

**Pengaruh Suhu Penerimaan Sampel dan Bentuk Olahan Ikan Tuna (*Thunnus sp.*) Terhadap Kadar Histamin Menggunakan Metode Elisa*****Effects of Sample Receiving Temperature and Form of Processed Tuna (*Thunnus sp.*) on Histamine Levels Using Elisa Method***Resti Nurmala Dewi<sup>1\*</sup>, Iftachul Farida<sup>1</sup><sup>1</sup>Prodi Pengolahan Hasil Laut Politeknik Kelautan dan Perikanan Jembrana  
Desa Pengambangan Kecamatan Negara Kabupaten Jembrana Provinsi Bali 82218;  
Telepon (0365) 4503980. Fax (0365) 4503980.Email: [restinurmaladewi@gmail.com](mailto:restinurmaladewi@gmail.com)<sup>1)</sup>, [faridaiftachul89@gmail.com](mailto:faridaiftachul89@gmail.com)<sup>2)</sup>

(Diterima: 06 Maret 2023; Diterima setelah perbaikan: 13 Juni 2023; Disetujui: 13 Juni 2023)

**ABSTRAK**

Salah satu komoditas perikanan andalan Indonesia adalah ikan tuna (*Thunnus sp.*) yang diekspor dalam berbagai bentuk olahan ke pasar ekspor internasional. Namun, kasus penolakan produk ikan tuna dari pasar ekspor saat ini cukup besar. Permasalahan utama kasus penolakan tersebut adalah kandungan bakteri atau kadar histamin yang tinggi pada produk. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh suhu penerimaan sampel dan bentuk olahan ikan tuna terhadap kandungan histamin. Sampel ikan tuna telah diuji menggunakan metode *Enzyme Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) terhadap perubahan suhu penerimaan sampel ikan dengan rentang suhu -0,1 sampai -0,5°C dan olahan tuna bentuk steak dan loin. Dari hasil penelitian, keseluruhan sampel ikan tuna mengandung kadar histamin <1 ppm. Perubahan suhu penerimaan sampel tidak memberikan perbedaan hasil yang besar terhadap kandungan histamin dengan konsentrasi akhir 0,4 ppm. Bentuk loin dan steak pada sampel juga memiliki rata-rata kadar histamin yang tidak jauh berbeda, yaitu 0,6 dan 0,3 ppm.

Kata kunci: ELISA, ikan tuna, histamin, loin, steak

**ABSTRACT**

*One of Indonesia's mainstay fishery commodities is tuna (*Thunnus sp.*) which is exported in various processed forms to international markets. However, cases of rejection are currently quite large. The main problem is due to the presence of bacteria or high levels of histamine. Therefore, this research was conducted to examine the effect temperature of receiving samples and the form of processed tuna on histamine content. Tuna were tested using *Enzyme Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) with receiving temperature range of -0.1 to -0.5°C and processed tuna in the form of steak and loin. Based on the results, all samples contained histamine levels <1 ppm. The variation of receiving temperature did not give a notable difference with histamine content was merely at 0.4 ppm. Likewise, loin and steak had average histamine levels of 0.6 and 0.3 ppm. This means the shape of processed tuna did not affect concentration of histamine.*

Keywords: ELISA, tuna, histamin, loin, steak

**PENDAHULUAN**

Indonesia memiliki laut seluas 3.544 juta km<sup>2</sup> dengan kekayaan sumber daya perikanan yang melimpah (Pursetyo et al., 2015). Hingga saat ini, Indonesia menjadi salah satu penghasil komoditi ikan penting di dunia (Wahidi et al., 2022; Wodi et al., 2018). Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan (2021), nilai ekspor produk perikanan pada tahun 2021 naik 11% dengan nilai sebesar USD 2,6 miliar dibandingkan dengan tahun sebelumnya yakni sebesar USD 2,3 miliar. Sedangkan pada tahun 2022, nilai ekspor produk perikanan diproyeksikan dapat mencapai USD 6,05 miliar.

Salah satu komoditi ekspor perikanan melimpah di Indonesia setelah udang adalah ikan tuna. Ikan tuna dapat diekspor dalam bentuk utuh maupun diolah menjadi beberapa bentuk seperti loin, steak dan lainnya dengan tujuan utama pasar ekspor adalah Uni Eropa, Amerika Serikat dan Jepang (Masinambou et al., 2022; Suryanto & Sipahutar, 2020). Produk olahan tuna di pasar ekspor harus memiliki jaminan kualitas dan keamanan pangan yang tinggi. Namun, kasus penolakan produk ikan tuna Indonesia masih banyak terjadi dari pasar ekspor Uni Eropa dan Amerika Serikat. Berdasarkan data dari *The Food and Drug Administration* (FDA) terdapat 97 kasus penolakan produk perikanan Indonesia ditahun 2020 dan salah satu penyebab utamanya adalah kandungan histamin yang tinggi akibat penanganan produk yang buruk (Nurani et al., 2016).

Histamin adalah parameter yang konsentrasinya sangat dibatasi dan merupakan salah satu standar penting agar produk dapat diterima di pasar Amerika, Eropa dan Jepang. Histamin dikenal sebagai *scombrotoxin* yang dapat ditemukan dalam *family scombridae* seperti ikan tuna (Korashy & Farag, 2005). Aktivitas enzim histidin dekarboksilase dari bakteri merupakan salah satu penyebab munculnya histamin melalui reaksi dekarboksilasi asam amino histidin bebas (Sulistijowati & Moomin, 2021). Adapun bakteri yang berpengaruh pada pembentukan histamin adalah *Morganella morganii*, *Enterobacter aerogenes*, *Raoultella planticola*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Escherichia*, *Clostridium*, *Lactobacillus*, *Enterobacter* dan *Proteus* dimana beberapa mikroorganisme tersebut secara alamiah ada dalam air laut (Utari et al., 2022). Pada konsentrasi histamin yang melebihi ambang batas, beberapa efek negatif dapat muncul terhadap manusia seperti keracunan. Tubuh manusia tidak dapat mentoleransi kandungan histamin lebih dari 100 mg/kg, karena hal tersebut dapat memicu gangguan pada sistem kardiovaskular seperti urticaria, hipotensi dan pusing, gastroenteritis, kejang perut, diare dan muntah (Prasetiawan et al., 2013; Sabry et al., 2019). Food and Drug Administration (2011) menetapkan batas standar keamanan histamin adalah 50 ppm, sedangkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 2354.10:2016 menetapkan baku mutu kadar histamin sebesar 100 mg/kg (100 ppm) (BSN, 2016).

Histamin terbentuk akibat dari kerusakan tuna yang berlangsung cepat di daerah tropis karena rata-rata suhu lingkungan bersifat sangat ideal bagi pertumbuhan mikroba dan reaksi kimia di dalam tubuh ikan. Dalam penelitian ini, ikan tuna segar yang diolah menjadi bahan baku tuna loin dan steak dicek terlebih dahulu suhunya untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perubahan suhu penerimaan sampel pada kandungan histamin. Hal ini dikarenakan suhu penanganan ikan tuna juga memberikan efek terhadap kadar histamin akhir. Setelah itu, kadar histamin pada produk tuna yang telah diproses dalam bentuk loin dan steak dicek kembali dalam rangka memastikan bahwa tahapan proses pada olahan tuna telah berjalan dengan baik demi menjamin produk perikanan yang aman.

## **BAHAN DAN METODE**

Proses pengujian histamin dilakukan di PT Seafood Inspection Laboratory. Bahan utama dalam penelitian ini adalah ikan tuna segar yang berasal dari Denpasar Bali. Sedangkan bahan-bahan lainnya seperti *wash buffer*, *phosphate buffered saline*, akuades, *reagent conjugated solution*, *substrat solution* dan *stop solution* merk Merck diperoleh dari Sigma Aldrich.

Tahapan proses yang dilakukan meliputi prosedur pengecekan suhu dan pengujian histamin. Mulanya, ikan yang telah dipotong disemprot dengan alkohol 70%. Setelah itu, ikan ditusuk dengan termometer AI368 Merk TFA untuk mendapatkan suhu pusat ikan tuna. Ikan yang telah diketahui suhunya kemudian dipotong sebanyak 30 – 50 g untuk selanjutnya dihomogenkan dengan cara dihaluskan menggunakan mortar dan diambil sebanyak 10 g.

Available online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/JSJ/index>

Sampel lalu diekstraksi menggunakan 90 ml akuades dan dihomogenkan secara manual dengan cara dikocok selama 20 detik. Campuran lalu didiamkan selama 5 menit dan diambil sebanyak 100 µl untuk dilarutkan ke dalam 10 ml phosphate buffer saline hingga akhirnya ekstrak diperoleh.

Dalam penentuan kadar histamin, diperlukan 2 jenis well yaitu well merah dan putih. Mulanya, 100 µl reagen *veratox conjugate solution* diambil menggunakan mikropipet dan dimasukkan ke dalam *mixing well* (well warna merah) sebagai kontrol dan sisanya dicampur dengan 100 µl sampel hasil ekstraksi dari proses sebelumnya. Masing-masing campuran di dalam well merah kemudian dihomogenkan. Setelah itu, campuran dipindahkan ke setiap *antibody-coated well* (well warna putih) serta diinkubasi selama 10 menit. Larutan *antibody coated-well* (well putih) kemudian dibuang sedangkan sampelnya dicuci dengan larutan *wash buffer* sebanyak tiga kali pencucian. Well yang telah dicuci dikeringkan dengan menggunakan tisu hingga tidak terdapat sisa-sisa cairan yang masih menempel pada well putih. Selanjutnya, reagen *veratox substrate solution* dimasukkan ke dalam well putih dan diinkubasi selama 10 menit. Setelah selesai diinkubasi, 100 µl reagen *veratox stop solution* dimasukkan ke dalam well putih dan dihomogenkan menggunakan mikropipet. Penambahan larutan ini dilakukan untuk menghentikan reaksi pada well *antibody coated-well* (well putih). Setelah substrat bereaksi, intensitas warna diukur pada panjang gelombang 650 nm menggunakan alat Neogen – StaFax 4700. Konsentrasi histamin dapat ditentukan langsung dengan kurva kalibrasi standar. Kurva kalibrasi pada penelitian ini dibuat dengan cara membuat larutan standar *veratox histamin* (kontrol) pada konsentrasi 0 ppm; 2,5 ppm; 10 ppm; 20 ppm; dan 50 ppm. Masing-masing konsentrasi ini kemudian diuji absorbansinya dan diplotkan ke dalam grafik standar. Metode pengujian ini juga dilakukan pada sampel tuna bentuk loin dan steak.

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Data kandungan histamin pada berbagai suhu bahan baku ikan tuna segar dan bentuk loin serta steak disajikan dalam bentuk gambar (diagram) sehingga memberikan gambaran jelas mengenai pengaruh suhu dan bentuk olahan ikan tuna segar terhadap kandungan histaminnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

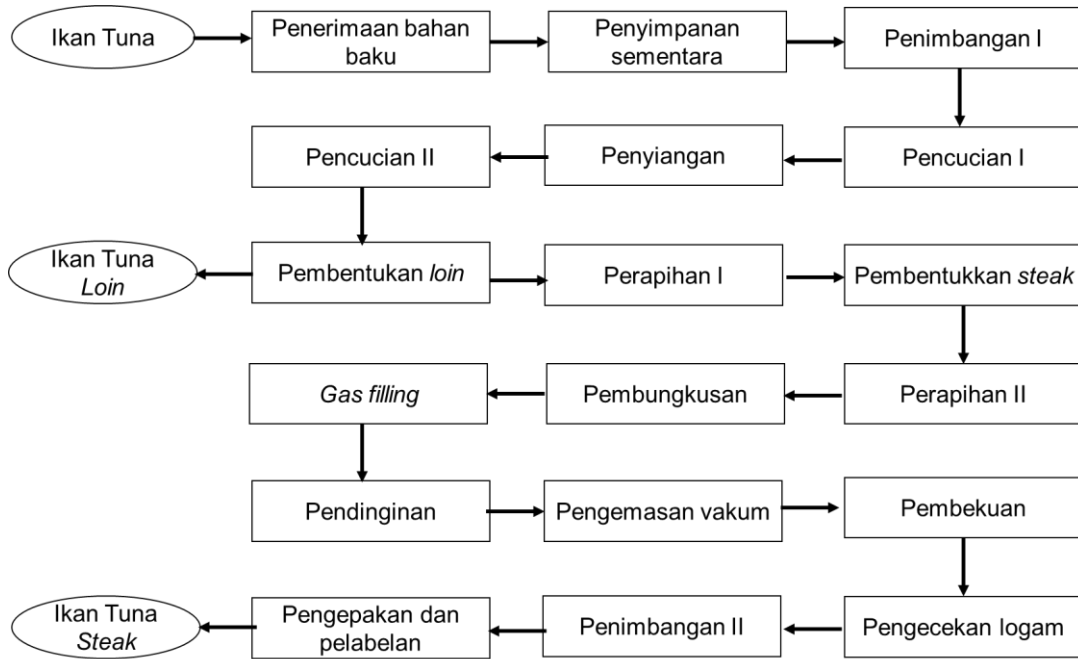
### Alur Proses Pembekuan Ikan Tuna Berbentuk Loin dan Steak

Menurut SNI 01-4104-2006, seluruh jenis tuna dapat diolah menjadi berbagai macam bentuk produk seperti loin dan steak. Namun pada umumnya bahan baku utama pembuatan olahan tuna adalah madidihang, tuna sirip biru dan tuna mata besar (Ratri, 2021). Adapun alur proses pembuatan tuna loin dan steak ditunjukkan oleh Gambar 1.

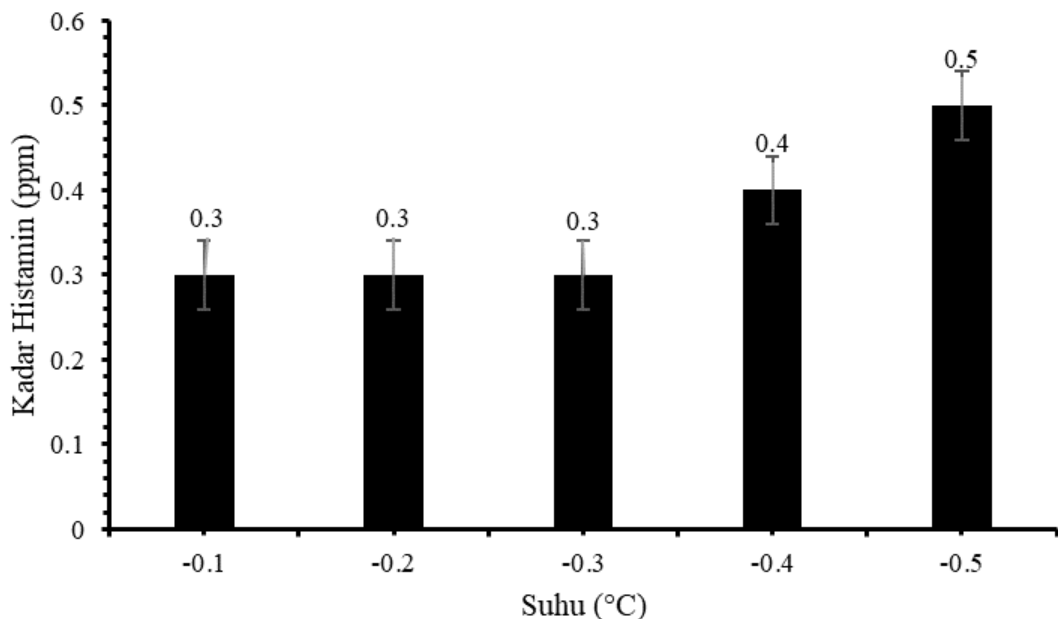
Ikan tuna yang digunakan sebagai bahan baku ditangani dengan prinsip 3C + 1Q (*clean, careful, cold chain* dan *quick*) pada suhu kurang dari 4,4°C. Setelah itu, ikan disimpan pada ruang penyimpanan bahan baku sementara yang berisi air dan es. Saat akan diolah lebih lanjut, ikan ditimbang dan dicuci menggunakan air dengan suhu 0-3°C untuk selanjutnya disiangi melalui pemotongan kepala ikan dan pembersihan isi perut ikan. Kemudian ikan dibentuk loin dengan berat 2 – 5 kg (berdasarkan ukuran tuna) dengan memotong bagian punggung dan perut menjadi 4 (Ratri, 2021). Potongan ini kemudian dirapikan dari bagian-bagian yang tidak diperlukan sehingga selanjutnya dapat dibentuk menjadi steak dengan berat produk 20 g. Pembagian steak tuna dapat dilakukan dengan melakukan fillet pada bagian dekat kepala dan ekor. Potongan ini kemudian dirapikan kembali dan dibungkus ke dalam kemasan untuk selanjutnya dihembuskan gas CO selama 15 detik agar daging ikan tuna menjadi berwarna kemerahan. Baik ikan tuna loin maupun steak, keduanya didinginkan pada suhu -2 sampai 2°C untuk menjaga rantai dingin sistem. Produk ikan tuna selanjutnya dikemas dalam kondisi vakum, dibekukan dan dicek kandungan logamnya menggunakan *metal*

Available online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/JSJ/index>

*detector*. Ikan tuna yang sudah sesuai spesifikasi kemudian ditimbang beratnya, dikemas, diberikan label dan disimpan di dalam *cold storage*.

Gambar 1. Alur Proses Pembekuan Tuna Bentuk *Loin* dan *Steak*

**Pengaruh Suhu Penerimaan Sampel Ikan Tuna (*Thunnus sp.*) Terhadap Kadar Histamin**  
Suhu merupakan salah satu parameter yang penting dalam pembentukan histamin. Pengaruh suhu penerimaan sampel ikan tuna terhadap konsentrasi histamin ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Kadar Histamin pada Berbagai Suhu Penerimaan Sampel

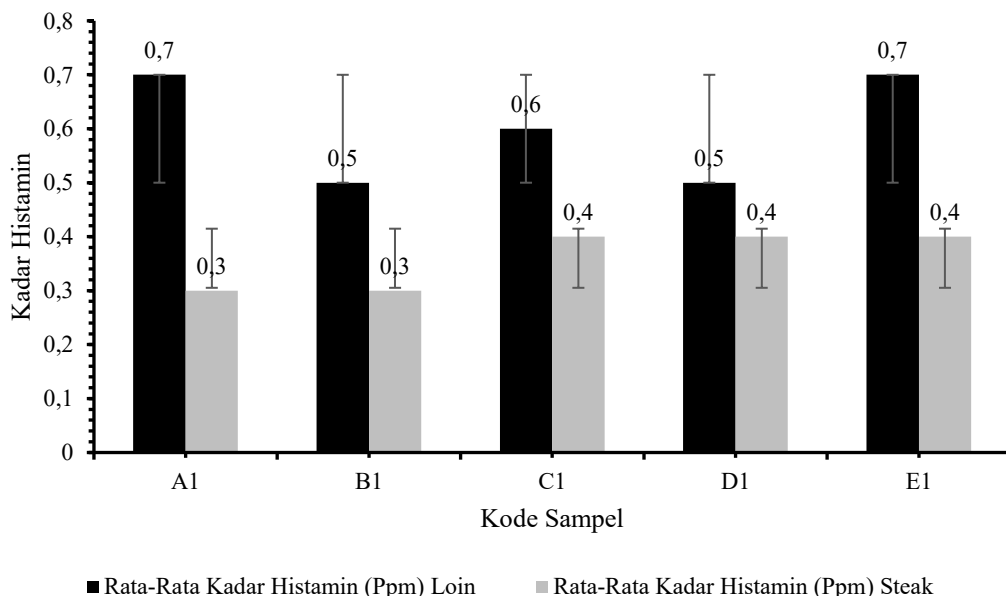
Available online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/JSJ/index>

Berdasarkan Gambar 2 dapat disimpulkan bahwa pengaruh suhu penerimaan sampel ikan tuna pada rentang  $-0,1$  sampai  $0,5^{\circ}\text{C}$  dengan interval  $0,1^{\circ}\text{C}$  tidak memberikan efek yang besar terhadap kadar histamin dengan rata-rata  $0,4$  ppm. Menurut Silva et al., (2006), suhu tinggi merupakan salah satu parameter penyebab kenaikan kadar histamin pada ikan. Dalam kondisi kelembaban ideal dan suhu di atas  $27^{\circ}\text{C}$ , mikroba memiliki laju pertumbuhan yang tinggi sehingga menyebabkan kadar histamin meningkat (Wodi et al., 2014). Penelitian (Kim et al., 1999) juga menambahkan bahwa senyawa amina biogenik dari histamin hanya dapat terbentuk pada suhu optimum sebesar  $25^{\circ}\text{C}$ . Pembentukan histamin biasanya terbentuk akibat adanya kesalahan selama proses penanganan dan pengolahan yang berjalan pada temperatur di atas  $20^{\circ}\text{C}$  (Wodi & Cahyono, 2021). Hal ini diperkuat oleh pernyataan (Wang et al., 2020) bahwa histamin yang diproduksi oleh bakteri dapat terbentuk dengan optimal pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$  dan pH netral.

Meskipun suhu rendah dapat mengontrol bakteri pembentuk histamin, tetapi enzim histidin dekarboksilase yang telah terbentuk akan terus menghasilkan histamin sekalipun bakteri pembentuknya tidak aktif (Prasetyawan et al., 2013). Hal ini dikarenakan pada suhu yang mendekati titik pembekuan, enzim histidin dekarboksilase masih bersifat aktif. Walau demikian, kadar histamin yang dihasilkan dalam penelitian ini tetap di bawah ambang batas berdasarkan analisis yang telah dilakukan. Hal ini menandakan bahwa penjagaan suhu pada penerimaan sampel sudah baik. Dengan begitu, fluktuasi suhu sampel pada ketelitian  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$  masih dalam rentang kondisi yang aman untuk produk olahan tuna.

#### **Pengaruh Bentuk Olahan Ikan Tuna (*Thunnus sp.*) Terhadap Kadar Histamin**

Bentuk olahan ikan tuna berupa loin dan steak mengacu pada Standar Nasional Indonesia SNI 7530.3:2009 dan SNI 01-4485.3:2006 (BSN, 2006; BSN, 2009). Tuna bentuk loin dan steak adalah produk olahan hasil perikanan dengan bahan baku tuna segar atau beku yang mengalami perlakuan seperti pada penjelasan di atas. Dalam proses produksi tuna loin dan steak, terdapat beberapa tahapan proses yang dapat mengganggu keamanan pangan akibat tidak terkendalinya sistem rantai dingin sehingga menyebabkan peningkatan kadar histamin (Santoso et al., 2020). Pengaruh bentuk olahan terhadap kadar histamin pada penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Kadar Histamin pada Berbagai Bentuk Olahan Loin dan Steak

Available online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/JSJ/index>

Sampel dalam bentuk tuna loin dan steak dianalisis kandungan histaminnya menggunakan metode ELISA (*Enzyme Linked Immunosorbent Assay*). ELISA adalah metode yang digunakan melalui pendekatan serologis berdasarkan reaksi spesifik antara antigen dan antibodi. Metode ini memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi dengan menggunakan enzim sebagai indikator. ELISA bekerja dengan mengamati interaksi antara antigen antibodi yang teradsorpsi secara pasif pada permukaan fase padat dengan menggunakan konjugat antibodi atau antigen yang berlabel enzim yang dapat berubah warna akibat adanya reaksi dengan substrat. Warna yang timbul dapat diukur dengan pembacaan nilai absorbansi pada ELISA *plate reader* (Thompson, 2010). Nilai absorbansi yang diperoleh kemudian dikalibrasi ke dalam grafik standar.

Gambar 3 menunjukkan bahwa produk ikan tuna loin dan steak memiliki kadar histamin yang tidak jauh berbeda yaitu dengan rata-rata sebesar 0,6 dan 0,3 ppm. Kadar histamin tersebut menandakan bahwa produk masih layak dikonsumsi sesuai dengan ambang batas histamin pada SNI 2354.10:2016, yaitu 100 ppm. (Santoso et al., 2020) menyatakan bahwa kandungan histamin pada ikan tuna tidak dapat dihilangkan dengan teknologi pengolahan sehingga kadar histamin pada produk ikan tuna akan selalu ada. Dalam pengolahan produk ikan tuna, faktor-faktor yang harus diperhatikan untuk menjaga kadar histamin adalah pelaksanaan SSOP dan GMP, penanganan ikan di atas kapal pada suhu di bawah 4,4°C, rantai dingin, pencegahan kenaikan suhu dan ketepatan kecepatan alur proses yang baik (Mahusain et al., 2017; Mercogliano & Santonicola, 2019). Namun demikian, kandungan histamin dapat muncul pada produk perikanan yang diakibatkan oleh beberapa faktor seperti pada proses pendaratan ikan dan pengolahan atau sistem distribusi ke konsumen. Oleh sebab itu, pemilihan bahan baku tuna yang baik sangat diperlukan dalam rangka menjaga mutu produk.

Selain itu, peningkatan kadar histamin pada produk tuna loin dan steak juga dipengaruhi oleh masalah sanitasi dan hygiene dalam proses penanganan ataupun pengolahan. Kecepatan alur proses dan rantai pasok turut menentukan kualitas tuna yang dihasilkan (Janvier-James, 2012; Perdana et al., 2019). Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Suryanto & Sipahutar, 2021) menunjukkan bahwa kadar histamin pada ikan tuna loin hanya berkisar antara 4,27 – 7,51 ppm. Jumlah tersebut masih di bawah standar yaitu sebesar 50 dan 100 ppm. Sedangkan (Utari et al., 2022) melaporkan bahwa terdapat peningkatan konsentrasi histamin dari bahan baku segar ke produk tuna loin dari 0,52 ppm menjadi 0,96 ppm. Dengan demikian, bentuk olahan ikan tuna baik loin dan steak tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap kadar histamin selama faktor-faktor utama pembentuk histamin dapat dikendalikan dengan baik sehingga pada akhirnya dapat menghasilkan produk perikanan yang aman untuk dikonsumsi.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian ELISA menunjukkan keseluruhan sampel ikan tuna rata – rata mengandung kadar histamin <1 ppm baik sampel ikan tuna segar maupun dalam bentuk loin dan steak. Dari penelitian ini, pengaruh suhu penerimaan sampel pada rentang -0,1 sampai 0,5°C dengan interval 0,1°C dan bentuk olahan tidak memberikan efek pada kadar histamin. Faktor-faktor utama yang memengaruhi kadar histamin adalah penanganan ikan di atas kapal, penerapan rantai dingin dan pelaksanaan alur proses yang baik. Oleh sebab itu, dapat dipastikan bahwa penanganan ikan tuna selama proses pengolahan telah dilakukan dengan baik. Kedepannya, pengujian histamin dapat dilakukan lebih mendalam berdasarkan perubahan suhu dengan rentang 0 – 30°C serta terhadap jenis ikan tuna dan bentuk olahan tuna lainnya.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Standardisasi Nasional. (2006). *SNI 01-4485.3 tentang Penanganan dan Pengolahan Tuna Steak*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2006). *SNI 01-4104-2006 tentang Penentuan Suhu Pusat pada Produk Perikanan*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). *SNI 7530.3 tentang Penanganan dan Pengolahan Tuna Loin*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *SNI 2354.10:2016 tentang Penentuan kadar Histamin dengan Spektroflorometri dan Khromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) pada Produk Perikanan*. Jakarta: BSN.
- Food and Drug Administration. (2011). *Fish and Fishery Product Hazards and Control Guide*. Washington: Departemen of Health and Human Service, Center for Food Safety and Applied Nutrition.
- Janvier-James, A. M. (2012). A New Introduction to Supply Chains and Supply Chain Management: Definitions and Theories Perspective. *International Business Research*, 5(1), 194–207.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2021). *Peringkat Indonesia sebagai Eksportir Produk Perikanan Dunia Meningkat di Masa Pandemi*. Diakses pada Tanggal 30 Juni 2022, dari <https://kkp.go.id/djpdspkp/artikel/33334-peringkat-indonesia-sebagai-eksportir-produk-perikanan-dunia-meningkat-di-masa-pandemi>
- Kim, S. H., An, H., & Price, R. J. (1999). Histamine Formation and Bacterial Spoilage of Albacore Harvested off the U.S. Northwest Coast. *Journal of Food Science*, 64(2), 340–343. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1999.tb15896.x>
- Korashy, N. T., & Farag, H. (2005). Histamine and Histamine Producing Bacteria in Some Local and Imported Fish and Their Public Health Significance. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 1, 329–336.
- Mahusain, N. A. S., Bayoi, F., Karim, N. U., Zainol, M. K., & Danish-Daniel, M. (2017). Changes of Histamine Levels and Bacterialgrowth in Longtail Tuna, *Thunnus tonggol* Stored At different Temperature. *Journal of Sustainability Science and Management, Special Issue*(3), 38–46.
- Masinambou, C. D., Mentang, F., Montolalu, L. A. D. Y., Dotulong, V., Montolalu, R. I., Reo, A. R., & Wonggo, D. (2022). Pengujian Kandungan Histamin dan Mutu Organoleptik Bahan Baku Ikan Tuna *Thunnus albacares* Kaleng. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 10(3), 143–149.
- Mercogliano, R., & Santonicola, S. (2019). Scombroid Fish Poisoning: Factors Influencing the Production of Histamine in Tuna Supply Chain. A review. *LWT*, 114, 108374. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108374>
- Nurani, T. W., Murdaniel, R. P. S., & Harahap, M. H. (2016). Upaya Penanganan Mutu Ikan Tuna Segar Hasil Tangkapan Kapal Tuna Longline Untuk Tujuan Ekspor (*Fresh Tuna Handling Quality for Tuna Longliner Caching for Export Market*). *Marine Fisheries: Journal of Marine Fisheries Technology and Management*, 4(2), 153–162. <https://doi.org/10.29244/jmf.4.2.153-162>
- Perdana, G. M. R., Sumiyanto, W., & Sipahutar, Y. H. (2019). Penetapan dan Pengendalian Titik Kendali Kritis Histamin pada Pengolahan Tuna Steak Beku (*Thunnus sp.*) Di PT. Permata Marindo Jaya Muara Baru - Jakarta Utara. *Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.15578/bjsj.v1i1.8421>
- Prasetiawan, N. R., Agustini, T. W., & Ma'ruf, W. F. (2013). Penghambatan Pembentukan Histamin pada Daging Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) oleh Quercetin Selama Penyimpanan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 16(2), 150–158.
- Pursetyo, K. T., Tjahjaningsih, W., & Pramono, H. (2015). Perbandingan Morfologi Kerang Darah di Perairan Kenjeran dan Perairan Sedati. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 7(1), 31–33.
- Ratri, R. H. W. (2021). *Panduan Penanganan Ikan Tuna untuk Ekspor*. Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Nizam Zachman: Jakarta.

Available online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/JSJ/index>

- Sabry, M. A., Mansour, H. A. E. A., Ashour, R. M., & Hamza, E. (2019). Histamine-Producing Bacteria and Histamine Induction in Retail Sardine and Mackerel from Fish Markets in Egypt. *Foodborne Pathogens and Disease*, 16(9), 597–603. <https://doi.org/10.1089/fpd.2018.2616>
- Santoso, A., Palupi, N. S., & Kusumaningrum, H. D. (2020). Pengendalian Histamin pada Rantai Proses Produk Ikan Tuna Beku Ekspor. *Jurnal Standardisasi*, 22(2), 131–142.
- Silva, C. C. G., Ponte, D. J. B., & Dapkevicius, M. L. N. E. (2006). Storage Temperature Effect on Histamine Formation in Big Eye Tuna and Skipjack. *Journal of Food Science*, 63(4), 644–647. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1998.tb15803.x>
- Sulistijowati, R., & Moomin, D. W. (2021). Mutu Edible Film Karaginan Kompleks Ekstrak Buah Mangrove (*Sonneratia alba*) dan Hambatannya Terhadap Bakteri Pembentuk Histamin pada Tuna Loin. *Jambura Fish Processing Journal*, 3(1), 27–37.
- Suryanto, M. R., & Sipahutar, Y. H. (2020). Penerapan GMP dan SSOP pada Pengolahan Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*) Peeled Deveined Tail on (PDTO) Masak Beku di Unit Pengolahan Ikan Banyuwangi. *Prosiding Seminar Kelautan dan Perikanan Ke VII P*, 204–222.
- Suryanto, M. R., & Sipahutar, Y. H. (2021). Kadar Histamin dan Nilai Angka Lempeng Total (ALT) pada Tuna Loin Berdasarkan Jumlah Hari Penangkapan dan Ukuran Ikan di Unit Pengolahan Ikan, Surabaya. *Prosiding Simposium Nasional VIII Kelautan dan Perikanan*, 173–184.
- Thompson, M. (2010). *Immunoanalysis, Basic Principles of ELISA, Analytical Method Committee*. AMCTB No.45.
- Utari, S. P. S. D., Dewi, R. N., & Febrianti, F. (2022). Analysis of Histamin Content in Loin Tuna (*Thunnus maccoyii*) in Denpasar, Bali. *Berkala Perikanan Terubuk*, 50(3), 1685–1689.
- Wahidi, B. R., Suseno, A., Suseno, D. A. N., Suseno, D. N., & Hakimah, N. (2022). Analisis Kadar Histamin pada Produk Olahan Ikan Pindang di Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur Menggunakan ELISA. *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 13(2), 112–118.
- Wang, D., Yamaki, S., Kawai, Y., & Yamazaki, K. (2020). Histamine Production Behaviors of a Psychrotolerant Histamine-Producer, *Morganella psychrotolerans*, in Various Environmental Conditions. *Current Microbiology*, 77(3), 460–467. <https://doi.org/10.1007/s00284-019-01853-y>
- Wodi, S. I. M., & Cahyono, E. (2021). Kajian Total Bakteri dan Kadar Histamin Tuna Pasca Tangkap di Perairan Sangihe. *Jurnal Ilmiah Tindalung*, 7(1), 28–32.
- Wodi, S. I. M., Trilaksani, W., & Nurilmala, M. (2014). Changesin Myoglobin of Big Eye Tuna During Chilling Storage. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 17(3), 214. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v17i3.8908>
- Wodi, S. I. M., Trilaksani, W., & Nurilmala, M. (2018). Histamin dan Identifikasi Bakteri Pembentuk Histamin pada Tuna Mata Besar (*Thunnus obesus*). *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, 9(2), 185–192.