

Teknik Pengujian Kadar Histamin dengan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) pada Ikan Tuna (*Thunnus sp.*) di Kota Makassar, Sulawesi Selatan

Histamine Level Testing Technique Using High Performance Liquid Chromatography (HPLC) in Tuna (*Thunnus sp.*) in Makassar City, South Sulawesi

Nursyafika^{1)*}, Samsidar¹⁾, dan Abdul Rohman Nasrudin¹⁾

¹⁾Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Jurusan Bisnis dan Perikanan,
Politeknik Negeri Nunukan

*Penulis korespondensi : email: fika76533@gmail.com

(Diterima April 2026 /Disetujui Juli 2026)

ABSTRACT

*Tuna is a fishery commodity that is very susceptible to increased histamine levels because it belongs to the Scombridae family of fish that naturally have high histidine levels. Histamine is formed through bacterial enzymatic activity during handling and storage at inappropriate temperatures. This study aims to examine the technique of testing histamine levels in tuna (*Thunnus sp.*) circulating in Makassar, South Sulawesi, as an indicator of product quality and safety. The method used is quantitative descriptive analysis with High Performance Liquid Chromatography (HPLC) techniques that refer to the ISO 19343:2017 standard. The analysis procedure includes sample preparation, extraction using perchloric acid, derivatization with dansyl chloride, and purification before measurement using a UV detector at a wavelength of 254 nm. This technique was chosen because it has high sensitivity, selectivity, and accuracy in detecting histamine at low concentrations. The test results showed that histamine levels in the analyzed samples were in the range of 13.55 mg/kg to 48.78 mg/kg. This value is still below the maximum threshold of 100 mg/kg set in SNI 2729:2013, thus the product is declared safe for consumption. However, variations in histamine levels between samples indicate differences in post-harvest handling and distribution. Therefore, consistent implementation of a cold chain system and good handling practices are key factors in maintaining the quality and ensuring the safety of fishery products in the region.*

Keywords: tuna fish, histamine, HPLC, handling

ABSTRAK

Ikan Tuna merupakan komoditas perikanan yang sangat rentan terhadap kenaikan kadar histamin karena termasuk dalam kelompok ikan famili Scombridae yang secara alami memiliki kadar histidin yang tinggi. Histamin terbentuk melalui aktivitas enzimatis bakteri selama penanganan dan penyimpanan pada suhu yang tidak tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji teknik pengujian kadar histamin pada ikan tuna (*Thunnus sp.*) yang beredar di Makassar, Sulawesi Selatan, sebagai indikator mutu dan keamanan produk. Metode yang digunakan adalah analisis deskriptif kuantitatif dengan teknik *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) yang mengacu pada standar ISO 19343:2017. Prosedur analisis meliputi tahap preparasi sampel, ekstraksi menggunakan asam perklorat, derivatisasi dengan *dansyl chloride*, serta purifikasi sebelum pengukuran menggunakan detektor UV pada panjang gelombang 254 nm. Teknik ini dipilih karena memiliki sensitivitas, selektivitas, serta akurasi yang tinggi dalam mendeteksi histamin pada konsentrasi rendah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar histamin pada sampel yang dianalisis berada pada kisaran

13,55 mg/kg hingga 48,78 mg/kg. Nilai tersebut masih berada di bawah ambang batas maksimum yang ditetapkan dalam SNI 2729:2013, yaitu sebesar 100 mg/kg, sehingga produk dinyatakan aman untuk dikonsumsi. Meskipun demikian, variasi kadar histamin antar sampel mengindikasikan adanya perbedaan dalam penanganan pascapanen dan distribusi. Oleh karena itu, penerapan sistem rantai dingin (*cold chain system*) serta *good handling practices* secara konsisten menjadi faktor kunci dalam menjaga mutu dan menjamin keamanan produk perikanan di wilayah tersebut.

Kata kunci : Ikan tuna, histamin, HPLC, penanganan

PENDAHULUAN

Ikan merupakan salah satu komoditas pangan yang tergolong mudah rusak (*perishable food*) karena memiliki kandungan air dan protein yang tinggi (Fikriyah et al., 2024). Karakteristik ini menyebabkan ikan sangat rentan terhadap aktivitas mikroorganisme pembusuk, reaksi enzimatik, serta reaksi kimia seperti oksidasi yang mempercepat proses kemunduran mutu dan pembusukan (Nelce et al., 2019). Salah satu jenis ikan yang memiliki nilai ekonomis tinggi sekaligus tingkat kerentanan yang besar terhadap kerusakan adalah ikan tuna (*Thunnus sp.*). Ikan tuna dikenal mengandung protein tinggi serta mengandung asam amino bebas, terutama histidin, yang berperan penting dalam proses biokimia selama penyimpanan. Namun demikian, kandungan tersebut juga menjadikan ikan tuna lebih rentan mengalami perubahan mutu apabila tidak ditangani secara tepat (Wodi et al., 2018).

Penurunan mutu ikan tuna dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik faktor internal maupun eksternal. Faktor internal meliputi komposisi kimia ikan seperti kadar air, protein, dan aktivitas enzim, sedangkan faktor eksternal berkaitan dengan penanganan pascapanen, suhu, lama penyimpanan, serta kondisi sanitasi (Novianto & Nugraha, 2016). Penanganan yang tidak optimal, seperti keterlambatan pendinginan setelah penangkapan, penyimpanan pada suhu yang tidak sesuai, serta kurangnya penerapan prinsip higiene dan sanitasi, dapat mempercepat aktivitas mikroorganisme dan reaksi biokimia dalam jaringan ikan (Metusalach et al., 2014). Hal ini mengakibatkan terjadinya degradasi mutu yang lebih cepat serta berpotensi menimbulkan risiko terhadap keamanan pangan. Oleh karena itu, penerapan penanganan yang tepat sejak tahap pascapanen hingga distribusi menjadi faktor kunci dalam menjaga kualitas produk (Rahayu & Adhi, 2015). Tahapan tersebut meliputi pembersihan, pendinginan, penyimpanan, dan transportasi yang sesuai standar. Apabila prosedur ini tidak dilakukan secara benar, maka kerusakan ikan akan berlangsung lebih cepat akibat aktivitas mikroorganisme, enzim, maupun reaksi kimia, yang pada akhirnya dapat meningkatkan pembentukan senyawa berbahaya serta menurunkan nilai ekonomis sekaligus membahayakan keamanan pangan. Oleh karena itu, penanganan yang menjadi faktor penting dalam mencegah peningkatan kadar histamin pada produk perikanan (Dotulong et al., 2022). Histamin merupakan senyawa biogenik amina yang dihasilkan melalui proses dekarboksilasi asam amino histidin oleh bakteri penghasil histamin (Utari, 2023).

Proses pembentukan histamin sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, seperti suhu penyimpanan, durasi penyimpanan, serta tingkat kebersihan selama penanganan (Pratama, 2025). Apabila ikan disimpan pada suhu yang tidak sesuai dalam waktu yang cukup lama, maka pertumbuhan bakteri penghasil histamin akan meningkat, sehingga menyebabkan akumulasi histamin dalam jumlah tinggi. Kadar histamin yang melebihi batas aman dapat menimbulkan keracunan yang dikenal sebagai *scombroid poisoning*, dengan gejala seperti kemerahan pada kulit, pusing, mual, muntah, dan diare (Putri et al., 2023). Dengan demikian, histamin tidak hanya berfungsi sebagai indikator penurunan mutu, tetapi juga sebagai parameter penting dalam penilaian keamanan pangan.

Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian kadar histamin sebagai aspek penting dalam penelitian terkait mutu dan keamanan ikan tuna (Suryanto & Sipahutar, 2021). Pengujian ini merupakan bagian integral dalam sistem jaminan mutu produk perikanan karena mampu memberikan informasi mengenai tingkat kesegaran serta keamanan produk untuk dikonsumsi. Berbagai metode analisis telah dikembangkan untuk mengukur kadar histamin, salah satunya adalah metode *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) yang memiliki tingkat sensitivitas dan akurasi yang tinggi (Aminah, 2015). Selain itu, institusi pengujian resmi seperti Balai Pengujian dan Pengawasan

Mutu Hasil Perikanan (BPPMHKP) memiliki peran strategis dalam pelaksanaan analisis laboratorium guna memastikan bahwa produk ikan tuna yang beredar telah memenuhi standar keamanan pangan yang ditetapkan. Dengan demikian, pengujian kadar histamin pada ikan tuna penting untuk dilakukan menggunakan metode yang terstandar dan akurat untuk memperoleh data yang valid sebagai dasar dalam pengendalian mutu dan evaluasi kualitas sebagai bentuk perlindungan konsumen terhadap bahaya kesehatan dan kerugian ekonomi.

MATERIAL DAN METODE

Alat dan Bahan

Pengujian kadar histamin dalam penelitian ini mengacu pada standar (ISO 19343, 2017) yang menggunakan seperangkat instrumen laboratorium yang terdiri atas homogenizer (blender), sentrifus dengan sistem pendingin, tabung sentrifus, pipet tabung berbahan kaca tahan panas yang dilengkapi penutup, vortex mixer, lemari pendingin, evaporator nitrogen, serta sistem *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) yang dilengkapi dengan pompa, pendingin sampel, kolom oven dengan suhu terkontrol ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), dan detektor UV pada panjang gelombang 254 nm. Selain itu, digunakan pula perlengkapan pendukung seperti jarum sekali pakai ukuran 20G (0,9 mm), jarum suntik (spuit) 2 mL, serta botol vial autosampler berkapasitas 2 mL.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel ikan tuna (*Thunnus sp.*) yang dianalisis di Laboratorium BPPMHKP. Analisis histamin dalam penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan teknik kromatografi cair kinerja tinggi *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) yang didukung oleh berbagai bahan kimia analitik, meliputi air pro KCKT (*Water Pro Chromatography*), aseton (H_3COCH_3), asetonitril (CH_3CN), toluena (C_7H_8), air suling (akuabides), gas nitrogen, asam perklorat (HClO_4), larutan jenuh natrium karbonat (Na_2CO_3), larutan *dansyl chloride* ($\text{C}_{12}\text{H}_{12}\text{ClNO}_2\text{S}$), larutan L-prolin ($\text{C}_5\text{H}_9\text{NO}_2$), larutan stok histamin ($\text{C}_5\text{H}_9\text{N}_3$), serta larutan standar internal berupa 1,7-diaminoheptana ($\text{C}_5\text{H}_9\text{N}_3$).

Pengujian Histamin

Dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan utama yang meliputi preparasi sampel, ekstraksi, derivatisasi, dan purifikasi sebelum dilakukan analisis menggunakan sistem kromatografi (Jinadasa et al., 2016).

Proses Preparasi

Preparasi sampel merupakan tahapan fundamental dalam analisis laboratorium yang bertujuan untuk menghasilkan sampel yang homogen, representatif, dan berada dalam kondisi yang sesuai untuk tahapan analisis selanjutnya (Jayasinghe et al., 2022). Tahap ini berperan krusial dalam menjamin validitas data, karena kesalahan pada preparasi dapat menyebabkan bias sistematis serta menurunkan akurasi dan presisi hasil pengukuran, khususnya dalam analisis senyawa kimia seperti histamin. Preparasi sampel ikan diawali dengan proses homogenisasi daging ikan menggunakan *hand mixer tissue ruptor* hingga diperoleh tekstur yang seragam. Sampel yang telah homogen kemudian ditimbang sebanyak 5 gram dan dimasukkan ke dalam tabung sentrifus berkapasitas 50 mL sebagai tahap awal sebelum dilakukan ekstraksi.

Proses Ekstraksi

Pada tahap ekstraksi, sampel daging ikan yang telah ditimbang ditambahkan 10 mL asam perklorat (HClO_4) untuk mengekstraksi senyawa target dari matriks sampel (Carolyn, 2016). Selanjutnya, ditambahkan 100 μL larutan standar internal 1,7-diaminoheptana untuk keperluan kuantifikasi. Campuran kemudian dihomogenkan dan disentrifugasi pada kecepatan 4000 rpm selama 15 menit untuk memisahkan supernatan dari residu padatan, sehingga diperoleh fraksi cair yang mengandung senyawa histamin. Ekstraksi adalah salah satu tahapan penting dalam preparasi sampel yang bertujuan untuk memisahkan dan melarutkan analit target dari matriks sampel menggunakan pelarut tertentu. Proses ini didasarkan pada perbedaan kelarutan senyawa dalam pelarut, sehingga analit seperti histamin dapat dipisahkan dari komponen lain yang bersifat interferen (Koo & Lim, 2023).

Proses Derivatisasi

Derivatisasi dilakukan dengan mengambil 100 µL supernatan dan dipindahkan ke dalam tabung baru, kemudian ditambahkan 300 µL larutan natrium karbonat (Na₂CO₃) dan 400 µL larutan *dansyl chloride* sebagai pereaksi derivatisasi (Wang, 2024). Campuran divortex hingga homogen dan diinkubasi dalam *water bath* pada suhu 60°C selama 5 menit dalam kondisi gelap untuk mencegah degradasi senyawa. Setelah itu, larutan didinginkan menggunakan air mengalir, kemudian ditambahkan 100 µL larutan L-prolin untuk menghentikan reaksi derivatisasi. Campuran kembali divortex dan didiamkan dalam kondisi gelap selama 15 menit. Supernatan hasil derivatisasi dapat disimpan pada suhu kurang dari -18°C selama maksimal satu minggu apabila tidak langsung dianalisis. Derivatisasi merujuk pada proses perubahan kimia pada suatu senyawa analit dengan menambahkan pereaksi tertentu agar senyawa tersebut lebih mudah dideteksi dalam proses analisis. Sifat senyawa dapat menjadi lebih stabil dan memberikan respon yang lebih jelas terhadap alat deteksi, sehingga hasil pengukuran menjadi lebih sensitif dan akurat (Sumiyani et al., 2017).

Proses Purifikasi

Larutan derivatisasi ditambahkan 500 µL toluena (C₇H₈), kemudian divortex hingga tercampur sempurna. Campuran tersebut disimpan dalam freezer pada suhu sekitar -18°C selama 30 menit untuk memfasilitasi pemisahan antara fase organik yang mengandung derivat histamin dan fase non-organik (air). Supernatan pada lapisan atas kemudian diambil sebanyak mungkin dan dipindahkan ke dalam vial. Larutan tersebut selanjutnya diuapkan menggunakan gas nitrogen (*nitrogen evaporator*) di dalam lemari asam hingga kering. Setelah proses evaporasi selesai, residu dilarutkan kembali (rekonstitusi) menggunakan 400 µL campuran asetonitril dan air dengan perbandingan 60:40, kemudian divortex hingga homogen. Larutan kemudian disaring menggunakan membran filter PTFE atau polipropilena berpori 0,2 µm menggunakan syringe sekali pakai, lalu dimasukkan ke dalam botol vial autosampler (Filipec et al., 2021). Vial ditutup rapat dan sampel siap untuk dilakukan proses injeksi pada sistem analisis. Proses purifikasi yang bertujuan untuk memisahkan senyawa target dari komponen pengganggu.

Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Penentuan kadar histamin yang dilakukan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) berdasarkan ISO 19343 : 2017 dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Konsetrasi Histamin} = C_{RS} \frac{\frac{A_H}{A_{IS}} \times \frac{5}{m}}{a} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- C_H = kosentrasi massa pada histamin pada standar pengujian (mg/kg)
- A_H = area dari standar puncak histamin
- A_{IS} = standar puncak internal
- A = landau / sisi miring dari garis kalibrasi
- m = berat dari sampel yang diambil

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kadar histamin terhadap empat sampel ikan tuna, diperoleh kisaran nilai antara 13,55 mg/kg hingga 48,78 mg/kg. Secara rinci, kadar histamin pada sampel berkode 844 sebesar 25,96 mg/kg, sampel 850 sebesar 28,60 mg/kg, sampel 852 sebesar 48,78 mg/kg, dan sampel 866 sebesar 13,55 mg/kg. Seluruh nilai tersebut masih berada di bawah ambang batas maksimum yang ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI 2729:2013), yaitu 100 mg/kg, sehingga seluruh sampel dinyatakan memenuhi persyaratan mutu dan keamanan pangan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kadar Histamin

No.	Kode Sampel	Kadar Histamin	Batas Standar	Keterangan
		(ppm)	(SNI 2729 : 2013)	
1.	844	25,96	Maks. 100 ppm	Memenuhi standar
2.	850	28,60	Maks. 100 ppm	Memenuhi standar
3.	852	48,78	Maks. 100 ppm	Memenuhi standar
4.	866	13,55	Maks. 100 ppm	Memenuhi standar

Nilai histamin yang diperoleh menunjukkan bahwa seluruh sampel masih berada dalam kategori aman untuk dikonsumsi karena tidak melampaui batas maksimum yang ditetapkan secara nasional maupun internasional. Secara umum, kadar histamin di bawah 50 mg/kg masih dianggap aman dan belum menimbulkan risiko keracunan *scombroid*, meskipun peningkatan kadar tersebut dapat menjadi indikasi awal terjadinya penurunan mutu ikan (Visciano et al., 2020). Perbandingan antar sampel menunjukkan adanya variasi kadar histamin yang cukup signifikan. Sampel 852 memiliki kadar histamin tertinggi yaitu 48,78 mg/kg, sedangkan sampel 866 memiliki kadar terendah yaitu 13,55 mg/kg. Variasi ini diduga berkaitan dengan perbedaan penanganan pascapanen, khususnya dalam hal pengendalian suhu dan lama penyimpanan (Qu et al., 2022). Pembentukan histamin terjadi melalui aktivitas bakteri yang mendekarboksilasi asam amino histidin menjadi histamin, dan proses ini berlangsung lebih cepat apabila ikan disimpan pada suhu yang tidak sesuai atau terjadi keterlambatan dalam proses pendinginan.

Peningkatan kadar histamin memiliki hubungan erat dengan penurunan tingkat kesegaran ikan serta kegagalan dalam mempertahankan sistem rantai dingin (*cold chain*) selama distribusi (Morello et al., 2024). Oleh karena itu, nilai histamin yang relatif tinggi pada sampel 852 mengindikasikan kemungkinan adanya ketidaksesuaian dalam proses penanganan dibandingkan dengan sampel lainnya. Selain itu, histamin memiliki sifat tahan panas (*heat stable*), sehingga tidak dapat dihilangkan melalui proses pengolahan termal seperti pemasakan (FAO, 2012). Dengan demikian, kadar histamin yang terukur mencerminkan kondisi awal bahan baku sebelum dilakukan pengolahan, sehingga parameter ini menjadi indikator yang penting dalam evaluasi mutu dan keamanan produk perikanan (Budiadnyani et al., 2024). Meskipun seluruh sampel masih berada dalam batas aman, kadar histamin yang mendekati 50 mg/kg seperti pada sampel 852 perlu mendapatkan perhatian khusus. Kondisi ini dapat menjadi indikator awal penurunan mutu yang berpotensi meningkat apabila tidak diimbangi dengan pengendalian yang baik, terutama dalam hal suhu penyimpanan, sanitasi, serta kecepatan distribusi. Oleh karena itu, penerapan sistem rantai dingin yang konsisten dan praktik penanganan yang baik (*good handling practices*) menjadi faktor kunci dalam menjaga mutu dan keamanan ikan tuna selama proses pascapanen hingga ke konsumen (Gobi et al., 2025).

Pengendalian Mutu Ikan

Pengendalian mutu ikan tuna (*Thunnus sp.*) merupakan langkah penting dalam menjaga kualitas dan keamanan produk yang bersifat mudah rusak. Upaya pencegahan dilakukan melalui penerapan sistem rantai dingin (*cold chain system*), yaitu menjaga suhu ikan mendekati 0°C secara konsisten sejak penangkapan, penanganan, penyimpanan, hingga distribusi guna menghambat pertumbuhan bakteri penghasil histamin. Menurut (Morello et al., 2024) bahwa ketidakkonsistenan dalam penerapan sistem rantai dingin selama proses distribusi merupakan salah satu faktor utama yang berkontribusi terhadap akumulasi histamin pada produk perikanan. Gangguan pada rantai dingin, meskipun dalam waktu singkat, dapat memicu pertumbuhan bakteri penghasil histamin secara eksponensial (Gobi et al., 2025). Temuan tersebut memperkuat hasil penelitian ini, di mana variasi kadar histamin antar sampel diduga erat kaitannya dengan perbedaan kondisi penanganan pascapanen, khususnya dalam hal pengendalian suhu, kecepatan penanganan setelah penangkapan, serta lama penyimpanan sebelum dilakukan analisis. Selain faktor suhu dan waktu, aspek sanitasi dan higiene juga berperan penting dalam pembentukan histamin. Lingkungan penanganan yang kurang higienis dapat meningkatkan kontaminasi bakteri dekarboksilase, sehingga mempercepat pembentukan histamin meskipun pada suhu yang relatif rendah (Kadriah,

2018). Oleh karena itu, penerapan prinsip sanitasi yang baik selama proses penanganan, penyimpanan, dan distribusi menjadi bagian integral dalam menjaga mutu ikan tuna .

Evaluasi Dampak Keamanan Pangan

Standar keamanan pangan dalam SNI 2729:2023, kadar histamin maksimal adalah 100 mg/kg yang menunjukkan ikan tuna yang diuji masih memenuhi standar keamanan pangan dan dinyatakan layak untuk dikonsumsi. Namun, variasi kadar histamin antar sampel mengindikasikan bahwa penerapan pengendalian mutu belum sepenuhnya konsisten. Pengawasan pada sistem penanganan pascapanen khususnya suhu selama penyimpanan dan distribusi menjadi faktor yang krusial dalam menekan pembentukan histamin (Parma, 2015).

Histamin menjadi parameter utama dalam proses evaluasi keamanan pangan ikan tuna karena dapat menyebabkan keracunan (Tunç et al., 2025). Kadar histamin yang tinggi menjadi indikator terjadinya penurunan mutu bahan baku. Sifat histamin yaitu stabil terhadap panas (*heat stable*), sehingga tidak dapat dieliminasi melalui proses pengolahan termal seperti pemasakan atau pengalengan (Wodi et al., 2019). Oleh karena itu, implementasi sistem rantai dingin (*cold chain system*) secara konsisten mulai dari tahap penangkapan, penanganan di kapal, penyimpanan, hingga distribusi menjadi sangat penting, suhu penyimpanan yang direkomendasikan (mendekati 0°C) harus dipertahankan untuk menghambat pertumbuhan bakteri penghasil histamin (Putri et al., 2023). Selain itu, pengawasan mutu secara berkala melalui pengujian laboratorium, serta penerapan praktik penanganan yang baik (*good handling practices*), perlu dilakukan secara berkelanjutan untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan tetap memenuhi standar keamanan pangan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, seluruh sampel ikan tuna menunjukkan kadar histamin yang masih berada di bawah batas maksimum yang ditetapkan dalam SNI 2729:2013, sehingga dinyatakan aman untuk dikonsumsi. Disparitas kadar histamin antar sampel mengindikasikan bahwa pengendalian mutu belum sepenuhnya optimal. Untuk menekan kenaikan kadar histamin maka diperlukan konsistensi penerapan sistem rantai dingin (*cold chain*) dan pengawasan pada prinsip *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP) untuk menjamin keamanan pangan pada ikan tuna.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminah, S. (2015). *Penetapan Kadar Histamin Dalam Produk Pangan Ikan Kalengan Menggunakan Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT)*.
- Budiadnyani, I. G. A., Samanta, P. N., Dewi, R. N., & Wiradiharja, P. R. N. (2024). Analysis of Histamine Level in Lemuru Fish (*Sardinella lemuru*) in the Canning Industry. *BIO Web of Conferences*, 98. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249803002>
- Carolyn, T. F. P. (2016). *Optimasi Ekstraksi Gelatin dari Tulang Ikan Tuna (Thunnus albacares)*.
- Dotulong, M., Mentang, F., Montolalu, L., & Dotulong, V. (2022). Media Teknologi Hasil Perikanan Pengujian Kandungan Histamin dan Mutu Organoleptik Bahan Baku Ikan Ikan Thunnus Albacares Kaleng. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 143(3), 143–149. <https://doi.org/10.35800/mthp.10.3.2022.40328>
- FAO. (2012). *Joint FAO/WHO Expert Meeting on the Public Health Risks of Histamine and Other Biogenic Amines from Fish and Fishery Products*.
- Fikriyah, A. N., Nurjanah, Nurhayati, T., Primahana, G., & Barokah, G. R. (2024). Parameter Kemunduran Mutu Sebagai Indikator Pembeda Asal Formaldehida Pada Ikan Opah Selama Penyimpanan Suhu Chilling. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(10), 932–943. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v27i10.56765>
- Filipec, S. V., Valinger, D., Mikac, L., Ivanda, M., Kljusurić, J. G., & Janči, T. (2021). Influence of Sample Matrix on Determination of Histamine in Fish by Surface Enhanced Raman

- Spectroscopy Coupled with Chemometric Modelling. *Foods*, 10(8), 1767. <https://doi.org/10.3390/foods10081767>
- Gobi, G., Iswarya, K., & Sundar, S. (2025). *Cold Chain Management for Seafood Logistics and Storage* 14.
- ISO 19343. (2017). *Microbiology of the food chain-Detection and quantification of histamine in fish and fishery products-HPLC method*. www.iso.org/TEHSTANDARDPREVIEW
- Jayasinghe, G. D. T. M., Jinadasa, B. K. K. K., Pohl, P., & Abdelkarim, A. (2022). Critical review on microextraction techniques used in determination of histamine in food samples. In *Discover Food* (Vol. 2, Number 1). Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/s44187-022-00008-6>
- Jinadasa, B. K. K. K., Jayasinghe, G. D. T. M., & Ahmad, S. B. N. (2016). Validation of high-performance liquid chromatography (HPLC) method for quantitative analysis of histamine in fish and fishery products. *Cogent Chemistry*, 2(1), 1156806. <https://doi.org/10.1080/23312009.2016.1156806>
- Kadriah, A. (2018). Produk Hukum Sertifikasi Hygiene Sanitasi Usaha Berbasis Industri Rumah Tangga Sebagai Upaya Peningkatan Nilai Usaha. *Jurnal Ilmu Hukum*, 1(1). <https://doi.org/10.32493/rjih.v1i1.1931>
- Koo, P.-L., & Lim, G.-K. (2023). A review on analytical techniques for quantitative detection of histamine in fish products. *Microchemical Journal*, 189, 108499. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2023.108499>
- Metusalach, Kasmianti, Fahrul, & Jaya, I. (2014). Pengaruh Cara Penangkapan, Fasilitas Penanganan dan Cara Penanganan Ikan Terhadap Kualitas Ikan yang Dihasilkan. *Jurnal IPTEKS PSP*, 1(1), 40–52. <https://doi.org/https://doi.org/10.20956/jipsp.v1i1.59>
- Morello, S., Lupi, S., Barcucci, E., Fragassi, S., Torres, E., Dosio, D., Marchese, C., Bezzi Llufrío, T., Gili, M., & Bianchi, D. M. (2024). Histamine in Fishery: A Five-Year Survey in Northern Italy. *Toxins*, 16(11). <https://doi.org/10.3390/toxins16110456>
- Nelce, M., Lokollo, E., & Marlen, D. N. (2019). Karakteristik Mikrobiologi dan Kimiawi Ikan Tuna Asap. In *JPHPI 2019* (Vol. 22, Number 1).
- Novianto, D., & Nugraha, B. (2016). Komposisi Hasil Tangap Sampangan dan ikan Target Perikanan Rawai Tuna Bagian Timur Samudera Hindia. *Marine Fisheries : Journal of Marine Fisheries Technology and Management*, 5(2), 119–127. <https://doi.org/10.29244/jmf.5.2.119-127>
- Parma. (2015). Scientific and technical assistance on the evaluation of the temperature to be applied to pre-packed fishery products at retail level. *EFSA Journal*, 13(7). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4162>
- Pratama, M. A. (2025). Proses Penanganan Ikan Tuna Di Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus. *South East Asian Water Resources Managements*, 2(2). <https://journal.stedca.com/index.php/seawarm>
- Putri, A. M., Arisandi, D., & Mizulni, P. J. (2023). Evaluasi Semi Quantitative Risk Assessment Histamin Pada Produk Pindang Cakalang Di Jakarta. *Jurnal Ilmu Perikanan Air Tawar (Clarias)*, 4(1), 2774–244.
- Qu, Y., Wang, J., Liu, Z., Wang, X., & Zhou, H. (2022). Effect of Storage Temperature and Time on Biogenic Amines in Canned Seafood. *Foods*, 11(18). <https://doi.org/10.3390/foods11182743>
- Rahayu, W., & Adhi, W. (2015). Penerapan Good Logistic Practices sebagai Penunjang Ekspor Buah Tropis Good Logistic Practices as the Main Supported for Tropical Fruit Export. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTransLog)*, 02(01).
- Sumiyani, R., Martono, S., & Sugiyanto, S. (2017). Pengaruh Pelarut terhadap Optimasi Reaksi Derivatisasi Lisinopril dengan 1-Fluoro-2,4-Dinitrobenzene serta Pemilihan Standar Internalnya. *MPI (Media Pharmaceutica Indonesiana)*, 1(1), 27–34. <https://doi.org/10.24123/mpi.v1i1.49>

- Suryanto, M. R., & Sipahutar, Y. (2021). *Kadar Histamin dan Nilai Angka Lempeng Total (ALT) pada Tuna Loin Berdasarkan Jumlah Hari Penangkapan dan Ukuran Ikan di Unit Pengolahan Ikan, Surabaya*.
- Tunç, S., Demirhan, B., & Demirhan, B. E. (2025). Investigation of Histamine, Physicochemical Quality, and Potential Health Risks in Various Canned Fish Products. *Foods*, 14(13), 2314. <https://doi.org/10.3390/foods14132314>
- Utari, S. P. (2023). Proses pembekuan dan pengujian histamin ikan tuna (*Thunus sp.*) di PT. X, Banyuwangi. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 13(2), 107. <https://doi.org/10.33512/jpk.v13i2.22360>
- Visciano, P., Schirone, M., & Paparella, A. (2020). An overview of histamine and other biogenic amines in fish and fish products. *Foods*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/foods9121795>
- Wang, K. (2024). Detection and quantification of biogenic amines in cephalopod using dansyl chloride pre-column derivatization-HPLC and their production. *Journal of Food Science*, 89(5), 2909–2920. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16940>
- Wodi, S. I. M., Trilaksani, W., & Nurilmala, M. (2019). Histamin dan Identifikasi Bakteri Pembentuk Histamin Pada Tuna Matabesar (*Thunnus obesus*). *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, 9(2), 185–192. <https://doi.org/10.24319/jtpk.9.185-192>
- Wodi, S. I. M., Trilaksani, W., & Nurimala, M. (2018). Histamin dan Identifikasi Bakteri Pembentukan Histamin Pada Tuna Mata Besar (*Thunnus obesus*). *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, 9(2), 185–192.