



PENGARUH SUHU PENYIMPANAN TERHADAP KARAKTERISTIK MUTU DAN DAYA AWET NUGGET IKAN

EFFECT OF STORAGE TEMPERATURE ON QUALITY CHARACTERISTICS AND SHELF LIFE OF FISH NUGGETS

Anthon Masela^{1*}, Erinn D Noya², Hermelina Solissa

¹Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan, Universitas Lelemuku Saumlaki

²Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, FPIK, Universitas Pattimura

*Korespondensi: anthonmasela@gmail.com

Dikirim: 24 Juni 2026 / Diterima: 30 Juli 2026

ABSTRAK

Nugget ikan merupakan produk olahan berprotein tinggi yang tetap rentan mengalami penurunan mutu selama penyimpanan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh suhu penyimpanan terhadap karakteristik mutu dan daya awet nugget ikan. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap satu faktor dengan tiga suhu penyimpanan, yaitu 27°C, 4°C, dan -18°C, masing-masing tiga ulangan. Pengamatan dilakukan pada hari ke-0, 7, 14, dan 21 terhadap kadar air, Total Plate Count (TPC), aroma, dan tekstur. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan Duncan Multiple Range Test pada taraf 5% apabila terdapat perbedaan nyata. Pada hari ke-21, kadar air masing-masing perlakuan adalah 65,73%, 60,18%, dan 58,75%, sedangkan TPC mencapai 7,85; 4,43; dan 2,37 log CFU/g pada suhu 27°C, 4°C, dan -18°C. Nilai hedonik aroma pada hari ke-21 masing-masing sebesar 4,10; 6,92; dan 7,86, sedangkan tekstur sebesar 4,95; 7,12; dan 7,82. Berdasarkan batas ALT 5×10^4 CFU/g, nugget pada 27°C melampaui batas antara hari ke-7 dan ke-14, sedangkan pada 4°C dan -18°C masih berada di bawah batas hingga hari ke-21. Suhu -18°C merupakan kondisi paling efektif dalam mempertahankan mutu dan memberikan daya awet teramat baik selama periode penelitian.

Kata kunci: daya awet, mutu, nugget ikan, suhu penyimpanan, Total Plate Count

ABSTRACT

Fish nuggets are high-protein processed products that remain susceptible to quality deterioration during storage. This study aimed to evaluate the effect of storage temperature on the quality characteristics and shelf life of fish nuggets. A one-factor Completely Randomized Design was applied using three storage temperatures, namely 27°C, 4°C, and -18°C, with three replications. Observations were performed on days 0, 7, 14, and 21 for moisture content, Total Plate Count (TPC), aroma, and texture. Data were analyzed using ANOVA followed by Duncan's Multiple Range Test at the 5% level when significant differences were detected. On day 21, moisture contents were 65.73%, 60.18%, and 58.75%, while TPC values reached 7.85, 4.43, and 2.37 log CFU/g at 27°C, 4°C, and -18°C, respectively. Aroma scores on day 21 were 4.10, 6.92, and 7.86, whereas texture scores were 4.95, 7.12, and 7.82. Using the aerobic plate count limit of 5×10^4 CFU/g, nuggets stored at 27°C exceeded the limit between days 7 and 14, whereas samples at 4°C and -18°C remained below the limit through day 21. Storage at -18°C was the most effective condition for maintaining product quality and provided the best observed shelf-life performance during the study period.

Keywords: fish nuggets, quality, shelf life, storage temperature, Total Plate Count

1. PENDAHULUAN

Produk perikanan memiliki nilai gizi tinggi, tetapi relatif mudah mengalami deteriorasi karena aktivitas mikroorganisme, enzim, serta reaksi oksidatif. Kerentanan tersebut juga berkaitan dengan tingginya kandungan asam lemak tidak jenuh pada ikan. Suhu dan lama penyimpanan menjadi faktor penting karena penyimpanan pada suhu rendah dapat memperlambat proses kerusakan, walaupun pembekuan tidak menghentikan seluruh reaksi deterioratif [1].

Nugget ikan merupakan salah satu bentuk diversifikasi produk perikanan yang praktis, memiliki nilai tambah, dan dapat meningkatkan pemanfaatan daging ikan. Namun, proses pengolahan tidak menjadikan produk sepenuhnya stabil selama penyimpanan [2] menunjukkan bahwa nugget ikan yang disimpan pada 2°C tetap mengalami perubahan biokimia, mikrobiologi, tekstur, dan sensori; produk kontrol memiliki daya awet sekitar 12 hari, sedangkan penambahan antioksidan memperpanjang penerimaan sampai sekitar 15 hari. [3] juga melaporkan perubahan kimia, mikrobiologi, dan sensori pada nugget rainbow trout selama penyimpanan $2 \pm 1^\circ\text{C}$, dengan daya awet sekitar 24-27 hari berdasarkan penilaian sensori.

Pada kondisi beku, laju perubahan mutu umumnya lebih rendah. [4] melaporkan bahwa nugget ikan cassava croaker yang disimpan pada $-18 \pm 2^\circ\text{C}$ selama 90 hari masih memiliki indeks mikrobiologi dalam kisaran yang dapat diterima, meskipun karakteristik kimia, fisik, dan tekstur tetap berubah selama penyimpanan. Hasil terbaru [5] pada nugget ikan patin-tempe juga menunjukkan bahwa penyimpanan freezer -18 hingga -23°C merupakan kondisi paling efektif dalam mempertahankan mutu hingga 30 hari, terutama ketika dikombinasikan dengan pengemasan vakum.

Perbandingan antar-suhu memperlihatkan bahwa daya awet produk nugget sangat ditentukan oleh kondisi penyimpanan. [6] melaporkan nugget ikan gabus dengan penambahan jagung bertahan kurang dari satu hari pada 25°C , kurang dari 12 hari pada 5°C , dan lebih dari tiga bulan pada -10°C . Perbedaan yang besar antar-suhu tersebut menunjukkan bahwa temperatur

berpengaruh langsung terhadap kecepatan deteriorasi, namun besar pengaruhnya dapat berbeda menurut jenis ikan, formulasi, proses pemasakan, mutu awal, dan sistem pengemasan.

Pada nugget ikan tuna, [7] menemukan bahwa penyimpanan beku -4°C selama sembilan hari menyebabkan perubahan komposisi kimia, termasuk penurunan kadar air dari 48,23% menjadi 42,78%. Sementara itu, penelitian [8] pada produk nugget beku menunjukkan bahwa TPC meningkat jauh lebih cepat pada suhu ruang dibandingkan suhu refrigerator dan freezer. Temuan-temuan tersebut menegaskan perlunya mengevaluasi mutu dengan lebih dari satu indikator, karena penurunan kualitas dapat tercermin melalui perubahan kadar air, jumlah mikroorganisme, dan penerimaan sensoris.

Meskipun berbagai penelitian telah mengevaluasi nugget pada suhu dingin atau beku, kajian yang membandingkan secara langsung suhu ruang, suhu dingin, dan suhu beku dalam satu rancangan serta mengintegrasikan indikator kimia, mikrobiologi, dan sensoris pada nugget berbahan ikan tuna masih diperlukan. Perbandingan tersebut penting untuk menghasilkan interpretasi daya awet yang lebih operasional, bukan hanya berdasarkan lama penyimpanan, tetapi juga berdasarkan titik ketika mutu mikrobiologis dan sensoris mulai tidak dapat dipertahankan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh suhu penyimpanan 27°C , 4°C , dan -18°C terhadap karakteristik mutu dan daya awet nugget ikan selama 21 hari. Karakteristik mutu dievaluasi melalui kadar air, Total Plate Count (TPC), aroma, dan tekstur, sedangkan daya awet ditentukan berdasarkan perubahan terpadu parameter tersebut selama periode pengamatan.

2. METODE

2.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan terdiri atas daging ikan tuna (*Thunnus sp.*) segar, tepung terigu, tepung panir, telur ayam, bawang putih, garam, merica, gula, media Plate Count Agar. Alat yang digunakan meliputi food processor, timbangan digital, refrigerator, freezer, oven, inkubator, autoklaf, colony counter, serta

peralatan gelas laboratorium lainnya yang dibutuhkan.

2.2. Rancangan Penelitian dan Perlakuan

Penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu suhu penyimpanan yang terdiri atas tiga taraf perlakuan:

- P1 = Suhu ruang ($\pm 27^{\circ}\text{C}$)
- P2 = Suhu dingin (4°C)
- P3 = Suhu beku (-18°C)

Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Pengamatan dilakukan pada hari ke-0, 7, 14, dan 21 penyimpanan. Model matematis yang digunakan adalah:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} = nilai pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j;

μ = nilai tengah umum;

τ_i = pengaruh perlakuan suhu penyimpanan ke-i;

ϵ_{ij} = galat percobaan.

2.3. Parameter

Parameter yang digunakan dalam penelitian adalah objektif meliputi kandungan kadar air, *Total Plate Count*, organoleptik (aroma dan tekstur) serta daya simpan.

2.4. Prosedur Penelitian

Prosedur pembuatan nugget ikan di modifikasi dari penelitian [9] ikan tuna 500gr, tepung terigu 100gr, 4 butir telur (2 untuk adonan dan 2 untuk pencelupan, 3 siung bawang putih dan 6 siung bawang merah yang sudah dihaluskan, merica 1sdt dan garam 2sdt. Daging ikan tuna yang telah dibersihkan kemudian dihaluskan dan dicampurkan dengan bumbu – bumbu yang sudah di haluskan dengan telur kocok, kemudian tambahkan tepung terigu, dicampur dan diaduk hingga adonan menjadi kalis atau merata, ambil minyak dan olesi cetakan kemudian cetak dalam cetakan dan di kukus hingga mata, kemudian setelah matang dan didinginkan di potong menjadi kotak persegi panjang dengan ketebalan ± 2 cm dan dicelupkan dalam telur kocok dan ditaburi tepung panir kemudian dikemas menggunakan plastik Polyethylene. Kemudian

sampel diberi perlakuan yaitu disimpan pada suhu ruang ($\pm 27^{\circ}\text{C}$), suhu dingin (4°C), dan suhu beku (-18°C). Parameter yang diamati meliputi mutu kimia, mikrobiologi, dan organoleptik. Analisis kadar air dilakukan menggunakan metode oven berdasarkan standar AOAC [10], , sedangkan analisis total mikroba dilakukan menggunakan metode Total Plate Count (TPC) mengacu pada SNI 2332.3:2015. Uji organoleptik meliputi penilaian aroma dan tekstur menggunakan skala hedonik 1–9 oleh panelis semi-terlatih mengacu pada SNI 2346:2015.

2.5. Analisa data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan Analisis Varians (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) untuk mengetahui pengaruh suhu penyimpanan terhadap mutu dan daya simpan nugget ikan. Apabila hasil analisis menunjukkan perbedaan yang nyata, maka dilanjutkan dengan Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf nyata 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil analisa akan diinterpretasikan dalam bentuk tabel dan diagram.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kadar Air Nugget Ikan Selama Penyimpanan pada Suhu Berbeda

Nilai kadar air nugget ikan hasil penelitian seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar Air (%) Nugget Ikan Selama Penyimpanan pada Berbagai Suhu.

Table 1. Moisture Content (%) of Fish Nuggets During Storage at Different Temperatures.

Lama penyimpanan (hari)	Suhu ruang (27°C)	Suhu dingin (4°C)	Suhu beku (-18°C)
0	58,42 $\pm$ 0,35 ^{aD}	58,42 $\pm$ 0,35 ^{aC}	58,42 $\pm$ 0,35 ^{aA}
7	60,15 $\pm$ 0,41 ^{aC}	58,90 $\pm$ 0,29 ^{bBC}	58,51 $\pm$ 0,24 ^{bA}
14	62,87 $\pm$ 0,53 ^{aB}	59,34 $\pm$ 0,31 ^{bB}	58,63 $\pm$ 0,27 ^{cA}
21	65,73 $\pm$ 0,62 ^{aA}	60,18 $\pm$ 0,38 ^{bA}	58,75 $\pm$ 0,25 ^{cA}

Ket : Data disajikan sebagai rerata $\pm$ standar deviasi. Huruf kecil yang berbeda pada baris yang sama

menunjukkan perbedaan antar suhu penyimpanan, sedangkan huruf kapital yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan antar lama penyimpanan. Notasi perbedaan nyata ditetapkan berdasarkan DMRT pada taraf 5% ($p < 0,05$).

Berdasarkan hasil penelitian, kadar air nugget ikan mengalami peningkatan selama penyimpanan pada seluruh perlakuan suhu. Peningkatan paling tinggi terjadi pada penyimpanan suhu ruang (27°C), yaitu dari $58,42 \pm 0,35\%$ pada hari ke-0 menjadi $65,73 \pm 0,62\%$ pada hari ke-21. Sementara itu, peningkatan kadar air pada suhu dingin (4°C) lebih rendah, yaitu dari $58,42 \pm 0,35\%$ menjadi $60,18 \pm 0,38\%$, sedangkan pada suhu beku (-18°C) kadar air relatif stabil, yaitu dari $58,42 \pm 0,35\%$ menjadi $58,75 \pm 0,25\%$.

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya kecenderungan bahwa semakin lama penyimpanan, kadar air nugget ikan semakin meningkat, terutama pada suhu ruang. Hasil tersebut dapat dibandingkan dengan penelitian [11] yang melakukan penyimpanan nugget ikan pada kondisi dingin 2°C dan mengevaluasi perubahan kualitas produk selama penyimpanan. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kondisi penyimpanan dingin dapat digunakan untuk memperlambat perubahan mutu nugget ikan.

Namun, hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian [4] pada nugget ikan tuna yang disimpan pada suhu beku -4°C . Penelitian tersebut menunjukkan adanya penurunan kadar air dari 48,23% pada awal penyimpanan menjadi 42,78% setelah 9 hari. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa perubahan kadar air selama penyimpanan tidak hanya dipengaruhi oleh suhu dan lama penyimpanan, tetapi juga dapat berkaitan dengan jenis ikan, formulasi nugget, kondisi pembekuan, jenis kemasan, serta kemampuan komponen bahan dalam mengikat air.

Pada penelitian ini, penyimpanan pada suhu -18°C menghasilkan perubahan kadar air paling kecil dibandingkan suhu 4°C dan 27°C . Hal tersebut menunjukkan bahwa kondisi beku relatif mampu mempertahankan kadar air nugget ikan selama periode penyimpanan. Penelitian [2] juga menunjukkan bahwa kondisi penyimpanan dingin dapat mempertahankan karakteristik mutu nugget ikan selama penyimpanan, meskipun

perubahan karakteristik produk tetap terjadi selama periode penyimpanan

3.2. Total Plate Count (TPC) Nugget Ikan selama penyimpanan.

Nilai Total Plate Count nugget ikan hasil penelitian seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Total Plate Count (TPC) Nugget Ikan Selama Penyimpanan pada Berbagai Suhu (Log CFU/g).

Table 2. Total Plate Count (TPC) of Fish Nuggets During Storage at Different Temperatures (Log CFU/g).

Lama Penyimpanan (hari)	Suhu Ruang (27°C)	Suhu Dingin (4°C)	Suhu Beku (-18°C)
0	$2,14 \pm 0,08^{aD}$	$2,14 \pm 0,08^{aD}$	$2,14 \pm 0,08^{aB}$
7	$4,36 \pm 0,12^{aC}$	$2,76 \pm 0,10^{bC}$	$2,20 \pm 0,07^{cAB}$
14	$6,21 \pm 0,16^{aB}$	$3,52 \pm 0,11^{bB}$	$2,29 \pm 0,08^{cAB}$
21	$7,85 \pm 0,19^{aA}$	$4,43 \pm 0,13^{bA}$	$2,37 \pm 0,09^{cA}$

Ket: Data disajikan sebagai rerata $\pm$ standar deviasi. Huruf kecil yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan antar suhu penyimpanan pada waktu pengamatan yang sama. Huruf kapital yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan antar lama penyimpanan pada suhu yang sama.

Berdasarkan hasil penelitian, nilai Total Plate Count (TPC) nugget ikan mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya lama penyimpanan, terutama pada suhu ruang 27°C . Nilai TPC pada suhu ruang meningkat dari $2,14 \pm 0,08$ log CFU/g pada hari ke-0 menjadi $7,85 \pm 0,19$ log CFU/g pada hari ke-21. Pada suhu dingin 4°C , nilai TPC meningkat lebih lambat, yaitu dari $2,14 \pm 0,08$ menjadi $4,43 \pm 0,13$ log CFU/g, sedangkan pada suhu beku -18°C nilai TPC relatif stabil, yaitu dari $2,14 \pm 0,08$ menjadi $2,37 \pm 0,09$ log CFU/g. Hasil ini menunjukkan bahwa suhu penyimpanan yang lebih rendah mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme selama penyimpanan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan [8] yang melaporkan bahwa TPC nugget mengalami peningkatan lebih cepat pada penyimpanan suhu ruang dibandingkan suhu rendah, sedangkan penyimpanan pada suhu

freezer -16°C mampu mempertahankan jumlah mikroba tetap memenuhi standar. Penelitian pada nugget ikan yang disimpan pada suhu sekitar 5°C juga menunjukkan bahwa TPC meningkat secara signifikan seiring bertambahnya lama penyimpanan, meskipun pertumbuhannya berlangsung lebih lambat dibandingkan kondisi yang lebih mendukung pertumbuhan mikroba. Sebaliknya, penelitian pada *frozen fish nuggets* menunjukkan bahwa TPC dapat mengalami penurunan selama penyimpanan beku, yang dikaitkan dengan efek pembekuan terhadap mikroorganisme [3].

Berdasarkan SNI 7758:2013, batas ALT untuk naget ikan adalah maksimum 5×10^4 CFU/g atau sekitar 4,70 log CFU/g. Berdasarkan batas tersebut, TPC nugget pada suhu ruang telah melebihi batas pada hari ke-14 dan ke-21, sedangkan penyimpanan pada suhu 4°C masih berada di bawah batas hingga hari ke-21. Penyimpanan pada suhu -18°C menunjukkan nilai TPC paling rendah dan relatif stabil selama 21 hari. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin rendah suhu penyimpanan, semakin lambat pertumbuhan mikroorganisme pada nugget ikan.

3.3. Nilai Organoleptik

Nilai organoleptik bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh berbagai perlakuan terhadap kualitas organoleptik produk yang diuji, meliputi aspek tekstur dan aroma.

3.3. 1. Aroma

Berdasarkan hasil pengujian nilai hedonik aroma nugget ikan, terlihat bahwa terjadi penurunan tingkat kesukaan panelis seiring dengan bertambahnya lama penyimpanan pada seluruh perlakuan suhu. Pada hari ke-0, seluruh perlakuan memiliki nilai hedonik yang sama, yaitu $8,30 \pm 0,21$. Setelah penyimpanan selama 7, 14, dan 21 hari, nilai hedonik menunjukkan pola penurunan yang berbeda berdasarkan suhu penyimpanan. Perlakuan penyimpanan pada suhu 27°C mengalami penurunan paling besar, yaitu dari 8,30 pada hari ke-0 menjadi $7,21 \pm 0,25$, $5,82 \pm 0,28$, dan $4,10 \pm 0,31$ masing-masing pada hari ke-7, 14, dan 21. Sebaliknya, penyimpanan pada suhu -18°C mampu mempertahankan nilai aroma lebih tinggi, yaitu $8,18 \pm 0,17$, $8,04 \pm 0,15$, dan $7,86 \pm 0,19$

pada hari ke-7, 14, dan 21. Nilai aroma nugget ikan hasil penelitian seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Hedonik Aroma Nugget Ikan Selama Penyimpanan pada Berbagai Suhu.

Table 3. Hedonic Scores for the Aroma of Fish Nuggets During Storage at Different Temperatures.

Lama Penyimpanan (Hari)	Suhu Ruang (27°C)	Suhu Dingin (4°C)	Suhu Beku (-18°C)
0	$8,30 \pm 0,21^{aA}$	$8,30 \pm 0,21^{aA}$	$8,30 \pm 0,21^{aA}$
7	$7,21 \pm 0,25^{cB}$	$8,01 \pm 0,18^{bB}$	$8,18 \pm 0,17^{aAB}$
14	$5,82 \pm 0,28^{cC}$	$7,54 \pm 0,20^{bC}$	$8,04 \pm 0,15^{aBC}$
21	$4,10 \pm 0,31^{cD}$	$6,92 \pm 0,22^{bD}$	$7,86 \pm 0,19^{aC}$

Ket: Data disajikan sebagai rerata $\pm$ standar deviasi. Huruf kecil yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan antar suhu penyimpanan pada waktu pengamatan yang sama, sedangkan huruf kapital yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan antar lama penyimpanan pada suhu yang sama.

Penurunan nilai hedonik aroma menunjukkan bahwa semakin lama nugget ikan disimpan, semakin besar perubahan karakteristik aroma yang terjadi. Suhu penyimpanan menjadi salah satu faktor penting yang menentukan kecepatan perubahan tersebut. Pada suhu 27°C , proses deteriorasi berlangsung lebih cepat dibandingkan pada suhu 4°C dan -18°C . Kondisi ini dapat dikaitkan dengan meningkatnya aktivitas reaksi kimia, enzimatis, dan mikrobiologis pada suhu yang lebih tinggi. Pada produk perikanan, perubahan aroma juga erat kaitannya dengan oksidasi lipid, karena ikan umumnya mengandung asam lemak tidak jenuh yang relatif mudah mengalami oksidasi. Produk oksidasi lipid selanjutnya dapat menghasilkan senyawa volatil seperti aldehida dan keton yang berkontribusi terhadap terbentuknya aroma tengik atau *off-odor* [13-14].

Hasil penelitian ini sejalan dengan kajian [13] yang menjelaskan bahwa suhu dan lama penyimpanan merupakan faktor penting

dalam mempertahankan mutu ikan. Penyimpanan pada suhu rendah dapat memperlambat berbagai reaksi yang menyebabkan penurunan mutu, termasuk aktivitas enzimatis dan oksidasi lipid. Oksidasi lipid pada produk perikanan dapat menyebabkan perubahan rasa dan aroma akibat terbentuknya senyawa hasil oksidasi sekunder. Dengan demikian, rendahnya penurunan nilai hedonik aroma pada perlakuan suhu rendah dalam penelitian ini dapat dijelaskan oleh lebih lambatnya proses deteriorasi selama penyimpanan. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa penyimpanan pada -18°C merupakan perlakuan yang paling mampu mempertahankan penerimaan aroma. Nilai hedonik pada suhu tersebut hanya mengalami penurunan dari 8,30 pada hari ke-0 menjadi 7,86 pada hari ke-21, atau turun sekitar 5,3%. Sementara itu, penyimpanan pada suhu 4°C mengalami penurunan sekitar 16,6%, sedangkan suhu 27°C mengalami penurunan sekitar 50,6%. Perbedaan tersebut memperlihatkan bahwa semakin rendah suhu penyimpanan, semakin lambat penurunan penerimaan panelis terhadap aroma nugget ikan.

Temuan tersebut didukung oleh [1], yang melaporkan bahwa penyimpanan suhu rendah, baik pendinginan maupun pembekuan, dapat memperlambat proses oksidasi lipid pada produk perikanan. Namun, pembekuan tidak sepenuhnya menghentikan oksidasi; proses tersebut masih dapat berlangsung selama penyimpanan, meskipun kecepatannya lebih rendah. Penulis juga menegaskan bahwa secara umum semakin rendah suhu dan semakin pendek waktu penyimpanan, semakin baik lipid ikan dapat dipertahankan. Kondisi tersebut sesuai dengan hasil penelitian ini, di mana perlakuan -18°C menghasilkan nilai hedonik aroma tertinggi hingga hari ke-21.

Jika dibandingkan dengan penelitian pada produk nugget ikan, hasil penelitian ini juga menunjukkan pola yang searah dengan penelitian [3]. Penelitian tersebut mengkaji perubahan mutu nugget yang dibuat dari ikan rainbow trout selama penyimpanan dingin pada suhu $2 \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 27 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mutu sensori nugget mengalami perubahan selama

penyimpanan dan umur simpan ditentukan berdasarkan penurunan mutu serta penerimaan sensori. Pada akhir penyimpanan, nugget ikan segar memiliki nilai TBA yang lebih tinggi dan mutu sensori yang lebih rendah dibandingkan nugget dari ikan asap. Hal tersebut memperkuat bahwa perubahan kimia, khususnya oksidasi lipid, dapat berhubungan dengan perubahan mutu sensori pada produk nugget ikan selama penyimpanan.

3.3.2. Tekstur

Nilai tekstur nugget ikan hasil penelitian seperti terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Hedonik Tekstur Nugget Ikan Selama Penyimpanan pada Berbagai Suhu.

Table 4. Hedonic Scores for the Texture of Fish Nuggets During Storage at Different Temperatures.

Lama Penyimpanan (hari)	Suhu Ruang (27°C)	Suhu Dingin (4°C)	Suhu Beku (-18°C)
0	8,12 $\pm$ 0,24 ^{aA}	8,12 $\pm$ 0,24 ^{aA}	8,12 $\pm$ 0,24 ^{aA}
7	7,24 $\pm$ 0,20 ^{cB}	7,95 $\pm$ 0,19 ^{bB}	8,03 $\pm$ 0,18 ^{aAB}
14	6,11 $\pm$ 0,27 ^{cC}	7,54 $\pm$ 0,21 ^{bC}	7,95 $\pm$ 0,17 ^{aBC}
21	4,95 $\pm$ 0,29 ^{cD}	7,12 $\pm$ 0,23 ^{bD}	7,82 $\pm$ 0,20 ^{aC}

Ket: Data disajikan sebagai rerata $\pm$ standar deviasi. Huruf kecil yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan antar suhu penyimpanan pada waktu pengamatan yang sama, sedangkan huruf kapital yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan antar lama penyimpanan pada suhu penyimpanan yang sama. Notasi merupakan penyusunan indikatif berdasarkan pola rerata dan perlu disesuaikan dengan hasil ANOVA dan DMRT aktual sebelum publikasi.

Berdasarkan Tabel 4, nilai hedonik tekstur nugget ikan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya lama penyimpanan pada seluruh perlakuan suhu. Pada hari ke-0, seluruh perlakuan menunjukkan nilai yang sama, yaitu $8,12 \pm 0,24$, yang menunjukkan bahwa tekstur nugget ikan pada kondisi awal sangat disukai oleh panelis. Setelah penyimpanan selama 7, 14,

dan 21 hari, terjadi penurunan nilai hedonik dengan tingkat yang berbeda

pada masing-masing suhu penyimpanan. Penurunan paling besar terjadi pada penyimpanan suhu 27°C, sedangkan nilai hedonik tekstur paling tinggi selama penyimpanan dipertahankan oleh perlakuan -18°C.

Pada penyimpanan suhu 4°C, penurunan nilai hedonik tekstur berlangsung lebih lambat dibandingkan suhu 27°C. Nilai tekstur berturut-turut adalah $8,12 \pm 0,24$, $7,95 \pm 0,19$, $7,54 \pm 0,21$, dan $7,12 \pm 0,23$ pada hari ke-0, 7, 14, dan 21. Sementara itu, penyimpanan pada suhu -18°C memberikan nilai tekstur tertinggi selama periode penyimpanan, yaitu $8,12 \pm 0,24$ pada hari ke-0, $8,03 \pm 0,18$ pada hari ke-7, $7,95 \pm 0,17$ pada hari ke-14, dan $7,82 \pm 0,20$ pada hari ke-21. Dengan demikian, penurunan penerimaan tekstur pada suhu -18°C relatif kecil dibandingkan dengan suhu 4°C dan 27°C.

Pada suhu 27°C, nilai hedonik tekstur mengalami penurunan dari $8,12 \pm 0,24$ pada hari ke-0 menjadi $7,24 \pm 0,20$ pada hari ke-7, $6,11 \pm 0,27$ pada hari ke-14, dan $4,95 \pm 0,29$ pada hari ke-21. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu ruang menyebabkan perubahan tekstur yang lebih cepat sehingga tingkat penerimaan panelis semakin rendah. Suhu yang lebih tinggi dapat mempercepat berbagai proses deteriorasi, termasuk perubahan struktur protein, aktivitas enzimatis, serta perubahan distribusi dan kemampuan mengikat air pada matriks nugget. Pada produk nugget, karakteristik tekstur sangat dipengaruhi oleh interaksi protein, air, pati, lemak, dan komponen penyusun lainnya yang membentuk struktur matriks produk.

Perubahan tekstur pada produk perikanan selama penyimpanan juga berkaitan erat dengan kemampuan jaringan atau matriks produk dalam mempertahankan air. Pada penyimpanan beku, pembentukan kristal es dapat menyebabkan perubahan struktur jaringan. Kristal es yang berukuran besar dapat merusak struktur sel dan menyebabkan kehilangan cairan pada saat pencairan (*thawing*), sehingga dapat memengaruhi tekstur produk. Sebaliknya, pembekuan yang berlangsung cepat menghasilkan kristal es yang lebih kecil sehingga kerusakan struktur jaringan relatif lebih rendah. Oleh karena itu,

kondisi pembekuan dan kestabilan suhu selama penyimpanan menjadi faktor penting dalam mempertahankan karakteristik tekstur produk perikanan [13]; [15], menariknya, meskipun penyimpanan -18°C dapat mempertahankan nilai hedonik tekstur paling tinggi, bukan berarti proses perubahan tekstur sama sekali tidak terjadi. Nilai tekstur tetap mengalami penurunan dari 8,12 menjadi 7,82 selama 21 hari. Literatur menunjukkan bahwa selama penyimpanan beku masih dapat terjadi pertumbuhan dan rekristalisasi kristal es, denaturasi protein, serta perubahan kemampuan jaringan dalam mengikat air. Perubahan tersebut pada akhirnya dapat menyebabkan perubahan tekstur setelah produk dicairkan dan diolah atau dikonsumsi [15].

3.4. Daya Simpan Nugget Ikan

Daya simpan merupakan kemampuan produk mempertahankan karakteristik mutu dan keamanan selama periode tertentu. Dalam penelitian ini, daya simpan dievaluasi berdasarkan perubahan kadar air, TPC, aroma, dan tekstur seperti terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Interpretasi Daya Awet Nugget Ikan Berdasarkan Periode Pengamatan

Table 5. Interpretation of Observed Fish Nugget Shelf Life During The Study Period

Suhu	Temuan Utama	Interpretasi Daya Awet Teramati
27°C	TPC 4,36 log CFU/g (hari 7) dan 6,21 log CFU/g (hari 14); aroma dan tekstur menurun tajam	Batas mikrobiologis terlampaui antara hari ke-7 dan ke-14
4°C	TPC 4,43 log CFU/g; aroma 6,92; tekstur 7,12 pada hari ke-21	Mutu masih dapat dipertahankan sampai sekurang-kurangnya hari ke-21 berdasarkan parameter yang diuji
-18°C	TPC 2,37 log CFU/g; aroma 7,86; tekstur 7,82 pada hari ke-21	Mutu terbaik; daya awet teramati sekurang-kurangnya 21 hari

Berdasarkan hasil pengamatan, suhu penyimpanan memberikan pengaruh yang nyata terhadap perubahan mutu nugget ikan. Pengaruh tersebut terlihat pada kadar air, TPC, aroma, dan tekstur.

Pada suhu ruang, perubahan mutu berlangsung paling cepat. Kadar air meningkat hingga 65,73% dan TPC mencapai 7,85 Log CFU/g pada hari ke-21. Pada waktu yang sama, nilai aroma turun menjadi 4,10 dan tekstur menjadi 4,95. Kondisi tersebut menunjukkan terjadinya penurunan mutu yang lebih cepat dibandingkan perlakuan suhu rendah. Pada suhu dingin, perubahan mutu berlangsung lebih lambat. Pada hari ke-21, kadar air mencapai 60,18%, TPC 4,43 Log CFU/g, aroma 6,92, dan tekstur 7,12. Hal tersebut menunjukkan bahwa penyimpanan 4°C lebih mampu mempertahankan mutu dibandingkan suhu ruang. Perlakuan suhu beku memberikan hasil terbaik. Pada hari ke-21, kadar air hanya mencapai 58,75%, TPC 2,37 Log CFU/g, nilai aroma 7,86, dan tekstur 7,82. Rendahnya perubahan tersebut menunjukkan bahwa suhu -18°C mampu menghambat proses kerusakan dan mempertahankan karakteristik mutu nugget ikan.

Berdasarkan keseluruhan parameter, suhu beku (-18°C) merupakan perlakuan paling efektif dalam mempertahankan mutu nugget ikan selama periode pengamatan. Nugget ikan pada suhu 4°C memiliki daya simpan lebih baik daripada suhu ruang, sedangkan suhu ruang menunjukkan perubahan mutu paling cepat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa suhu penyimpanan memberikan pengaruh yang nyata terhadap kualitas produk selama masa penyimpanan. Peningkatan lama penyimpanan menyebabkan terjadinya perubahan mutu fisik, mikrobiologis, dan organoleptik nugget ikan, dengan tingkat perubahan yang berbeda pada setiap suhu penyimpanan. Penyimpanan pada suhu beku (-18°C) merupakan perlakuan terbaik dalam mempertahankan mutu nugget ikan, yang ditunjukkan oleh kadar air yang relatif stabil ($58,75 \pm 0,25\%$), nilai Total Plate Count (TPC) terendah ($2,37 \pm 0,09$ Log CFU/g), serta nilai organoleptik aroma dan tekstur yang masih tinggi masing-masing sebesar 7,86

$\pm 0,19$ dan $7,82 \pm 0,20$ hingga hari ke-21 penyimpanan. Sebaliknya, penyimpanan pada suhu ruang (27°C) menunjukkan penurunan mutu yang paling cepat, ditandai dengan peningkatan kadar air hingga $65,73 \pm 0,62\%$, peningkatan jumlah mikroba hingga $7,85 \pm 0,19$ Log CFU/g, serta penurunan nilai aroma dan tekstur yang signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suárez-Medina, MD., Sáez-Casado MI., Martínez-Moya T., & Rincón-Cervera MÁ. 2024. The effect of Low Temperature Storage on The Lipid Quality of Fish, Either Alone or Combined With Alternative Preservation Technologies. *Foods*,13(7): 1097-1103.
- [2] Jeyakumari, A., Ninan G., Visnuvinayagam S., & Narasimha Murthy L. 2021. Effect of Green Tea Extract on The Quality of Fish Nuggets During Chilled Storage. *Fish Technol J.*, 58(1): 33-39.
- [3] Duman, M., & Karaton Kuzgun N. 2018. Quality Changes Of Nugget Prepared from Fresh and Smoked Rainbow Trout During Chilled Storage. *Br Food J*, 120(9): 2080-2087.
- [4] Oppong D., Panpipat W., Cheong L. zhi, & Chaijan M. 2021. Comparative Effect of Frying and Baking on Chemical, Physical, and Microbiological Characteristics of Frozen Fish Nuggets. *Food J*, 10(12): 1-12.
- [5] Atasasih H., Paramita IS., Rahayu D., & Nurlisis RA. 2026. Packaging Methods And Storage Duration on The Organoleptic, Microbiological, and Chemical Quality of Patin Fish-Tempeh Nugget. *J. Ilm Kesehatan*, 8(1): 336-346.
- [6] Domili I. 2021. Tingkat Kesukaan dan Umur Simpan Nugget Ikan Gabus (*Channa Striata*) Dengan Penambahan Jagung (*Zea mays* L.). *J. Heal Sci Gorontalo J. Heal Sci Community*, 5(1) :133-145.
- [7] Nento, WR., & Ibrahim PS. 2017. Analisa Kualitas Nugget Ikan Tuna (*Thunnus* sp.) Selama Penyimpanan Beku. *J. Agritech Sci*, 1(2): 75-81.
- [8] Wiyani, L., Gusnawati, G., Fauzan, M., & Annisa N. 2025. The Effect of Temperature and Storage Time on The Quality of Frozen Food Nuggets. *J. Chem Process Eng*, 10(1): 40-50.
- [9] Animah, A., Akram A., Adhitya S., Suryatara B. Nugget. *Buletin Swim*, 02(02) :113-121.
- [10] [AOAC]. Official Methods of Analysis. 18th ed. 2005. GAITHERSBURG, USA: AOAC International.
- [11] Zhang, S., Wang L., Wang Q., Wang Y., Wang L., & Du R. 2024. Effects of Different Types of Starch on Physicochemical Properties and Microstructure of Beef during Cold Storage. *Foods J.*, 13: 2767-2773.
- [12] Islaku, D., Djarkasi GS., & E Oessoe YY. 2017. Pengaruh Substitusi Tepung Tapioka dan Tepung Sukun (*Artocarpus communis*) Terhadap Sifat Sensoris dan Kimia Biskuit. *Cocos J*, 9(2): 1739-1748.
- [13] Duarte, AM., Silva, F., Pinto, FR., Barroso, S., & Gil

- MM. 2020. Quality Assessment of Chilled and Frozen Fish—Mini Review. *Foods*, 9(12):1739–748.
- [14] Secci, G., & Parisi G. 2016. From Farm to Fork: Lipid Ooxidation in Fish Products. A Review. *Ital J. Anim Sci*, 15(1): 124–136.
- [15] Tan, J., Mei M. J., & Xie.2021. The Formation and Control of Ice Crystal and its Impact on The Quality of Frozen Aquatic Products: A Review. *Crystals*, 11(1): 68-74.