Pharmacoun Journal
Available online at https://ojs.stikeskeluargabunda.ac.id/index.php/pharmaconjurnal
Original Research Article

IDENTIFIKASI BAKTERI *SALMONELLA SP* DAN PENGARUH LAMA PENYIMPANAN DAGING IKAN TONGKOL *(Euthynnus affinis)* PADA SUHU YANG BERBEDA TERHADAP *ANGKA LEMPENG TOTAL BAKTERI*

*Nadia Raihana [1] *, Yova Aditiatama [2], Novi Ervina Harahap [3], Sukma Ayu Putri[4]*

[1,2,3,4] Program Studi Farmasi Program Sarjana Farmasi STIKes Keluarga Bunda Jambi, Jambi, Indonesia

INFO ARTIKEL

*Penulis korespondensi.
Surel (***Nadia Raihana [1] *, Yova Aditiatama [2], Novi Ervina Harahap [3], Sukma Ayu Putri[4]***
nadiaraihana@gmail.com

ABSTRAK

Ikan tongkol merupakan salah satu komoditas perikanan yang banyak dikonsumsi masyarakat karena kandungan protein yang tinggi. Perbedaan suhu dan lama penyimpanan dapat mempengaruhi kualitas ikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai ALT serta mengidentifikasi tersangka *Salmonella Sp*. pada daging ikan tongkol berdasarkan perbedaan suhu dan lama penyimpanan. Penelitian menggunakan metode eksperimental dengan perlakuan penyimpanan pada suhu ruang, *chiller*, dan *Freezer* selama 0, 1, 3, dan 5 hari. Sampel dihomogenisasi, kemudian dilakukan pengenceran bertingkat hingga 10^{-6}. Pengujian ALT dilakukan menggunakan media Plate Count Agar (PCA), sedangkan identifikasi dilakukan menggunakan media *Xylose Lysine Deoxycholate* (XLD), *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), dan *Lysine Iron Agar* (LIA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai ALT berkisar antara $3{,}1 \times 10^5$ CFU/g hingga $3{,}54 \times 10^8$ CFU/g. Nilai ALT terendah diperoleh pada perlakuan *Freezer* hari ke-0 sebesar $3{,}2 \times 10^5$ CFU/g, sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan *chiller* hari ke-3 sebesar $3{,}54 \times 10^8$ CFU/g. Sebagian besar perlakuan memiliki nilai ALT melebihi batas maksimum cemaran mikroba ikan segar menurut SNI 7388:2009. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penyimpanan pada suhu dan lama penyimpanan yang berbeda mempengaruhi kualitas mikrobiologi daging ikan tongkol, dengan perlakuan *Freezer* hari ke-0 menunjukkan kualitas mikrobiologi terbaik, sedangkan perlakuan *chiller* hari ke-3 menunjukkan kualitas mikrobiologi paling rendah.

***Keywords*:** Angka Lempeng Total, ikan tongkol, *Salmonella Sp*., suhu penyimpanan, kualitas mikrobiologi.

INTRODUCTION

Ikan tongkol *(Euthynnus affinis)* merupakan komoditas perikanan laut yang memiliki nilai ekonomi tinggi di Indonesia. Ikan ini menjadi sumber protein hewani utama bagi masyarakat karena harganya terjangkau dan gizinya lengkap. Permintaan ikan tongkol yang terus meningkat baik di pasar domestik maupun ekspor menyebabkan produksi dan distribusinya dilakukan dalam skala besar. Oleh karena itu, penanganan pasca-tangkap yang tepat sangat diperlukan agar kualitas ikan tetap terjaga hingga sampai ke konsumen (Norita et al., 2019; Gebrina Reski et al., 2023)..

Keamanan produk perikanan, terutama daging ikan, sangat rentan terhadap kontaminasi dan kerusakan oleh mikroorganisme. Penurunan mutu dapat terjadi dengan cepat jika terjadi pencemaran dari lingkungan, peralatan, atau praktik penanganan yang tidak higienis. Untuk menjamin keamanan konsumsi, diperlukan parameter yang jelas dan terukur. Parameter tersebut digunakan untuk mengevaluasi tingkat higienitas serta kesesuaian produk perikanan bagi kesehatan manusia (Purwanto et al., 2021; BPOM, 2022).

Produk perikanan mentah seperti ikan tongkol berisiko tinggi terkontaminasi bakteri patogen, salah satunya *Salmonella Sp* Keberadaan *Salmonella Sp* pada daging ikan menunjukkan adanya kegagalan sanitasi selama proses penanganan. Infeksi *Salmonella Sp* pada manusia dapat menyebabkan penyakit salmonellosis yang ditandai dengan demam tinggi, diare berat, hingga komplikasi yang mengancam jiwa. Oleh karena itu, deteksi bakteri ini menjadi indikator penting akan bahaya langsung terhadap kesehatan publik(Purwanto et al., 2021; BPOM, 2022).

Pertumbuhan mikroorganisme pembusuk maupun patogen sangat dipengaruhi oleh suhu dan lama penyimpanan ikan. Penyimpanan pada suhu rendah seperti pendinginan atau pembekuan terbukti efektif menghambat perkembangbiakan bakteri.

Angka Lempeng Total (ALT) merupakan metode standar untuk menghitung total koloni bakteri mesofil aerob pada produk perikanan. Nilai ALT yang terus meningkat seiring waktu dan suhu penyimpanan menjadi acuan utama dalam menentukan batas daya simpan ikan sebelum tidak layak konsumsi. Meskipun sudah banyak penelitian yang mengkaji ALT atau deteksi *Salmonella Sp* secara terpisah pada produk perikanan, studi yang menggabungkan keduanya masih sangat terbatas. Penelitian yang secara simultan mengamati ALT dan keberadaan *Salmonella Sp* pada ikan tongkol dengan variasi suhu dan waktu penyimpanan masih jarang dilakukan. Padahal data tersebut sangat dibutuhkan untuk menentukan titik kritis penyimpanan yang optimal. Hasil kajian ini akan memberikan rekomendasi batas penyimpanan aman yang tidak hanya menekan jumlah bakteri total, tetapi juga mencegah risiko kontaminasi patogen spesifik bagi kesehatan konsumen.

Rumusan Masalah

1. Apakah daging ikan tongkol teridentifikasi mengandung bakteri *Salmonella Sp* pada kondisi penyimpanan yang

berbeda (suhu dan lama penyimpanan)?

2. Bagaimana pengaruh perbedaan suhu penyimpanan terhadap Angka Lempeng Total (ALT) bakteri pada daging ikan tongkol?
3. Bagaimana pengaruh perbedaan lama penyimpanan terhadap Angka Lempeng Total (ALT) bakteri pada daging ikan tongkol?
4. Apakah terdapat interaksi antara suhu dan lama penyimpanan terhadap Angka Lempeng Total (ALT) bakteri pada daging ikan tongkol?

Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi keberadaan bakteri *Salmonella Sp* pada daging ikan tongkol yang disimpan pada suhu dan lama penyimpanan yang berbeda.
2. Menganalisis pengaruh suhu penyimpanan yang berbeda terhadap Angka Lempeng Total (ALT) bakteri pada daging ikan tongkol.
3. Menganalisis pengaruh lama penyimpanan yang berbeda terhadap Angka Lempeng Total (ALT) bakteri pada daging ikan tongkol.

4.Menganalisis interaksi antara suhu dan lama penyimpanan terhadap Angka Lempeng Total (ALT) bakteri pada daging ikan tongkol.

Manfaat Penelitian

1. Menambah informasi dan data ilmiah mengenai mikrobiologi produk perikanan, khususnya ikan tongkol, serta dinamika pertumbuhan bakteri *Salmonella Sp* dan ALT dipengaruhi kondisi penyimpanan.
1. Memberikan rekomendasi praktis kepada nelayan, pedagang, dan industri pengolahan ikan mengenai standar suhu dan batas waktu penyimpanan yang aman untuk menjaga kualitas dan higienitas daging ikan tongkol.

RESULT AND DISCUSSION

Hasil Pengenceran Bertingkat Sampel

Sebelum dilakukan pengujian Angka Lempeng Total (ALT) dan identifikasi *Salmonella Sp*, sampel daging ikan tongkol terlebih dahulu dipersiapkan melalui proses homogenisasi dan pengenceran bertingkat. Tahap ini bertujuan untuk memperoleh suspensi sampel yang homogen serta mengurangi kepadatan mikroorganisme sehingga koloni yang tumbuh pada media dapat dihitung dengan lebih akurat.

Homogenisasi dilakukan dengan mencampurkan 10 gram daging ikan tongkol ke dalam 90 ml *Buffered Peptone Water* (BPW) steril. Campuran kemudian dihomogenkan hingga diperoleh suspensi yang merata dan menghasilkan pengenceran awal 10^{-1}. Selanjutnya dilakukan pengenceran bertingkat sampai tingkat pengenceran 10^{-6} dengan memindahkan 1 ml suspensi ke dalam 9 ml

BPW steril secara berurutan.

Pengamatan jumlah koloni dilakukan pada media Plate Count Agar (PCA) setelah masa inkubasi. Koloni yang tumbuh dihitung pada masing-masing tingkat pengenceran untuk mengetahui jumlah mikroorganisme yang terdapat pada sampel.

Tabel *1.* Jumlah Koloni Bakteri pada Media PCA

HARI	SUHU PENYIMPANAN	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}
0	Ruang	277	192	111
0	*Chiller*	90	60	48
0	*Freezer*	32	41	48
1	Ruang	79	139	131
1	*Chiller*	137	125	120
1	*Freezer*	64	84	90
3	Ruang	76	330	324
3	*Chiller*	328	18	354
3	*Freezer*	104	238	38
5	Ruang	31	101	82
5	*Chiller*	205	35	97
5	*Freezer*	61	41	63

Hasil Pengujian Angka Lempeng Total (ALT)

Perhitungan Angka Lempeng Total (ALT) dilakukan berdasarkan jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada media Plate Count Agar (PCA) pada setiap tingkat pengenceran. Koloni yang digunakan dalam perhitungan merupakan koloni yang berada pada rentang 30–300 koloni sesuai pedoman metode Total Plate Count (TPC), kemudian nilai ALT dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{ALT (CFU/g)} = \text{Jumlah Koloni} \times \frac{1}{\text{Faktor Pengenceran}}$$

Tabel *2.* Perhitungan Angka Lempeng Total (ALT)

Hari	Suhu Penyimpanan	Pengenceran	Jumlah Koloni	Hasil ALT (CFU/g)	Keterangan
0	Ruang	10^{-4}	277	$2{,}77 \times 10^{6}$	Melebihi batas maksimum
		10^{-5}	192	$1{,}92 \times 10^{7}$	Melebihi batas maksimum
		10^{-6}	111	$1{,}11 \times 10^{8}$	Melebihi batas maksimum
0	*Chiller*	10^{-4}	90	$9{,}0 \times 10^{5}$	Memenuhi batas maksimum
		10^{-5}	60	$6{,}0 \times 10^{6}$	Melebihi batas maksimum
		10^{-6}	48	$4{,}8 \times 10^{7}$	Melebihi batas maksimum
0	*Freezer*	10^{-4}	32	$3{,}2 \times 10^{5}$	Memenuhi batas maksimum
		10^{-5}	41	$4{,}1 \times 10^{6}$	Melebihi batas maksimum
		10^{-6}	48	$4{,}8 \times 10^{7}$	Melebihi batas maksimum
1	Ruang	10^{-4}	79	$7{,}9 \times 10^{5}$	Memenuhi batas maksimum
		10^{-5}	139	$1{,}39 \times 10^{7}$	Melebihi batas maksimum
		10^{-6}	131	$1{,}31 \times 10^{8}$	Melebihi batas maksimum
1	*Chiller*	10^{-4}	137	$1{,}37 \times 10^{6}$	Melebihi batas maksimum
		10^{-5}	125	$1{,}25 \times 10^{7}$	Melebihi batas maksimum
		10^{-6}	120	$1{,}20 \times 10^{8}$	Melebihi batas maksimum
1	*Freezer*	10^{-4}	64	$6{,}4 \times 10^{5}$	Memenuhi batas maksimum
		10^{-5}	84	$8{,}4 \times 10^{6}$	Melebihi batas maksimum
		10^{-6}	90	$9{,}0 \times 10^{7}$	Melebihi batas maksimum
3	Ruang	10^{-4}	76	$7{,}6 \times 10^{5}$	Memenuhi batas maksimum
		10^{-5}	330	$3{,}30 \times 10^{7}$	Melebihi batas maksimum
		10^{-6}	324	$3{,}24 \times 10^{8}$	Melebihi batas maksimum
3	*Chiller*	10^{-4}	328	$3{,}28 \times 10^{6}$	Melebihi batas maksimum
		10^{-5}	18	$1{,}8 \times 10^{6}$	Melebihi batas maksimum
		10^{-6}	354	$3{,}54 \times 10^{8}$	Melebihi batas maksimum
3	*Freezer*	10^{-4}	104	$1{,}04 \times 10^{6}$	Melebihi batas maksimum
		10^{-5}	238	$2{,}38 \times 10^{7}$	Melebihi batas maksimum
		10^{-6}	38	$3{,}8 \times 10^{7}$	Melebihi batas maksimum
5	Ruang	10^{-4}	31	$3{,}1 \times 10^{5}$	Memenuhi batas maksimum
		10^{-5}	101	$1{,}01 \times 10^{7}$	Melebihi batas maksimum
		10^{-6}	82	$8{,}2 \times 10^{7}$	Melebihi batas maksimum

5	*Chiller*	10^{-4}	205	$2{,}05 \times 10^{6}$	Melebihi batas maksimum
		10^{-5}	35	$3{,}5 \times 10^{6}$	Melebihi batas maksimum
		10^{-6}	97	$9{,}7 \times 10^{7}$	Melebihi batas maksimum
5	*Freezer*	10^{-4}	61	$6{,}1 \times 10^{5}$	Memenuhi batas maksimum
		10^{-5}	41	$4{,}1 \times 10^{6}$	Melebihi batas maksimum
		10^{-6}	63	$6{,}3 \times 10^{7}$	Melebihi batas maksimum

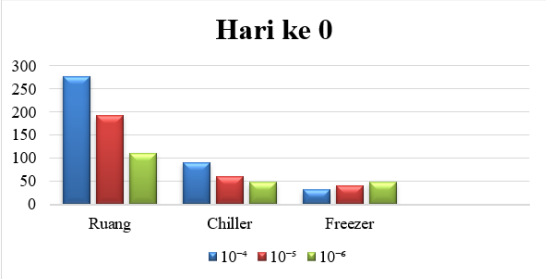


Diagram 1 Perhitungan Angka Lempeng Total (ALT)

Pada hari ke-0, sampel yang disimpan pada suhu ruang memiliki nilai ALT paling tinggi, yaitu berkisar antara $2{,}77 \times 10^{6}$ hingga $1{,}11 \times 10^{8}$ CFU/g, sedangkan Chiller memiliki nilai $9{,}0 \times 10^{5}$ hingga $4{,}8 \times 10^{7}$ CFU/g dan freezer memiliki nilai $3{,}2 \times 10^{5}$ hingga $4{,}8 \times 10^{7}$ CFU/g. Hal ini menunjukkan bahwa sejak awal pengamatan sudah terdapat perbedaan jumlah mikroorganisme pada masing-masing kondisi penyimpanan.

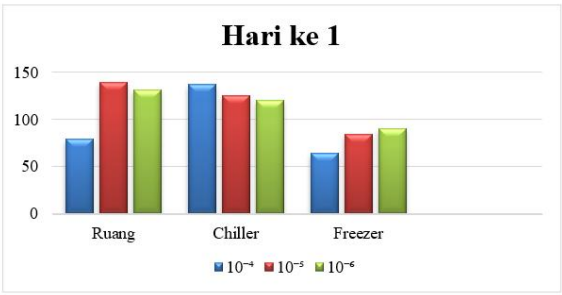


Diagram 2 Perhitungan Angka Lempeng Total (ALT)

Pada hari ke-1, nilai ALT masih menunjukkan variasi. Suhu ruang berada pada kisaran $7{,}9 \times 10^{5}$ hingga $1{,}31 \times 10^{8}$ CFU/g, chiller $1{,}37 \times 10^{6}$ hingga $1{,}20 \times 10^{8}$ CFU/g, dan freezer $6{,}4 \times 10^{5}$ hingga $9{,}0 \times 10^{7}$ CFU/g. Data ini menunjukkan bahwa jumlah bakteri tetap tinggi pada seluruh perlakuan, meskipun besarannya berbeda-beda.

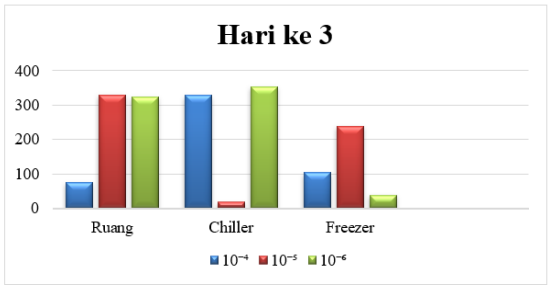


Diagram 3 Perhitungan Angka Lempeng Total (ALT)

Hari ke-3 merupakan tahap dengan nilai ALT tertinggi selama penelitian. Pada suhu ruang, nilai ALT mencapai $3{,}24 \times 10^{8}$ CFU/g, sedangkan pada chiller mencapai $3{,}54 \times 10^{8}$ CFU/g, yang merupakan nilai tertinggi dari seluruh perlakuan. Pada freezer, nilai ALT berada pada kisaran $1{,}04 \times 10^{6}$ hingga $3{,}8 \times 10^{7}$ CFU/g, lebih rendah dibandingkan suhu ruang dan chiller.

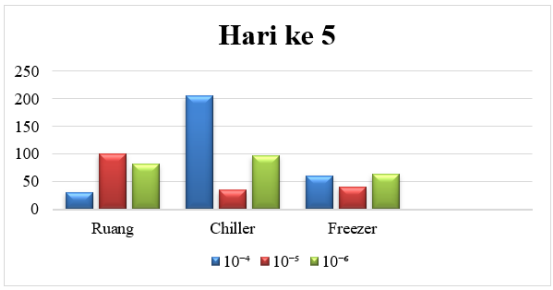


Diagram 4 Perhitungan Angka Lempeng Total (ALT)

Pada hari ke-5, nilai ALT pada suhu ruang berkisar $3{,}1 \times 10^{5}$ hingga $8{,}2 \times 10^{7}$ CFU/g, pada chiller $2{,}05 \times 10^{6}$ hingga $9{,}7 \times 10^{7}$ CFU/g, dan pada freezer $6{,}1 \times 10^{5}$ hingga $6{,}3 \times 10^{7}$ CFU/g. Walaupun terjadi perubahan dibandingkan hari sebelumnya, sebagian besar nilai masih berada di atas batas maksimum yang dipersyaratkan.

Hasil Pengamatan pada Media XLD

Pengamatan pada media *Xylose Lysine Deoxycholate* (XLD) dilakukan setelah inkubasi selama 24 jam pada suhu 35°C.

Identifikasi awal didasarkan pada karakteristik morfologi koloni yang tumbuh, meliputi warna koloni dan keberadaan pusat hitam (black center) sebagai indikator awal pembentukan hidrogen sulfida (H_2S). Hasil pengamatan setiap perlakuan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 1 Hasil Pengamatan pada Media XLD

Perlakuan	Karakteristik Koloni pada XLD	Interpretasi Awal
Ruang Hari 0	Tidak tumbuh koloni	Negatif
Chiller Hari 0	Tidak tumbuh koloni	Negatif
Freezer Hari 0	Koloni berwarna kuning	Bukan *Salmonella Sp*
Ruang Hari 1	Koloni merah dengan pusat hitam	Tersangka *Salmonella Sp*
Chiller Hari 1	Koloni merah dan menghitam	Tersangka *Salmonella Sp*
Freezer Hari 1	Koloni merah dengan pusat hitam	Tersangka *Salmonella Sp*
Ruang Hari 3	Koloni merah dengan pusat hitam	Tersangka *Salmonella Sp*
Chiller Hari 3	Koloni berwarna putih	Bukan *Salmonella Sp*
Freezer Hari 3	Tidak tumbuh koloni	Negatif
Ruang Hari 5	Koloni merah dengan pusat hitam	Tersangka *Salmonella Sp*
Chiller Hari 5	Koloni merah dengan pusat hitam	Tersangka *Salmonella Sp*
Freezer Hari 5	Koloni merah dengan pusat hitam	Tersangka *Salmonella Sp*



Diagram 4 Hasil Pengamatan Koloni pada Media XLD

Hasil Uji TSIA

Uji *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA) dilakukan terhadap koloni yang dicurigai sebagai *Salmonella Sp* berdasarkan hasil pengamatan pada media XLD. Uji ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam memfermentasi glukosa, laktosa, sukrosa, menghasilkan gas, serta membentuk hidrogen sulfida (H_2S).

Tabel 4 Hasil Pengamatan pada Media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA)

Perlakuan	Hasil Pengamatan	Keterangan
Ruang Hari ke1	Media tampak berwarna ungu dengan endapan hitam.	Endapan hitam menunjukkan adanya produksi hidrogen sulfida (H_2S). Reaksi ini mengarah pada karakteristik bakteri yang diduga sebagai *Salmonella Sp*
Chiller Hari ke 1	Media didominasi warna hitam dengan sebagian kecil masih berwarna ungu.	Produksi H_2S terlihat jelas dari dominasi warna hitam pada media. Pola reaksi ini mendukung dugaan adanya isolat tersangka *Salmonella Sp*
Freezer Hari ke 1	Media berwarna ungu dengan sebagian membentuk endapan hitam.	Terbentuknya warna hitam menunjukkan kemampuan isolat menghasilkan H_2S, sedangkan warna ungu masih tampak pada bagian media lainnya.
Suhu Ruang Hari ke-3	Media berwarna hitam pekat dengan sedikit warna ungu dan tampak retakan pada media.	Warna hitam yang pekat menunjukkan produksi H_2S, sedangkan retakan pada media mengindikasikan terbentuknya gas selama pertumbuhan bakteri.
Chiller Hari ke 3	Media didominasi warna hitam dengan sedikit endapan berwarna ungu.	Reaksi menunjukkan adanya produksi H_2S yang cukup kuat dan masih terlihat sebagian kecil perubahan warna ungu pada media.
Freezer Hari ke 3	Tidak dilakukan pengujian.	Isolat tidak dilanjutkan ke tahap TSIA karena pada media XLD tidak ditemukan koloni yang dicurigai sebagai *Salmonella Sp*
Suhu Ruang Hari ke 5	Media didominasi warna hitam dengan sedikit warna ungu.	Pembentukan endapan hitam menunjukkan adanya produksi H_2S yang mengarah pada karakteristik isolat tersangka *Salmonella Sp*
Chiller Hari ke 5	Media didominasi warna ungu dengan sedikit bagian berwarna kuning.	Perubahan warna menunjukkan adanya aktivitas metabolisme bakteri pada media TSIA, namun interpretasinya perlu dikaitkan dengan hasil uji lain.

Freezer Hari ke 1	Media berwarna ungu dengan sebagian membentuk endapan hitam.	Terbentuknya warna hitam menunjukkan kemampuan isolat menghasilkan H_2S, sedangkan warna ungu masih tampak pada bagian media lainnya.
Suhu Ruang Hari ke-3	Media berwarna hitam pekat dengan sedikit warna ungu dan tampak retakan pada media.	Warna hitam yang pekat menunjukkan produksi H_2S, sedangkan retakan pada media mengindikasikan terbentuknya gas selama pertumbuhan bakteri.
Chiller Hari ke 3	Media didominasi warna hitam dengan sedikit endapan berwarna ungu.	Reaksi menunjukkan adanya produksi H_2S yang cukup kuat dan masih terlihat sebagian kecil perubahan warna ungu pada media.
Freezer Hari ke 3	Tidak dilakukan pengujian.	Isolat tidak dilanjutkan ke tahap TSIA karena pada media XLD tidak ditemukan koloni yang dicurigai sebagai *Salmonella Sp*
Suhu Ruang Hari ke 5	Media didominasi warna hitam dengan sedikit warna ungu.	Pembentukan endapan hitam menunjukkan adanya produksi H_2S yang mengarah pada karakteristik isolat tersangka *Salmonella Sp*
Chiller Hari ke 5	Media didominasi warna ungu dengan sedikit bagian berwarna kuning.	Perubahan warna menunjukkan adanya aktivitas metabolisme bakteri pada media TSIA, namun interpretasinya perlu dikaitkan dengan hasil uji lain.
Freezer Hari ke 5	Media didominasi warna hitam dengan sedikit warna ungu dan kuning.	Dominasi warna hitam menunjukkan produksi H_2S, sedangkan variasi warna pada media mencerminkan reaksi biokimia selama inkubasi.

Hasil Uji LIA

Uji *Lysine Iron Agar* (LIA) dilakukan sebagai tahap konfirmasi lanjutan untuk mengetahui kemampuan isolat dalam mendekarboksilasi lisin dan menghasilkan hidrogen sulfida (H_2S).

Tabel 2 Hasil Pengamatan pada Media *Lysine Iron Agar* (LIA)

Perlakuan	Hasil Pengamatan	Keterangan
Suhu Ruang Hari ke1	Media tampak berwarna hitam.	Warna hitam menunjukkan adanya produksi H_2S oleh isolat, sehingga hasil ini mendukung dugaan karakteristik *Salmonella Sp*
Chiller Hari ke 1	Warna hitam terlihat sedikit naik ke permukaan media dan terdapat retakan.	Produksi H_2S disertai retakan pada media mengindikasikan adanya pembentukan gas selama pertumbuhan bakteri.
Freezer Hari ke 1	Media berwarna hitam dan tampak sedikit terangkat ke atas.	Endapan hitam menunjukkan produksi H_2S, sedangkan perubahan bentuk media mengindikasikan adanya pembentukan gas.
Suhu Ruang Hari ke-3	Endapan hitam terlihat di bagian tengah media dengan warna ungu muda di sekitarnya.	Kombinasi warna ungu dan endapan hitam menunjukkan aktivitas biokimia yang mendukung dugaan keberadaan isolat tersangka *Salmonella Sp*
Chiller Hari ke 3	Media berwarna ungu dengan endapan hitam di bagian tengah.	Warna ungu disertai endapan hitam menunjukkan kemampuan menghasilkan H_2S dan memberikan karakteristik yang mengarah pada *Salmonella Sp*
Freezer Hari ke 3	Tidak dilakukan pengujian.	Uji LIA tidak dilakukan karena tidak ditemukan koloni tersangka pada tahap isolasi menggunakan media XLD.
Suhu Ruang Hari ke 5	Media berwarna ungu dengan endapan hitam pada bagian bawah.	Reaksi ini menunjukkan adanya produksi H_2S yang ditandai dengan endapan hitam, sementara warna ungu masih tampak pada media.
Chiller Hari ke 5	Media menunjukkan warna merah, hitam, dan sedikit kuning serta tampak sedikit terangkat.	Terbentuknya endapan hitam menunjukkan produksi H_2S, sedangkan perubahan warna dan sedikit pengangkatan media menunjukkan adanya aktivitas metabolisme bakteri selama inkubasi.
Freezer Hari ke 5	Media berwarna merah dengan endapan hitam pada bagian bawah.	Endapan hitam mengindikasikan produksi H_2S, sedangkan warna merah pada media perlu dipertimbangkan bersama hasil pengujian lainnya dalam proses identifikasi bakteri.

Pembahasan

Pengujian Angka Lempeng Total (ALT)

Pengamatan jumlah koloni bakteri dilakukan pada media Plate Count Agar (PCA) setelah inkubasi selama 48 ± 2 jam pada suhu 35°C. Perhitungan dilakukan pada tiga tingkat pengenceran, yaitu 10^{-4}, 10^{-5}, dan 10^{-6}, untuk setiap kombinasi

suhu dan lama penyimpanan. Hasil pengamatan disajikan pada Tabel 4.1.

Berdasarkan hasil pengamatan, jumlah koloni yang tumbuh pada media PCA menunjukkan variasi pada setiap perlakuan. Pada hari ke-0, jumlah koloni pada suhu ruang tercatat sebanyak 277 koloni pada pengenceran 10^{-4}, 192 koloni pada pengenceran 10^{-5}, dan 111 koloni pada pengenceran 10^{-6}. Pada suhu *chiller* diperoleh 90, 60, dan 48 koloni, sedangkan pada suhu *Freezer* diperoleh 32, 41, dan 48 koloni.

Pada hari ke-1, jumlah koloni yang diamati pada suhu ruang adalah 79, 139, dan 131 koloni. Pada suhu *chiller* diperoleh 137, 125, dan 120 koloni, sedangkan pada suhu *Freezer* diperoleh 64, 84, dan 90 koloni. Selanjutnya, pada hari ke-3 jumlah koloni berkisar antara 18 hingga 354 koloni, dengan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan *chiller* pengenceran 10^{-6} dan nilai terendah pada perlakuan *chiller* pengenceran 10^{-5}.

Pada hari ke-5, jumlah koloni pada suhu ruang tercatat sebanyak 31, 101, dan 82 koloni, sedangkan pada suhu *chiller* diperoleh 205, 35, dan 97 koloni. Untuk perlakuan *Freezer*, jumlah koloni yang diperoleh adalah 61, 41, dan 63 koloni pada masing-masing tingkat pengenceran.

Secara keseluruhan, hasil pengamatan menunjukkan bahwa jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada media PCA bervariasi pada setiap kombinasi suhu dan lama penyimpanan. Data lengkap hasil pengamatan dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan divisualisasikan dalam bentuk diagram batang pada Gambar 1.

Perhitungan Angka Lempeng Total (ALT)

Perhitungan Angka Lempeng Total (ALT) dilakukan berdasarkan jumlah koloni yang tumbuh pada media Plate Count Agar (PCA) dengan memperhitungkan faktor pengenceran masing-masing sampel. Hasil perhitungan dinyatakan dalam satuan *Colony Forming Unit per gram* (CFU/g) dan disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai ALT yang bervariasi pada setiap kombinasi suhu penyimpanan dan lama penyimpanan. Pada hari ke-0, nilai ALT pada sampel yang disimpan pada suhu ruang berkisar antara $2{,}77 \times 10^6$ hingga $1{,}11 \times 10^8$ CFU/g, sedangkan pada suhu *chiller* berkisar antara $9{,}0 \times 10^5$ hingga $4{,}8 \times 10^7$ CFU/g dan pada suhu *Freezer* berkisar antara $3{,}2 \times 10^5$ hingga $4{,}8 \times 10^7$ CFU/g.

Pada hari ke-1, nilai ALT yang diperoleh pada suhu ruang berada pada rentang $7{,}9 \times 10^5$ hingga $1{,}31 \times 10^8$ CFU/g, pada suhu *chiller* berkisar antara $1{,}37 \times 10^6$ hingga $1{,}20 \times 10^8$ CFU/g, sedangkan pada suhu *Freezer* berkisar antara $6{,}4 \times 10^5$ hingga $9{,}0 \times 10^7$ CFU/g.

Selanjutnya, pada hari ke-3 nilai ALT menunjukkan $7{,}6 \times 10^5$ hingga $3{,}24 \times 10^8$ CFU/g pada suhu ruang, $1{,}8 \times 10^6$ hingga $3{,}54 \times 10^8$ CFU/g pada suhu *chiller*, dan $1{,}04 \times 10^6$ hingga $3{,}8 \times 10^7$ CFU/g pada suhu *Freezer*. Adapun pada hari ke-5, nilai ALT pada suhu ruang berkisar antara $3{,}1 \times 10^5$ hingga $8{,}2 \times 10^7$ CFU/g, pada suhu *chiller* antara $2{,}05 \times 10^6$ hingga $9{,}7 \times 10^7$ CFU/g, dan pada suhu *Freezer* antara $6{,}1 \times 10^5$ hingga $6{,}3 \times 10^7$ CFU/g.

Secara umum, sebagian besar perlakuan menunjukkan nilai ALT yang berada di atas batas maksimum cemaran mikroba yang dipersyaratkan untuk ikan segar. Namun, terdapat beberapa perlakuan yang masih berada di bawah batas tersebut, yaitu sampel *Freezer* pada hari ke-0 dengan nilai $3{,}2 \times 10^5$ CFU/g dan sampel suhu ruang pada hari ke-5 dengan nilai $3{,}1 \times 10^5$ CFU/g.

Berdasarkan hasil pengujian Angka Lempeng Total (ALT), jumlah bakteri pada ikan tongkol selama penyimpanan pada suhu ruang, chiller, dan freezer menunjukkan pola yang berfluktuasi. Fluktuasi tersebut masih dapat dijelaskan secara ilmiah karena pertumbuhan bakteri secara prinsip mengikuti Kurva Pertumbuhan Bakteri, suhu penyimpanan, ketersediaan nutrisi, kondisi awal sampel, serta kemampuan bakteri dalam beradaptasi terhadap lingkungan penyimpanan. Oleh karena itu, peningkatan maupun penurunan jumlah bakteri selama penyimpanan merupakan kondisi yang sangat logis terjadi.

Pada hari ke-0, nilai ALT pada beberapa perlakuan sudah tergolong tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa ikan yang digunakan sebagai sampel tidak berada dalam kondisi steril, karena sejak proses penangkapan, penanganan, transportasi, hingga penyimpanan awal ikan telah terpapar mikroorganisme dari lingkungan. Secara ilmiah, bakteri pada hari ke-0 ini masih berada pada fase adaptasi (*lag phase*) terhadap lingkungan barunya. Selain itu, ikan secara alami memiliki mikroflora normal yang terdapat pada permukaan kulit, insang, dan saluran pencernaan. Oleh karena itu, jumlah bakteri awal pada setiap sampel dapat berbeda meskipun berasal dari jenis ikan yang sama.

Pada hari ke-1, terjadi perubahan nilai ALT pada setiap perlakuan di mana sebagian besar sampel menunjukkan adanya lonjakan peningkatan. Peningkatan yang signifikan ini terjadi karena bakteri telah melewati masa adaptasi dan resmi memasuki fase pertumbuhan cepat atau eksponensial (*log phase*). Pada fase ini, bakteri membelah diri secara biner dengan sangat cepat karena memanfaatkan ketersediaan nutrisi yang melimpah pada daging ikan. Adapun adanya beberapa sampel yang mengalami sedikit penurunan diduga dipengaruhi oleh distribusi bakteri yang tidak merata pada sampel serta variasi biologis selama proses pengujian.

Pada hari ke-3, perlakuan menunjukkan jumlah nilai ALT yang berada pada titik puncak tertinggi atau stabil tinggi. Sesuai dengan Kurva Pertumbuhan Bakteri, kondisi pada hari ke-3 ini merepresentasikan fase stasioner (statis). Pada fase stasioner, populasi bakteri berada di titik puncak kejenuhan di mana laju pertumbuhan bakteri baru berbanding seimbang dengan laju kematian selnya karena ruang tumbuh mulai terbatas dan nutrisi mulai berkurang. Hal ini juga menjelaskan mengapa pengamatan pada hari ke-2 sengaja dilewati (tidak perlu ditengok), karena pada fase transisi tersebut populasi bakteri diproyeksikan masih stabil bergerak naik menuju puncak stasioner di hari ke-3.

Sementara itu, pada hari ke-5, hasil analisis ALT menunjukkan penurunan jumlah koloni bakteri yang cukup drastis dibandingkan dengan hari ke-3. Penurunan ini bukan berarti mutu ikan menjadi lebih

baik, melainkan karena bakteri telah memasuki fase kematian (*death phase*). Penurunan ini berjalan linier dengan Kurva Pertumbuhan Bakteri di mana ketersediaan nutrisi di dalam daging ikan sebagai media tumbuh telah habis total, disertai dengan akumulasi senyawa sisa metabolisme yang bersifat toksik (racun) bagi bakteri. Akibatnya, laju kematian sel bakteri jauh melampaui kemampuan bakteri untuk beregenerasi, sehingga jumlah koloni hidup yang terhitung pada media menjadi berkurang secara signifikan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa lama penyimpanan memengaruhi jumlah bakteri pada ikan tongkol dengan pola yang mengikuti Kurva Pertumbuhan Bakteri (hari ke-0 sebagai *lag phase*, hari ke-1 sebagai *log phase*, hari ke-3 sebagai stationary phase, dan hari ke-5 sebagai *death phase*). Fluktuasi jumlah bakteri ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti suhu penyimpanan, ketersediaan nutrisi, fase pertumbuhan bakteri, kondisi awal sampel, serta kemampuan bakteri untuk bertahan hidup selama penyimpanan. Oleh karena itu, perubahan nilai ALT selama penyimpanan merupakan bagian dari dinamika pertumbuhan mikroorganisme yang berjalan linier dengan teori Kurva Pertumbuhan Bakteri.

Pengamatan pada Media XLD

Berdasarkan hasil pengamatan pada media *Xylose Lysine Deoxycholate* (XLD), diperoleh variasi karakteristik koloni pada setiap kombinasi suhu dan lama penyimpanan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada perlakuan ruang hari ke-0 dan *chiller* hari ke-0 tidak ditemukan pertumbuhan koloni pada media XLD sehingga diinterpretasikan sebagai hasil negatif. Sementara itu, pada perlakuan *Freezer* hari ke-0 ditemukan koloni berwarna kuning yang tidak menunjukkan karakteristik khas *Salmonella Sp*.

Pada hari ke-1, baik pada suhu ruang, *chiller*, maupun *Freezer*, terlihat pertumbuhan koloni merah dengan pusat hitam yang disertai dengan munculnya koloni berwarna putih. Koloni merah dengan pusat hitam merupakan koloni yang dicurigai mengarah pada *Salmonella Sp* , sedangkan koloni putih memiliki morfologi yang menyerupai Streptococcus spp. sehingga menunjukkan adanya lebih dari satu tipe koloni pada media tersebut.

Pengamatan pada hari ke-3 menunjukkan bahwa perlakuan suhu ruang menghasilkan koloni merah dengan pusat hitam yang termasuk sebagai koloni tersangka *Salmonella Sp* Pada perlakuan suhu *chiller* hanya ditemukan koloni berwarna putih yang tidak menunjukkan karakteristik khas *Salmonella Sp* , sedangkan pada perlakuan suhu *Freezer* tidak ditemukan pertumbuhan koloni pada media XLD.

Selanjutnya, pada hari ke-5 seluruh perlakuan yang disimpan pada suhu ruang, *chiller*, dan *Freezer* menunjukkan pertumbuhan koloni merah dengan pusat hitam. Berdasarkan karakteristik morfologinya, koloni tersebut dikategorikan sebagai koloni tersangka *Salmonella Sp* dan digunakan sebagai dasar untuk dilakukan pengujian konfirmasi lebih lanjut menggunakan media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA) dan *Lysine Iron Agar* (LIA).

Secara keseluruhan, hasil pengamatan pada media XLD menunjukkan adanya perbedaan morfologi koloni antarperlakuan,mulai dari tidak adanya pertumbuhan koloni, munculnya koloni berwarna kuning, koloni berwarna putih, hingga koloni merah dengan pusat hitam yang menjadi indikasi awal adanya dugaan *Salmonella Sp* pada beberapa sampel penelitian.

Pengamatan Pada Media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA)

Uji *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA) dilakukan terhadap koloni yang sebelumnya dicurigai sebagai *Salmonella Sp* berdasarkan hasil pengamatan pada media XLD, terutama koloni yang menunjukkan morfologi merah dengan pusat hitam. Pengujian ini bertujuan untuk mengamati kemampuan isolat dalam memfermentasi gula, menghasilkan gas, dan membentuk hidrogen sulfida (H_2S) sebagai salah satu karakteristik biokimia *Salmonella Sp*

Pada perlakuan suhu ruang, *chiller*, dan *Freezer* hari ke-1, media TSIA menunjukkan perubahan warna ungu yang disertai pembentukan endapan hitam dengan intensitas yang berbeda-beda. Endapan hitam tersebut mengindikasikan adanya produksi H_2S oleh isolat yang diuji sehingga mendukung hasil dugaan awal pada media XLD.

Hasil pengamatan pada hari ke-3 menunjukkan bahwa isolat dari suhu ruang dan *chiller* masih memperlihatkan pembentukan warna hitam pada media TSIA. Pada perlakuan suhu ruang juga terlihat adanya retakan pada media yang mengindikasikan kemungkinan terbentuknya gas selama proses metabolisme bakteri. Sementara itu, sampel *Freezer* hari ke-3 tidak dilanjutkan ke tahap TSIA karena pada media XLD sebelumnya tidak ditemukan koloni yang dicurigai sebagai *Salmonella Sp*

Pada hari ke-5, isolat dari suhu ruang dan *Freezer* kembali memperlihatkan dominasi warna hitam pada media TSIA, sedangkan isolat dari suhu *chiller* didominasi warna ungu dengan sedikit perubahan menjadi kuning. Secara umum, pembentukan endapan hitam pada beberapa perlakuan menunjukkan adanya kemampuan menghasilkan H_2S sehingga diperlukan pengujian lanjutan menggunakan media *Lysine Iron Agar* (LIA) untuk memperkuat identifikasi terhadap isolat yang diduga sebagai *Salmonella Sp*

Pengamatan pada Media *Lysine Iron Agar* (LIA)

Pengamatan pada media LIA difokuskan pada perubahan warna media serta terbentuknya endapan hitam sebagai indikasi produksi hidrogen sulfida (H_2S).

Pada perlakuan suhu ruang, *chiller*, dan *Freezer* hari ke-1, sebagian besar isolat menunjukkan terbentuknya warna hitam pada media. Pada perlakuan *chiller* hari ke-1 tampak warna hitam sedikit terangkat ke permukaan media disertai retakan, sedangkan pada perlakuan *Freezer* hari ke-1 media tampak sedikit terangkat. Kondisi tersebut mengindikasikan adanya aktivitas metabolisme yang disertai pembentukan H_2S dan kemungkinan terbentuknya gas selama proses inkubasi.

Hasil pengamatan pada hari ke-3 menunjukkan bahwa isolat dari suhu ruang dan *chiller* masih memperlihatkan adanya endapan hitam pada media LIA yang disertai warna ungu di sekitarnya.

Sebaliknya, sampel *Freezer* hari ke-3 tidak dilanjutkan ke tahap pengujian LIA karena pada media XLD sebelumnya tidak ditemukan koloni yang dicurigai sebagai *Salmonella Sp*.

Pada hari ke-5, isolat dari suhu ruang menunjukkan media berwarna ungu dengan endapan hitam pada bagian bawah, sedangkan isolat dari suhu *chiller* memperlihatkan kombinasi warna merah, hitam, dan sedikit kuning dengan media yang tampak sedikit terangkat. Isolat dari suhu *Freezer* hari ke-5 menunjukkan warna merah dengan endapan hitam pada bagian bawah media. Secara umum, pembentukan endapan hitam pada beberapa perlakuan mengindikasikan adanya produksi H_2S, sehingga hasil uji LIA digunakan sebagai data pendukung dalam proses identifikasi isolat yang diduga sebagai *Salmonella Sp* bersama dengan hasil pengamatan pada media XLD dan TSIA.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai identifikasi bakteri *Salmonella Sp*. dan Angka Lempeng Total (ALT) pada daging ikan tongkol dengan variasi suhu dan lama penyimpanan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil identifikasi menunjukkan adanya bakteri *Salmonella Sp*. pada daging ikan tongkol yang disimpan pada suhu dan lama penyimpanan tertentu. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas mikrobiologis ikan tongkol dapat berubah selama penyimpanan sehingga perlu dilakukan penanganan dan penyimpanan yang baik untuk menjaga keamanan pangan.
2. Nilai Angka Lempeng Total (ALT) pada daging ikan tongkol yang disimpan pada suhu ruang, *chiller*, dan *freezer* menunjukkan perbedaan pada setiap suhu penyimpanan. Secara umum, penyimpanan pada suhu yang lebih rendah cenderung menghasilkan nilai ALT yang lebih rendah dibandingkan penyimpanan pada suhu ruang.
3. Nilai Angka Lempeng Total (ALT) pada setiap lama penyimpanan (hari ke-0, 1, 3, dan 5) menunjukkan perubahan selama masa penyimpanan. Secara umum jumlah bakteri cenderung meningkat seiring bertambahnya lama penyimpanan, meskipun pada beberapa waktu pengamatan terjadi fluktuasi nilai ALT.
4. Berdasarkan hasil pengamatan, kombinasi suhu dan lama penyimpanan menunjukkan perbedaan nilai Angka Lempeng Total (ALT) pada setiap perlakuan. Penyimpanan pada suhu freezer dengan waktu penyimpanan yang lebih singkat cenderung menghasilkan nilai ALT yang lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya, sedangkan penyimpanan pada

suhu ruang menunjukkan nilai ALT yang relatif lebih tinggi.

Saran

1.Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan jenis ikan atau bahan pangan lain sehingga dapat diketahui perbedaan tingkat cemaran mikroba dan karakteristik *Salmonella Sp* pada berbagai komoditas pangan.

2 Variasi Perlakuan

Penelitian berikutnya dapat menggunakan variasi suhu penyimpanan, lama penyimpanan, serta tingkat pengenceran yang lebih beragam sehingga pola pertumbuhan mikroorganisme dapat diamati secara lebih rinci.

3.Metode Identifikasi

Penelitian selanjutnya disarankan melakukan uji konfirmasi lanjutan, seperti uji biokimia lengkap (misalnya SIM, *Urease*, *Citrate*, MR-VP) atau metode molekuler (PCR), sehingga identifikasi *Salmonella Sp* dapat dipastikan secara lebih akurat.

2.Pengembangan Penelitian

Penelitian berikutnya dapat mengembangkan penelitian ini dengan menguji pengaruh penggunaan pengawet alami, perlakuan antibiotik, atau metode penyimpanan yang berbeda terhadap pertumbuhan bakteri pada daging ikan tongkol

2.Bagi Masyarakat

Masyarakat disarankan memilih ikan yang masih segar, memperhatikan kondisi penyimpanan setelah pembelian, serta menjaga rantai dingin selama penyimpanan. Penyimpanan pada suhu rendah dan pengolahan yang higienis dapat membantu menghambat pertumbuhan mikroorganisme sehingga mutu dan keamanan ikan tetap terjaga sebelum dikonsumsi.

3.Institusi Pendidikan

Institusi Pendidikan diharapkan dapat meningkatkan dukungan terhadap penelitian di bidang mikrobiologi pangan melalui penyediaan fasilitas laboratorium yang lebih lengkap, ketersediaan media kultur dan reagen yang memadai, serta pengembangan kerja sama dengan laboratorium rujukan untuk pelaksanaan uji konfirmasi bakteri patogen. Selain itu, diharapkan dapat mendorong penelitian lanjutan mengenai keamanan pangan hasil perikanan sehingga dapat menghasilkan data ilmiah yang lebih akurat, mendukung pengembangan ilmu pengetahuan, serta menjadi referensi bagi penelitian berikutnya.

REFERENSI

Anisa, P. R., Nanda, L. I., & Setiawan, B. (2025). *Analisis Keamanan Mikrobiologi Ikan Tongkol Asap di Pasar Tradisional Kabupaten Luwu.* Jurnal Ilmu Pangan dan Teknologi.

Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM). (2022). *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 13 Tahun 2022 tentang Batas Cemaran Mikroba dalam Pangan Asal Hewan*.

Jakarta: Badan Pengawas Obat dan Makanan.

Codex Alimentarius Commission (CAC). (2003). *Code of Practice for Fish and Fishery Products (CAC/RCP 52-2003)*. Rome: FAO/WHO.

Fitri, I., Lumbessy, S. Y., Pawestri, S., & Perdhana, F. F. (2025). *Potensi dan Kualitas Pindang Ikan Tongkol (Euthynnus affinis) di Bangko-Bangko, Sekotong: Analisis Proses Pengolahan, Sanitasi, dan Keamanan.* Jurnal Pengabdian Perikanan Indonesia, 5(2), 40–50. https://doi.org/10.29303/jppi.v5i2.6656

Gebrina Reski, P. G., Anindita, R., & Wiranti, D. (2023). *Pengujian Angka Lempeng Total (ALT) Pada Ikan Tongkol (Euthynnus affinis) Di Stasiun Karantina Ikan, Pengendalian Mutu Dan Keamanan Hasil Perikanan Kelas I Palu. Comserva*: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, 2(1), 12–20. https://doi.org/10.59587/comserva.v2i1.752

Haya, A., & Restuwati, N. (2022). *Studi Komparasi Mutu Kimia dan Mikrobiologi Ikan Tongkol Beku dan Selama Penyimpanan Dingin.* Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan, 14(2), 55–64.

Majid, A., & Majid, N. (2021). *Isolasi dan Idenfikasi Bakteri Salmonella dan Staphylococcus aureus pada Ikan Tongkol Asap yang Disimpan pada Suhu dan Lama Penyimpanan yang Berbeda.* CHMK Applied Scientific Journal, 4(2), 63–72. https://cyber-chmk.net/ojs/index.php/sains/article/view/1060

Norita, S., Utomo, B., & Setiadi, A. (2019). *Analisis Pembentukan Histamin dan Pertumbuhan Bakteri pada Ikan Tongkol Abu-abu (Thunnus tonggol) Selama Penyimpanan.* Jurnal Sains Teknologi Pangan, 4(1), 1–10.

Purwanto, P., Cahyani, R., & Setyawan, E. (2021). *Mikrobiologi Pangan dan Kontrol Kualitas.* Yogyakarta: Penerbit Andi.

Sitompul, Y., Budi, A., & Kusumo, R. (2020). *Penghambatan Pertumbuhan Bakteri Pembusuk Ikan Tongkol (Euthynnus affinis) Menggunakan Perasan Belimbing Wuluh.* Jurnal Biologi Tropis, 20(3), 350–362. https://doi.org/10.29303/jbt.v20i3.2201

Suprapto, J. P., Santoso, S. B., & Syafei, Z. (2024*). Kualitas Ikan Tongkol (Euthynnus affinis) di Pelabuhan Perikanan Banjarmasin*. Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam, 6(2), 27–36. https://ejournal balitbang.kkp.go.id/index.php/JSJ/article/download/14203/9593

Umardani, L., Saraswati, E., & Setyaningrum, E. W. (2023). *Analisis Tingkat Kesegaran Ikan Tongkol (Euthynnus sp.) yang Dipasarkan di Pasar Antang Kota Makassar.* Jurnal Perikanan Kelautan, 14(2), 177–183. https://doi.org/10.31258/jpk.14.2.177-183

World Health Organization (WHO). (2024). *Salmonella (Non-typhoidal)*. Fact Sheet. Geneva: World Health Organization. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-(non-typhoidal)

Al Fatich, M. F. N., et al. (2023). *Identifikasi tingkat kesegaran ikan tongkol (Euthynnus sp.) di Pasar Bumiayu.* Journal of Marine Research.

Rasdi, Hardianty Askar, & Muslimin, I. (2024). *Analisis tingkat kesegaran ikan tongkol (Euthynnus sp.) yang dipasarkan di Pasar Antang Kota Makassar.* Jurnal Perikanan dan Kelautan.

Handari, D. F., Patanda, M., & Susanto, A. (2025*). Analisis organoleptik mutu ikan tongkol (Euthynnus affinis).* Jurnal Ilmiah Satya Minabahari.

Rahmadani, T. B. C., Mulyani, L. F., & Affandi, R. I. (2025). *Analysis of the decrease in the quality of skipjack tuna stored at room temperature*. Journal of Fish Nutrition.

Hidayat, R., et al. (2025). *Decline in freshness of skipjack tuna along the distribution chain*. Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan.

Zahra, J., et al. (2025). *Pengaruh penanganan terhadap nilai organoleptik ikan*

tongkol. Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi.

BSN. (2013). *SNI 2729:2013 Ikan Segar.* Badan Standardisasi Nasional.

Cappuccino, J. G., & Welsh, C. (2019). Microbiology: *A laboratory manual* (12th ed.). Pearson Education.

Madigan, M. T., Martinko, J. M., Bender, K. S., Buckley, D. H., & Stahl, D. A. (2021). *Brock biology of microorganisms* (16th ed.). Pearson.

Tortora, G. J., Funke, B. R., & Case, C. L. (2019). *Microbiology: An introduction* (13th ed.). Pearson.

Willey, J. M., Sandman, K. M., & Wood, D. H. (2019). *Prescott's microbiology* (11th ed.). McGraw-Hill Education.