

SKRIPSI

**PENGARUH PERBEDAAN METODE THAWING PADA IKAN CAKALANG
(*Katsuwonus pelamis*) TERHADAP KADAR HISTAMIN**

Disusun dan diajukan oleh

**MARWAH ZULFA ISMAIL
G031191045**



**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**PENGARUH PERBEDAAN METODE THAWING PADA IKAN CAKALANG
(*Katsuwonus pelamis*) TERHADAP KADAR HISTAMIN**

*The Effect of Thawing Methods on The Histamine Content in Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis*)*

**MARWAH ZULFA ISMAIL
G031 19 1045**



Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknologi Pertanian
Pada
Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan
Departemen Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar

**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

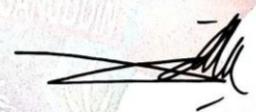
Judul Skripsi : Pengaruh Perbedaan Metode Thawing pada Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) terhadap Kadar Histamin
Nama : Marwah Zulfa Ismail
NIM : G031191045

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping


Prof. Dr. Ir. H. Jalil Genisa, M.S
NIP. 19500112 198003 1 003


Dr. Ir. Andi Nur Faidah Rahman, S.TP., M.Si
NIP. 19830428 200812 2 002

Diketahui oleh:

Ketua Program Studi


Dr. Ir. Andi Nur Faidah Rahman, S.TP., M.Si
NIP. 19830428 200812 2 002

Tanggal lulus : 2024

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : MARWAH ZULFA ISMAIL
NIM : G031191045
Program Studi : Ilmu dan Teknologi Pangan
Jenjang : S1

Meyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

“PENGARUH PERBEDAAN METODE THAWING PADA IKAN CAKALANG (*Katsuwonus pelamis*) TERHADAP KADAR HISTAMIN”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Maret 2024



Marwah Zulfa Ismail

ABSTRAK

MARWAH ZULFA ISMAIL (NIM. G031191045). PENGARUH PERBEDAAN METODE THAWING PADA IKAN CAKALANG (*Katsuwonus pelamis*) TERHADAP KADAR HISTAMIN. Dibimbing oleh JALIL GENISA dan ANDI NUR FAIDAH RAHMAN.

Latar Belakang ikan cakalang mengandung asam amino histidin yang tinggi. Mikroorganisme yang tumbuh selama proses kemunduran mutu akan merombak histidin menjadi histamin yang jika dikonsumsi secara berlebihan dapat menimbulkan gejala alergi bahkan keracunan. Penanganan yang sering dilakukan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme adalah pembekuan. Namun ketika dilakukan *thawing* terjadi kenaikan suhu dan kadar air sehingga mikroorganisme dapat tumbuh kembali. Oleh karena itu perlu diketahui metode *thawing* yang tepat. **Tujuan** penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh berbagai metode *thawing* terhadap kadar histamin ikan cakalang dan mengetahui metode *thawing* yang paling sesuai terhadap ikan cakalang. **Metode** yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) 1 faktor dan 3 kali ulangan. Perlakuan yang digunakan antara lain *thawing* pada suhu *chiller*, *thawing* dengan cara perendaman di air tanpa kemasan, *thawing* dengan perendaman di air menggunakan kemasan, dan *thawing* di suhu ruang. **Hasil** dari penelitian ini yaitu suhu lingkungan yang digunakan memengaruhi waktu *thawing* yang diperlukan oleh ikan. Hasil uji histamin menunjukkan waktu *thawing* yang lama berbanding lurus dengan kadar histamin yang diperoleh berturut-turut yaitu sebanyak 8,66; 5,16; 3,54; dan 5,13 mg/kg. Hasil uji pH ikan cakalang menunjukkan suhu lingkungan memengaruhi nilai pH yaitu berturut-turut sebesar 5,6; 5,5; 5,62; dan 5,79. Hasil uji TPC menunjukkan suhu lingkungan meningkatkan total mikroba yang diperoleh yaitu 4,58; 4,39; 4,59; dan 5,13 log CFU/ml. Sementara itu hasil uji kadar air tidak dipengaruhi secara nyata oleh metode *thawing*, berturut-turut sebesar 72,52; 72,22; 73,19; dan 71,95%. **Kesimpulan**, metode *thawing* tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air, namun waktu *thawing* yang lama meningkatkan kadar histamin, sementara itu suhu lingkungan yang tinggi meningkatkan jumlah total mikroba dan nilai pH ikan cakalang. Adapun metode *thawing* yang sesuai untuk ikan cakalang berdasarkan penelitian ini yaitu perendaman ikan di air menggunakan kemasan.

Kata kunci: Cakalang, histamin, *thawing*.

ABSTRACT

MARWAH ZULFA ISMAIL (NIM. G031191045). THE EFFECT OF THAWING METHODS ON THE HISTAMINE CONTENT IN SKIPJACK TUNA (*Katsuwonus pelamis*). Supervised by JALIL GENISA and ANDI NUR FAIDAH RAHMAN.

Background skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) contains high levels of the amino acid histidine. During the quality deterioration process, microorganisms can convert histidine into histamine. Excessive consumption of histamine may lead to allergy symptoms or even poisoning. Freezing is a common method used to inhibit the growth of microorganisms in fish. However, during thawing, there is an increase in temperature and moisture content, providing favorable conditions for microorganisms to grow. Therefore, it is crucial to determine the appropriate thawing method to inhibit microbial growth. **Objective**, this research aims to investigate the influence of various thawing methods on the histamine levels in skipjack tuna and to determine the most suitable thawing method for skipjack tuna. **Method**, this study employed a Completely Randomized Design (CRD) with one factor and three replications. The treatments included thawing using a refrigerator (6-10°C), thawing by immersion in unpackaged water (25-28°C), thawing by immersion in water with packaging (25-28°C), and thawing at room temperature (28-30°C). **Results**, the ambient temperature used significantly influenced the thawing time required by the fish. The histamine test results indicated a direct correlation between longer thawing times and histamine levels obtained, namely 8.66, 5.16, 3.54, and 5.13 mg/kg, respectively. The pH test results for skipjack tuna showed that ambient temperature affect the pH values, which were 5.6, 5.5, 5.62, and 5.79, respectively. The Total Plate Count (TPC) test results revealed that ambient temperature increased the total microbial count, yielding 4.58, 4.39, 4.59, and 5.13 log cfu/ml. Meanwhile, the thawing method did not significantly affect the water content test result, with values of 72.52, 72.22, 73.19, and 71.95%, respectively. **Conclusion**, the thawing method did not have a significant impact on water content, but prolonged thawing time increased the histamine levels. Meanwhile, higher ambient temperatures increased the pH and total microbial count of skipjack tuna. Based on this research, the suitable thawing method for skipjack tuna was immersion in water with packaging (25-28°C).

Keywords : Histamine, skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*), thawing.

PERSANTUNAN

Bismillahirrahmanirrahim. Penulis tak hentinya mengucapkan banyak puji dan syukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, serta segala kesempatan dan kekuatan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Perbedaan Metode Thawing pada Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Terhadap Kadar Histamin”. Skripsi ini merupakan tugas akhir yang harus diselesaikan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S-1) pada program studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

Kesempatan ini ingin penulis gunakan untuk berterima kasih kepada banyak orang, utamanya orang tua penulis (Bapak **Ismail S.Sos** dan Ibu **Hj. Saniah**) yang selalu membantu, mendukung, dan mendoakan penulis, serta saudara-saudari penulis (**Mutia Zakiyah, Mahirah Zhafirah, dan Makmun Zubair**) yang selalu mendengarkan, menyemangati, dan mengingatkan penulis. Selain itu, skripsi ini dapat penulis susun dan selesaikan dengan baik berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, di antaranya yaitu:

1. **Ibu Dr. Ir. Andi Nur Faidah Rahman, S.TP., M.Si** selaku Ketua Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menimba ilmu, mengasah kemampuan, dan memperoleh banyak pengalaman yang sangat berharga di Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
2. **Bapak Prof. Dr. Ir. H. Jalil Genisa, MS dan Ibu Dr. Ir. Andi Nur Faidah Rahman, STP., M.Si** selaku dosen pembimbing penulis yang sejak awal penyusunan proposal, penelitian, hingga penyusunan skripsi senantiasa memberikan arahan, baik masukan maupun kritik, membimbing, mendengarkan, dan menjawab banyak pertanyaan penulis.
3. **Segenap Bapak dan Ibu Dosen, Staf Akademik, serta Laboran** yang sejak tahun pertama hingga saat ini dan seterusnya, membagikan ilmu pengetahuan dan membantu mahasiswa selama menjalani hari-hari perkuliahan.
4. **Gita, Caca, Aul, dan Aulia**, teman baik penulis sejak semester pertama perkuliahan, menjalani suka duka setiap semester bersama, saling membantu, mengingatkan, mendengarkan, dan menyemangati sejak penulis baru mulai menyusun proposal hingga selesai menyusun skripsi ini.
5. **Zahwah, Icha, Widia, dan Wirna**, teman baik penulis sejak SMP yang saat ini sama-sama sedang menghadapi tahun akhir perkuliahan. Teman yang saling mendengarkan keluh kesah, saling menghibur, menguatkan dan menyemangati.
6. **ITP19**, teman-teman angkatan penulis yang tidak dapat dituliskan namanya satu persatu. Terima kasih banyak telah menemani penulis selama 4 tahun lebih, baik bekerja sama maupun individu, saling membantu dan mengingatkan, saling mendukung dan menyemangati dari awal perkuliahan hingga saat ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Makassar, 2024

Marwah Zulfa Ismail

RIWAYAT HIDUP



Marwah Zulfa Ismail lahir di Serui pada Tanggal 02 Mei 2001. Merupakan anak pertama dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Ismail S.Sos dan Ibu Hj.Saniah. Pendidikan formal yang pernah penulis jalani:

1. SDN 103 Inpres Hasanuddin (2007-2013)
2. SMPIT Al-Ishlah Maros (2013-2016)
3. SMAIT Al-Ishlah Maros (2016-2019)

Pada tahun 2019 penulis diterima di Perguruan Tinggi Universitas Hasanuddin melalui Jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) Program Strata Satu (S1) dan tercatat sebagai mahasiswa Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar. Selama menempuh pendidikan di jenjang S1, penulis pernah menjadi asisten laboratorium pada praktikum Aplikasi Biokimia dan Fisiologi Pasca Panen 2023, Teknologi Pengemasan 2023, serta Teknologi Pengolahan Pati dan Gula 2023. Selain itu penulis juga pernah melakukan magang di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sulawesi Selatan.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
PERSANTUNAN.....	vii
RIWAYAT HIDUP.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>).....	3
2.2. Kemunduran Mutu Ikan	3
2.3. Histamin	5
2.4. <i>Thawing</i>	7
3. METODE PENELITIAN	8
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	8
3.2. Alat dan Bahan	8
3.3. Rancangan Penelitian	8
3.4. Prosedur Penelitian.....	8
3.5. Parameter Pengujian.....	9
3.5.1. Pengujian Kadar Histamin	9
3.5.2. Pengujian pH.....	9
3.5.3. Pengujian <i>Total Plate Count</i> (TPC)	10
3.5.4. Pengujian Kadar Air	10
3.6. Analisis Data.....	10

4. HASIL DAN PEMBAHASAN	11
4.1. Penentuan Waktu <i>Thawing</i>	11
4.2. Kadar Histamin	12
4.3. pH	14
4.4. TPC (<i>Total Plate Count</i>)	15
4.5. Kadar Air	16
5. PENUTUP	18
5.1. Kesimpulan	18
5.2. Saran	18
DAFTAR PUSTAKA	19
LAMPIRAN	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Senyawa Histamin	6
Gambar 2. Dekarboksilase Histidin Menjadi Histamin.....	6
Gambar 3. Hubungan Antara Metode Thawing terhadap Waktu Thawing Ikan Cakalang	11
Gambar 4. Hubungan Antara Metode Thawing terhadap Kadar Histamin Ikan Cakalang	13
Gambar 5. Hubungan Antara Metode Thawing terhadap pH Ikan Cakalang	14
Gambar 6. Hubungan Antara Metode Thawing terhadap Total Mikroba Ikan Cakalang	16
Gambar 7. Hubungan Antara Metode Thawing terhadap Kadar Air Ikan Cakalang	17

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian	22
Lampiran 2. Diagram Alir Pengujian Kadar Histamin Ikan Cakalang	23
Lampiran 3. Diagram Alir Pengujian pH Ikan Cakalang	25
Lampiran 4. Diagram Alir Pengujian TPC Ikan Cakalang	25
Lampiran 5. Diagram Alir Pengujian Kadar Air Ikan Cakalang	27
Lampiran 6. Data Hasil Pengujian	27
Lampiran 7. Hasil Uji ANOVA	29
Lampiran 8. Hasil Uji Lanjut DMRT	29
Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian	31

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu komoditas hasil perikanan yang melimpah dan memiliki nilai ekonomi tinggi adalah ikan cakalang. Ikan cakalang digemari oleh banyak masyarakat karena dikenal memiliki tekstur daging yang baik dan cita rasanya yang tinggi. Ikan cakalang juga mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh seperti karbohidrat, protein, lemak, serta mineral. Namun kandungan ini pula yang menyebabkan ikan mudah mengalami kerusakan. Kadar air dan protein yang tinggi menyebabkan mikroorganisme mudah tumbuh dan melakukan metabolisme sehingga menghasilkan senyawa baru yang mengakibatkan kualitas ikan menurun dan ikan menjadi rusak. Salah satu kandungan ikan cakalang adalah asam amino histidin. Menurut Riyawati dkk., (2020) ikan cakalang mengandung asam amino histidin dalam jumlah tinggi yaitu sekitar 1192mg/100g. Asam amino histidin merupakan prekursor dari senyawa histamin yang jika dikonsumsi dalam jumlah berlebih dapat mengakibatkan intoleransi bahkan keracunan.

Saat ikan telah mati akan terjadi berbagai macam reaksi yang memengaruhi kemunduran mutu, salah satunya adalah degradasi protein menjadi asam-asam amino. Asam amino histidin yang dihasilkan dari degradasi dapat bereaksi dengan enzim histidin dekarboksilase yang dihasilkan oleh beberapa jenis bakteri yang tumbuh selama proses kemunduran mutu pada ikan (WHO, 2018). Degradasi ini menghasilkan suatu senyawa baru yang disebut histamin. Histamin adalah salah satu senyawa biogenik yang berperan penting dalam berbagai fungsi fisiologis tubuh manusia dan hewan. Beberapa fungsi histamin antara lain yaitu sebagai mediator dalam respons imun dan inflamasi, berperan dalam kontraksi otot terutama di saluran udara dan otot halus yang dapat memengaruhi pernapasan, serta berperan dalam regulasi tidur, siklus sirkadian, dan fungsi kognitif di sistem saraf pusat. Konsumsi histamin dalam batas wajar tidak akan menimbulkan resiko. Hal ini disebabkan karena tubuh memiliki mekanisme pemecahan histamin yang efektif. Histamin yang diserap dapat dipecah menjadi senyawa yang lebih inaktif oleh enzim diamin oksidase (DAO) yang terdapat secara alami oleh tubuh. Namun jika dikonsumsi secara berlebihan akan menyebabkan enzim diamin oksidase (DAO) tidak dapat mendegradasi seluruh senyawa histamin. Histamin yang tidak terdegradasi akan terserap dan dapat menimbulkan gejala yang disebut intoleransi histamin yang ditandai oleh reaksi alergi seperti sakit kepala, mual, gatal-gatal, serta diare (Santoso dkk., 2020).

Beberapa langkah yang dapat dilakukan untuk membantu mencegah akumulasi histamin pada ikan cakalang antara lain yaitu penanganan sesegera mungkin terhadap ikan yang baru ditangkap dengan cara segera membersihkan ikan dari insang dan organ tubuh lain yang mudah ditumbuhi mikroorganisme, menghindari penyimpanan di bawah sinar matahari dan lingkungan yang panas, segera melakukan penyimpanan di tempat steril dan suhu rendah untuk menjaga ikan dari kemungkinan pertumbuhan bakteri, serta mengolah ikan dengan menggunakan alat yang higienis dan mengusahakan menghindari terjadinya kontaminasi silang. Penanganan yang paling sering dilakukan terhadap ikan yang tidak langsung diolah adalah penyimpanan beku. Prinsip dari pembekuan yaitu panas pada ikan akan diambil kemudian suhunya diturunkan hingga mencapai titik di bawah titik beku. Pembekuan akan menyebabkan mikroorganisme tidak dapat tumbuh dan aktivitas enzim terhambat. Aktivitas

bakteri yang memproduksi enzim histidin dekarboksilase pada umumnya dapat dihambat pada suhu dibawah 5°C (Nuh dkk., 2019).

Perombakan asam amino histidin menjadi senyawa histamin dapat dikendalikan dengan cara menerapkan penanganan serta pengolahan yang baik dan benar. Sebelum dilakukan pengolahan, bahan pangan yang beku diberi perlakuan *thawing* terlebih dahulu. *Thawing* merupakan proses pencairan kembali bahan pangan sebelum diolah yang bertujuan untuk reabsorpsi cairan dari dinding sel dan mengurangi kerusakan tekstur (Ghalib, 2017). Beberapa metode *thawing* yang biasanya dilakukan oleh masyarakat antara lain yaitu memindahkan bahan dari *freezer* ke *chiller* dan merendam bahan pangan dengan air. Perbedaan metode *thawing* dapat memungkinkan terjadinya perbedaan suhu bahan pangan, yang selanjutnya berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroorganisme penghasil enzim histidin dekarboksilase. Selain itu menurut Hanifah dkk., (2020) perbedaan suhu *thawing* juga akan memengaruhi kadar air bahan yang berhubungan langsung dengan pertumbuhan mikroorganisme pembusuk. Uraian di atas kemudian mendasari dilakukannya penelitian ini yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh dari beberapa metode *thawing* yang dilakukan masyarakat terhadap kandungan histamin dari ikan cakalang dan menemukan metode *thawing* yang paling sesuai.

1.2. Rumusan Masalah

Ikan cakalang mengandung asam amino histidin yang tinggi. Mikroorganisme yang tumbuh selama proses kemunduran mutu akan merombak histidin menjadi histamin. Histamin dapat memberikan efek alergi bahkan keracunan jika dikonsumsi secara berlebihan, oleh karena itu penanganan dan pengolahan ikan cakalang harus diperhatikan untuk meminimalisir kemungkinan masyarakat mengonsumsi histamin secara berlebihan. Pembekuan sering dilakukan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme penyebab penurunan mutu ikan, namun ketika akan diolah maka kembali terjadi kenaikan suhu dan kadar air sehingga mikroorganisme dapat tumbuh kembali. Oleh karena itu diperlukan metode *thawing* yang tepat agar diperoleh daging ikan cakalang dengan kandungan histamin paling sedikit.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui pengaruh berbagai metode *thawing* terhadap kadar histamin ikan cakalang.
2. Untuk mengetahui metode *thawing* yang paling sesuai terhadap ikan cakalang.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan mengenai proses kemunduran mutu ikan serta pembekuan dan *thawing* sebagai salah satu jenis pengolahan ikan. Selain itu penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi masyarakat mengenai pentingnya pengolahan bahan pangan yang baik dan benar serta metode *thawing* yang paling baik ketika mengolah ikan cakalang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

Ikan cakalang atau biasa juga disebut *skipjack tuna* termasuk salah satu komoditas unggulan dalam sektor perikanan pelagis di Indonesia karena memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan keberadaan yang melimpah. Berdasarkan data FAO tahun 2016, ikan cakalang merupakan perikanan tuna terbesar di dunia dengan total tangkapan mencapai 58% dibandingkan dengan spesies tuna yang lain. Ikan cakalang dapat dijumpai hampir di seluruh perairan Indonesia. Pada Provinsi Sulawesi Selatan masyarakat dapat menjumpai ikan cakalang di perairan wilayah pesisir Barat, Timur, serta Selatan Sulawesi Selatan pada kedalaman hingga 260 m dan daerah tropis pada suhu 15°C - 30°C. Ikan cakalang memiliki ciri-ciri antara lain tubuhnya padat, memiliki penampang bulat, gurat sisi melengkung ke bawah tepat di bawah sirip punggung kedua, serta sirip dada yang pendek. Saat dewasa panjang tubuh ikan cakalang dapat mencapai 40-45 cm dengan panjang maksimal 110 cm dan berat tubuh sekitar 34,5 kg. Berdasarkan Agusti (2020) klasifikasi dari ikan cakalang antara lain :

Kingdom : Animalia
 Kelas : Pisces
 Ordo : Perciformes
 Famili : Scombridae
 Genus : *Katsuwonus*
 Spesies : *Katsuwonus pelamis*

Ikan cakalang digemari oleh masyarakat Indonesia karena dikenal memiliki tekstur daging yang baik dan cita rasanya yang tinggi. Selain itu ikan cakalang menjadi salah satu sumber protein hewani yang bermanfaat bagi masyarakat sehingga baik untuk dikonsumsi. Komposisi dari daging ikan yaitu terdiri dari kadar air sebesar 73,03%, karbohidrat sebesar 2,35%, kadar lemak sebesar 3,39%, kadar protein sebesar 20,15%, serta kadar abu sebesar 1,94% (Riyawati dkk., 2020).

2.2. Kemunduran Mutu Ikan

Menurut Masengi dkk., (2021) penurunan kesegaran pada ikan terbagi menjadi 3 jenis, yaitu pre-rigor, rigor mortis, dan post rigor.

1. Pre-rigor. Saat ikan ditangkap, ikan masih bisa bernapas untuk beberapa waktu sebelum benar-benar mati. Hal ini menyebabkan pada saat itu seluruh reaksi metabolisme yang terjadi pada tubuh ikan masih bersifat aerob atau memanfaatkan oksigen. Salah satu reaksi aerob yang terjadi pada ikan adalah glikogenolisis atau pemecahan glikogen menjadi asam laktat. Namun saat ikan telah mati maka tidak ada lagi pasokan oksigen sehingga glikogenolisis akan terjadi secara anaerob. Reaksi inilah yang menyebabkan ikan menjadi mudah rusak akibat produksi asam laktat secara terus menerus yang mengakibatkan nilai pH menurun. Pada fase ini otot-otot hewan masih dalam keadaan relaksasi yang ditandai otot masih halus dan empuk karena filamen aktin myosin belum saling bersilangan. Pertumbuhan mikroba dan reaksi kimiawi pada fase ini juga masih berlangsung dengan lambat.
2. Rigor mortis. Pada fase ini otot ikan mulai menjadi lebih kompak dan kaku akibat aktin dan miosin membentuk aktomiosin. Aktin dan miosin merupakan protein yang

berperan penting dalam kontraksi otot ikan. Selama kontraksi otot, filamen pada aktin melakukan interaksi dengan filamen pada myosin dan membentuk kompleks aktomiosin. Saat ikan masih hidup, kontraksi-relaksasi otot memerlukan energi yang dihasilkan dari pemecahan ATP. Namun saat ikan telah mati maka produksi ATP terhenti sehingga otot ikan tidak dapat melakukan kontraksi atau relaksasi dengan normal. Hal ini menyebabkan saat aktin dan miosin melakukan kontraksi membentuk kompleks aktomiosin, mereka tidak dapat melakukan relaksasi normal dan mengakibatkan otot serta jaringan ikan menjadi kaku.

3. Post rigor. Pada fase ini, otot ikan akan kembali menjadi empuk akibat enzim protease terus aktif dan melakukan pemecahan struktur protein otot yang menyebabkan degradasi protein, termasuk protein aktin dan miosin. Selain itu pH semakin menurun akibat penumpukan asam laktat hasil glikolisis serta pembentukan senyawa-senyawa prekursor flavor dan aroma.

Ikan merupakan salah satu bahan pangan yang mudah mengalami kerusakan. Hal ini dikarenakan ikan mengandung kadar air dan nutrisi seperti protein dalam jumlah banyak sehingga mikroorganisme penyebab kemunduran mutu dapat tumbuh dengan mudah. Saat ikan masih hidup, ikan memiliki mekanisme pertahanan untuk mikroorganisme yang berada di lingkungannya agar tidak menyerang. Namun saat mati, mekanisme pertahanan tersebut sudah tidak berfungsi sehingga mikroorganisme yang awalnya hanya berada di permukaan akan mulai masuk ke dalam tubuh ikan kemudian melakukan metabolisme terhadap kandungan nutrisi pada ikan seperti menguraikan lemak dan protein yang menyebabkan ketengikan, bau tak sedap serta menghasilkan gas, asam, serta senyawa beracun lainnya. Mikroorganisme yang paling banyak menghuni tubuh ikan adalah bakteri. Ada beberapa jenis bakteri yang dapat dikelompokkan berdasarkan suhu optimum pertumbuhannya, antara lain yaitu psikrofilik, mesofilik, termofilik, dan hipertermofilik.

1. Psikrofilik. Bakteri ini dapat tumbuh di lingkungan dengan suhu rendah, yaitu di bawah 20°C. Bakteri psikrofilik yang dapat dijumpai pada ikan misalnya *Pseudoalteromonas*, *Psychrobacter*, *Flavobacterium*, *Colwellia*, *Shewanella*, dan lain sebagainya.
2. Mesofilik. Bakteri ini dapat tumbuh di lingkungan dengan suhu sekitar 25-30°C. Bakteri mesofilik yang dapat dijumpai pada ikan misalnya *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Aeromonas*, *Vibrio*, *Pseudomonas*, dan *Listeria monocytogenes*.
3. Termofilik. Bakteri ini dapat tumbuh di lingkungan dengan suhu tinggi, yaitu di atas 40°C. Bakteri termofilik yang dapat dijumpai pada ikan misalnya *Geobacillus stearothermophilus*.
4. Hipertermofil, yaitu bakteri yang dapat tumbuh di suhu yang sangat tinggi yaitu kisaran 80°C hingga 110°C. Namun tidak ada bakteri pada ikan yang diidentifikasi dikarenakan dalam konteks ikan dan produk olahannya, suhu yang sangat tinggi dapat merusak struktur protein dan memengaruhi kualitas ikan.

Menurut Kyule dkk., (2022) bakteri yang umumnya terdapat pada ikan berasal dari jenis bakteri pembusuk yang pertumbuhannya dipengaruhi oleh penanganan, penyimpanan, dan pengolahan pasca panen dan bakteri patogen yang bisa saja merupakan mikroflora alami atau akibat kontaminasi lingkungan. Beberapa bakteri pembusuk yang biasanya tumbuh pada ikan antara lain *Lactobacillus proteus*, *Shewanella putrefaciens*, dan *Pseudomonas sp.*

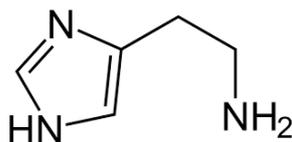
Sementara beberapa bakteri patogen yang bisa saja ditemukan pada ikan antara lain *Clostridium botulinum*, *Vibrio* sp., *Aeromonas hydrophila*, *Salmonella* sp., *Shigella* sp., *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, dan *Clostridium perfringens*.

Selain mikroorganisme, kemunduran mutu ikan juga dipengaruhi oleh adanya enzim. Enzim-enzim pada ikan dapat berasal dari bakteri yang tumbuh atau mengontaminasi maupun berasal dari tubuh ikan itu sendiri. Aktivitas enzim akan membantu mempercepat kerusakan ikan seperti mengubah tekstur dan menghasilkan bau amoniak (Rahmawati, 2019). Enzim proteolitik akan memecah ikanan peptida pada protein ikan dan memecahnya menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti asam amino. Pemecahan ini akan menyebabkan perubahan dalam struktur jaringan otot ikan yang utamanya tersusun oleh protein, sehingga tekstur daging ikan menjadi lebih lunak. Selain itu, aktivitas enzim juga akan memengaruhi perubahan rasa dan aroma ikan. Senyawa-senyawa yang dapat dihasilkan oleh aktivitas enzim proteolitik antara lain asam amino bebas seperti asam glutamat dan aspartat yang dapat memengaruhi rasa serta senyawa amonia dan merkaptan yang memengaruhi aroma. Sementara itu, enzim lipase akan bertugas memecah trigliserida dan kolesterol ester menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana. Trigliserida akan dipecah menjadi asam lemak bebas, sementara kolesterol ester akan dipecah menjadi kolesterol. Hidrolisis enzimatis pada ikan ini tentunya juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lain seperti jenis dan konsentrasi enzim, pH, waktu, suhu, serta komposisi dan kesegaran produk (Nikoo dkk., 2023).

Kerusakan pada ikan juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti suhu dan oksigen. Suhu yang tinggi dapat mengakibatkan rusaknya struktur protein, vitamin, dan terpecahnya lemak serta mempercepat proses enzimatik. Keberadaan oksigen memengaruhi pertumbuhan mikroba dan menyebabkan lemak teroksidasi sehingga timbul bau tengik. Selain kerusakan biologis dan kimiawi, ikan juga dapat mengalami kerusakan fisik yang dapat disebabkan oleh penanganan yang kurang teliti misalnya terjadi luka pada tubuh ikan, patah, dan lain sebagainya. Kerusakan-kerusakan ini mengakibatkan ikan mudah kehilangan kesegaran dan memiliki masa simpan yang singkat (Nie dkk., 2022).

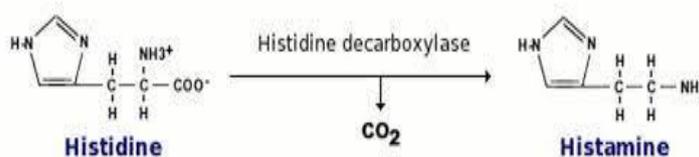
2.3. Histamin

Histamin (2-[4-imidazolyl]ethylamine) adalah senyawa amina bioaktif yang disintesis melalui dekarboksilasi asam amino histidin, yang melibatkan L-histidine decarboxylase (EC 4.1.1.22). Selain itu, berdasarkan gugus fungsinya histamin dapat didefinisikan sebagai diamina heterosiklik yang memiliki cincin imidazol dan etilamina (yaitu senyawa organik yang memberikan gugus fungsi dalam bentuk amina primer). Senyawa ini dapat dijumpai pada beberapa jenis bahan pangan misalnya ikan, daging merah, keju, serta makanan yang difermentasi. Selain itu histamin juga ditemukan pada sel tubuh manusia yang kemudian dikenal dengan sebutan histamin endogen. Histamin endogen ditemukan di seluruh tubuh dan dilepaskan dari sel enterochromaffin, sel mast, dan neuron (Hungerford, 2021). Secara fungsional, senyawa ini terlibat dalam berbagai mekanisme imun dan fisiologis, merangsang sekresi asam lambung, peradangan, kontraksi sel otot polos, vasodilatasi dan produksi sitokin, dan proses lainnya. Selain itu, histamin berfungsi sebagai neurotransmitter, disintesis oleh neuron yang terletak di daerah posterior hipotalamus yang aksonnya memanjang melalui otak.



Gambar 1. Struktur Senyawa Histamin

Pada daging ikan, histamin terbentuk pada fase post mortem daging ikan famili Scombroid dan non-Scombroid yang banyak mengandung histidin bebas. Menurut Riyawati dkk., (2020) dalam 100 g daging ikan cakalang mengandung asam amino histidin sebanyak 1192mg. Bakteri-bakteri yang tumbuh selama proses kemunduran mutu pada ikan akan menghasilkan enzim histidin dekarboksilase yang kemudian bereaksi dengan asam amino histidin dan menghasilkan senyawa histamin. Reaksi ini diawali dengan aktivasi enzim histidin dekarboksilase yang dibantu oleh kofaktor piridoksal fosfat (PLP). Piridoksal fosfat merupakan bentuk fosforilasi dari vitamin B6 yang akan berikatan dengan gugus amina pada asam amino histidin. Beberapa bakteri yang secara alami terdapat di laut seperti *Morganella morganii*, *Enterobacter aerogenes*, *Raoultella planticola*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Escherichia*, *Clostridium*, *Lactobacillus*, *Enterobacter* dapat menghasilkan enzim histidine dekarboksilase (Santoso dkk., 2019). Bakteri-bakteri tersebut dapat mengontaminasi ikan selama berada di laut dan mulai masuk ke dalam tubuh serta melakukan penguraian histidin menjadi histamin saat ikan telah mati.



Gambar 2. Dekarboksilase Histidin Menjadi Histamin (Santoso dkk., 2020)

Terdapat dua jalur metabolisme histamin utama yang diketahui, antara lain yaitu melibatkan enzim diamina oksidase (DAO) dan histamin-N-metiltransferase (HNMT). Enzim diamina oksidase (DAO) atau juga disebut histaminase atau protein pengikat amilorida, adalah amino oksidase yang mengkatalisis deaminasi oksidatif kelompok amina primer histamin. Diamine oksidase (DAO) merupakan enzim yang terlibat dalam metabolisme histamin di luar sel. Enzim ini ditemukan terutama di membran sel epitelial di berbagai jaringan tubuh seperti usus, paru-paru, dan pembuluh darah. Fungsi utama DAO adalah untuk mendegradasi histamin yang ada di luar sel, terutama histamin yang berasal dari makanan dan mikroorganisme dalam saluran pencernaan. Enzim DAO bekerja dengan cara mengoksidasi histamin, menghilangkan satu atau dua gugus amina dari molekul histamin. Hasilnya adalah pembentukan senyawa inaktif seperti imidazol-asetat. Jalur metabolisme lainnya yaitu dengan enzim histamin-N-metiltransferase (HNMT), yang berperan dalam metabolisme histamin di dalam sel khususnya di sitoplasma. Enzim ini ditemukan di berbagai jaringan tubuh, termasuk otak, hati, ginjal, limpa, usus besar, prostat, ovarium, sel sumsum tulang belakang, serta trakea dan saluran pernapasan. Fungsi utama enzim HNMT adalah untuk menambahkan gugus metil pada molekul histamin, yang akan menghasilkan bentuk inaktif dari histamin yaitu metilhistamin (Comas-Basté dkk., 2020).

Histamin endogen yang terdapat secara alami di dalam tubuh sangat penting dalam reaksi fisiologis pada tubuh (Hungerford, 2021). Namun histamin yang terbentuk oleh proses dekarboksilasi pada bahan pangan sering dikaitkan dengan intoleransi dan keracunan makanan. Konsumsi histamin pada konsentrasi berlebihan dapat menjadi beresiko diakibatkan tidak seimbangnya akumulasi histamin dan kapasitas degradasi histamin oleh enzim. Histamin yang tertelan dalam jumlah berlebih dapat menyebabkan histamin yang tidak terdegradasi dapat diserap ke dalam tubuh. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang persyaratan mutu dan ikan segar (SNI 2729-2013) standar histamin yang dipersyaratkan maksimum 100 ppm atau 100mg/kg, sementara itu menurut Riyawati dkk., (2020) konsumsi histamin sebanyak 15 ppm dapat menimbulkan gejala alergi. Sementara itu menurut FDA of USA yakni sebesar 50mg/100g. Beberapa gejala keracunan histamin yang dapat dirasakan antara lain sakit kepala, terdapat kemerahan pada wajah dan leher, gatal-gatal, bibir menjadi bengkak, mulut dan kerongkongan terasa terbakar, hingga kejang, mual dan muntah (Santoso dkk., 2020).

2.4. Thawing

Thawing merupakan proses pencairan kembali bahan pangan sebelum diolah untuk reabsorpsi cairan dari dinding sel dan mengurangi kerusakan tekstur (Ghalib, 2017). *Thawing* merupakan salah satu tahap yang penting dalam pengolahan bahan pangan. Penyimpanan beku pada bahan pangan memainkan peran penting dalam memperpanjang umur simpan. Namun bahan pangan yang beku terlebih dahulu harus dicairkan sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut. Tujuan dari *thawing* adalah untuk mencairkan produk dengan cara menaikkan suhu produk hingga berada di atas titik beku agar bahan pangan dapat diolah lebih lanjut secara optimal serta menghindari bahan pangan saling menempel satu sama lain. Selain itu *thawing* juga dimaksudkan untuk menjaga kualitas bahan agar dapat semirip mungkin dengan kualitas bahan segar yang tidak dibekukan (Wei dkk., 2020).

Selama proses *thawing* biasanya bahan juga mengalami perubahan pada sifat fisik maupun kimia misalnya degradasi protein, oksidasi lemak, penurunan warna dan berkurangnya daya ikat air akibat kristal es yang membeku. Hal ini mengakibatkan bahan mengalami kehilangan berat dan beberapa kandungan nutrisi (Zhang dkk., 2022). Kristal es yang terbentuk selama proses pembekuan dapat merusak struktur protein dan jaringan pada ikan. Kerusakan ini dapat memengaruhi tekstur dan kelembutan daging serta menurunnya kemampuan ikan untuk menahan air. Selain itu, proses *thawing* dapat mempercepat oksidasi lemak dalam daging ikan, terutama jika terjadi pemanasan yang tidak merata atau ikan terpapar oksigen selama proses *thawing*. Adanya oksidasi pada kandungan lemak ikan akan menghasilkan senyawa-senyawa yang dapat merugikan karena memengaruhi kualitas rasa dan aroma ikan. Oleh karena itu metode *thawing* yang tepat diperlukan untuk membantu menjaga kualitas bahan. Masyarakat memiliki perbedaan kebiasaan saat melakukan *thawing* terhadap bahan beku. Beberapa metode *thawing* yang biasa dilakukan yaitu memindahkan bahan dari *freezer* ke *chiller* dan merendam bahan pangan dengan air. Namun ada pula cara lain yang dapat dilakukan seperti membiarkan bahan di udara terbuka, *thawing* menggunakan air mengalir, serta *thawing* menggunakan *microwave* (Vera dkk., 2021).