

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/psnp.19999>

PENGARUH SUHU TERHADAP KANDUNGAN HISTAMIN *Thunnus albacares* MENGUNAKAN METODE ENZYME-LINKED IMMUNOSORBENT ASSAY

EFFECT OF TEMPERATURE ON HISTAMINE CONTENT IN YELLOWFIN TUNA USING THE ENZYME-LINKED IMMUNOSORBENT ASSAY METHOD

I Gede Adi Wiraguna^{1*}, Anis Khairunnisa¹

¹ Prodi Pengolahan Hasil Laut Politeknik Kelautan dan Perikanan Jembrana
Desa Pengambangan Kecamatan Negara Kabupaten Jembrana Provinsi Bali 82218

*E-mail: gedewiraguna479@gmail.com

ABSTRAK

Ikan tuna sirip kuning termasuk dalam kelompok *scombridae* yang berpotensi menghasilkan histamin apabila mengalami penanganan suhu yang tidak tepat, sehingga dapat menimbulkan risiko terhadap keamanan pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan suhu dan pengamatan terhadap kadar histamin ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) di PT HIJ Denpasar, Bali. Pengujian kadar histamin menggunakan metode *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA). Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif menggunakan *Microsoft Excel 2019* dan *IBM SPSS Statistics 27* dengan metode ANOVA dan uji lanjut Duncan serta analisis regresi sederhana untuk melihat hubungan pengaruh suhu dan pengamatan terhadap kandungan histamin bahan baku ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu bahan baku ikan tuna berkisar antara 0,7–1,1°C, sedangkan kadar histamin berada pada rentang 0,3–1,4 ppm dengan batas maksimum 30 ppm berdasarkan SNI 2729:2013 dan 17 ppm sesuai standar internal perusahaan, sehingga bahan baku dinyatakan aman dan memenuhi standar ekspor. Hasil pengujian ANOVA pada pengamatan suhu menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antar pengamatan, lalu untuk pengujian ANOVA pada pengamatan histamin menunjukkan lonjakan nilai histamin pada hari ke-2, dan untuk hasil pengujian regresi linear sederhana pada hubungan suhu terhadap kadar histamin ditunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan.

Kata kunci: ELISA, histamin, suhu, SPSS, *Thunnus albacares*

ABSTRACT

*Yellowfin tuna belongs to the Scombridae family, which has the potential to produce histamine when subjected to improper temperature handling, thus posing risks to food safety. ** This study aims to examine the relationship between temperature and observation periods on the histamine levels in yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) at PT HIJ Denpasar, Bali. Histamine testing was conducted using the Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) method. The obtained data were analyzed descriptively using Microsoft Excel 2019 and IBM SPSS Statistics 27 with ANOVA and Duncan's post-hoc test, as well as simple regression analysis to observe the relationship between temperature and observation periods on the histamine content in yellowfin*

tuna raw materials. The results showed that the temperature of yellowfin tuna raw materials ranged between 0.7–1.1°C, while histamine levels ranged from 0.3–1.4 ppm, well below the maximum limit of 30 ppm based on SNI 2729:2013 and 17 ppm according to the company's internal standard. Therefore, the raw materials were declared safe and met export standards. ANOVA test results for temperature observations showed no significant differences between observation periods, while ANOVA for histamine observations indicated a spike in histamine levels on day 2. The simple linear regression analysis of the relationship between temperature and histamine levels demonstrated no significant correlation.

Keywords: ELISA, histamine, SPSS, temperature, *Thunnus albacares*

PENDAHULUAN

Ikan tuna merupakan salah satu komoditas perikanan bernilai ekonomis tinggi dan berperan penting dalam ekspor hasil laut Indonesia. Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP, 2022), ikan tuna tercatat sebagai komoditas ekspor terbesar kedua setelah udang dengan nilai mencapai US\$ 506,98 juta. Terdapat beberapa jenis utama ikan tuna di perairan Indonesia, salah satunya ialah ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) yang menjadi fokus penelitian ini.

Ikan tuna (*Thunnus* sp.) dikenal sebagai sumber protein hewani berkualitas tinggi dengan kadar lemak yang relatif rendah. Menurut Hadinoto dan Idrus (2018), kandungan protein ikan tuna berkisar antara 22,6–26,2 g/100 g daging, sedangkan kadar lemaknya hanya 0,2–2,7 g/100 g daging. Selain itu, tuna juga mengandung berbagai mineral penting seperti kalsium, fosfor, besi, dan natrium, serta vitamin A (retinol) dan vitamin B kompleks (tiamin, riboflavin, dan niasin). Namun demikian, ikan tuna termasuk dalam kelompok *Scombridae* yang berpotensi menghasilkan senyawa *scombrotxin* apabila mengalami penanganan yang tidak tepat. Salah satu komponen utama *scombrotxin* adalah histamin; akumulasi histamin pada daging ikan yang melebihi ambang batas dapat menyebabkan keracunan (*scombroid poisoning*).

Pembentukan histamin sangat dipengaruhi oleh proses penanganan dan penyimpanan ikan. Penanganan yang kurang baik dapat memicu aktivitas enzim dekarboksilase yang mengubah histidin menjadi histamin (Nurilmala *et al.*, 2019). Menurut Santoso *et al.* (2020), menjaga suhu ikan di bawah 4,4°C dapat menghambat pertumbuhan bakteri penghasil enzim tersebut, sedangkan penyimpanan beku mampu menghentikan pembentukan histamin. Oleh karena itu, penerapan proses penanganan dan penyimpanan ikan yang tepat sangat penting untuk mempertahankan mutu dan keamanan ikan sebelum diolah lebih lanjut.

Sebagai perusahaan pengolahan hasil perikanan yang berorientasi ekspor, perusahaan menetapkan pengawasan ketat terhadap mutu bahan baku ikan tuna, termasuk kandungan

histaminnya. Histamin menjadi salah satu parameter penting dalam perdagangan internasional karena berhubungan langsung dengan keamanan pangan. Berdasarkan ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI 2729:2013), kadar histamin maksimum yang diizinkan pada ikan segar adalah 30 ppm, sedangkan FDA (2011) menetapkan batas aman sebesar 50 ppm, dan Uni Eropa serta SNI 2354.10:2016 menetapkan ambang batas 100 ppm. Untuk memastikan bahan baku memenuhi standar tersebut, pengujian histamin dilakukan dengan metode *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) yang dikenal memiliki sensitivitas dan akurasi tinggi dalam mendeteksi kadar histamin. Kegiatan pengujian tersebut menjadi dasar penting bagi perusahaan untuk memastikan bahwa bahan baku yang digunakan memenuhi standar keamanan pangan serta layak untuk diekspor.

Penelitian ini dilakukan untuk menguji kandungan histamin pada bahan baku ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) agar aman dikonsumsi dan memenuhi standar ekspor. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk memahami hubungan antara suhu dan kadar histamin pada bahan baku ikan segar. Pengujian dalam penelitian ini akan dilakukan menggunakan metode *Enzyme Linked Immunosorbent Assay* (ELISA), yang dipilih karena sensitivitas dan akurasinya dalam mendeteksi histamin pada bahan pangan.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Penelitian dilakukan di laboratorium pengujian PT HIJ Denpasar, Bali. Bahan yang digunakan ialah *Thunnus albacares* yang berasal dari perairan selatan Bali. Bahan yang digunakan untuk pengujian histamin yaitu akuades, *wash buffer*, reagen *Bioshield* (*histamine dilution buffer*, *histamine detection solution*, *TMB substrate*, *stop solution*), dan larutan standar histamin (0, 5, 25, dan 50 ppm).

Proses pengambilan sampel menggunakan alat *coring tube*, box sampel dan spidol, sedangkan pengecekan suhu dilakukan dengan thermometer digital. Untuk pengujian histamin, alat yang digunakan meliputi botol sampel, digital timer, pinset, rak *tube*, *filtrate tube*, rak *wells*, antibodi *wells*, *mixing wells*, timbangan analitik, gelas ukur, *Neogen Stat-fax 4700 Microwell Reader*, film penyegel, gunting, mikropipet 100 dan 900 μL , serta mikropipet tips.

Metode

Proses Pengecekan Suhu dan Pengambilan Sampel

Pengecekan suhu pada bahan baku *Thunnus albacares* segar mengacu pada penelitian Anjeli *et al.* (2024) dengan cara membuka bagian sirip dada kemudian ditusuk menggunakan alat

thermometer digital dan suhunya dapat dilihat beberapa menit kemudian. Proses pengambilan sampel dilakukan menggunakan alat *coring tube*, alat ditusukkan pada bagian punggung untuk dilakukan pengecekan mutu lalu dijadikan sampel. Sampel tersebut disimpan menggunakan plastik *Low Density Poly Ethylene* (HDPE) lalu dimasukkan dalam wadah *styrofoam* yang berisi es. Sampel kemudian dibawa menuju laboratorium untuk dilakukan proses pengujian histamin.

Prosedur Pengujian Histamin

Pengujian kadar histamin menggunakan teknik pengujian ELISA dengan metode *competitive* ELISA. Pengujian ELISA terdiri dari beberapa tahapan pengujian yaitu, preparasi sampel, ekstraksi sampel, pengujian histamin dan penentuan absorbansi. Sampel ikan dihomogenkan dengan cara dihancurkan lalu diambil sebanyak 30 gram. Sampel diambil untuk dijadikan komposit seberat 5 gram. Sampel yang telah dihomogenkan dimasukkan ke dalam botol sampel berlabel berisi 95 mL akuades, lalu dikocok selama 1 menit lalu diamkan 30 detik hingga jaringan mengendap. Sebanyak 100 μ L ekstrak dipindahkan ke *filtrate tube* dan dicampur dengan 900 μ L *dilution buffer*, kemudian dihomogenkan dengan pipetasi naik-turun sebanyak 5 kali. Untuk proses pengujian disiapkan 2 jenis *well* yaitu *mixing well* (hijau) dan antibodi *well* (putih). Sebanyak 100 μ L *Histamine Detection Solution* ditambahkan ke tiap *mixing well* menyesuaikan dengan jumlah komposit, dilanjutkan dengan penambahan 100 μ L hasil ekstraksi sampel dan pencampuran dengan pipetasi naik turun sebanyak 5 kali agar reagen dan ekstrak sampel homogen. Pada proses pemindahan ekstraksi sampel pada tiap *well* dipastikan untuk mengganti pipet tips agar tidak mengkontaminasi ekstrak sampel lainnya dikarenakan kandungan histamin pada setiap ekstrak sampel berbeda. Larutan standar dari *BioShield Histamine ELISA kit* dengan konsentrasi 0, 5, 25, dan 50 ppm disiapkan untuk membuat larutan standar pada *mixing well* yang berbeda dan lakukan perlakuan yang sama seperti langkah sebelumnya, larutan standar digunakan sebagai kontrol. Setelah homogen, sebanyak 100 μ L dimasukkan ke dalam antibodi *well*, lalu tutup dengan film penyegel dan selama 10 menit diinkubasi dalam suhu ruangan. Lakukan perlakuan yang sama terhadap kontrol.

Pencucian dilakukan dengan mencampurkan larutan *wash buffer* dengan 1 Liter akuades. Film penyegel dilepaskan dan proses pencucian dilakukan dengan cara menuangkan *wash buffer* sampai batas mulut tiap antibodi *well*, plat secara manual digoyang selama beberapa detik kemudian larutan dibuang dan dikeringkan menggunakan tisu dengan cara menepuk-nepukkan rak *well* secara terbalik. Proses ini dilakukan sebanyak 4 kali dan dilakukan secara hati-hati agar *well* yang telah dicuci tidak terlalu kering. Lakukan perlakuan yang sama terhadap kontrol. Sebanyak 100 μ L *TMB Substrate* ditambahkan pada tiap *well* dan ditutup dengan film penyegel

lalu goyangkan plat secara manual selama beberapa detik dan diinkubasi pada suhu ruang selama 10 menit. Lakukan perlakuan yang sama pada kontrol. Film penyegel dilepaskan dan sebanyak 100 μL reagen *Stop Solution* ditambahkan pada tiap *well* untuk menghentikan proses reaksi. Setelah reaksi berhenti, warna kuning akan muncul sebagai indikator kadar histamin melalui nilai absorbansi warna dan dilakukan pembacaan melalui alat *Neogen Stat-fax 4700 Microwell Reader* dengan menggunakan panjang gelombang 450 nm. Setelah selesai membaca, akan tercetak struk yang memberikan informasi nilai absorbansi dari kontrol dan sampel. Nilai absorbansi tersebut akan diinput ke dalam aplikasi *Prognosis Biotech* yang akan menampilkan nilai kadar histamin kontrol dan sampel.

Analisis Data

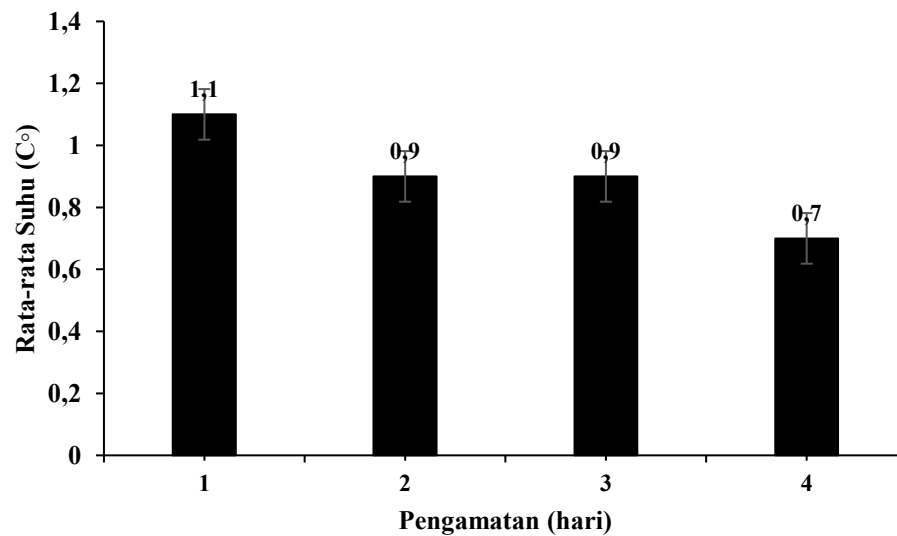
Analisis data pada penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Data hasil pengecekan suhu dan pengujian histamin pada bahan baku ikan segar akan dianalisis menggunakan *Microsoft Excel 2019* dan *IBM Statistics SPSS 27* dengan metode uji ANOVA dengan uji lanjut Duncan dan analisis regresi linear, lalu disajikan dalam bentuk diagram yang akan memberikan gambaran jelas mengenai proses pengendalian mutu bahan baku ikan tuna sirip kuning segar.

HASIL DAN BAHASAN

Hasil

Hasil Pengukuran Suhu Bahan Baku

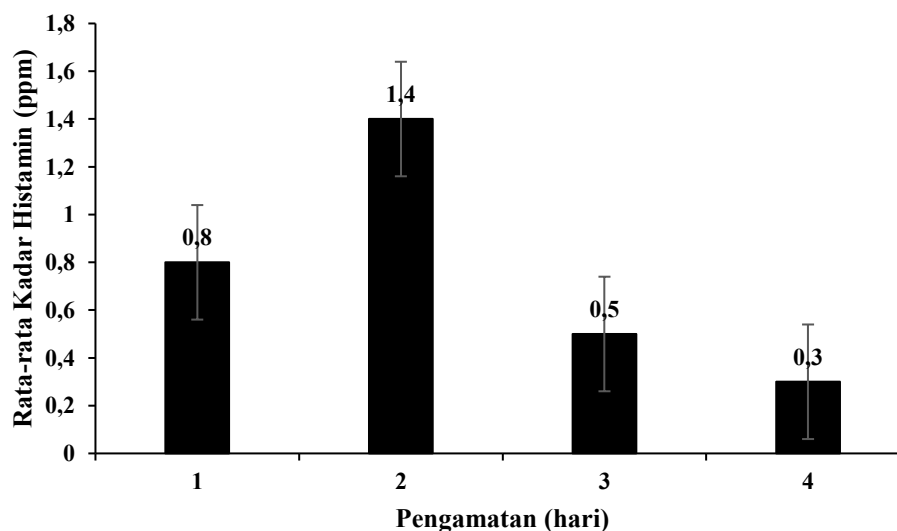
Proses pengukuran suhu dilakukan pada saat proses penerimaan bahan baku. Perusahaan menerapkan standar suhu penerimaan bahan baku $<3,9^{\circ}\text{C}$, ikan akan langsung dikembalikan kepada *supplier* apabila suhu ikan tersebut melebihi batas standar. Hasil pengukuran suhu bahan baku disajikan dalam diagram garis pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1 rata-rata suhu bahan baku ikan segar berkisar antara $0,7^{\circ}\text{C}$ – $1,1^{\circ}\text{C}$. Hasil ini mencerminkan bahwa proses pengendalian suhu dilakukan secara optimal, sehingga suhu bahan baku tidak melebihi batas standar yang ditetapkan.



Gambar 1. Hasil rata-rata suhu penerimaan bahan baku

Hasil Pengujian Histamin Bahan Baku

Pengujian histamin pada bahan baku di PT HIJ dilakukan setelah proses penerimaan bahan baku di lab internal perusahaan. Hasil pengujian histamin bahan baku disajikan dalam bentuk grafik batang pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil rata-rata pengujian kadar histamin bahan baku

Berdasarkan data pada grafik, kadar histamin bahan baku ikan menunjukkan nilai rata-rata berkisar antara 0,3–1,4 ppm. Nilai tersebut berada jauh di bawah batas standar yang ditetapkan, sehingga menunjukkan bahwa bahan baku ikan masih berada dalam kondisi segar dan aman untuk dikonsumsi.

Hubungan Suhu terhadap Kadar Histamin Bahan Baku

Hubungan suhu terhadap kadar histamin bahan baku *Thunnus albacares* dianalisis menggunakan metode regresi linear dan didapatkan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,018, nilai ini menandakan bahwa pengaruh variabel suhu terhadap variabel kadar histamin (Y) hanya 1,8%. Nilai signifikansi untuk pengaruh variabel suhu terhadap variabel kadar histamin adalah sebesar $0,217 > 0,05$.

Pembahasan

Pengukuran Suhu Bahan Baku

Suhu menjadi parameter penting karena berdampak terhadap aktifitas enzimatis pada ikan yang dapat menyebabkan kenaikan kadar histamin, asam amino histidin bebas pada suhu $>4,4^\circ\text{C}$ akan diurai menjadi histamin (Santoso *et al.*, 2020). Rentang pengukuran suhu bahan baku selama proses penerimaan sudah sesuai dengan SNI 2729:2013 dan standar perusahaan yang mensyaratkan suhu ikan dijaga $<4,4^\circ\text{C}$, tercatat suhu dengan nilai terendah $0,7^\circ\text{C}$ dan nilai tertinggi mencapai $1,1^\circ\text{C}$. berdasarkan hasil uji ANOVA dengan uji lanjut Duncan, diketahui nilai signifikansi $0,328 > 0,05$ yang menandakan bahwa tidak ada perbedaan suhu yang signifikan antar pengamatan. Fluktuasi suhu selama periode pengamatan menunjukkan stabilitas yang baik dengan nilai standar deviasi $<1^\circ\text{C}$ ($0,37^\circ\text{C}$ - $0,62^\circ\text{C}$), mengindikasikan penerapan kontrol suhu yang baik.

Lebih lanjut, Santoso *et al.*, (2020) menyatakan bahwa dengan menjaga suhu ikan tidak lebih dari $4,4^\circ\text{C}$, maka pertumbuhan dari bakteri penghasil enzim dekarboksilase dapat dikendalikan dan dihambat. Pencapaian rentang suhu yang rendah serta fluktuatif yang stabil menunjukkan bahwa penerapan sistem rantai dingin melalui penggunaan es dalam menjaga mutu ikan tuna telah dijalankan dengan baik (Aminatuzhura *et al.*, 2016; Wiranata *et al.*, 2017).

Pengujian Histamin Bahan Baku

Histamin merupakan senyawa alami yang terdapat dalam tubuh ikan dan dapat bersifat toksik apabila kadarnya tinggi (Mauliyani *et al.*, 2016). Pada ikan yang masih hidup, histamin berperan dalam respon imun atau alergi. Setelah ikan mati, aktivitas enzim *histidine dekarboksilase* yang dihasilkan oleh bakteri seperti *Morganella morganii*, *Enterobacter aerogenes*, *Raoultella planticola*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Escherichia*, *Clostridium*, *Lactobacillus*, *Enterobacter*, dan *Proteus* akan menguraikan asam amino histidin bebas menjadi histamin

berlebih (Santoso *et al.*, 2020). Kandungan histidin bebas banyak terdapat pada ikan dari Famili *Scombroidae*, seperti tuna (Radjawane *et al.*, 2016). Selanjutnya, **faktor suhu, metode penanganan, dan lama waktu penanganan (*time loading*)** sangat mempengaruhi peningkatan kadar histamin pada ikan (Satyadharma *et al.*, 2022).

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa nilai histamin yang diperoleh dengan rentang nilai terkecil adalah 0,3 ppm dan nilai terbesar adalah 1,4 ppm. Hasil pengujian histamin ini tergolong aman karena kadarnya masih dibawah standar, sesuai dengan SNI 2729:2013 tentang kadar histamin ikan segar dengan kadar nilai histamin maksimal 30 ppm dan juga berdasarkan standar internal perusahaan sudah sesuai karena masih dibawah batas maksimal dengan nilai 17 ppm. Nilai kadar histamin menunjukkan tren yang relative stabil dan cenderung menurun hingga akhir periode pengamatan, ini menandakan penerapan sistem penanganan bahan baku dan penjaminan mutu telah dilakukan secara optimal. Hasil pengujian pada metode ANOVA dengan uji lanjut Duncan diketahui nilai signifikansi adalah $0,000 < 0,005$, nilai ini mengartikan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antar pengamatan khususnya pada pengamatan kedua dengan nilai histamin paling tinggi. Hal ini menandakan bahwa meskipun pengendalian suhu telah dilakukan secara baik, penanganan dan penyimpanan pasca panen, proses distribusi menuju tempat pengolahan, sanitasi area penerimaan bahan baku, penanganan saat proses produksi dan penerapan rantai dingin. faktor yang perlu untuk diperhatikan

Hasil pengujian histamin pada penelitian ini lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Utari (2023) yang berkisar antara 0-4,2 ppm dengan metode Biofis. Perbedaan nilai kandungan hasil uji histamin dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti ukuran sampel, asal bahan baku dan metode pengujian yang digunakan. Pengujian histamin pada bahan baku ini penting untuk menjamin kesegaran kualitas mutu dan untuk menghindari terjadinya keracunan akibat kadar histamin yang tinggi. Utari (2023) menyatakan bahwa ikan tuna merupakan kelompok *Scombridae* yang dapat menghasilkan *scombrototoxin*, senyawa ini dapat mengakibatkan tersebut dapat menyebabkan alergi atau keracunan apabila dikonsumsi melebihi batas standar yg ditetapkan pemerintah. Ruam, mual, diare muntah, kemerahan, kesemutan dan gatal pada kulit merupakan beberapa keracunan ringan yang terjadi apabila mengkonsumsi ikan dengan kadar histamin yang tinggi (Suryanto, 2021). Oleh karena itu, pengawasan mutu secara rutin menjadi indikator penting untuk menjamin keamanan pangan

Hubungan Suhu Terhadap Kadar Histamin Bahan Baku

Pembentukan histamin biasanya terbentuk karena terjadinya kesalahan selama proses

penanganan dan pengolahan pada suhu di atas 20°C (Wodi & Cahyono, 2021; Dewi, 2023). Argumen ini diperkuat oleh pernyataan (Dewi, 2023) bahwa pada suhu 20°C dan pH netral dapat memicu produksi histamin oleh bakteri yang dapat terbentuk dengan optimal. Meskipun suhu bahan baku pada penelitian ini tidak mencapai 20°C, teori tersebut memperjelas bahwa semakin tinggi suhu, semakin besar potensi pembentukan histamin

Dari hasil uji didapatkan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,018, nilai ini menandakan bahwa pengaruh variabel suhu terhadap variabel kadar histamin hanya 1,8%. Angka ini menunjukkan bahwa, variabel suhu hanya mampu menjelaskan variasi atau perbedaan nilai sebesar 1,8% terhadap variabel kadar histamin, ini menandakan bahwa hubungan suhu terhadap histamin sangat lemah. Sebesar 98,2% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diamati pada pengujian ini seperti penanganan dan penyimpanan pasca panen, proses distribusi menuju tempat pengolahan, sanitasi area penerimaan bahan baku, penanganan saat proses produksi dan penerapan rantai dingin.

Diketahui Signifikansi untuk pengaruh variabel suhu terhadap variabel kadar histamin adalah sebesar $0,217 > 0,05$ yang berarti bahwa tidak terdapat pengaruh variabel suhu terhadap variabel kadar histamin. Dengan demikian, perubahan variabel suhu tidak terdapat perubahan yang signifikan terhadap variabel kadar histamin pada pengujian ini.

Suhu rendah dapat mengontrol pembentukan histamin oleh bakteri, tetapi enzim histidin dekarboksilase yang telah terbentuk pada saat proses awal penangkapan akan terus menghasilkan histamin meskipun bakteri pembentuknya tidak aktif (Prasetyawan *et al.*, 2013; Dewi, 2023). Hal ini diakibatkan oleh enzim histidin dekarboksilase masih bersifat aktif pada suhu yang mendekati titik beku. Penurunan suhu hanya dapat mencegah pembentukan enzim baru, tetapi tidak dapat menghentikan kerja enzim yang sudah ada, oleh karena itu faktor penanganan di atas kapal sangat penting untuk diperhatikan agar proses penurunan suhu bisa efektif mencegah pembentukan enzim histidin dekarboksilase. Walaupun demikian, kadar histamin bahan baku yang dihasilkan dalam penelitian ini tetap di bawah ambang batas (< 17 ppm, standar perusahaan) berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan.

SIMPULAN

Pengujian histamin pada bahan baku di laboratorium PT HIJ menggunakan metode *competitive* ELISA dengan reagen BIOSHIELD, metode pengujian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu, preparasi sampel, ekstraksi sampel, pengujian histamin dan penentuan absorbansi. Hasil pengukuran suhu (0,7-1,1 °C) dengan hasil uji ANOVA uji lanjut Duncan tidak perbedaan

yang signifikan antar pengamatan dan pengujian histamin bahan baku (0,3-1,4 ppm) yang terdapat perbedaan yang signifikan pada pengamatan kedua hasil dari uji ANOVA uji lanjut Duncan. Untuk hubungan antara pengaruh suhu terhadap kadar histamin bahan baku *Thunnus albacares* ditunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan.

PERSANTUNAN

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada PT HIJ Denpasar, Bali, karyawan setempat serta Lembaga Politeknik Kelautan dan Perikanan Jembrana yang telah membantu jalannya kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [FDA] Food and Drugs Administration. 2020. Fish and Fishery Products Hazard and Controls Guidance, Fourth Edition. FDA. Washington DC
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2022. Nilai Ekspor Impor Produk Perikanan Indonesia Periode Januari - Juli 2022.
- Aminatuzzuhra, A., Purwaningsih, R., & Susanto, N. (2016). Simulasi Cold Chain System pada Rantai Distribusi Ikan untuk Mengukur Peningkatan Mutu Ikan di Kota Semarang. *Industrial Engineering Online Journal*, 5(4).
- Anjeli, N., Muqsit, A., Nabiu, N. L. M., Mahfudz, A. A., Ariasari, A., & Suci, A. N. N. (2024). Penanganan Ikan Tuna Sirip Kuning (*Thunnus albacares*) hasil tangkapan nelayan pancing ulur yang didaratkan di PPS Bungus. In *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Kelautan Dan Perikanan* (Vol. 2, p
- Dewi, R. N. (2023). Pengaruh suhu penerimaan sampel dan bentuk olahan Ikan Tuna (*Thunnus* sp.) terhadap kadar histamin menggunakan metode elisa. *Buletin Jalanidhitah Sarva Jivita*, 5(1), 55-62.
- Hadinoto, S., & Idrus, S. (2018). Proporsi dan kadar proksimat bagian tubuh Ikan Tuna Sirip Kuning (*Thunnus albacares*) dari Perairan Maluku. *Majalah Biam*, 14(2), 51.
- Mauliyani, E., Wibowo, A.M., & Rianto, R. 2016. Uji kualitatif histamin menggunakan kit histakit pada ikan patin jambal (*Pangasius djambal*) selama penyimpanan suhu dingin. *Jurnal Kartika Kimia*. 5(3): 13 - 17.
- Nurilmala M, Abdullah A, Matutina VM, Nurjanah, Yusfiandayani R, Sondita MFA, Hizbullah HH. (2019). Perubahan kimia, mikrobiologis dan karakteristik gen HDC pengkode histidin dekarboksilase pada ikan tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*) selama penyimpanan suhu dingin. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis* 11(2):285–296.
- Radjawane, C., Darmamnto, S.Y., & Swastawati, F. 2016. Kajian kandungan histamin ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) segar dan asap pada sentral pengolahan ikan asap di kota Ambon. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan: Universitas Trunojoyo Madura*. Hlm 316 – 320.
- Santoso, A., Palupi, N. S., Kusumaningrum, H. D., Darmaga, K. I. P. B., Akademik, J. L., &

- Barat, J. (2020). Pengendalian histamin pada rantai proses produk ikan tuna beku ekspor. *Jurnal Standardisasi*, 22(2), 131-142.
- Satyadharna, W. A., Perwira, I.Y., Kartika, I. W. D. 2022. Studi perubahan kandungan histamin ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) pada kondisi suhu ruang/terbuka. *Current Trends in Aquatic Science* 5(1): 7-11.
- 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 Kelautan dan Perikanan, 8.
- Utari, S. P. (2023). Proses pembekuan dan pengujian histamin ikan tuna (*Thunus sp.*) di PT. X, Banyuwangi. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 13(2), 107-117.
- Wiranata, K., Widia, I. W., & Sanjaya, I. P. G. B. (2017). Pengembangan sistem rantai dingin ikan tongkol (*Euthynnus affini*) segar untuk pedagang ikan keliling. *Beta (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 6(1), 12-21.
- Wodi, S. I. M., Trilaksani, W., & Nurilmala, M. (2018). Histamin dan identifikasi bakteri pembentuk histamin pada Tuna Mata Besar (*Thunnus obesus*) histamine and identification histamine-forming bacteria in. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, Vol, 9(2), 185-192.