

PENGARUH LAMA THAWING YANG BERBEDA TERHADAP KUALITAS FILLET IKAN KAKAP MERAH (*lutjanus sp*)

The Effect of Different Thawing Times on the Quality of Red Snapper (Lutjanus Sp) Fillets

Ulfa Intan Komala^{1*}, Hari Subagio² Titiek Indhira Agustin³

¹Perikanan Univeristas Hang Tuah. kulfaintan@gmail.com

² Perikanan Univeristas Hang Tuah

³ Perikanan Univeristas Hang Tuah.

* Penulis Korespondensi : kulfaintan@gmail.com

ABSTRAK

Ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) merupakan komoditas perikanan bernilai ekonomis tinggi yang umumnya dipasarkan dalam bentuk beku untuk memperpanjang umur simpan. Meskipun efektif mempertahankan kesegaran, proses pembekuan dan thawing (pencairan) berpotensi menurunkan kualitas fisik dan biologis fillet, seperti perubahan tekstur, warna, kadar air, serta peningkatan cemaran mikroba. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh lama waktu thawing terhadap mutu fillet ikan kakap merah pada suhu kurang dari 5°C. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan waktu thawing, yaitu 2 jam, 4 jam, dan 6 jam, masing-masing dengan lima kali ulangan. Parameter yang diamati meliputi kualitas sensori (warna, tekstur, dan aroma), nilai drip loss (persentase susut bobot), serta analisis lanjutan kadar air dan protein pada perlakuan terbaik. Uji kualitas biologis dilakukan menggunakan rapid test kit untuk mendeteksi Angka Lempeng Total (ALT), *Salmonella*, *Escherichia coli*, dan Coliform. Data sensori dianalisis menggunakan uji nonparametrik Kruskal–Wallis, dilanjutkan uji Mann–Whitney jika terdapat perbedaan nyata, sedangkan data mikrobiologi dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama thawing berpengaruh nyata terhadap kualitas fisik dan mikrobiologis fillet. Thawing selama 2 jam pada suhu <5°C menghasilkan mutu terbaik secara sensori, dengan warna lebih cerah, tekstur lebih kompak, aroma segar, serta nilai drip loss lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Selain itu, perlakuan ini menunjukkan jumlah mikroba lebih rendah sehingga lebih aman dikonsumsi. Dengan demikian, waktu thawing 2 jam direkomendasikan sebagai perlakuan optimal untuk mempertahankan kualitas fillet ikan kakap merah beku.

KATA KUNCI: lama thawing, ikan kakap merah, sensori

ABSTRACT

Red snapper (*Lutjanus sp*) is a high-value fishery commodity commonly marketed in frozen form to extend its shelf life. However, the processes of freezing and thawing can significantly impact the physical quality of fish fillets, including texture, color, and water content. This study aimed to analyze the effect of different thawing durations on the quality of red snapper fillets. A completely randomized design (CRD) was employed, consisting of three treatments: thawing durations of 2, 4, and 6 hours at a temperature below 5°C, with five replications per treatment. Quality parameters evaluated included color, texture, and aroma through sensory analysis. Drip loss was calculated as the percentage of weight loss after thawing, followed by the determination of moisture and protein content for the best sensory treatment. Biological quality was assessed using a rapid test kit for total plate count (TPC), *Salmonella*, *Escherichia coli*, and Coliform detection. Sensory data were analyzed using the non-parametric Kruskal-Wallis test, followed by the Mann-Whitney test for post-hoc comparison if significant differences were found. Biological quality data were analyzed descriptively. The results indicated that thawing for 2 hours at temperatures below 5°C yielded the best overall quality in terms of both sensory and microbiological parameters. Thawing time had a significant effect on the physical (color, texture, aroma) and microbiological (CFU/g) quality of the fillets, with the 2-hour treatment producing the most optimal results.

KEYWORDS: thawing time, red snapper, sensory quality

1. Pendahuluan

Ikan kakap merah (*Lutjanus* sp.) merupakan komoditas perikanan bernilai ekonomi tinggi di Indonesia yang banyak diminati baik di pasar domestik maupun internasional. Untuk menjaga mutu dan memperpanjang umur simpan, produk ini umumnya didistribusikan dalam bentuk beku. Namun demikian, proses thawing (pencairan) yang tidak tepat dapat menurunkan kualitas fisik ikan, seperti perubahan tekstur, warna, dan kadar air, serta meningkatkan kehilangan cairan (drip loss) dan risiko pertumbuhan mikroorganisme pembusuk.

Overthawing juga dapat mengakibatkan kerusakan struktur jaringan otot dan penurunan nilai gizi, termasuk hilangnya protein bersama cairan. Oleh karena itu, pemilihan lama thawing yang optimal sangat penting untuk menjaga kualitas produk dan efisiensi proses produksi. Beberapa metode thawing yang telah dikembangkan dalam industri meliputi penggunaan air mengalir, udara bersuhu ruang, microwave, hingga teknologi listrik dan kimia aman. Meskipun demikian, metode-metode tersebut memiliki kelebihan dan keterbatasan masing-masing, terutama dalam hal efisiensi energi, kebutuhan air, dan dampaknya terhadap mutu fillet. Thawing dengan air bersuhu rendah ($<5^{\circ}\text{C}$) dianggap lebih aman secara mikrobiologis, tetapi durasi yang tidak tepat dapat tetap menyebabkan degradasi mutu fisik maupun mikrobiologis. Kajian terhadap lama thawing spesifik pada ikan kakap merah masih terbatas, sehingga diperlukan penelitian lanjutan guna mengidentifikasi durasi thawing yang paling efektif. Dalam konteks ini, penelitian dilakukan dengan perlakuan thawing selama 2 jam, 4 jam, dan 6 jam pada suhu $<5^{\circ}\text{C}$ untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap kualitas fillet ikan kakap merah.

Penelitian ini tidak hanya penting dari sisi peningkatan mutu produk, tetapi juga memberikan kontribusi terhadap efisiensi proses pengolahan, pengurangan kerugian mutu, serta peningkatan daya saing produk di pasar global. Selain itu, hasil penelitian ini

diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah dalam pengembangan teknologi pengolahan ikan yang lebih inovatif dan berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan lama thawing yang paling optimal serta mengevaluasi karakteristik fisik fillet ikan kakap merah yang di-thawing dengan durasi berbeda, sehingga dapat diaplikasikan dalam praktik industri guna menghasilkan produk perikanan berkualitas tinggi dan aman dikonsumsi.

2. Bahan Dan Metode

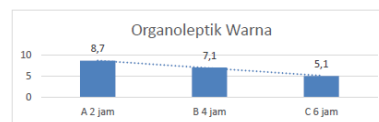
Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan berbagai alat dan bahan yang menunjang proses pengamatan dan analisis kualitas fisik fillet ikan kakap merah (*Lutjanus* sp.) setelah perlakuan thawing. Alat utama yang digunakan mencakup thermometer digital untuk mengukur suhu thawing secara akurat, stopwatch untuk mencatat durasi perlakuan, dan timbangan digital guna menimbang bobot ikan sebelum dan sesudah thawing. Dalam tahap preparasi, digunakan pisau stainless, penggaruk sisik, dan pinset pencabut duri untuk proses filleting dan pembersihan sampel. Ikan diletakkan dalam longpan stainless dan keranjang plastik berukuran $40 \times 30 \times 20$ cm selama proses distribusi internal, penyusunan, serta pembekuan. Talenan digunakan sebagai alas pemotongan, dan bak penampungan difungsikan untuk merendam ikan selama thawing berlangsung. Untuk dokumentasi dan pencatatan hasil, digunakan laptop, form checklist, alat tulis, serta kamera guna memastikan seluruh data dan tahapan terdokumentasi dengan sistematis. Bahan utama dalam penelitian ini adalah ikan kakap merah beku (*Lutjanus* sp.) yang berasal dari proses pembekuan standar pasca tangkap dan masih dalam kondisi utuh serta bebas cacat. Proses thawing dilakukan menggunakan air bersih, yang bersuhu rendah dan bebas kontaminan, dan dibantu dengan penggunaan es batu untuk menjaga kestabilan suhu selama manipulasi sampel. Kombinasi alat dan bahan tersebut mendukung validitas hasil pengamatan selama perlakuan thawing dilakukan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan pendekatan observasi, dokumentasi, dan eksperimen. Observasi dilakukan dengan pengamatan langsung menggunakan panca indera terhadap perubahan parameter sensori seperti warna, tekstur, dan aroma fillet, mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) tahun 2013 tentang mutu fillet ikan kakap merah. Dokumentasi dilakukan melalui pencatatan data sekunder dan visual dari proses, termasuk referensi dari jurnal, peraturan, dan literatur terkait. Sementara itu, pendekatan eksperimen dilakukan dengan menerapkan perlakuan thawing pada ikan kakap merah beku selama waktu yang berbeda, yaitu 2, 4, dan 6 jam pada suhu $<5^{\circ}\text{C}$. Desain penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima kali ulangan pada masing-masing perlakuan. Penilaian dilakukan terhadap karakteristik fisik fillet yang mencakup perubahan warna, tekstur, aroma, dan drip loss. Analisis data sensori dilakukan menggunakan uji Kruskal-Wallis, dan dilanjutkan dengan uji Mann-Whitney jika terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan. Data mikrobiologis (ALT, Coliform, *Salmonella*, dan *E. coli*) dianalisis secara deskriptif. Kombinasi metode ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu thawing terhadap kualitas fillet ikan kakap merah secara menyeluruh, baik dari aspek fisik, sensori, maupun keamanan pangan.

3. Hasil Dan Pembahasan

a. Organoleptik Warna

Uji organoleptik warna dilakukan untuk menilai tingkat kesegaran visual ikan kakap merah beku setelah mengalami perlakuan thawing (pencairan) pada durasi yang berbeda, yaitu 2 jam (A), 4 jam (B), dan 6 jam (C). Penilaian dilakukan oleh panelis terlatih sebanyak 5 orang menggunakan skor sheet.



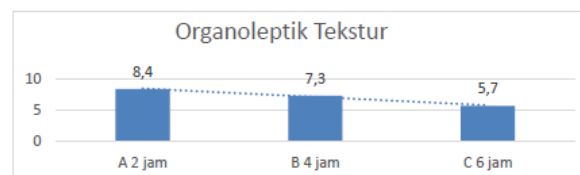
Nama Variabel	Pengujian Kode Thawing	Nilai Asymp. Sig.	Kesimpulan
Skor Penilaian Warna (Skala Hedonik)	Kode A dengan Kode B	0,008	Signifikan
	Kode A dengan Kode C	0,008	Signifikan
	Kode B dengan Kode C	0,046	Signifikan

Hasil pengujian yang ditampilkan pada Tabel diatas menunjukkan bahwa nilai organoleptik warna filet ikan kakap merah akibat lama thawing yang berbeda memiliki nilai dari 5,1 sampai 8,7 Nilai organoleptik warna paling rendah terdapat pada perlakuan C dan nilai paling tinggi terdapat pada perlakuan A (2 jam). Hasil analisa ragam dengan anova non parametrik Kruskal wallis diketahui bahwa perlakuan lama thawing yang berda memberikan pengaruh yang berbeda nyata (sig = 0,004) terhadap organoleptik warna.

Berdasarkan uji mann whitney perlakuan yang berbeda nyata adalah perlakuan A dengan perlakuan B (sig = 0,008), perlakuan A dengan perlakuan C (sig = 0,008), dan perlakuan B dengan C (sig = 0,046).

b. Uji organoleptik Tekstur

Uji Organoleptik Tekstur dilakukan untuk menilai tingkat kesegaran visual ikan kakap merah beku setelah mengalami perlakuan thawing (pencairan) pada durasi yang berbeda, yaitu 2 jam (A), 4 jam (B), dan 6 jam (C). Penilaian dilakukan oleh panelis terlatih sebanyak 5 orang menggunakan skor sheet.

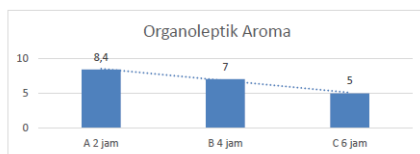


Nama Variabel	Pengujian Kode Thawing	Nilai Asymp. Sig.	Kesimpulan
Skor Penilaian Warna (Skala Hedonik)	Kode A dengan Kode B	0,008	Signifikan
	Kode A dengan Kode C	0,008	Signifikan
	Kode B dengan Kode C	0,015	Signifikan

Nilai organoleptik tekstur filet ikan kakap merah akibat lama thawing yang berbeda memiliki nilai dari 5,7 sampai 8,4 Nilai organoleptik warna paling rendah terdapat pada perlakuan C dan nilai paling tinggi terdapat pada perlakuan A. (2 jam). Hasil analisa ragam dengan anova non parametrik Kruskal wallis diketahui Skor Penilaian Tekstur (Skala Hedonik) untuk Nilai Asymp.Sig nya 0,006 yaitu $< 0,05$ yang berarti bahwa adanya perbedaan yang signifikan antara Tekstur dari Ikan Kakap Merah setelah melalui Proses Thawing yang berbeda-beda antara Thawing Kode A, Thawing Kode B dan Thawing Kode C. Setiap Kode Thawing yang satu dengan yang lainnya memiliki perbedaan yang signifikan terhadap Tekstur dari Ikan Kakap Merah setelah proses Thawing selesai dilakukan terhadap organoleptik warna. Berdasarkan uji mann whitney perlakuan yang berbeda nyata adalah perlakuan A dengan perlakuan B (sig = 0,070) tidak signifikan, perlakuan A dengan perlakuan C (sig = 0,008) signifikan, dan perlakuan B dengan C (sig = 0,046) signifikan.

c. Uji Organoleptik Aroma

Uji organoleptik Aroma dilakukan untuk menilai tingkat kesegaran visual ikan kakap merah beku setelah mengalami perlakuan thawing (pencairan) pada durasi yang berbeda, yaitu 2 jam (A) , 4 jam (B), dan 6 jam (C). Penilaian dilakukan oleh panelis terlatih sebanyak 5 orang menggunakan skor sheet.



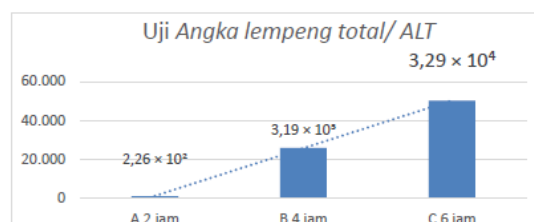
Nama Variabel	Pengujian Kode Thawing	Nilai Asymp. Sig.	Kesimpulan
Skor Penilaian Warna (Skala Hedonik)	Kode A dengan Kode B	0,070	Tidak Signifikan
	Kode A dengan Kode C	0,008	Signifikan
	Kode B dengan Kode C	0,016	Signifikan

yang lainnya memiliki perbedaan yang signifikan terhadap Aroma dari Ikan Kakap Merah setelah proses Thawing selesai dilakukan. Berdasarkan uji mann whitney

perlakuan yang berbeda nyata adalah perlakuan A dengan perlakuan B (sig = 0,008) signifikan, perlakuan A dengan perlakuan C (sig = 0,008) signifikan, dan perlakuan B dengan C (sig = 0,015) signifikan. Pada thawing 2 jam, nilai *ALT* berkisar antara $1,2 \times 10^2$ hingga $1,0 \times 10^2$ cfu/g, yang masih tergolong aman dan menunjukkan kondisi ikan relative segar.

d. Uji Mikrobiologi Angka Lempeng Total (*ALT*)

Pada thawing 4 jam, *ALT* meningkat menjadi $2,0 \times 10^3$ hingga $5,6 \times 10^3$ cfu/g, menunjukkan mulai meningkatnya populasi mikroba, kemungkinan karena suhu ruang mendukung pertumbuhan bakteri. Pada thawing 6 jam, *ALT* melonjak menjadi $4,0 \times 10^4$ hingga $5,3 \times 10^3$.



Menurut SNI 7388:2009, batas maksimal *ALT* untuk ikan segar konsumsi adalah 1×10^5 cfu/g, sehingga semua hasil masih dalam batas aman, namun terlihat adanya tren peningkatan signifikan seiring lamanya thawing. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin lama waktu thawing, semakin tinggi jumlah mikroorganisme yang tumbuh pada sampel fillet ikan kakap merah.

e. Uji Mikrobiologi *Escherichia coli* (*E. coli*)

Escherichia coli (*E. coli*) merupakan bakteri indikator fekal yang secara umum digunakan untuk menilai kebersihan suatu bahan pangan dan potensi kontaminasi dari kotoran manusia atau hewan. Keberadaan *E. coli* dalam produk perikanan menandakan adanya kondisi sanitasi yang buruk baik

dalam tahap penangkapan, penanganan, penyimpanan, maupun pengolahan.

Lama Thawing	Ulangan & Hasil <i>E. Coli</i> (Negative/ g)					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
A	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
B	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
C	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative

Hasil tersebut menunjukkan bahwa meskipun terdapat perbedaan lama thawing, tidak ditemukan adanya kontaminasi *E. coli* pada semua sampel. Hal ini mengindikasikan bahwa proses thawing dilakukan dengan cukup baik dalam aspek sanitasi dan higiene,

serta bahwa bahan baku ikan sebelum dibekukan juga dalam kondisi mikrobiologis yang baik, untuk *E.coli* berwarna hijau metallic, pink dan *Coliform* berwarna biru, dan ungu.

f. Uji Mikrobiologi *Salmonella*

Salmonella adalah patogen berbahaya dan tidak boleh ditemukan dalam 25 gram sampel produk pangan (berdasarkan SNI dan Codex Alimentarius). Kehadirannya menunjukkan bahaya serius terhadap keamanan pangan.

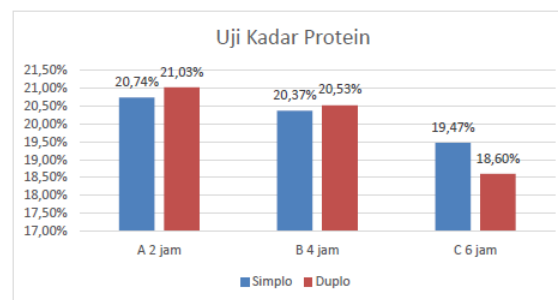
Lama Thawing	Ulangan & Hasil <i>Salmonella</i> (Negative/ 25g)					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
A	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
B	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
C	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative

Pada semua perlakuan thawing (2, 4, dan 6 jam), hasil *Salmonella* adalah negatif, yang berarti tidak ditemukan bakteri *Salmonella* pada semua sampel. Ini menunjukkan bahwa dari sisi keamanan pangan terhadap bakteri patogen utama, ikan kakap merah beku yang diuji masih aman dikonsumsi pada ketiga perlakuan

g. Uji Kadar Protein

Uji kadar protein pada ikan adalah proses analisis laboratorium yang dilakukan untuk menentukan jumlah kandungan protein dalam daging ikan, biasanya dinyatakan dalam satuan persen (%). Protein merupakan salah satu komponen utama penyusun jaringan otot ikan dan berperan penting dalam menentukan nilai gizi, tekstur, dan mutu keseluruhan

produk ikan. Uji kadar protein pada ikan adalah proses analisis laboratorium yang dilakukan untuk menentukan jumlah kandungan protein dalam daging ikan, biasanya dinyatakan dalam satuan persen (%). Protein merupakan salah satu komponen utama penyusun jaringan otot ikan dan berperan penting dalam menentukan nilai gizi, tekstur, dan mutu keseluruhan produk ikan.

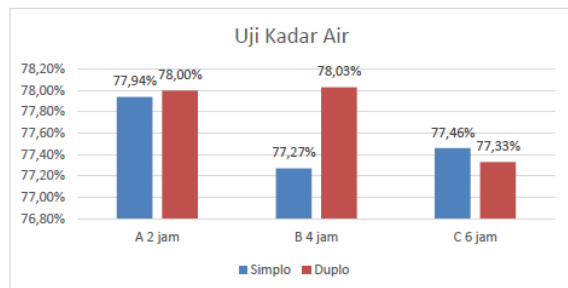


Hasil pengujian kadar protein menunjukkan bahwa terdapat penurunan kadar protein seiring dengan bertambahnya lama waktu thawing. Sampel ikan dengan lama thawing 2 jam menunjukkan kadar protein tertinggi dengan nilai simpel 20,74% dan duplo 21,03%, sedangkan pada thawing 6 jam kadar protein menurun menjadi 19,47% dan 18,60%. Penurunan kadar protein ini dapat disebabkan oleh denaturasi protein selama proses thawing berlangsung. Semakin lama waktu thawing, protein dalam jaringan ikan lebih rentan mengalami kerusakan struktural akibat suhu yang mendekati suhu ruang, serta aktivitas enzimatis yang tidak terhambat. Selain itu, hilangnya cairan selamathawing (drip loss) juga berkontribusi terhadap pelarutan sebagian protein larut air. Hal ini mengindikasikan bahwa thawing yang terlalu lama dapat menyebabkan penurunan nilai gizi terutama pada kandungan protein.

h. Uji Kadar Air

Uji kadar air pada ikan yang mengalami perlakuan thawing (pencairan) bertujuan untuk mengetahui sejauh mana durasi pencairan memengaruhi kandungan air dalam jaringan daging ikan. Kadar air merupakan salah satu indikator penting dalam menilai

kesegaran, kekenyalan, dan kualitas fungsional daging ikan, karena air menyusun lebih dari 75% bobot tubuh ikan segar.



Uji kadar air dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh durasi thawing terhadap kandungan air dalam daging ikan. Dari hasil pengujian, diketahui bahwa kadar air berkisar antara 77.27% hingga 78.03%. Sampel ikan dengan thawing 2 jam memiliki kadar air antara 77.94% dan 78.00%, sedangkan pada thawing 4 jam tercatat 77.27% dan 78.03%, dan thawing 6 jam menghasilkan kadar air sebesar 77.46% dan 77.33%. Secara umum, hasil menunjukkan bahwa kadar air tidak mengalami perubahan yang signifikan antar perlakuan thawing. Namun demikian, proses thawing yang lebih lama berpotensi menyebabkan peningkatan *drip loss*, yaitu hilangnya air bebas dari jaringan ikan.

4. kesimpulan dan saran

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh lama thawing terhadap kualitas fillet ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*), dapat disimpulkan bahwa perlakuan thawing selama 2 jam pada suhu $<5^{\circ}\text{C}$ merupakan waktu yang paling optimal dalam mempertahankan kualitas fillet, baik secara sensori maupun mikrobiologis. Terdapat pengaruh yang signifikan dari lama waktu thawing terhadap atribut fisik (warna, tekstur, dan bau) serta jumlah total mikroba (cfu/g). Perlakuan thawing selama 2 jam menghasilkan nilai tertinggi pada uji sensori dan jumlah mikroba terendah dibandingkan perlakuan lainnya, yang menunjukkan bahwa kualitas kesegaran dan keamanan produk masih terjaga dengan baik.

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan agar proses thawing fillet ikan kakap merah dilakukan selama 2 jam pada suhu yang terkontrol di bawah 5°C guna mempertahankan mutu sensori serta menekan pertumbuhan mikroorganisme yang merugikan. Pengendalian suhu yang konsisten selama proses thawing sangat penting untuk mencegah risiko kontaminasi mikrobiologis. Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan dalam penyusunan standar operasional prosedur (SOP) thawing di industri pengolahan ikan, khususnya untuk produk fillet beku, guna menjamin konsistensi mutu, keamanan pangan, dan daya saing produk di pasaran..

5. Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Prof. Dr. Nurul Rosana, S.Pi., M.T., CISHR., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, serta Dr. Ir. Mochamad Arief Sofijanto, M.CE., selaku Ketua Program Studi Perikanan Universitas Hang Tuah atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan penelitian. Penghargaan juga diberikan kepada Titiek Indhira Agustin, S.Pi., M.CE., dan Ir. Hari Subagio, M.Si., selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahan dalam penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh dosen dan staf laboratorium atas bantuan teknis yang diberikan. Penulis juga mengapresiasi dukungan moral dan doa dari keluarga yang menjadi sumber semangat selama proses penelitian ini.

6. Daftar Pustaka

- Ali, M., Yang, H. S., Jeong, J. Y., Moon, S. S., & Jin, S. K. (2015). Effect of freezing and thawing on the quality characteristics of beef longissimus dorsi muscle. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 35(6), 793–800. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2015.35.6.793>

- Astuti, R., Maulida, S., & Rachmawati, Y. (2023). Pengaruh waktu thawing terhadap cemaran mikrobiologis pada ikan kakap merah. *Jurnal Keamanan Pangan dan Hasil Perikanan*, 15(1), 45–52.
- Astuti, W. D., & Yulianto, A. (2022). Pengaruh metode thawing terhadap kualitas fisik ikan kakap merah. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 12(3), 145–157.
- Badan Standardisasi Nasional. (2006). *SNI 01-2354.4-2006: Cara uji kimia bagian 4 - Penentuan kadar protein dengan metode total nitrogen pada produk perikanan*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 2897:2008: Metode pengujian mikrobiologi untuk pangan*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *SNI 2354.2:2015: Cara uji kimia bagian 2 - Pengujian kadar air pada produk perikanan*. Jakarta: BSN.
- Cai, W., Huang, L., Liu, C., & Zhang, X. (2025). Effects of thawing methods on the physicochemical and microbiological quality of frozen fish fillets. *Journal of Food Processing and Preservation*, 49(2), e16472. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16472>
- Chaijan, M., Benjakul, S., Visessanguan, W., & Faustman, C. (2007). Characteristics and oxidative stability of fish myoglobin. *Food Chemistry*, 100(4), 1213–1220. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.10.059>
- Ditjen Perikanan. (1990). *Pengolahan ikan kakap merah di Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perikanan.
- Ghaly, A. E., & Alkoaik, F. N. (2014). Effect of thawing time and temperature on the quality of frozen fish. *American Journal of Applied Sciences*, 11(3), 329–343. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2014.329.343>
- Hafiludin, M., Prabowo, D. S., & Nurhidayat, T. (2023). Studi pengaruh pencairan ikan beku terhadap mutu tekstur dan kandungan nutrisi. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 12(2), 112–119.
- Halim, M., Suryani, T., & Pratama, D. (2020). Analisis hubungan kadar air dan kesegaran ikan selama penyimpanan. *Jurnal Ilmu Perikanan Indonesia*, 10(1), 33–40.
- Huda, N., Rosmawati, & Rahmawati, S. (2019). Analisis kualitas fisik dan kimia fillet ikan kakap merah selama thawing. *Jurnal Ilmu Perikanan*, 18(2), 93–101.
- Huss, H. H. (1995). *Quality and quality changes in fresh fish*. FAO Fisheries Technical Paper No. 348. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Immanuel, G., & Singh, R. K. (2010). Changes in biochemical and microbial quality of fish during frozen storage and thawing. *Journal of Food Science and Technology*, 47(2), 204–208. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0029-1>
- Kang, D., & Chen, X. (2017). Changes in quality attributes of fish muscle during thawing: A review. *Food Reviews International*, 33(5), 484–499. <https://doi.org/10.1080/87559129.2016.1175017>
- Kim, J. H., & Park, S. H. (2020). Optimization of thawing methods to preserve the

- quality of frozen fish. *Food Science and Biotechnology*, 29(7), 1029–1036.
- Mustika, A. (2018). *Panduan praktis proses thawing pada produk perikanan*. [Dokumen tidak dipublikasikan].
- Nasution, A., & Pratama, R. (2022). Efektivitas pengendalian suhu terhadap pertumbuhan *Salmonella* pada ikan beku selama proses thawing. *Jurnal Mutu dan Keamanan Pangan*, 8(3), 175–182.
- Nugroho, D. H., & Suryadi, A. (2021). Evaluasi metode thawing pada produk ikan laut beku. *Jurnal Inovasi Teknologi Perikanan*, 9(5), 210–220.
- Nurhayati, D., Rahman, A., & Santoso, P. (2018). Kandungan protein pada ikan laut segar dan pengaruhnya terhadap daya simpan. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 7(3), 198–204.
- Nurhayati, T., Abdullah, A., Rahmawati, S., & Kurniawan, R. (2017). Karakterisasi mutu fisik dan makronutrisi fillet ikan jebung (*Lutjanus malabaricus*) yang diberi perlakuan pembekuan dan thawing. *Manfish Journal*, 1(1), 17–19.
- Putri, A. D., Ningsih, W., & Ramadhani, S. (2018). Deteksi bakteri Coliform sebagai indikator sanitasi pada produk hasil perikanan. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*, 6(1), 33–40.
- Rahman, M. S. (2007). *Handbook of food preservation* (2nd ed.). Boca Raton: CRC Press.
- Rahmawati, N., Sulastri, & Nugraheni, R. (2020). Pengaruh waktu thawing terhadap pertumbuhan mikroorganisme dan mutu sensoris ikan beku. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Perikanan*, 11(3), 140–147.
- Rahmawati, S., & Susanto, Y. (2021). Perubahan karakteristik fisik ikan kakap merah akibat pembekuan dan thawing. *Jurnal Teknologi Pangan*, 14(2), 75–86.
- Rizal, F., Halim, N., & Setiawan, B. (2018). Analisis kerusakan oksidatif lemak pada fillet ikan selama penyimpanan beku. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Laut*, 12(2), 150–160.
- Saanin, H. (1984). *Taksonomi dan identifikasi ikan laut tropis*. Bandung: Pustaka Alam.
- Saraswati, E. D. (2013). Morfologi dan habitat ikan kakap merah. *Jurnal Biologi Laut*, 11(1), 12–22.
- Sari, N. P., Rahayu, E. S., & Putra, R. A. (2020). Stabilitas kadar air dan mutu ikan beku selama thawing pada suhu rendah. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 12(1), 89–95.
- Setiawan, A., Wicaksono, D., & Yusuf, M. (2022). Amonia sebagai indikator kualitas kimia fillet ikan selama penyimpanan. *Jurnal Perikanan Indonesia*, 14(1), 34–41.
- Singh, R. P., & Heldman, D. R. (2009). *Introduction to food engineering* (4th ed.). Burlington: Academic Press.
- Standar Nasional Indonesia. (2013). *SNI 2696:2013 – Fillet ikan beku*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Suharto, A., & Nurhayati, R. (2020). Kandungan nutrisi ikan kakap merah dan aplikasinya dalam produk olahan. *Buletin Gizi dan Pangan*, 32(4), 245–255.
- Suliantari, S., Yuliani, S., & Widyaningsih, S. (2016). Perubahan komponen gizi

- ikan selama penyimpanan dan thawing. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 11(2), 105–112.
- Susanto, H., et al. (2020). Karakterisasi nanokalsium tulang ikan kakap merah (*Lutjanus malabaricus*) dengan variasi waktu ekstraksi. *ResearchGate*. <https://www.researchgate.net/publication/XXXXX>
- Taufik, A., & Nurhayati, R. (2019). Kandungan gizi ikan kakap merah. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 9(3), 123–134.
- Tian, Y., & Xie, J. (2016). The impact of thawing methods on fish quality: Physicochemical and microbiological perspectives. *Journal of Food Science and Technology*, 53(1), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1991-1>
- Ulfa. (2019). *Pengendalian mutu produk pembekuan fillet ikan kakap merah (Lutjanus sp.) di PT Alam Jaya Seafood Kota Surabaya* [Laporan PKL]. Politeknik KP Dumai.
- Xie, Y., et al. (2019). Effect of different thawing methods on the quality of mackerel. *Foods*, 8(11), 552.
- Yuniarti, L., & Kusnadi, A. (2020). Efek metode penyimpanan beku terhadap nilai peroksida pada fillet ikan. *Jurnal Teknologi Perikanan Indonesia*, 13(2), 89–99.
- Zhang, L., & Zhou, X. (2018). Novel thawing methods for frozen fish and their impacts on quality attributes. *Food Engineering Reviews*, 10(2), 95–105.
- Zhang, L., Li, Q., Hong, H., Luo, Y., & Xia, W. (2012). Biochemical changes and quality loss of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fillets stored at 4 °C and 0 °C. *Food Chemistry*, 135(3), 1475–1482. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.06.034>
- Zhou, Y., et al. (2010). The effects of four different thawing methods on quality indicators of frozen mackerel. *Food Science and Technology Research*, 16(6), 497–502.
- Zuanazzi, A., Souza, A. L., & Ferreira, D. (2020). Effect of freezing and thawing on the myoglobin denaturation and color stability of fish muscle. *Journal of Food Biochemistry*, 44(7), e13206. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13206>