. Ketiga, analisis perpindahan panas yang menghubungkan konduktivitas termal, ketebalan dinding, dan laju pencairan es secara kuantitatif belum banyak dibahas dalam konteks aplikasi nelayan skala kecil.

Kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada pendekatan terintegrasi yang menggabungkan pengukuran suhu, uji organoleptik, perubahan pH, analisis perpindahan panas, dan analisis ekonomi dalam satu kerangka eksperimen. Penelitian ini menawarkan solusi berupa rekomendasi pemilihan wadah yang tidak hanya unggul secara termal tetapi juga efisien secara biaya, khususnya untuk nelayan dan pedagang ikan skala kecil hingga menengah di daerah tropis. Selain itu, penelitian ini menggunakan rasio es : ikan yang berbeda untuk melihat pengaruh jumlah es terhadap kinerja masing-masing wadah.

Tujuan penelitian ini adalah: (1) membandingkan kualitas ikan yang disimpan menggunakan *box styrofoam* dan *cooler box*, (2) menentukan lama waktu penyimpanan optimal pada masing-masing wadah sebelum terjadi penurunan kualitas yang signifikan, dan (3) menilai aspek ekonomi dari penggunaan kedua wadah, terutama terkait efisiensi biaya dan umur pemakaian. Manfaat yang diharapkan adalah memberikan informasi bagi nelayan dan pelaku usaha perikanan mengenai wadah penyimpanan yang paling efektif, membantu mengurangi kerugian akibat penurunan kualitas ikan, serta menjadi referensi bagi penelitian lanjutan di bidang teknologi pascapanen perikanan.

2. METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan pendekatan kuantitatif yang bertujuan untuk membandingkan kemampuan dua jenis wadah pendingin, yaitu *box styrofoam* dan *cooler box*, dalam mempertahankan kualitas dan lama penyimpanan ikan segar. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari hingga Juli 2025 di Dusun Patinia Desa Kawa, Kabupate SBB, dan Wailela Pantai, Desa Rumah Tiga, Kecamatan Teluk Ambon, Kota Ambon.

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. *Box styrofoam* kapasitas 35 liter (dimensi dalam: 46 cm × 30,5 cm × 29 cm; ketebalan dinding 3,5 cm).
2. *Cooler box* kapasitas 35 liter (dimensi dalam: 42 cm × 29,5 cm × 27 cm; ketebalan dinding bervariasi 2,5–4,5 cm; ketebalan penutup 3 cm).
3. Thermometer digital (untuk mengukur suhu permukaan dan dalam wadah).
4. pH meter digital (untuk mengukur pH daging ikan).
5. Timbangan (untuk menimbang ikan dan es).
6. *Stopwatch* (untuk mengukur interval waktu).
7. Wadah penampung es.
8. Alat tulis dan kamera untuk dokumentasi.

Bahan yang digunakan:

1. Ikan kembung (*Rastrelliger sp.*) segar sebanyak 2 kg per perlakuan, dibeli pagi hari di pasar atau pelabuhan.
2. Es batu (dengan rasio terhadap ikan 2:1 dan 1:1).
3. Air bersih untuk mencuci ikan.

2.2 Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahap berikut:

- a. **Persiapan Sampel**
Ikan segar dipilih dengan kondisi seragam (ukuran dan tingkat kesegaran). Ikan dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran, lendir, dan darah, kemudian ditiriskan hingga bebas air permukaan.
- b. **Persiapan Wadah**
Kedua wadah (*box styrofoam* dan *cooler box*) dibersihkan dan dikeringkan. Suhu awal di dalam wadah diukur sebelum penempatan ikan.
- c. **Proses Penyimpanan**
Sebagian es (1 kg) dimasukkan ke dasar wadah. Ikan sebanyak 2 kg diletakkan di atas es, kemudian ditambahkan es lagi (1 kg) untuk menutupi ikan. Perlakuan ini dilakukan untuk rasio es : ikan 2:1 (total es 4 kg) dan 1:1 (total es 2 kg). Wadah ditutup rapat dan ditempatkan pada lokasi dengan kondisi lingkungan serupa (suhu ruang 28–30°C).
- d. **Pemantauan dan Pengukuran**
Pengukuran dilakukan setiap 3 jam selama 9 jam (jam ke-0, 3, 6, dan 9). Suhu dalam dan luar wadah diukur menggunakan thermometer digital. Kualitas organoleptik (warna, bau, tekstur) dinilai oleh panelis terlatih berdasarkan SNI 01-2346-2006 dengan skala 1–9. pH ikan diukur menggunakan pH meter dengan menancapkan elektroda pada bagian daging ikan. Penentuan akhir umur simpan dilakukan saat ikan menunjukkan tanda tidak layak konsumsi (skor organoleptik ≤ 5 atau bau busuk menyengat).

2.3 Parameter yang Diamati

Parameter yang diamati meliputi:

1. Suhu penyimpanan, yakni suhu dalam dan luar wadah pada setiap interval waktu.
2. Kualitas organoleptik, meliputi penilaian warna (cerah, normal, kusam), bau (segar, amis kuat, busuk), dan tekstur (padat elastis, lunak, sangat lunak) menggunakan skala 1–9.
3. pH ikan dilakukan untuk menilai pH daging ikan sebagai indikator kesegaran.

4. Lama waktu penyimpanan adalah dimulai saat sejak ikan dimasukkan ke wadah hingga tidak layak konsumsi berdasarkan skor organoleptik.

2.4 Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif, ekonomi, dan perpindahan panas. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Suhu rata-rata penyimpanan [11] :

$$T_{avg} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n} \quad (1)$$

Keterangan:

T_{avg} = suhu rata-rata $^{\circ}\text{C}$
 T_i = suhu pada pengukuran ke - i
 n = jumlah pengukuran

2. Laju perubahan pH ikan [12] :

$$L_{pH} = \frac{pH_t - pH_0}{t} \quad (2)$$

Keterangan:

L_{pH} = laju perubahan pH (satuan/jam)
 pH_t = pH pada waktu t
 pH_0 = pH awal
 t = lama penyimpanan (jam)

3. Skor rata-rata organoleptik [13] :

$$S_{avg} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n} \quad (3)$$

Keterangan:

S_{avg} = skor rata-rata
 S_i = skor dari panelis ke - i
 n = jumlah panelis

4. Perpindahan Panas [14] :

$$Q = \frac{k \times A \times \Delta T \times t}{d}, \quad \text{dan} \quad m_{es} = \frac{Q}{L_f} \quad (4)$$

Keterangan:

Q = panas masuk (J);
 k = konduktivitas termal (W/mK);
 A = luas permukaan (m^2);
 ΔT = selisih suhu ($^{\circ}\text{C}$);
 t = waktu (detik);
 d = ketebalan dinding (m);
 m_{es} = massa es mencair (kg);
 L_f = kalor lebur es (334.000 J/kg)

5. Biaya penyimpanan per kg ikan [15]

$$\text{Biaya per kg} = \frac{C_p - C_r n}{Q \times n_s} \quad (5)$$

Keterangan:

C_p = harga pembelian box;
 C_r = biaya perawatan bulanan;
 n = umur pakai (bulan)
 Q = kapasitas box (kg)
 n_s = jumlah siklus penyimpanan per bulan (asumsi 20 kali)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Suhu Penyimpanan

Suhu penyimpanan dilakukan berdasarkan hasil pengukuran suhu pada rasio es : ikan 2 : 1 dan 1 : 1 disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Suhu awal ikan sebelum diberi es adalah 29°C. Setelah penyimpanan, suhu dalam *box styrofoam* meningkat lebih cepat dibandingkan *cooler box*.

Tabel 1. Suhu luar dan dalam box pada rasio 2 : 1

Waktu (jam)	Suhu luar (°C)	Suhu dalam <i>box styrofoam</i> (°C)	Suhu dalam <i>cooler box</i> (°C)
0	30	8	8
3	30	10	9
6	31	12	10
9	31	14	11

Sumber : Hasil pengamatan data lapangan

Tabel 2. Suhu luar dan dalam box pada rasio 1:1

Waktu (jam)	Suhu luar (°C)	Suhu dalam <i>box styrofoam</i> (°C)	Suhu dalam <i>cooler box</i> (°C)
0	30	9	9
3	30	12	10,5
6	31	15	12
9	31	18	13

Sumber : Hasil pengamatan data lapangan

Pada rasio 2 : 1, suhu dalam *box styrofoam* naik dari 8°C menjadi 14°C (mengalami kenaikan 6°C), sedangkan *cooler box* hanya naik dari 8°C menjadi 11°C (kenaikan 3°C). Sedangkan pada rasio 1 : 1, *box styrofoam* mencapai 18°C, dan *cooler box* 13,5°C. Perbedaan ini menunjukkan *cooler box* memiliki kemampuan isolasi termal yang lebih baik, yang disebabkan oleh dinding yang lebih tebal dan adanya lapisan *polyurethane foam* (PU) dengan konduktivitas termal lebih rendah (0,020–0,025 W/m·K) dibandingkan *box styrofoam* (0,033–0,040 W/m·K) [4], [9]. Suhu yang lebih stabil pada *cooler box* memperlambat laju pencairan es sehingga suhu dingin bertahan lebih lama.

3.2. Kualitas Organoleptik

Pengujian pengukuran kualitas dilakukan dengan melakukan penilaian organoleptik pada jam ke-0, 3, 6, dan 9. Hasil untuk rasio 2 : 1 dan 1 : 1 disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4

Tabel 3. Skor organoleptik ikan pada rasio 2 : 1

Waktu (Jam)	Parameter	Boc Styrofoam	Coller Box
0	Warna	9	9
	Bau	9	9
	Tekstur	9	9
3	Warna	8,5	8,8
	Bau	8,5	8,7

6	Tekstur	8,5	8,8
	Warna	7,8	8,3
	Bau	7,6	8,2
9	Tekstur	7,5	8
	Warna	6,8	7,8
	Bau	6,5	7,6
	Tekstur	6,7	7,7

Sumber : Hasil pengamatan data lapangan

Tabel 4. Skor organoleptik ikan pada rasio 1:1

Waktu (Jam)	Parameter	Box styrofoam	Coller Box
0	Warna	9	9
	Bau	9	9
	Tekstur	9	9
3	Warna	8	8,5
	Bau	7,8	8,3
	Tekstur	7,9	8,4
6	Warna	6,8	7,8
	Bau	6,5	7,6
	Tekstur	6,7	7,5
9	Warna	5,5	6,8
	Bau	5	6,5
	Tekstur	5,2	6,7

Sumber : Hasil pengamatan data lapangan

Pada awal penyimpanan (0 jam), semua parameter berada pada skor 9 (sangat segar). Seiring waktu, terjadi penurunan kualitas yang lebih cepat pada *box styrofoam*. Pada jam ke-9 rasio 2 : 1, skor warna, bau, dan tekstur pada *box styrofoam* berturut-turut yakni 6,8 ; 6,5 ; dan 6,7, sedangkan pada *cooler box* 7,8 ; 7,6 ; dan 7,7. Ikan dalam *cooler box* masih layak konsumsi, sementara pada *box styrofoam* sudah mendekati tidak layak. Penurunan ini berkorelasi dengan kenaikan suhu di dalam wadah. Suhu yang lebih tinggi mempercepat oksidasi pigmen, degradasi protein, dan pertumbuhan mikroba pembusuk [2], [5]. Hasil ini sejalan tentang *cooler box* lebih mampu mempertahankan mutu organoleptik ikan [1], [6].

3.3 Perubahan pH

Nilai pH ikan mengalami peningkatan selama penyimpanan sebagai indikasi pembusukan. Hasil pengukuran pH telah disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6

Tabel 5. Perubahan pH ikan pada rasio 2 : 1

Waktu (Jam)	Box Styrofoam	Coller Box
0	6,3	6,3
3	6,6	6,5
6	6,9	6,7
9	7,2	6,9

Sumber : Hasil pengamatan data lapangan

Tabel 5. Perubahan pH ikan pada rasio 2 : 1

Waktu (Jam)	Box Styrofoam	Coller Box
0	6,3	6,3
3	6,7	6,6
6	7,1	6,9
9	7,5	7,1

Sumber : Hasil pengamatan data lapangan

Pada *box styrofoam* , pH mengalami kenaikan lebih cepat dan mencapai 7,2 (rasio 2 : 1) serta 7,5 (1 : 1) pada jam ke-9. Nilai pH di atas 7 mengindikasikan pembusukan telah berkembang. Pada *cooler box*, pH hanya mencapai 6,9 (2 : 1) dan 7,1 (1 : 1). Kenaikan pH disebabkan oleh akumulasi senyawa basa seperti amonia dan trimetilamina (TMA) hasil dekomposisi protein oleh bakteri [7]. Suhu rendah pada *cooler box* menghambat pertumbuhan mikroorganisme sehingga pembentukan senyawa basa lebih lambat. Laju perubahan pH pada *box styrofoam* untuk rasio 2 : 1 adalah 0,1/jam, sedangkan untuk *cooler box* adalah 0,06/jam. Pada rasio 1 : 1, laju pH *box styrofoam* 0,13/jam dan *cooler box* 0,08/jam. Data ini menegaskan *cooler box* sangat efektif menekan aktivitas mikroba.

3.4 Analisis Perpindahan Panas

Perhitungan perpindahan panas dilakukan untuk mengetahui jumlah panas yang masuk ke dalam wadah dan massa es yang mencair. Analisis ini menggunakan persamaan $Q = \frac{k \times A \times \Delta T \times t}{d}$, dan $m_{es} = \frac{Q}{L_f}$ dimana suhu luar 30°C, suhu dalam 8°C, waktu 9 jam (32.400 detik), kalor lebur es 334.000 J/kg.

Untuk *box styrofoam* : $k=0,033$ W/m·K, ketebalan 0,03 m, luas permukaan 1,20 m². Maka:

$$Q = \frac{0,033 \times 1,20 \times 22 \times 32400}{0,03} = 9.414.960 \text{ J}$$

$$m_{es} = \frac{9.414.960}{334.000} = 28,1 \text{ kg}$$

Untuk *cooler box*: $k=0,022$ W/m·K, ketebalan 0,04 m, luas permukaan 0,99 m². Maka:

$$Q = \frac{0,022 \times 0,99 \times 22 \times 32400}{0,04} = 3.881.469 \text{ J}$$

$$m_{es} = \frac{3.881.469}{334.000} = 11,6 \text{ kg}$$

Perhitungan per sisi juga perlu dilakukan untuk memperoleh total perpindahan panas. Pada *box styrofoam* , total $Q_{total} = 15,01$ W sedangkan pada *cooler box* Q_{total} adalah 13,02 W. Perbedaan ini menunjukkan *cooler box* lebih efisien menahan panas. Hasil ini konsisten yang melaporkan nilai perpindahan panas *cooler box* lebih rendah [8].

3.5 Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi diperlukan untuk membandingkan biaya penyimpanan per kg ikan. Data yang disajikan merupakan asumsi dan perkiraan lapangan. Berikut data dapat disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Asumsi data ekonomi

Komponen	Boc Styrofoam	Coller Box
Harga pembelian	Rp. 75.000	Rp. 406.000
Umur pakai	6 bulan	24 bulan
Kapasitas tampung	35 kg	35 kg
Biaya perawatan per bulan	Rp. 10.000	Rp. 5.000
Lama ikan layak jual	9 jam	11 jam
Persentase ikan rusak	12%	5%

Sumber : Hasil pengamatan data lapangan

Dengan rumus biaya per kg:

$$\text{Biaya per kg} = \frac{C_p - C_r n}{Q \times n_s}$$

Untuk *box styrofoam* :

$$\text{Biaya per kg} = \frac{75.000 + (10.000 \times 6)}{35 \times (20 \times 6)} = \frac{135.000}{4.200} = 32,14$$

Untuk *cooler box*:

$$\text{Biaya per kg} = \frac{406.000 + (5.000 \times 24)}{35 \times (20 \times 24)} = \frac{256.000}{16.800} = 31,31$$

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa *cooler box* lebih unggul dalam menjaga kualitas dan lama penyimpanan ikan segar dibandingkan *box styrofoam*. Hal ini terlihat dari suhu yang lebih stabil, penurunan organoleptik yang lebih lambat, dan kenaikan pH yang lebih terkendali. Analisis perpindahan panas membuktikan *cooler box* memiliki hambatan termal lebih baik, sehingga es mencair lebih lambat. Dari sisi ekonomi, *cooler box* lebih efisien karena umur pakai lebih panjang dan biaya penyimpanan per kg ikan lebih rendah. Temuan ini memperkuat penelitian sebelumnya dan memberikan kontribusi baru berupa analisis terintegrasi antara aspek termal, organoleptik, kimia, dan ekonomi pada kondisi tropis dengan variasi rasio es : ikan. Keterbatasan penelitian ini adalah durasi pengamatan yang hanya 9 jam dan penggunaan satu jenis ikan [1], [5], [6], [7]. Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperpanjang waktu pengamatan, menguji berbagai jenis ikan, dan kondisi lingkungan yang lebih ekstrem.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian langsung terdapat perbandingan, dimana *cooler box* lebih efektif daripada *box styrofoam* dalam mempertahankan kualitas dan lama penyimpanan ikan segar. Suhu dalam *cooler box* naik lebih lambat (8°C menjadi 11°C) dibandingkan *box styrofoam* (8°C menjadi 14°C) pada rasio 2 : 1 selama 9 jam. Kualitas organoleptik ikan dalam *cooler box* tetap baik hingga jam ke-9, sedangkan pada *box styrofoam* mengalami penurunan signifikan. Nilai pH ikan pada *cooler box* lebih terkendali (6,9) dibandingkan *box styrofoam* (7,2). Analisis perpindahan panas menunjukkan panas masuk pada *box styrofoam* 9.414.960 J (es mencair 28,1 kg), sedangkan *cooler box* 3.881.469 J (es mencair 11,6 kg). Secara ekonomi, *cooler box* memiliki biaya penyimpanan per kg ikan 32% lebih rendah dan umur pakai 4 kali lebih lama. Dari sini lebih direkomendasikan penggunaan *cooler box* untuk penyimpanan dan distribusi ikan, terutama kondisi jarak

tempuh yang lebih jauh, sedangkan *box styrofoam* lebih direkomendasikan untuk penyimpanan jangka pendek. Penelitian selanjutnya dapat menguji variasi jenis ikan dan kondisi lingkungan yang lebih ekstrem.

REFERENSI

- [1] Y. M. L. Sitompul, I. M. Sugitha, and A. S. Duniaji, "PENGARUH LAMA PERENDAMAN DALAM AIR PERASAN BUAH BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi* Linn) DAN LAMA PENYIMPANAN TERHADAP KARAKTERISTIK IKAN TONGKOL (*Euthynnus affinis*) PADA SUHU RUANG," *J. Ilmu dan Teknol. Pangan*, vol. 9, no. 1, pp. 71–80, 2020.
- [2] B. R. Knudtsen, *Code of Practice for Fish and Fishery Products*. 2019.
- [3] M. Nurilmala, N. Nurjanah, A. Fatriani, A. R. Indarwati, and R. M. Pertiwi, "KEMUNDURAN MUTU IKAN BARONANG (*Siganus javus*) PADA PENYIMPANAN SUHU CHILLING," *J. Teknol. Perikan. dan Kelaut.*, vol. 12, no. 1, pp. 93–101, 2022, doi: 10.24319/jtpk.12.93-101.
- [4] J. Genisa, A. N. F. Rahman, and K. Tajuddin, "PEMANFAATAN DAUN PALLIASA (*Kleinhovia hospita* L) SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF DALAM MEMPERTAHANKAN KESEGARAN IKAN KEMBUNG (*Rastrelliger* sp) (The Utilization of Palliasa Leaves (*Kleinhovia hospita* L) as an Alternative to Sustain Quality of Mackerel (*Rastrelliger* sp))," *Canrea J. Food Techmology, Nytritions Culin. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–12, 2019.
- [5] N. Rahmi, P. Wulandari, and L. Advinda, "Pengendalian Cemarkan Mikroorganisme pada Ikan-Mini Review," in *Inovasi Riset Biologi dalam Pendidikan dan Pengembangan Sumber Daya Lokal*, 2021, pp. 1–12. [Online]. Available: <https://semnas.biologi.fmipa.unp.ac.id/index.php/prosiding/article/view/170>
- [6] A. Wicaksono, U. Mataram, N. T. Barat, U. Mataram, and N. Tenggara, "Analysis of Microbiologist , Chemical, Organoleptic of Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) During Storage with Smearing Powder of Binahong Leaf (*Anredera cordifolia* (Ten .) stennis) as a Natural Antimicrobial," *Profood (Jurnal Ilmu dan Teknol. Pangan)*, vol. 8, no. 1, pp. 14–24, 2022.
- [7] G. C. Angela, F. Mentang, and G. Sanger, "Kajian Mutu Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*, L.) Asap Dari Tempat Pengasapan Desa Girian Atas Yang Dikemas Vakum dan Non Vakum Selama Penyimpanan Dingin," *J. Media Teknol. Has. Perikan.*, vol. 3, no. 2, pp. 29–40, 2015.
- [8] M. . Amiruddin, "STUDI EKSPERIMENTAL PENGGUNAAN COOL BOX DAN KOTAK STYROFOAM SEBAGAI MEDIA PENDINGIN UNTUK PENYIMPANAN IKAN DI KELURAHAN LUMPUR," 2018. [Online]. Available: <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/23790/4/Chapter I.pdf>
- [9] R. Renil, "Analisis Perbedaan Sistem Insulasi Styrofoam dengan Polyurethane pada Kapal Ikan 3 GT," 2020.
- [10] A. M. Duarte, F. Silva, F. R. Pinto, S. Barroso, and M. M. Gil, "Quality assessment of chilled and frozen fish—Mini review," *Foods*, vol. 9, no. 12, pp. 1–26, 2020, doi: 10.3390/foods9121739.
- [11] O. Laguerre, E. Derens, and D. Flick, "Modélisation du refroidissement du poisson à l'aide de glace écaillé," *Int. J. Refrig.*, vol. 85, pp. 97–108, 2018, doi: 10.1016/j.ijrefrig.2017.09.014.
- [12] I. Fadhli, E. N. Dewi, and A. S. Fahmi, "Methyl red application as a freshness indicator label of milkfish (*Chanos chanos*) at different cold storage temperatures," *J. Ilmu dan Teknol. Perikan.*, vol. 4, no. 1, pp. 15–23, 2022.
- [13] R. Rasdam, R. A. Rajab, I. C. M. Siahaan, and P. M. Tuen, "Uji Organoleptik Ikan Beku Pada Kmn. Naili XX Yang Berpangkalan Di PPS Nizam Zachman Jakarta Utara," *J. Aquat.*, vol. 5, no. 1, pp. 123–128, 2022.
- [14] F. A. Ansori, "Perpindahan Panas Clinker pada Grate Cooler di PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk.," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 02, no. 02, pp. 18–27, 2022, [Online]. Available: <https://journal.unsika.ac.id/index.php/sigmat/index>
- [15] S. B. Wicaksono and M. Basuki, "Analisis Teknis dan Ekonomis Cold Storage Pendingin Ikan Kapasitas 61 Ton Dengan Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Vapor Compression Pada KM Natuna," *J. Ilm. Inst. Teknol. Adhi Tama Surabaya*, vol. 4, no. Senastitan Iv, pp. 1–7, 2024.