

LAPORAN PENELITIAN

Judul Penelitian :

**PROFIL KESEGERAN IKAN TONGKOL (EUTHYNNUS AFFINIS)
YANG DIAWETKAN DENGAN FORMULASI CUKA KULIT NANAS
(ANANAS COMOSUS) DAN NACL**



**Fakultas
Ilmu Kesehatan**

Oleh :

Dr. Diah Ariana, S.T., M.Kes

Siti Mardiyah, S.Si., M.Kes

Baterun Kunsah, S.T., M.Si

Amelia Azzahra

**FAKULTAS ILMU KESEHATAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SURABAYA**

Jl. Sutorejo No. 59 Surabaya 60113

Telp. 031-3811966

<http://www.um-surabaya.ac.id> Tahun 2024

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
DAFTAR ISI	iii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.3.1 Tujuan Umum	5
1.3.2 Tujuan Khusus	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Ikan Tongkol (<i>Euthynnus affinis</i>)	8
2.1.1 Klasifikasi	8
2.1.2 Morfologi dan Karakteristik.....	9
2.1.3 Kandungan Gizi	10
2.2 Kesegaran Ikan.....	11
2.2.1 Pengertian Kesegaran.....	11
2.2.2 Perubahan Pascapanen	12
2.2.3 Penilaian Organoleptik.....	13
2.3 Cuka Kulit Nanas	15
2.3.1 Kulit Nanas sebagai Bahan Baku Cuka	15
2.3.2 Proses Fermentasi Cuka	16
2.3.3 Senyawa Antimikroba.....	17
2.4 NaCl sebagai Bahan Pengawet.....	18
2.5 Pengawetan Ikan dengan Cuka dan NaCl	20
2.6 Formalin pada Pangan.....	22
2.7 Kerangka Teori.....	24

2.8 Kerangka Konsep	25
2.9 Penelitian Terdahulu	26
BAB 3 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	29
3.1 Tujuan Penelitian	29
3.2 Manfaat Penelitian	29
BAB 4 METODE PENELITIAN.....	31
4.1 Desain/Rancangan Penelitian.....	31
4.2 Kerangka Kerja	31
4.3 Populasi, Sampel, dan Teknik Pengambilan Sampel	32
4.4 Lokasi dan Waktu Penelitian	33
4.5 Variabel Penelitian	33
4.6 Definisi Operasional.....	34
4.7 Alat dan Bahan.....	35
4.8 Prosedur Penelitian.....	36
4.9 Pengumpulan Data	38
4.10 Analisis Data	38
4.11 Penyajian Data	39
4.12 Etika Penelitian	39
BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	41
5.1 Hasil Penelitian	41
5.1.1 Hasil Uji Organoleptik	41
5.1.2 Distribusi Kategori Kesegaran	43
5.2 Pembahasan.....	45
BAB 6 RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA	53
6.1 Rencana Penelitian Lanjutan.....	53
6.2 Pengembangan Hasil Penelitian.....	53
6.3 Luaran yang Direncanakan	54
BAB 7 PENUTUP	55

7.1 Kesimpulan	55
7.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN.....	62

ABSTRAK

Ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) merupakan bahan pangan bernilai gizi tinggi tetapi mudah mengalami penurunan mutu karena kadar air dan protein yang mendukung berlangsungnya aktivitas mikroorganisme dan perubahan biokimia. Penggunaan formalin untuk mempertahankan kesegaran ikan tidak diperbolehkan pada pangan, sehingga diperlukan alternatif pengawet yang lebih aman. Kulit nanas (*Ananas comosus*) dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku cuka karena mengandung karbohidrat yang mendukung proses fermentasi dan menghasilkan asam asetat. Penelitian ini bertujuan mengetahui profil kesegaran ikan tongkol yang tidak diawetkan, diawetkan dengan formalin, dan diawetkan dengan formulasi cuka kulit nanas dan NaCl. Penelitian bersifat deskriptif dengan 30 ekor ikan tongkol segar yang dibagi menjadi tiga kelompok, masing-masing 10 ekor. Formulasi cuka kulit nanas dan NaCl dibuat dengan perbandingan 4:1, sedangkan kesegaran ikan dinilai secara organoleptik menggunakan lima parameter, yaitu mata, insang, lendir permukaan, bau, dan tekstur oleh 10 panelis. Nilai organoleptik dibandingkan dengan kriteria kesegaran ikan menurut SNI 2729:2013. Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata kesegaran ikan tanpa pengawet sebesar 6,7, kelompok formalin 8,0, dan kelompok cuka kulit nanas-NaCl 7,1. Pada kelompok tanpa pengawet, 10% ikan termasuk kategori segar dan 90% kategori sedang; kelompok formalin 100% kategori segar; sedangkan kelompok cuka kulit nanas-NaCl menunjukkan 90% kategori segar dan 10% kategori sedang. Tidak ditemukan ikan dengan kategori busuk pada ketiga kelompok. Hasil tersebut menunjukkan bahwa formulasi cuka kulit nanas dan NaCl mampu mempertahankan kesegaran ikan tongkol dan berpotensi digunakan sebagai alternatif pengawet alami.

Kata kunci: Ikan tongkol, cuka kulit nanas, NaCl, pengawet alami, kesegaran ikan, organoleptik

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki sumber daya perikanan yang besar dan ikan menjadi salah satu bahan pangan yang banyak dikonsumsi karena menyediakan protein hewani dan zat gizi lain. Ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) merupakan salah satu komoditas ikan pelagis yang banyak dimanfaatkan sebagai pangan. Kandungan protein ikan tongkol yang dilaporkan berada sekitar 18,16–20,15% dengan kandungan lemak 3,29–5,68% menunjukkan bahwa komoditas ini memiliki nilai gizi yang baik, tetapi karakteristik tersebut juga membuat ikan mudah mengalami penurunan mutu apabila penanganannya tidak dilakukan dengan baik (Mardiyah et al., 2022; Zahra et al., 2025).

Ikan segar termasuk bahan pangan yang sangat mudah rusak karena mengandung air dan nutrisi yang mendukung aktivitas enzim serta pertumbuhan mikroorganisme. Setelah ikan mati, proses autolisis, oksidasi, dan pertumbuhan mikroba berlangsung secara bertahap sehingga terjadi perubahan bau, tekstur, warna, dan penampakan. Kondisi tersebut menyebabkan masa simpan ikan segar relatif pendek sehingga diperlukan penanganan dan metode pengawetan yang tepat untuk mempertahankan mutu sampai ikan dikonsumsi (Alfaro et al., 2021; Zahra et al., 2025).

Kesegaran ikan dapat dinilai melalui pendekatan fisik, kimia, mikrobiologi, dan organoleptik. Parameter organoleptik masih banyak digunakan karena dapat memberikan gambaran langsung mengenai perubahan mutu melalui mata, insang, lendir permukaan, bau, dan tekstur. Sistem penilaian tersebut juga digunakan dalam standar mutu ikan segar sehingga dapat menjadi metode praktis untuk mengevaluasi perubahan kesegaran pada penelitian pengawetan ikan (Mangka et al., 2019; Zahra et al., 2025).

Salah satu masalah dalam pengawetan ikan adalah penggunaan bahan kimia yang tidak diperuntukkan untuk pangan. Formalin diketahui dapat membuat jaringan ikan tampak lebih awet, tetapi penggunaannya pada pangan tidak dibenarkan karena formaldehid merupakan bahan berbahaya bagi kesehatan. Temuan formalin pada produk perikanan di beberapa wilayah juga menunjukkan bahwa pengembangan bahan pengawet alternatif yang lebih aman masih diperlukan (Setyowati et al., 2020; Mardiyah et al., 2023).

Pengawetan menggunakan bahan alami menjadi salah satu pendekatan yang banyak

dikembangkan. Asam organik merupakan kelompok bahan yang dapat digunakan untuk menghambat mikroorganisme pada produk perikanan melalui penurunan pH dan gangguan terhadap fungsi membran sel. Kajian mengenai pengawetan ikan menunjukkan bahwa aplikasi asam organik dapat membantu mempertahankan mutu dan memperpanjang masa simpan apabila konsentrasi dan metode aplikasinya sesuai (Gómez-Estaca et al., 2021; Matamoros et al., 2022).

Kulit nanas (*Ananas comosus*) merupakan hasil samping pengolahan buah yang masih mengandung komponen karbohidrat dan gula yang dapat dimanfaatkan sebagai substrat fermentasi. Pemanfaatan kulit nanas menjadi cuka dapat memberikan nilai tambah terhadap limbah organik sekaligus menghasilkan bahan yang mengandung asam asetat. Penelitian fermentasi cuka dari kulit nanas menunjukkan bahwa bahan tersebut dapat digunakan sebagai substrat untuk menghasilkan cuka melalui aktivitas khamir dan bakteri asam asetat (Soemphol et al., 2020).

Asam asetat merupakan komponen penting pada cuka dan memiliki aktivitas antimikroba. Dalam bentuk yang dapat menembus membran, asam asetat dapat mengganggu keseimbangan internal sel mikroba, memengaruhi pH sitoplasma, dan pada akhirnya menghambat pertumbuhan. Karena mekanisme tersebut, asam asetat dan metabolit bakteri asam asetat menjadi salah satu pendekatan biopreservasi yang menarik untuk produk perikanan (Alves et al., 2022; Bintsis et al., 2026).

Selain cuka, NaCl telah lama digunakan dalam pengawetan pangan, termasuk ikan. Garam dapat menurunkan aktivitas air dan meningkatkan tekanan osmotik sehingga lingkungan menjadi kurang mendukung bagi pertumbuhan sebagian mikroorganisme. Penggunaan NaCl sebagai bagian dari metode pengawetan dapat dikombinasikan dengan metode lain untuk menghasilkan efek penghambatan yang lebih baik (Reddy et al., 2022).

Kombinasi cuka kulit nanas dengan NaCl secara teoritis dapat memberikan efek pengawetan melalui dua mekanisme utama, yaitu pengasaman oleh asam organik dan pengurangan ketersediaan air akibat garam. Pendekatan kombinasi seperti ini sesuai dengan konsep hurdle technology, yaitu penggunaan lebih dari satu faktor penghambat sehingga pertumbuhan mikroorganisme dapat ditekan tanpa harus menggunakan satu bahan pengawet dalam konsentrasi sangat tinggi (Gómez-Estaca et al., 2021; Reddy et al., 2022).

Penelitian terdahulu yang secara langsung menggunakan cuka kulit nanas dan NaCl pada ikan tongkol menunjukkan hasil yang menjanjikan. Zahra et al. (2025) melaporkan bahwa

kelompok ikan yang diberi formulasi cuka kulit nanas-NaCl memperoleh nilai rata-rata kesegaran 7,1, sedangkan kelompok tanpa pengawet memperoleh 6,7 dan kelompok formalin 8,0. Sebanyak 90% ikan pada kelompok cuka kulit nanas-NaCl berada pada kategori segar dan 10% kategori sedang, tanpa ikan yang masuk kategori busuk (Zahra et al., 2025).

Temuan tersebut diperkuat oleh penelitian Febrianti et al. (2024) yang mengevaluasi Angka Lempeng Total pada ikan laut dengan formulasi cuka kulit nanas dan NaCl. Penelitian tersebut melaporkan bahwa 100% sampel pada kelompok cuka kulit nanas-NaCl memenuhi standar ALT yang digunakan dalam penelitian, menunjukkan adanya potensi formulasi tersebut untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada ikan (Febrianti et al., 2024).

Penelitian lain mengenai profil protein ikan tongkol yang diawetkan dengan formulasi cuka kulit nanas-NaCl juga menunjukkan bahwa variasi lama perendaman dapat menghasilkan perbedaan nilai protein. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan formulasi tidak hanya berkaitan dengan aspek kesegaran secara organoleptik, tetapi juga dapat berhubungan dengan perubahan karakteristik kimia ikan selama proses pengawetan (Mardiyah et al., 2024).

Walaupun hasil penelitian terdahulu menunjukkan potensi yang baik, penggunaan bahan pengawet alami tetap perlu dikaji secara sistematis berdasarkan parameter kesegaran yang mudah diterapkan. Penilaian organoleptik menjadi penting karena perubahan mutu ikan dapat diamati secara langsung oleh konsumen maupun petugas pengawasan mutu. Dengan demikian, profil kesegaran ikan tongkol setelah diberi formulasi cuka kulit nanas dan NaCl perlu didokumentasikan dan dibandingkan dengan kelompok tanpa pengawet serta pembanding formalin (Zahra et al., 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai profil kesegaran ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) yang diawetkan dengan formulasi cuka kulit nanas (*Ananas comosus*) dan NaCl penting dilakukan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kemampuan formulasi tersebut dalam mempertahankan kesegaran ikan berdasarkan parameter organoleptik serta mendukung pemanfaatan limbah kulit nanas sebagai bahan baku pengawet alami (Soemphol et al., 2020; Zahra et al., 2025).

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimanakah profil kesegaran ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) yang tidak diawetkan, diawetkan dengan formalin, dan diawetkan menggunakan formulasi cuka kulit nanas (*Ananas comosus*) dan NaCl berdasarkan penilaian organoleptik?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui profil kesegaran ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) yang diawetkan dengan formulasi cuka kulit nanas (*Ananas comosus*) dan NaCl.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui nilai organoleptik kesegaran ikan tongkol tanpa pengawet.
2. Mengetahui nilai organoleptik kesegaran ikan tongkol yang diawetkan dengan formalin sebagai kelompok pembanding.
3. Mengetahui nilai organoleptik kesegaran ikan tongkol yang diawetkan dengan formulasi cuka kulit nanas dan NaCl.
4. Mengetahui distribusi kategori segar, sedang, dan busuk pada masing-masing kelompok.
5. Membandingkan profil kesegaran ikan tongkol antar kelompok perlakuan berdasarkan hasil penilaian organoleptik.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi ilmiah mengenai pemanfaatan cuka kulit nanas dan NaCl sebagai bahan pengawet alami pada ikan, khususnya ikan tongkol, serta menjadi referensi dalam pengembangan ilmu Teknologi Laboratorium Medis dan teknologi pangan.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Bagi Peneliti: menambah pengalaman dalam penelitian pengawetan bahan pangan dan penilaian mutu ikan secara organoleptik.
2. Bagi Tenaga Laboratorium: memberikan informasi mengenai pendekatan sederhana untuk menilai perubahan kesegaran ikan melalui parameter organoleptik.
3. Bagi Masyarakat: memberikan informasi mengenai alternatif pengawet alami yang dapat dikembangkan dari kulit nanas dan NaCl.
4. Bagi Institusi Pendidikan: menjadi bahan referensi pembelajaran mengenai mutu pangan, pengawetan, mikrobiologi pangan, dan pemeriksaan organoleptik.

5. Bagi Peneliti Selanjutnya: menjadi dasar untuk penelitian dengan variasi konsentrasi, lama perendaman, lama penyimpanan, serta parameter mikrobiologi dan kimia yang lebih lengkap.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*)

2.1.1 Klasifikasi

Ikan tongkol yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Euthynnus affinis*, salah satu ikan pelagis yang banyak dimanfaatkan sebagai sumber pangan. Dalam literatur perikanan, *E. affinis* termasuk famili Scombridae. Identifikasi spesies penting dilakukan karena karakteristik biologis dan komposisi jaringan dapat memengaruhi mutu serta kecepatan perubahan setelah ikan mati (Zahra et al., 2025).

Takson	: Klasifikasi
Kingdom	: Animalia
Phylum	: Chordata
Class	: Actinopterygii
Order	: Scombriformes
Family	: Scombridae
Genus	: <i>Euthynnus</i>
Species	: <i>Euthynnus affinis</i>

2.1.2 Morfologi dan Karakteristik

Euthynnus affinis mempunyai tubuh berbentuk torpedo dengan bagian belakang tubuh relatif ramping dan sirip-sirip yang sesuai untuk pergerakan aktif di perairan. Ciri morfologi ikan segar yang digunakan sebagai dasar pemilihan sampel antara lain mata tampak cerah dan menonjol, insang berwarna merah, serta kondisi permukaan tubuh dan jaringan masih baik. Karakteristik awal yang seragam diperlukan agar perbedaan kesegaran setelah perlakuan lebih mudah diamati (Zahra et al., 2025).

2.1.3 Kandungan Gizi

Ikan tongkol memiliki kandungan protein yang relatif tinggi sehingga bernilai penting sebagai sumber protein hewani. Penelitian yang menjadi dasar penelitian ini melaporkan kandungan protein sekitar 18,16–20,15%, lemak 3,29–5,68%, dan abu 1,79–2,10%. Kandungan nutrisi tersebut mendukung nilai gizi

ikan, tetapi sekaligus menyediakan substrat yang dapat dimanfaatkan mikroorganisme selama penyimpanan (Mardiyah et al., 2022; Zahra et al., 2025).

2.2 Kesegaran Ikan

2.2.1 Pengertian Kesegaran

Kesegaran ikan merupakan kondisi mutu yang menunjukkan bahwa ikan masih memiliki karakteristik sensoris dan kualitas yang sesuai untuk dikonsumsi. Kesegaran berkaitan dengan tingkat perubahan fisik, kimia, enzimatis, dan mikrobiologis yang terjadi sejak ikan mati. Penilaian kesegaran dapat dilakukan melalui parameter sensoris, kimia seperti TVB-N, maupun mikrobiologi seperti jumlah mikroorganisme (Alfaro et al., 2021; Zahra et al., 2025).

2.2.2 Perubahan Pascapanen

Setelah ikan mati, sirkulasi darah dan suplai oksigen berhenti sehingga metabolisme jaringan berubah. Selanjutnya terjadi rigor mortis, aktivitas enzim autolitik, oksidasi lipid, dan pertumbuhan mikroorganisme pembusuk. Proses tersebut dapat menyebabkan tekstur menjadi lebih lunak, terbentuknya lendir, perubahan bau, serta penurunan mutu sensoris (Ghaly et al., 2019; Gómez-Estaca et al., 2021).

2.2.3 Penilaian Organoleptik

Penilaian organoleptik merupakan metode sederhana yang memanfaatkan indera panelis untuk menilai karakteristik mutu. Parameter yang umum diamati pada ikan segar meliputi mata, insang, lendir permukaan, bau, dan tekstur. Dalam penelitian Zahra et al. (2025), kelima parameter tersebut dinilai menggunakan skala 1–9 dan nilai rata-ratanya digunakan untuk menentukan kategori kesegaran berdasarkan SNI 2729:2013.

Parameter	Karakteristik skor tinggi	Karakteristik skor rendah
Mata	Cerah, kornea dan pupil jernih, menonjol	Keruh dan tampak menurun
Insang	Merah dan tampak segar	Coklat atau kusam
Lendir permukaan	Relatif jernih/tidak berlebihan	Berlendir dan mengalami perubahan
Bau	Segar/spesifik ikan segar	Bau tidak sedap/busuk

Tekstur	Kenyal dan elastis	Lunak dan kehilangan elastisitas
---------	--------------------	----------------------------------

2.3 Cuka Kulit Nanas

2.3.1 Kulit Nanas sebagai Bahan Baku Cuka

Kulit nanas merupakan bagian buah yang sering menjadi limbah, tetapi masih mengandung air, serat, karbohidrat, protein, dan gula reduksi. Kandungan gula tersebut dapat dimanfaatkan sebagai substrat fermentasi sehingga kulit nanas mempunyai potensi untuk diolah menjadi cuka. Pemanfaatan ini dapat meningkatkan nilai guna limbah pertanian sekaligus menghasilkan produk yang memiliki fungsi sebagai bahan pengawet alami (Soemphol et al., 2020; Zahra et al., 2025).

2.3.2 Proses Fermentasi Cuka

Pembuatan cuka dari kulit nanas dapat dilakukan melalui dua tahapan fermentasi. Tahap pertama menggunakan khamir *Saccharomyces cerevisiae* untuk mengubah gula menjadi alkohol dalam kondisi anaerob. Tahap kedua dilakukan secara aerob dengan bakteri asam asetat seperti *Acetobacter aceti* untuk mengoksidasi alkohol menjadi asam asetat. Penelitian fermentasi cuka berbahan kulit nanas menunjukkan bahwa substrat tersebut dapat menghasilkan cuka melalui aktivitas bakteri asam asetat (Soemphol et al., 2020).

Pada penelitian yang menjadi acuan utama, kulit nanas dicuci, diblender, diperas, ditambahkan amonium sulfat, kemudian dipanaskan dan didinginkan. Ragi ditambahkan dan campuran difermentasi secara anaerob selama lima hari, kemudian dilanjutkan fermentasi aerob dengan *Acetobacter aceti* selama sepuluh hari. Prosedur tersebut menghasilkan cuka kulit nanas yang selanjutnya diformulasikan dengan NaCl untuk digunakan sebagai bahan pengawet ikan (Zahra et al., 2025).

2.3.3 Senyawa Antimikroba

Cuka kulit nanas terutama memberikan efek pengawetan melalui keberadaan asam asetat. Selain itu, kulit nanas dilaporkan mengandung komponen fitokimia seperti flavonoid, tanin, saponin, dan triterpenoid yang berpotensi mendukung aktivitas antimikroba. Asam asetat dapat menghambat mikroorganisme

melalui perubahan lingkungan asam dan gangguan terhadap fungsi membran sel (Zahra et al., 2025; Alves et al., 2022).

2.4 NaCl sebagai Bahan Pengawet

NaCl merupakan bahan pengawet yang bekerja terutama dengan menurunkan aktivitas air dan meningkatkan tekanan osmotik. Kondisi tersebut membuat sebagian mikroorganisme lebih sulit tumbuh karena air yang tersedia untuk metabolisme menjadi terbatas. Efektivitas garam bergantung pada konsentrasi, jenis mikroorganisme, komposisi pangan, serta kondisi penyimpanan (Reddy et al., 2022).

Penggunaan garam pada ikan telah lama diterapkan dalam berbagai metode pengawetan. Walaupun demikian, garam tidak secara mutlak menghambat semua mikroorganisme karena beberapa mikroorganisme toleran terhadap kadar garam tinggi. Oleh sebab itu, kombinasi NaCl dengan asam organik dapat menjadi pendekatan yang lebih rasional untuk meningkatkan hambatan terhadap kerusakan mikrobiologis (Gómez-Estaca et al., 2021; Reddy et al., 2022).

2.5 Pengawetan Ikan dengan Cuka dan NaCl

Penggunaan cuka dan NaCl secara bersamaan merupakan bentuk pengawetan dengan lebih dari satu hambatan. Cuka menurunkan pH dan menyediakan asam asetat yang bersifat antimikroba, sedangkan NaCl menurunkan aktivitas air. Kombinasi tersebut dapat mengurangi peluang pertumbuhan mikroorganisme pembusuk dan membantu mempertahankan karakteristik sensoris ikan (Reddy et al., 2022; Alves et al., 2022).

Penelitian langsung pada ikan tongkol menunjukkan bahwa formulasi cuka kulit nanas dan NaCl mampu menghasilkan nilai organoleptik rata-rata 7,1, lebih tinggi daripada ikan tanpa pengawet yang bernilai 6,7. Sebanyak 90% ikan pada kelompok formulasi berada pada kategori segar dan 10% kategori sedang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa formulasi berbahan kulit nanas memiliki potensi nyata dalam mempertahankan mutu sensoris ikan (Zahra et al., 2025).

Dari sisi mikrobiologi, penelitian Febrianti et al. (2024) melaporkan bahwa seluruh sampel pada kelompok ikan yang diawetkan menggunakan formulasi cuka

kulit nanas dan NaCl memenuhi standar ALT yang digunakan dalam penelitian. Temuan tersebut memperkuat dugaan bahwa kombinasi asam organik dan garam dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada ikan (Febrianti et al., 2024).

2.6 Formalin pada Pangan

Formalin merupakan larutan yang mengandung formaldehida dan bukan bahan pengawet yang diperbolehkan untuk pangan. Formalin dapat menghambat pembusukan sehingga ikan yang diberi formalin dapat tampak lebih awet, tetapi penggunaan bahan tersebut berisiko terhadap kesehatan dan tidak sesuai untuk pengawetan makanan. Karena itu, pembandingan formalin dalam penelitian ini digunakan hanya sebagai kelompok referensi hasil penelitian terdahulu, bukan sebagai rekomendasi pengawet pangan (Setyowati et al., 2020; Mardiyah et al., 2023).

2.7 Kerangka Teori

Ikan tongkol segar memiliki kadar air dan protein yang mendukung aktivitas mikroorganisme serta perubahan enzimatik. Setelah ikan mati, mutu dapat menurun melalui autolisis, oksidasi, dan pembusukan mikrobiologis. Pemberian formulasi cuka kulit nanas-NaCl memberikan dua hambatan, yaitu kondisi asam dari cuka dan penurunan aktivitas air akibat NaCl. Hambatan tersebut diharapkan menekan perubahan organoleptik sehingga kesegaran ikan dapat dipertahankan lebih lama (Gómez-Estaca et al., 2021; Reddy et al., 2022).

Skema kerangka teori: Ikan tongkol segar → proses kerusakan pascapanen → perubahan mata, insang, lendir, bau, tekstur → perlakuan tanpa pengawet / formalin / cuka kulit nanas-NaCl → penilaian organoleptik → kategori kesegaran.

2.8 Kerangka Konsep

Variabel Perlakuan	Proses	Variabel Hasil
Tanpa pengawet	Perendaman/kondisi kontrol → pengamatan	Nilai organoleptik kesegaran
Formalin	Perendaman kelompok pembandingan → pengamatan	Nilai organoleptik kesegaran

Cuka kulit nanas + NaCl	Formulasi 4:1 → perendaman → pengamatan	Nilai organoleptik kesegaran
-------------------------	---	------------------------------

2.9 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Tahun	Judul/Topik	Hasil utama
1	Soemphol et al.	2020	Fermentasi cuka dari limbah kulit nanas	Kulit nanas dapat digunakan sebagai substrat fermentasi cuka dengan bakteri asam asetat.
2	Setyowati et al.	2020	Uji kuantitatif formalin pada ikan	Menunjukkan pentingnya pengawasan terhadap penggunaan formalin pada ikan.
3	Gómez-Estaca et al.	2021	Chemical-based methodologies for fresh fish preservation	Asam organik dan strategi pengawetan dapat memperpanjang mutu ikan.
4	Alves et al.	2022	Antimicrobial impacts of microbial metabolites on fishery products	Asam organik termasuk asetat dapat menekan mikroorganisme dan membantu mempertahankan mutu.
5	Reddy et al.	2022	Research progress on fish preservation	NaCl menghambat pertumbuhan mikroba melalui peningkatan tekanan osmotik dan penurunan aktivitas air.

6	Febrianti et al.	2024	ALT ikan laut dengan cuka kulit nanas-NaCl	100% sampel kelompok cuka kulit nanas-NaCl memenuhi standar ALT penelitian.
7	Mardiyah et al.	2024	Profil protein ikan tongkol dengan cuka kulit nanas-NaCl	Variasi waktu perendaman menghasilkan perbedaan nilai protein.
8	Zahra et al.	2025	Profil kesegaran ikan tongkol dengan cuka kulit nanas-NaCl	Nilai rata-rata 7,1; 90% segar dan 10% sedang pada kelompok formulasi.

Penelitian yang paling relevan dengan penelitian ini adalah Zahra et al. (2025) karena menggunakan ikan tongkol *Euthynnus affinis* dan formulasi cuka kulit nanas-NaCl serta menilai kesegaran secara organoleptik. Penelitian ini menggunakan hasil tersebut sebagai dasar penyusunan laporan penelitian dengan format laporan institusi dan memperluas pembahasan melalui literatur mengenai mekanisme pengawetan, pemanfaatan kulit nanas, asam organik, dan NaCl.

BAB 3

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian telah dirumuskan untuk menggambarkan kesegaran ikan tongkol setelah diberikan perlakuan tanpa pengawet, formalin, dan formulasi cuka kulit nanas-NaCl berdasarkan penilaian organoleptik.

3.2 Manfaat Penelitian

Penelitian diharapkan memberikan manfaat dalam pengembangan pemanfaatan limbah kulit nanas sebagai bahan baku pengawet alami, memberikan informasi bagi masyarakat mengenai alternatif pengawetan ikan, serta menjadi bahan referensi bagi penelitian lanjutan yang menguji parameter mikrobiologi, kimia, dan masa simpan.

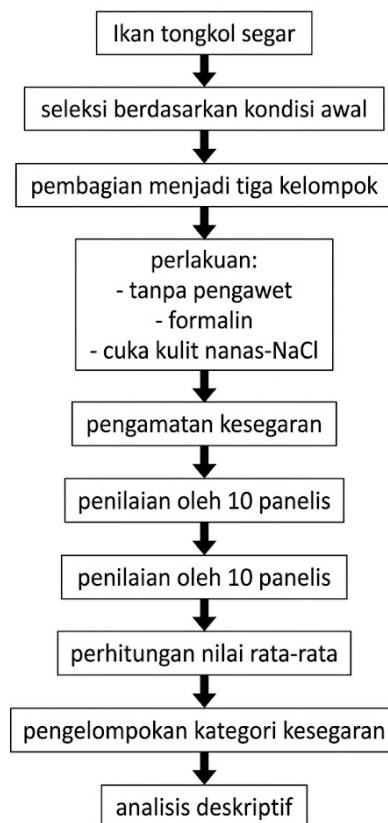
BAB 4

METODE PENELITIAN

4.1 Desain/Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan desain deskriptif. Sampel ikan tongkol segar dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu kelompok tanpa pengawet, kelompok dengan pengawet formalin, dan kelompok dengan formulasi cuka kulit nanas-NaCl. Setiap kelompok terdiri atas 10 ekor ikan. Kesegaran dinilai secara organoleptik menggunakan lima parameter.

4.2 Kerangka Kerja



4.3 Populasi, Sampel, dan Teknik Pengambilan Sampel

Populasi penelitian adalah ikan tongkol segar. Sampel berupa 30 ekor ikan tongkol dengan berat rata-rata sekitar 250 gram yang berasal dari perairan Probolinggo. Sampel dibagi menjadi tiga kelompok, masing-masing 10 ekor. Pemilihan ikan dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi awal yang relatif seragam, yaitu mata cerah dan menonjol, insang merah, serta kondisi tubuh masih baik (Zahra et al., 2025).

4.4 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dan pengolahan data dilaksanakan di lingkungan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surabaya pada tahun penelitian 2025. Sampel ikan berasal dari perairan Probolinggo sebagaimana digunakan dalam penelitian acuan.

4.5 Variabel Penelitian

Variabel bebas adalah jenis perlakuan pengawetan, yaitu tanpa pengawet, formalin, dan formulasi cuka kulit nanas-NaCl. Variabel terikat adalah profil kesegaran ikan yang dinilai berdasarkan skor organoleptik mata, insang, lendir permukaan, bau, dan tekstur.

4.6 Definisi Operasional

Variabel	Definisi operasional	Alat ukur	Skala/Kategori
Jenis perlakuan	Perlakuan yang diberikan kepada ikan	Lembar perlakuan	Nominal
Cuka kulit nanas-NaCl	Campuran cuka kulit nanas dan NaCl dengan perbandingan 4:1	Timbangan/gelas ukur	Nominal
Mata	Kondisi visual mata ikan	Lembar skor organoleptik	Skor 1–9
Insang	Warna dan penampakan insang	Lembar skor organoleptik	Skor 1–9

Lendir	Kondisi lendir permukaan tubuh	Lembar skor organoleptik	Skor 1–9
Bau	Karakteristik aroma ikan	Lembar skor organoleptik	Skor 1–9
Tekstur	Kekenyalan daging ikan	Lembar skor organoleptik	Skor 1–9
Kesegaran	Rata-rata skor organoleptik	Perhitungan rata-rata	Segar 7–9; sedang 5–6; tidak layak 1–4

4.7 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi panci, pisau, kompor, blender, corong, selang fermentasi, gelas arloji, gelas ukur, sendok, timbangan, neraca analitik, saringan, baskom, label, labu Kjeldahl, labu destilasi, pendingin Liebig, buret 50 mL, Erlenmeyer 250 mL, pipet volume 10 mL, Bunsen, dan beaker glass 250 mL.

Bahan yang digunakan meliputi ikan tongkol segar, kulit nanas (*Ananas comosus*), NaCl/garam krosok, ragi *Saccharomyces cerevisiae*, amonium sulfat, *Acetobacter aceti*, akuades, NaOH 0,5 N, asam oksalat 0,5 N, indikator PP 1%, CuSO₄, K₂SO₄, asam sulfat pekat, NaOH 50%, HCl 0,5 N, serta indikator campuran methyl red–methylene blue. Daftar bahan mengikuti penelitian acuan dan modul praktikum Kimia Makanan dan Minuman (Zahra et al., 2025).

4.8 Prosedur Penelitian

A. Pembuatan Cuka Kulit Nanas

1. Kulit nanas dikupas dan dicuci sampai bersih.
2. Kulit nanas diblender kemudian diperas untuk memperoleh sari.
3. Sari kulit nanas ditambahkan 1,2 gram amonium sulfat, kemudian direbus sampai mendidih dan didinginkan sampai suhu ruang.
4. Ragi *Saccharomyces cerevisiae* ditambahkan dan campuran dihomogenkan.
5. Campuran dimasukkan ke wadah fermentasi tertutup dengan selang dan difermentasi anaerob selama 5 hari untuk menghasilkan alkohol.
6. Fermentasi dilanjutkan secara aerob dengan penambahan *Acetobacter aceti*

10% selama 10 hari untuk mengubah alkohol menjadi asam asetat.

B. Pembuatan Formulasi Cuka Kulit Nanas-NaCl

1. NaCl/garam kasar ditimbang sebanyak 20 gram.
2. Cuka kulit nanas diukur sebanyak 80 gram.
3. NaCl dan cuka kulit nanas dicampur dengan komposisi 1:4.
4. Campuran dihomogenkan dan didiamkan selama 30 menit.
5. Campuran disaring dan filtrat digunakan sebagai formulasi pengawet.

C. Perlakuan pada Ikan

1. Memilih ikan tongkol yang masih segar dengan mata cerah, insang merah, dan kondisi tubuh baik.
2. Ikan ditimbang dan dipastikan memiliki berat yang relatif seragam.
3. Ikan dibagi menjadi tiga kelompok, masing-masing 10 ekor.
4. Kelompok pertama tidak diberi pengawet.
5. Kelompok kedua diberi formalin sebagai kelompok pembanding penelitian.
6. Kelompok ketiga direndam dalam formulasi cuka kulit nanas-NaCl dengan komposisi 4:1. Prosedur acuan mencantumkan waktu perendaman 15 menit dan 20 menit; hasil utama penelitian dilaporkan pada kelompok formulasi yang memperoleh nilai kesegaran 7,1.

D. Uji Organoleptik

Penilaian dilakukan oleh 10 panelis amatir penyuka ikan. Sampel disajikan pada piring yang telah diberi kode untuk mengurangi pengaruh identitas kelompok terhadap penilaian. Panelis menilai mata, insang, lendir permukaan, bau, dan tekstur menggunakan skala 1–9. Nilai tiap parameter kemudian dirata-ratakan menjadi nilai kesegaran kelompok (Zahra et al., 2025).

Parameter	Rentang skor	Arah penilaian
Mata	1–9	Cerah/menonjol → keruh
Insang	1–9	Merah → coklat
Lendir	1–9	Kering/normal → berlendir
Bau	1–9	Segar → busuk
Tekstur	1–9	Kenyal → lunak

4.9 Pengumpulan Data

Data primer diperoleh dari hasil pengamatan organoleptik oleh panelis. Data dicatat pada lembar penilaian yang telah disediakan untuk setiap kelompok ikan. Nilai tiap parameter kemudian dihitung untuk memperoleh rata-rata kesegaran ikan.

4.10 Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan menghitung nilai rata-rata skor organoleptik dan persentase kategori kesegaran pada masing-masing kelompok. Kriteria yang digunakan adalah nilai rata-rata 7–9 sebagai kategori segar, 5–6 sebagai kategori sedang/tidak baik, dan 1–4 sebagai kategori tidak layak dikonsumsi, mengikuti kriteria yang digunakan dalam penelitian acuan berdasarkan SNI 2729:2013 (Zahra et al., 2025).

4.11 Penyajian Data

Data disajikan dalam bentuk tabel distribusi, persentase, nilai rata-rata, uraian naratif, dan diagram perbandingan nilai kesegaran antar kelompok.

4.12 Etika Penelitian

Penelitian menggunakan bahan pangan dan tidak melibatkan subjek manusia sebagai objek penelitian. Penilaian organoleptik melibatkan panelis untuk memberikan skor sensoris; panelis diberi penjelasan mengenai prosedur penilaian dan hanya menilai sampel sesuai lembar skor. Formalin dicantumkan sebagai kelompok pembanding penelitian dan tidak dimaksudkan sebagai rekomendasi penggunaan pada pangan.

BAB 5

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Penelitian menggunakan 30 ekor ikan tongkol yang dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu tanpa pengawet, formalin, dan formulasi cuka kulit nanas-NaCl. Kesegaran dinilai melalui lima parameter organoleptik oleh 10 panelis. Hasil berikut disusun berdasarkan data penelitian Zahra et al. (2025).

5.1.1 Hasil Uji Organoleptik

Kelompok	Nilai rata-rata kesegaran	Kategori
Tanpa pengawet	6,7	Sedang
Formalin	8,0	Segar
Cuka kulit nanas + NaCl	7,1	Segar

Nilai rata-rata tertinggi diperoleh kelompok formalin sebesar 8,0, diikuti formulasi cuka kulit nanas-NaCl sebesar 7,1 dan kelompok tanpa pengawet sebesar 6,7. Berdasarkan rentang penilaian yang digunakan, nilai 7,1 termasuk kategori segar sehingga formulasi cuka kulit nanas-NaCl mampu mempertahankan ikan pada kategori segar setelah perlakuan (Zahra et al., 2025).

5.1.2 Distribusi Kategori Kesegaran

Kategori	Tanpa pengawet	Formalin	Cuka kulit nanas + NaCl
Segar	10%	100%	90%
Sedang	90%	0%	10%
Busuk	0%	0%	0%

Kelompok tanpa pengawet menunjukkan 10% ikan berada pada kategori segar dan 90% kategori sedang. Kelompok formalin menunjukkan seluruh sampel atau 100% berada pada kategori segar. Sementara itu, kelompok cuka kulit nanas-NaCl menunjukkan 90% sampel kategori segar dan 10% kategori sedang. Tidak ditemukan sampel yang termasuk kategori busuk pada ketiga kelompok (Zahra et al., 2025).

5.2 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan tanpa pengawet memperoleh nilai rata-rata kesegaran 6,7 dan sebagian besar berada pada kategori sedang. Kondisi ini menggambarkan bahwa ikan segar yang tidak diberikan perlakuan pengawetan mulai mengalami perubahan mutu selama periode pengamatan. Perubahan tersebut merupakan konsekuensi normal dari proses pascapanen yang melibatkan aktivitas enzimatik dan mikrobiologis (Gómez-Estaca et al., 2021; Zahra et al., 2025).

Kelompok formulasi cuka kulit nanas-NaCl memperoleh nilai rata-rata 7,1 dan 90% sampel berada pada kategori segar. Nilai tersebut lebih tinggi daripada kelompok tanpa pengawet sebesar 6,7. Hasil ini menunjukkan bahwa formulasi mampu mempertahankan karakteristik sensoris ikan pada tingkat yang masih memenuhi kategori segar berdasarkan kriteria penilaian yang digunakan (Zahra et al., 2025).

Kemampuan cuka kulit nanas dalam mempertahankan kesegaran diduga berkaitan dengan kandungan asam asetat hasil fermentasi. Asam asetat dapat menurunkan pH lingkungan dan mengganggu homeostasis sel mikroorganisme. Metabolit bakteri asam asetat juga diketahui mempunyai aktivitas antimikroba terhadap sejumlah mikroorganisme pembusuk pada produk perikanan (Alves et al., 2022; Bintsis et al., 2026).

NaCl dalam formulasi memberikan mekanisme pengawetan tambahan. Peningkatan konsentrasi garam dapat menurunkan aktivitas air dan meningkatkan tekanan osmotik sehingga pertumbuhan mikroorganisme yang sensitif terhadap garam menjadi lebih sulit. Kombinasi NaCl dengan faktor penghambat lain merupakan pendekatan yang umum digunakan untuk meningkatkan stabilitas produk ikan (Reddy et al., 2022).

Hasil penelitian Febrianti et al. (2024) memperlihatkan bahwa kelompok ikan yang diawetkan dengan formulasi cuka kulit nanas-NaCl memiliki 100% sampel yang memenuhi standar ALT dalam penelitian tersebut. Kesamaan hasil tersebut dengan penelitian organoleptik ini memperkuat dugaan bahwa formulasi tidak hanya memberikan perubahan sensoris yang lebih baik, tetapi juga berpotensi menekan pertumbuhan mikroorganisme (Febrianti et al., 2024).

Kelompok formalin memperoleh nilai rata-rata 8,0 dengan 100% sampel kategori segar. Hasil ini menunjukkan efektivitas formalin dalam mempertahankan karakteristik fisik ikan pada kondisi pengamatan, tetapi hasil tersebut tidak dapat dijadikan dasar untuk merekomendasikan formalin sebagai pengawet pangan. Penggunaan formalin pada pangan tetap tidak diperbolehkan karena pertimbangan keamanan kesehatan (Setyowati et al., 2020; Mardiyah et al., 2023).

Perbandingan antara kelompok formalin dan cuka kulit nanas-NaCl menunjukkan bahwa nilai 7,1 pada formulasi alami sudah berada dalam kategori segar, walaupun masih lebih rendah daripada formalin. Dari sudut pandang pengembangan pengawet pangan, hasil ini lebih penting dipahami sebagai bukti potensi formulasi alami daripada sebagai klaim bahwa formulasi tersebut identik dengan formalin dalam semua aspek mutu. Evaluasi lanjutan dengan parameter mikrobiologi, pH, TVB-N, kadar air, dan masa simpan diperlukan untuk memastikan efektivitasnya secara lebih komprehensif (Gómez-Estaca et al., 2021; Febrianti et al., 2024).

Kulit nanas juga memiliki nilai tambah dari aspek lingkungan karena merupakan limbah organik yang masih dapat dimanfaatkan. Fermentasi menjadi cuka mengubah bahan yang semula kurang bernilai menjadi produk yang berpotensi digunakan dalam pengawetan pangan. Penelitian fermentasi kulit nanas menunjukkan bahwa proses tersebut dapat dilakukan menggunakan khamir dan bakteri asam asetat sehingga mendukung pemanfaatan hasil samping pertanian secara lebih berkelanjutan (Soemphol et al., 2020).

Penelitian Mardiyah et al. (2024) mengenai profil protein ikan tongkol dengan formulasi cuka kulit nanas-NaCl menunjukkan bahwa lama perendaman dapat menghasilkan perbedaan nilai protein. Temuan tersebut menjadi pertimbangan bahwa konsentrasi bahan pengawet dan lama kontak perlu dikontrol karena selain memengaruhi mikroorganisme, perlakuan juga dapat memengaruhi karakteristik kimia ikan (Mardiyah et al., 2024).

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi cuka kulit nanas dan NaCl berpotensi mempertahankan kesegaran ikan tongkol. Nilai rata-rata 7,1 dan proporsi 90% kategori segar menunjukkan bahwa formulasi tersebut merupakan alternatif yang menjanjikan untuk dikembangkan. Penelitian

lanjutan perlu menguji konsentrasi dan lama perendaman yang optimal serta menghubungkan perubahan organoleptik dengan indikator objektif seperti ALT, TVB-N, pH, dan oksidasi lipid (Zahra et al., 2025; Febrianti et al., 2024).

BAB 6

RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

6.1 Rencana Penelitian Lanjutan

Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan jumlah sampel yang lebih besar dan desain eksperimental yang memungkinkan pengujian perbedaan antar konsentrasi cuka kulit nanas dan NaCl. Variasi lama perendaman, suhu penyimpanan, dan lama penyimpanan juga perlu diuji untuk memperoleh kondisi pengawetan yang paling efektif.

Parameter pengujian dapat diperluas dengan pemeriksaan Angka Lempeng Total, pH, TVB-N, kadar air, kadar protein, dan indikator oksidasi lipid. Penggunaan panelis terlatih serta pengujian statistik inferensial juga dapat digunakan agar perbedaan antar perlakuan dapat dinilai secara lebih objektif.

6.2 Pengembangan Hasil Penelitian

Hasil penelitian dapat dikembangkan menjadi formulasi pengawet alami berbasis limbah kulit nanas yang lebih terstandar. Pengembangan dapat mencakup standarisasi kadar asam asetat, kadar NaCl, waktu kontak, serta kondisi penyimpanan sehingga formulasi dapat digunakan secara konsisten.

6.3 Luaran yang Direncanakan

1. Laporan penelitian lengkap.
2. Artikel ilmiah pada jurnal bidang pangan atau kesehatan.
3. Bahan edukasi mengenai pemanfaatan kulit nanas sebagai bahan pengawet alami.
4. Prosedur sederhana pembuatan dan penggunaan formulasi cuka kulit nanas-NaCl.
5. Dasar pengembangan penelitian mikrobiologi dan kimia mutu ikan.

BAB 7

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

1. Nilai rata-rata kesegaran ikan tongkol tanpa pengawet adalah 6,7 dan termasuk kategori sedang.
2. Nilai rata-rata kesegaran ikan tongkol pada kelompok formalin adalah 8,0 dan termasuk kategori segar.
3. Nilai rata-rata kesegaran ikan tongkol pada kelompok formulasi cuka kulit nanas dan NaCl adalah 7,1 dan termasuk kategori segar.
4. Kelompok tanpa pengawet terdiri atas 10% ikan kategori segar dan 90% kategori sedang.
5. Kelompok formalin menunjukkan 100% ikan kategori segar.
6. Kelompok cuka kulit nanas-NaCl menunjukkan 90% ikan kategori segar dan 10% kategori sedang.
7. Tidak ditemukan ikan kategori busuk pada ketiga kelompok dalam pengamatan.
8. Formulasi cuka kulit nanas dan NaCl berpotensi digunakan sebagai alternatif pengawet alami untuk mempertahankan kesegaran ikan tongkol berdasarkan penilaian organoleptik.

7.2 Saran

7.2.1 Bagi Peneliti

Perlu dilakukan pengembangan penelitian dengan variasi konsentrasi cuka kulit nanas dan NaCl serta lama perendaman untuk memperoleh formulasi yang paling efektif.

7.2.2 Bagi Masyarakat

Pemanfaatan bahan alami seperti cuka kulit nanas dapat dikembangkan sebagai alternatif pengawetan ikan, tetapi penggunaannya tetap perlu memperhatikan konsentrasi, kebersihan bahan, dan keamanan pangan.

7.2.3 Bagi Institusi Pendidikan

Hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran mengenai pengawetan pangan, mikrobiologi pangan, penilaian organoleptik, dan pemanfaatan

limbah organik.

7.2.4 Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian selanjutnya disarankan menambahkan pemeriksaan ALT, pH, TVB-N, kadar air, kadar protein, serta lama simpan untuk memberikan gambaran mutu ikan yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Alves, M. A., et al. (2022). Antimicrobial impacts of microbial metabolites on the preservation of fish and fishery products: A review with current knowledge. *Microorganisms*, 10(4), 773. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10040773>.
- Febrianti, I., Azizah, F., Mardiyah, S., & Ariana, D. (2024). Gambaran Angka Lempeng Total (ALT) pada ikan laut yang diawetkan dengan formulasi cuka kulit nanas dan NaCl. *Sainteks*, 21(2), 177–183. <https://doi.org/10.30595/sainteks.v21i2.23617>.
- Ghaly, A. E., et al. (2019). Fish spoilage mechanisms and preservation approaches. *Journal of Food Science and Technology*.
- Gómez-Estaca, J., et al. (2021). Chemical-based methodologies to extend the shelf life of fresh fish—A review. *Foods*, 10, 2124. <https://doi.org/10.3390/foods10092124>.
- Mardiyah, S., et al. (2022). Analysis of albumin levels in cork and eel fish using the spectrophotometry method. *Gaceta Médica de Caracas*, 130(1), 149–155.
- Mardiyah, S., Jannah, F., Kartikorini, N., & Supatmi. (2024). Protein profile of cod fish (*Euthynnus affinis*) preserved with pineapple peel vinegar (*Ananas comosus*)-NaCl formulation based on soaking variations. *Medicra (Journal of Medical Laboratory Science Technology)*, 7(2), 99–104. <https://doi.org/10.21070/medicra.v7i2.1762>.
- Mardiyah, S., & Jamil, A. (2020). Penggunaan formalin pada bahan pangan dan implikasinya terhadap keamanan pangan.

- Reddy, N. R., et al. (2022). Research progress on nutritional value, preservation and processing of fish—A review. *Foods*, 11(22), 3669. <https://doi.org/10.3390/foods11223669>.
- Setyowati, L., Purwanto, E., & Ningtyas, N. A. (2020). A quantitative test between formalin fresh and boiled fish at the fish market in Tulungagung. *Jurnal Keperawatan*, 11(1), 45–50. <https://doi.org/10.22219/jk.v11i1.11153>.
- Soemphol, W., et al. (2020). Simultaneous vinegar fermentation from a pineapple by-product using the co-inoculation of yeast and thermotolerant acetic acid bacteria and their physiochemical properties. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(7), 1711–1718. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.02.017>.
- Zahra, J. A., Ariana, D., Mardiyah, S., & Kunsah, B. (2025). Profil kesegaran ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) yang diawetkan dengan formulasi cuka kulit nanas (*Ananas comosus*) dan NaCl. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 24(1), 1–7. <https://doi.org/10.33508/jtpg.v24i1.5934>.

LAMPIRAN

