

JURNAL METAMORFOSA  
*Journal of Biological Sciences*  
eISSN: 2655-8122

<https://ejournal3.unud.ac.id/index.php/metamorfosa/>

**Uji Pemeriksaan Cemaran Total Bakteri, *Coliform*, *Escherichia coli*, dan *Salmonella* sp. pada Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) Hasil Budidaya Keramba Jaring Apung (KJA) di Kawasan Danau Batur, Kintamani, Bangli, Bali**

**Contamination Test of Total Plate Number, Coliform, *Escherichia coli*, and *Salmonella* sp. on Tilapia Fish (*Oreochromis mossambicus*) Results of Floating Net Cage Cultivation in the Lake Batur Area, Kintamani, Bangli, Bali**

**Ni Putu Diah Septiani Putri<sup>1</sup>, Retno Kawuri<sup>1</sup>, A.A.S.A.Sukmaningsih<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana,

\*Email: [diahseptianiputri11@gmail.com](mailto:diahseptianiputri11@gmail.com)

**INTISARI**

Ikan adalah suatu bahan pangan yang mudah membusuk akibat terkontaminasi mikroorganisme. Pangan yang telah terkontaminasi bakteri patogen apabila dikonsumsi dapat membahayakan kesehatan manusia. Ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) merupakan hewan vertebrata yang sering dibudidayakan, khususnya di daerah Kintamani. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui cemaran total bakteri, *Coliform*, *E. coli*, dan *Salmonella* sp. pada ikan mujair budidaya keramba jaring apung di Danau Batur, memberikan informasi keamanan konsumsi ikan mujair sesuai standar kelayakan pangan, dan perbedaan cemaran bakteri pada beberapa lokasi selama 3 minggu. Sampel diujikan menggunakan metode *plating method* secara *pour plate* dan *streak plate*. Uji cemaran bakteri *Coliform* dan *E. coli* dilakukan dengan metode *Most Probable Number* (MPN), pemeriksaan *Salmonella* sp. dilakukan pada media selektif *Salmonella* *Shigella* Agar (SSA). Hasil Uji ALT diperoleh rata-rata tertinggi pada sampel ikan mujair dari desa Kedisan yaitu  $5,9 \times 10^6$  CFU/g, rata-rata total *Coliform* tertinggi yaitu pada sampel ikan dari desa Abang dan Batur Tengah dengan nilai  $> 1,1 \times 10^4$  MPN/g, rata-rata cemaran *E. coli* tertinggi ditunjukkan oleh sampel ikan mujair dari desa Abang yaitu sebesar  $> 4,64 \times 10^3$  MPN/g, dan satu sampel dari desa Batur Tengah menunjukkan positif terhadap bakteri *Salmonella* sp. Berdasarkan hasil tersebut semua sampel ikan mujair melebihi ambang batas cemaran ALT, *Coliform*, dan *E. coli* serta satu sampel melebihi batas normal cemaran *Salmonella* sp. pada pangan berdasarkan standar BPOM dan SNI.

**Kata kunci :** ALT, *Coliform*, *E. coli*, ikan mujair, *Salmonella* sp.

**ABSTRACT**

Fish is a food that rots easily due to contamination with microorganisms. When consumed, food that has been contaminated with pathogenic bacteria can endanger human health. The tilapia fish (*Oreochromis mossambicus*) is a vertebrate animal that is often cultured, especially in the Kintamani area. This research was conducted to determine the total contamination of bacteria, *Coliform*, *E. coli*, and *Salmonella* sp. in tilapia fish cultivated in floating net cages in Lake Batur, to provide information on the safety of tilapia fish consumption according to food suitability standards, and to determine the

differences in bacterial contamination in several locations over a 3-week period. The samples were tested using the pour plate and streak plate plating method. Coliform and *E. coli* bacterial contamination tests were carried out using the Most Probable Number (MPN) method, examining *Salmonella* sp. carried out on selective *Salmonella* Shigella Agar (SSA) media. The ALT test results obtained the highest average in tilapia fish samples from Kedisan village, namely  $5,9 \times 10^6$  CFU/g, the highest average total Coliform was in fish samples from Abang and Batur Tengah villages with values  $> 1.1 \times 10^4$  MPN /g, the highest average *E. coli* contamination was shown by tilapia fish samples from Abang village, namely  $> 4.64 \times 10^3$  MPN/g, and one sample from Batur Tengah village tested positive for *Salmonella* sp. bacteria. Based on these results, all tilapia fish samples exceeded the threshold for ALT, Coliform and *E. coli* contamination, and one sample exceeded the normal limit for *Salmonella* sp. contamination. on food based on BPOM and SNI standards.

**Keyword:** ALT, Coliform, *E. coli*, *mossambicus tilapia*, *Salmonella* sp

## PENDAHULUAN

Ikan merupakan sumber daya perairan yang banyak dimanfaatkan untuk kehidupan manusia khususnya sebagai bahan pangan. Ikan menjadi salah satu bahan pangan yang memiliki unsur organik dan unsur anorganik yang bermanfaat bagi kesehatan manusia (Behar, 2021). Ikan memiliki kandungan protein yang tinggi dan kondisi tubuh dengan pH netral sehingga rentan mengalami kerusakan biologis dan mudah terpapar cemaran mikroba (Ma'ruf, 2017; Meigi dkk., 2019). Adanya aktivitas mikroorganisme dalam tubuh ikan mengakibatkan terjadinya proses perusakan fisik dan pembusukan seperti perubahan warna dan kulit, terdapat lendir pada permukaan sisik ikan, dan daging ikan menjadi pucat (Rorong dan Wilar, 2021).

Budidaya ikan air tawar ialah aktivitas ekonomi yang banyak dilakukan oleh pembudidaya. Salah satu wilayah air tawar di Bali yang menjadi tempat budidaya ikan adalah kawasan Danau Batur, Kintamani. Ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) menjadi sumber daya air yang bernilai ekonomis, sekaligus menjadi hasil perikanan yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat sekitar. Namun, ancaman adanya kontaminasi bakteri pada ikan seringkali menimbulkan kerugian bagi para petambak ikan (Manurung dan Susantie, 2017). Khusus untuk ikan budidaya, keberadaan mikroorganisme dipengaruhi oleh kualitas air di lokasi budidaya. Kualitas air dapat dipengaruhi oleh perubahan iklim, kondisi oksigen terlarut dan pH, sangat mempengaruhi kelimpahan mikroba yang dapat menyebabkan penurunan kualitas ikan (Kamelia dkk., 2018). Selain itu, keberadaan bakteri di dalam air juga dapat disebabkan oleh pencemaran limbah sehingga memudahkan bakteri berkembang pada ikan (Suprianto dkk., 2020; Saputri dan Efendy, 2020). Menurut Diniari dkk. (2015), ikan mujair memiliki nilai Angka Lempeng Total (ALT) sebesar  $17,5 \times 10^{11}$  CFU/g. Menurut Kasozu *et al.* (2016), bakteri *Coliform*, *Escherichia coli*, dan *Salmonella* sp. Merupakan beberapa jenis bakteri yang sering ditemukan pada ikan. Ikan yang tercemar mikroba terutama yang bersifat patogen apabila dikonsumsi dapat membahayakan kesehatan tubuh manusia, seperti *foodborne disease* (Rorong dan Wilar, 2021).

Berdasarkan uraian di atas, ikan mujair yang dibudidayakan di danau Batur sangat bermanfaat dalam memenuhi kebutuhan hidup masyarakat setempat. Namun, menurut Wijaya (2016), kualitas air pada danau Batur tergolong mengalami pencemaran. Menurut Pergub Bali No.16 Tahun 2016, bahwa Danau Batur memiliki kondisi air yang melebihi baku mutu kelas I (Sukmawati dkk., 2019). Tingginya tingkat pencemaran tersebut diakibatkan oleh adanya aktivitas manusia seperti pembuangan limbah rumah tangga, limbah pertanian, aktivitas pariwisata, dan aktivitas MCK (mandi, cuci, kakus) (Agustina dan Aprinica, 2022; Lusinaya dkk 2021). Pencemaran oleh limbah tersebut dapat menjadi sumber kontaminan bakteri pada air maupun ikan (Widyanti dan Fatmawati, 2022). Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk menguji total bakteri, *Coliform*, *Escherichia coli*, dan *Salmonella* sp. sebagai indikator pencemaran pada ikan mujair agar dapat menjamin keamanan dan kelayakan ikan tersebut sebagai produk pangan untuk dikonsumsi

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan mulai dari bulan November hingga Desember 2023 yang bertempat di Laboratorium Mikrobiologi Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana. Sampel ikan mujair diambil dari empat desa di pesisir danau Batur yang membudidayakan ikan mujair yaitu desa Kedisan, Buahan, Abang, dan Batur Tengah

### Preparasi dan Pengambilan Sampel

Sampel ikan mujair yang diuji diperoleh dari hasil budidaya keramba di danau Batur, Kintamani pada desa Abang, Buahan, Kedisan, dan Batur Tengah. Pengambilan dan penanganan sampel dilakukan dengan mengacu pada SNI 2729: 2013. Sampel yang diambil dipilih dengan kualifikasi yaitu kondisi ikan siap panen berusia 6-10 bulan dengan berat 200- 250 g per ekor. Sampel ikan mujair lalu dilakukan penyangan dengan mengeluarkan isi perut ikan dan dicuci hingga bersih. Sampel ikan yang sudah diambil dan dibersihkan dimasukkan ke dalam plastik steril (*ziplock*) dan diberi label penamaan sesuai dengan kode desa, kemudian sampel disimpan ke dalam *cooling box* yang telah berisi *ice pack*. Sampel dibawa ke laboratorium mikrobiologi dan diuji.

### Pengenceran Sampel

Sampel ikan mujair yang diuji diberikan perlakuan *thawing* dengan cara sampel direndam pada air dengan keadaan sampel tertutup rapat. Sampel ikan mujair dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil menggunakan pinset dan gunting, lalu ditimbang sebanyak 25 g dan dimasukkan ke dalam plastik *ziplock*. Daging ikan mujair dilunakkan dan dihaluskan dengan cara digerus dengan menggunakan mortal dan *pastle*. Sampel ikan ditambahkan akuades sebanyak 250 mL dan dihomogenkan, sehingga dihasilkan pengenceran  $10^{-1}$ . Setelah homogen, sampel daging ikan mujair siap untuk dilakukan ke tahap pengujian lebih lanjut.

### Uji Angka Lempeng Total (ALT)

Uji ALT dilakukan berpedoman pada SNI 2332.3:2015 yang telah termodifikasi (BSN, 2015). Sampel pada pengenceran  $10^{-1}$  diambil sebanyak 1 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi pengenceran  $10^{-2}$  yang telah diisi dengan 9 mL akuades. Pengenceran dilanjutkan hingga pengenceran  $10^{-4}$ . Hasil pengenceran  $10^{-4}$  dipipet 1 mL secara *pour plate* pada cawan Petri, selanjutnya dituangkan media *Nutrient Agar* (NA) ke dalam cawan Petri dan dihomogenkan. Media NA didiamkan hingga padat, kemudian sampel uji pada cawan Petri diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Koloni bakteri yang tumbuh dihitung dari rentang 30-300 koloni per cawan Petri, kemudian dihitung dengan rumus total bakteri berikut ini:

$$\text{koloni per gram} = \frac{\text{jumlah koloni per cawan petri}}{\text{faktor pengenceran}} \times \frac{1}{10^4}$$

### Uji Pemeriksaan Cemaran Bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli*

Uji pemeriksaan cemaran *Coliform* dan *E. coli* menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) yang berdasarkan pada SNI 2332.1:2015 termodifikasi (BSN, 2015). Uji MPN pada penelitian ini menggunakan 3 seri tabung reaksi. Berikut ini merupakan tiga tahapan pengujian yaitu:

#### a. Presumptive test

Medium LB (*Lactose Broth*) dituangkan ke dalam 9 tabung reaksi. Tabung reaksi seri pengenceran  $10^1$  diisi dengan 10 mL media LB konsentrasi ganda dan tabung reaksi seri pengenceran  $10^2$  dan  $10^3$  diisi dengan 10 mL media LB konsentrasi normal. Dari pengenceran  $10^{-1}$  diambil 10 mL dan dituangkan ke dalam medium LB ganda pada seri pengenceran  $10^{-2}$ . Diambil kembali 1 mL dari pengenceran  $10^{-1}$  dan dituangkan ke dalam seri pengenceran  $10^{-3}$  dengan media LB normal dan

dihomogenkan. Sampel dipipet lagi dengan volume 0,1 mL lalu ditempatkan ke dalam seri pengenceran  $10^{-4}$  dengan media LB normal dan dihomogenkan, lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Hasil positif bila terdapat perubahan warna dan gas oksigen ( $O_2$ ) pada tabung Durham.

#### b. Confirmed test

Medium BGLB (*Brilliant Green Lactose Broth*) dimasukkan masing-masing 10 mL ke dalam 9 tabung reaksi. Sampel positif pada uji penduga diinokulasikan ke dalam medium BGLB. Sampel dihomogenkan dengan menggunakan *vortex*, selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Hasil positif bila terdapat perubahan warna dan gas oksigen ( $O_2$ ) pada tabung Durham.

#### c. Complete tes

Hasil positif pada uji penetap diinokulasikan dengan metode *streak plate* pada cawan Petri yang telah berisi medium EMBA. Sampel diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Sampel positif tercemar *E. coli* apabila media EMBA ditumbuhi oleh koloni bakteri yang berwarna hijau metalik.

### **Uji Pemeriksaan Cemaran *Salmonella* sp.**

Uji pemeriksaan cemaran *Salmonella* sp. dilakukan berdasar SNI 01-2332-2-2006 termodifikasi (BSN, 2006). Sampel daging ikan mujair sebanyak 10 g diperkaya dengan cara dicampurkan dengan 90 mL *Lactose Broth (LB)* pada botol steril, dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Sampel yang telah diperkaya pada media LB dipipet sebanyak 100  $\mu$ L lalu dimasukkan ke dalam 10 mL media *Rappaport Vassiliadis (RV)* dan dihomogenkan, lalu diinkubasi suhu 37°C selama 24 jam. Sampel dari media RV diinokulasikan dengan metode *streak plate* pada media *Salmonella Shigella Agar (SSA)*, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Sampel positif terkontaminasi oleh *Salmonella* sp. apabila koloni yang tumbuh pada media SSA berwarna kehitaman, berbentuk bulat, pipih, berukuran kecil (Virdianita dkk., 2023). Hasil positif *Salmonella* sp. dikonfirmasi dengan pewarnaan Gram dan uji katalase.

### **Uji Pewarnaan Gram**

Isolat bakteri pada media EMBA dan SSA masing-masing diambil dan diletakkan di atas gelas objek setipis mungkin. Tahap pewarnaan pertama menggunakan larutan kristal violet diteteskan diatas sediaan bakteri, didiamkan 1 menit dan dibilas menggunakan akuades hingga warnanya luntur. Tahap kedua, larutan iodin diteteskan pada sediaan bakteri di kaca preparat, lalu didiamkan selama 1 menit dan dibilas menggunakan akuades hingga warna iodin luntur. Apusan bakteri yang telah diwarnai tersebut kemudian dilakukan proses dekolorisasi (penghilangan warna) dengan diteteskan alkohol 95% selama 30-45 detik hingga warna menghilang, dan dibilas kembali menggunakan akuades. Tahap ketiga, apusan bakteri diberi larutan safranin beberapa tetes, dibiarkan 1 menit, dan dibilas dengan akuades hingga terlihat warna akhir. Morfologi sel bakteri pada preparat hasil pewarnaan Gram diidentifikasi dengan mikroskop. Hasil uji bakteri Gram positif memiliki hasil berupa bakteri yang tampak berwarna violet atau ungu, sedangkan Gram negatif tampak berwarna merah (Husnan dan Andriani, 2018; Katon dkk., 2020).

### **Uji Katalase**

Uji katalase berpedoman pada SNI 2332.9:2011 termodifikasi (BSN, 2011). Koloni yang terdapat pada media EMBA dan SSA diambil dan digoreskan di atas kaca preparat. Koloni bakteri kemudian diteteskan larutan Hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) secukupnya dan diamati perubahan yang terjadi. Hasil uji katalase positif dicirikan dengan terbentuknya gelembung gas seperti buih atau busa. Namun apabila tidak terbentuk busa maka hasil dikatakan katalase negatif (Faisal *et al.*, 2021).

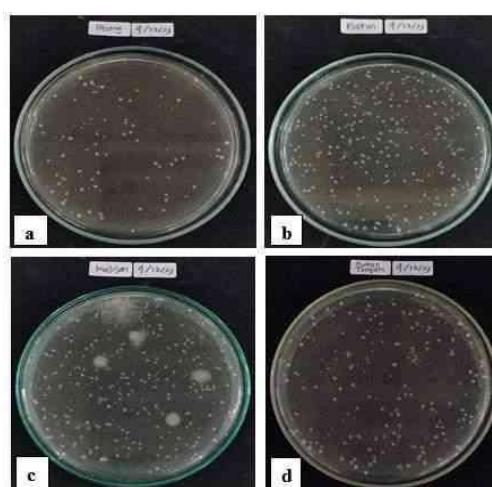
## Pengolahan Data

Data dari hasil pengujian cemaran ALT, *Coliform*, *E. coli* dan *Salmonella* sp. pada ikan mujair diolah menggunakan software *Microsoft Excel*. Hasil yang diperoleh selanjutnya dibandingkan dengan SNI 7388:2009 tentang Batas Cemaran Mikroba dalam Pangan dan BPOM Nomor 13 Tahun 2019 tentang Batas Maksimal Cemaran Mikroba dalam Pangan Olahan. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel, gambar atau foto dan tulisan dengan mendeskripsikan jumlah dan morfologi bakteri yang ditemukan pada ikan mujair hasil keramba di danau Batur.

## HASIL

### Uji Cemaran Angka Lempeng Total (ALT) Bakteri pada Ikan Mujair

Uji Cemaran total bakteri pada sampel ikan mujair hasil budidaya keramba yang diambil dari beberapa lokasi di danau Batur menunjukkan hasil semua sampel tercemar oleh bakteri. Ikan mujair yang tercemar oleh bakteri akan ditandai dengan pertumbuhan koloni yang berwarna putih hingga kekuningan pada media NA seperti pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Hasil uji cemaran ALT pada media NA. Keterangan: (a) ikan mujair desa Abang, (b) ikan mujair desa Buahan, (c) ikan mujair desa Kedisan, (d) ikan mujair desa Batur Tengah

Cemaran total bakteri dari keempat desa lokasi pada setiap minggu pengujian menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Batas cemaran ALT ikan mujair berpedoman pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 7388:2009 yaitu  $5 \times 10^5$  CFU/g dan berdasarkan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 13 Tahun 2019 yaitu  $10^5$  CFU/g. Maka, berdasarkan acuan tersebut semua sampel ikan mujair dari minggu pertama masih dalam ambang batas yang ditetapkan dengan nilai ALT tertinggi ditunjukkan oleh sampel ikan mujair yang diambil dari desa Batur Tengah sebesar  $30 \times 10^4$  CFU/g dan ALT terendah pada sampel ikan mujair dari desa Abang yaitu  $4 \times 10^4$  CFU/g. Nilai ALT pada minggu kedua dan ketiga telah melampaui ambang batas cemaran ALT pada pangan. minggu kedua terdapat pada sampel ikan mujair yang diambil di desa Kedisan yaitu  $83,2 \times 10^5$  CFU/g dan nilai ALT terendah pada sampel yang diambil di desa Batur Tengah yaitu sebesar  $26,8 \times 10^5$  CFU/g, sedangkan pada pengujian minggu ketiga sampel ikan mujair di desa Batur Tengah menunjukkan nilai ALT tertinggi yaitu  $112,8 \times 10^5$  CFU/g dan ALT terendah terdapat pada sampel ikan mujair di desa Buahan yaitu sebesar  $75,2 \times 10^5$  CFU/g (Tabel 1).

**Tabel 1.** Hasil uji cemaran Angka Lempeng Total (ALT) pada ikan mujair

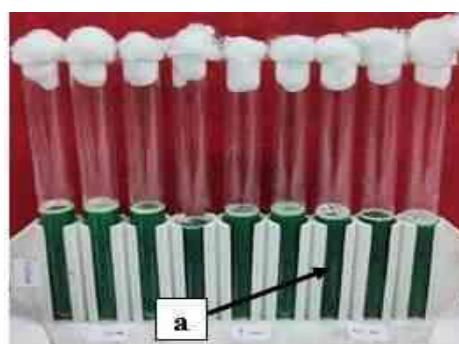
Lokasi	Angka Lempeng Total (ALT)			Rata-rata	Batas SNI (CFU/g)	Batas BPOM (CFU/g)
	Minggu Ke-1	Minggu Ke-2	Minggu Ke-3			
Abang	$4 \times 10^4$	$63,2 \times 10^5$	$82,4 \times 10^5$	$48,7 \times 10^5$		
Buahan	$12 \times 10^4$	$41,6 \times 10^5$	$75,2 \times 10^5$	$39,3 \times 10^5$	$5 \times 10^5$	$10^5$
Kedisan	$25 \times 10^4$	$83,2 \times 10^5$	$91,2 \times 10^5$	$5,9 \times 10^6$	CFU/g	CFU/g
Batur						
Tengah	$30 \times 10^4$	$26,8 \times 10^5$	$112,8 \times 10^5$	$47,5 \times 10^5$		

**Uji Cemaran Total *Coliform* pada Ikan Mujair**

Hasil cemaran total *Coliform* pada sampel ikan mujair menunjukkan semua sampel tercemar oleh bakteri *Coliform* dengan nilai indeks *Coliform* yang berfluktuasi setiap minggu pengujian. Hasil cemaran total *Coliform* berpedoman pada SNI 7388:2009 yaitu ambang batas cemaran maksimum *Coliform* pada sampel ikan segar adalah  $<3$  MPN/g dan berdasarkan BPOM No. 13 Tahun 2019 cemaran bakteri *Coliform* maksimum pada sampel ikan air tawar adalah  $<10$  MPN/g. Berdasarkan hasil rata-rata total *Coliform* sampel ikan mujair menunjukkan adanya perbedaan pada masing-masing desa. Nilai rata-rata total *Coliform* tertinggi ditunjukkan oleh sampel ikan mujair dari desa Abang dan Batur Tengah yaitu  $>1,1 \times 10^4$  MPN/g, Sampel dari desa Kedisan menghasilkan nilai rata-rata total *Coliform* yaitu  $>88,7 \times 10^2$  MPN/g. Nilai rata-rata total *Coliform* terendah ditunjukkan oleh sampel ikan mujair dari desa Buahan yaitu  $>61,7 \times 10^2$  MPN/g (Tabel 2). Maka, sampel ikan mujair yang ada di danau Batur pada masing-masing desa secara keseluruhan tidak memenuhi standar total cemaran *Coliform* karena melebihi baku mutu yang ditetapkan. Hasil positif pada media BGLB dapat dilihat pada Gambar 2. Adanya cemaran bakteri *Coliform* pada sampel ikan mujair diindikasikan dengan perubahan warna media BGLB menjadi lebih keruh dan terbentuk gelembung gas pada tabung Durham.

**Tabel 2.** Hasil uji pelengkap cemaran total bakteri *Coliform* pada ikan mujair

Lokasi	Minggu Ke-	Jumlah Tabung Positif			Indeks <i>Coliform</i> (MPN/g)	Rata-rata	Batas SNI	Batas BPOM
		10 mL	1 mL	0,1 mL				
Abang	I	3	3	3	$>1,1 \times 10^4$			
	II	3	3	2	$1,1 \times 10^4$	$>1,1 \times 10^4$		
	III	3	3	3	$>1,1 \times 10^4$			
Buahan	I	3	3	3	$>1,1 \times 10^4$			
	II	3	2	3	$2,5 \times 10^3$	$>61,7 \times 10^2$		
	III	3	3	2	$4,6 \times 10^3$			
Kedisan	I	3	3	3	$>1,1 \times 10^4$		$<3/g$	$<10/g$
	II	3	3	1	$4,6 \times 10^3$	$>88,7 \times 10^2$		
	III	3	3	3	$>1,1 \times 10^4$			
Batur Tengah	I	3	3	3	$>1,1 \times 10^4$			
	II	3	3	3	$>1,1 \times 10^4$	$>1,1 \times 10^4$		
	III	3	3	3	$>1,1 \times 10^4$			



**Gambar 2.** Hasil uji cemaran total *Coliform* pada media BGLB, ditunjukkan oleh media yang keruh serta terbentuknya gelembung gas pada tabung Durham (ditunjuk oleh panah hitam).

### Uji Cemaran Bakteri *Escherichia coli* pada Ikan Mujair

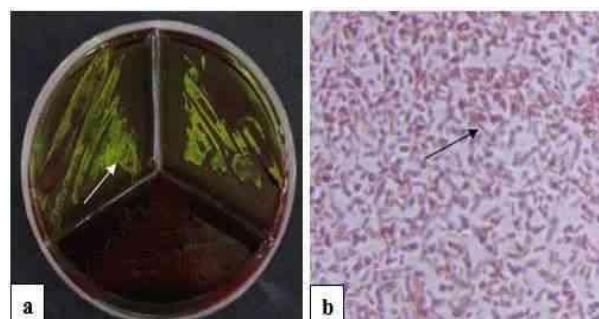
Pengujian cemaran bakteri *E. coli* menunjukkan hasil yang berfluktuasi setiap minggu pengujian. Hasil cemaran *E. coli* pada ikan mujair mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 7388:2009 yaitu batas maksimum cemaran bakteri *E. coli* pada ikan segar adalah <3 MPN/g dan berdasarkan BPOM No. 13 Tahun 2019 cemaran bakteri *E. coli* maksimum pada ikan air tawar adalah <10 MPN/g. Hasil rata-rata cemaran *E. coli* sampel ikan mujair menunjukkan adanya perbedaan masing-masing desa. Nilai rata-rata cemaran *E. coli* tertinggi yaitu pada ikan mujair dari desa Abang dengan nilai  $>4,64 \times 10^3$  MPN/g dan nilai rata-rata *E. coli* terendah ditunjukkan oleh sampel ikan mujair dari desa Kedisan yaitu sebesar  $2,3 \times 10^2$  MPN/g. Sampel ikan mujair yang ada di danau Batur pada masing-masing desa secara keseluruhan tidak memenuhi standar total cemaran *E. coli* karena melebihi baku mutu yang ditetapkan (Tabel 3).

**Tabel 3.** Hasil uji pelengkap cemaran bakteri *Escherichia coli* pada ikan mujair

Lokasi	Minggu ke-	Jumlah Cawan Positif			Indeks <i>E. coli</i> (MPN/g)	Rata-rata	Batas SNI	Batas BPOM
		10 mL	1 mL	0,1 mL				
Abang	I	3	3	3	$>1,1 \times 10^4$			
	II	3	2	2	$2,1 \times 10^3$	$>4,64 \times 10^3$		
	III	2	1	2	$2,7 \times 10^2$			
Buahan	I	2	2	2	$3,5 \times 10^2$			
	II	2	1	0	$1,5 \times 10^2$	$2,6 \times 10^2$		
	III	2	2	1	$2,8 \times 10^2$			
Kedisan	I	1	1	1	$1,1 \times 10^2$		$<3/g$	$<10/g$
	II	2	2	1	$2,8 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$		
	III	2	1	1	$2 \times 10^2$			
Batur Tengah	I	2	2	2	$3,5 \times 10^2$			
	II	3	3	2	$1,1 \times 10^4$	$3,93 \times 10^3$		
	III	3	2	1	$1,5 \times 10^3$			

Hasil uji cemaran bakteri *E. coli* pada sampel ikan mujair menunjukkan semua sampel terindikasi telah tercemar bakteri *E. coli*. Hasil positif *E. coli* pada uji pelengkap ditandai dengan adanya koloni bakteri berwarna hijau metalik di media EMBA dan hasil pewarnaan Gram menunjukkan bakteri yang ada pada sampel ikan mujair tergolong bakteri Gram negatif dengan sel berwarna merah dan berbentuk batang (Gambar 3). Hasil uji katalase bakteri *E. coli* pada ikan mujair diperoleh hasil

positif yang ditunjukkan dengan adanya gelembung gas  $O_2$  pada larutan hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) 3% (Gambar 4)



**Gambar 3.** Hasil uji cemaran bakteri *Escherichia coli* pada ikan mujair. (a) Koloni *E. coli* pada media EMBA warna hijau metalik, (b) Morfologi sel *E. coli* pada perbesaran 1000 $\times$ , terlihat berbentuk batang dan berwarna merah



**Gambar 4.** Hasil uji katalase *E. coli*. (a) Katalase positif bakteri *E. coli* ditandai terbentuknya gelembung gas  $O_2$  (ditunjuk oleh panah hitam).

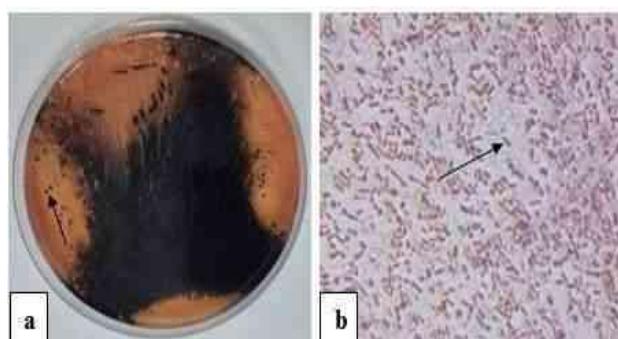
#### Uji Cemaran Bakteri *Salmonella* Sp. pada Ikan Mujair

Hasil uji bakteri *Salmonella* sp. dalam sampel ikan mujair budidaya keramba jaring apung di kawasan danau Batur menunjukkan tiga sampel negatif terhadap bakteri *Salmonella* sp. yaitu sampel dari desa Abang, Buahan, Kedisan. Hasil negatif tersebut konstan dari minggu pertama hingga minggu terakhir pengujian. Namun, satu sampel positif mengandung bakteri *Salmonella* sp. yaitu sampel ikan dari Batur Tengah (Tabel 4). Sampel ikan mujair dari desa Batur Tengah pada minggu pertama dan kedua menunjukkan negatif mengandung bakteri *Salmonella* sp., dan pada minggu ketiga sampel positif tercemar oleh bakteri *Salmonella* sp.. Hasil cemaran bakteri *Salmonella* sp. berpedoman pada SNI 7388:2009 dan BPOM No. 13 Tahun 2019 tentang batas cemaran maksimum bakteri *Salmonella* sp. dalam ikan air tawar adalah negatif/25 g. Keberadaan bakteri *Salmonella* sp. Tersebut, menandakan sampel tersebut tidak memenuhi standar pangan karena telah melampaui ambang batas normal cemaran *Salmonella* sp. dalam pangan sesuai ketetapan SNI dan BPOM.

**Tabel 4.** Hasil uji cemaran bakteri *Salmonella* sp. pada ikan mujair

Lokasi Sampel	Salmonella sp.			Batas Maksimal SNI dan BPOM	Keterangan
	Minggu ke- 1	Minggu ke- 2	Minggu ke- 3		
Abang	Negatif	Negatif	Negatif		Memenuhi standar
Buahan	Negatif	Negatif	Negatif		Memenuhi standar
Kedisan	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif/25 g	Memenuhi standar
Batur Tengah	Negatif	Negatif	Positif		Tidak memenuhi standar

Keberadaan bakteri *Salmonella* sp. pada sampel ikan ditunjukkan dengan ciri koloni transparan dengan bintik berwarna hitam dan berbentuk bulat pada media SSA. Hasil positif *Salmonella* dilakukan uji pewarnaan Gram dengan hasil ciri mikroskopis sel berbentuk batang dengan warna merah sehingga tergolong bakteri Gram negatif (Gambar 5).



**Gambar 5.** Hasil uji bakteri *Salmonella* sp. pada ikan mujair. (a) Koloni *Salmonella* sp. pada media SSA warna hitam dan berbentuk bulat, (b) Morfologi sel bakteri *Salmonella* sp. pada perbesaran 1000x, terlihat berbentuk batang dengan warna merah

Uji katalase pada bakteri *Salmonella* sp. diperoleh hasil katalase positif dengan terbentuknya gelembung gas O<sub>2</sub> pada larutan Hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 3%. Hasil uji katalase positif terhadap bakteri *Salmonella* sp. (Gambar 6).



**Gambar 6.** Hasil uji katalase *Salmonella* sp. (a) Katalase positif bakteri *Salmonella* sp. ditandai terbentuknya gelembung gas O<sub>2</sub> (ditunjuk oleh panah hitam).

## PEMBAHASAN

Pengujian Angka Lempeng Total (ALT) dilakukan bertujuan untuk mengidentifikasi jumlah cemaran total bakteri dalam sampel yang diujikan (Fahrul dkk., 2022). Uji ALT penting untuk diketahui karena merupakan suatu indikator kebersihan dan sanitasi pangan agar dapat memastikan keamanan pangan serta sebagai pengawasan terhadap kelayakan suatu produk pangan untuk dikonsumsi berdasarkan kriteria mikrobiologi yang berlaku (Widianingsih dkk., 2021). Menurut SNI 7388:2009 batas cemaran maksimum ALT pada sampel ikan segar adalah  $5 \times 10^5$  CFU/g dan batas ALT ikan air tawar berdasarkan BPOM No. 13 Tahun 2019 yaitu  $10^5$  CFU/g. Hasil rata-rata ALT menunjukkan bahwa sampel ikan mujair dari keempat melampaui batas cemaran maksimum ALT berdasarkan SNI dan BPOM sehingga tidak layak untuk dikonsumsi dengan nilai ALT tertinggi yaitu pada sampel ikan dari desa Kedisan yaitu sebesar  $5,9 \times 10^6$  CFU/g (Tabel 1).

Hasil ALT sampel ikan mujair menunjukkan bahwa terdapat perbedaan jumlah total bakteri pada masing-masing desa dan mengalami fluktuasi dari minggu pertama hingga minggu ketiga pengujian. Menurut Marpaung (2015), menyatakan keberadaan bakteri pada ikan dapat dipengaruhi oleh faktor ekstrinsik seperti air, tanah, dan lingkungan tempat pertumbuhan ikan tersebut. Tingginya

nilai ALT pada sampel ikan mujair dari desa Kedisan dan Batur Tengah dipengaruhi oleh padatnya aktivitas manusia di sekitar danau seperti aktivitas pariwisata, aktivitas pertanian, aktivitas MCK (mandi cuci kakus), tempat mancing ikan, dan pemukiman penduduk. Menurut Sofiana dkk. (2022), dalam penelitiannya menyatakan bahwa semakin tinggi aktivitas manusia di sekitar sumber air maka tingkat pencemaran pada perairan tersebut akan semakin tinggi pula. Indeks pencemaran danau Batur pada tahun 2022 di wilayah Kedisan sebesar 1,52 dan Batur Tengah mencapai 1,93 sehingga tergolong mengalami cemaran ringan (Septiani dkk., 2022). Pencemaran pada perairan akan mempengaruhi kehidupan mikroba di dalam air yang dapat mengkontaminasi biota lain yang ada dalam perairan tersebut. Cemaran bakteri yang tinggi pada ikan menandakan bahwa ikan tersebut telah mengalami penurunan kualitas dan mutu (Apriani dkk., 2017).

Hasil uji cemaran total *Coliform* pada ikan mujair budidaya keramba di danau Batur mengalami fluktuasi pada setiap minggu pengujian (Tabel 2). Menurut SNI 7388:2009 batas cemaran *Coliform* pada ikan segar adalah  $<3$  MPN/g dan berdasarkan BPOM No. 13 Tahun 2019 batas cemaran maksimum *Coliform* dalam ikan air tawar adalah  $<10$  MPN/g. Berdasarkan acuan tersebut, sampel ikan mujair yang ada di danau Batur pada setiap desa secara keseluruhan dari minggu pertama hingga minggu ketiga melampaui batas maksimum cemaran *Coliform* pada ikan sehingga tidak layak untuk dikonsumsi. Rata-rata total *Coliform* tertinggi ditunjukkan oleh sampel ikan mujair dari desa Abang dan Batur Tengah dengan nilai rata-rata *Coliform* sebesar  $>1,1 \times 10^4$  MPN/g. Tingginya kandungan total *Coliform* pada lokasi tersebut menandakan bahwa air dalam perairan tersebut telah tercemar oleh limbah feses makhluk hidup sehingga memiliki kualitas yang kurang baik (Widyaningsih dkk., 2016).

Cemaran bakteri *Coliform* pada sampel ikan mujair dapat diketahui dengan adanya perubahan pada media uji. Keberadaan bakteri *Coliform* pada sampel ditunjukkan dengan terdapatnya gelembung gas yang terperangkap dalam tabung Durham dan media BGLB menjadi keruh (Gambar 2). Gelembung gas yang dihasilkan oleh bakteri *Coliform* dalam tabung Durham terbentuk karena bakteri *Coliform* mampu memfermentasikan laktosa yang menghasilkan produk akhir berupa gas dan asam (Kumalasari dkk., 2018; Widyaningsih dkk., 2016).

Lingkungan danau Batur yang tercemar dengan tingginya tingkat aktivitas penduduk di pesisir danau dapat meningkatkan kontaminasi bakteri *Coliform* pada air. Menurut Wijana (2016), total *Coliform* di perairan danau Batur sebesar  $9,7 \times 10^2$  MPN/g. Pada tahun 2022 total *Coliform* di danau Batur mencapai  $>1,8-33$  MPN/g (Septiani dkk., 2022). Selain itu, tingginya cemaran bakteri *Coliform* pada sampel ikan mujair di desa Abang dan Batur Tengah berkorelasi positif dengan adanya indikasi kategori cemaran ringan pada wilayah danau di sekitar desa tersebut (Septiani dkk., 2022).

Pencemaran air tersebut dapat berasal dari adanya kepadatan penduduk diantaranya aktivitas pertanian, pariwisata, dan aktivitas penduduk lainnya yang memanfaatkan air untuk berbagai keperluan seperti mandi, mencuci pakaian, bahkan pembuangan limbah rumah tangga, limbah industri dan kotoran (tinja) (Widyaningsih dkk., 2016). Hal ini sesuai dengan penelitian Sumarya dkk. (2020), dimana cemaran *Coliform* yang tinggi pada sampel ikan diakibatkan karena adanya aktivitas pembuangan limbah pemukiman pada perairan. Menurut Kamelia (2018), bakteri *Coliform* merupakan bakteri yang dapat ditemukan pada saluran pencernaan makhluk hidup, sehingga kotoran hewan maupun kotoran manusia (tinja) akan membawa kontaminasi bakteri *Coliform*.

Hasil pengujian bakteri *E. coli* pada sampel ikan mujair di danau Batur berfluktuasi setiap minggu pengujian dengan rata-rata *E. coli* tertinggi terdapat pada sampel ikan mujair dari desa Abang sebesar  $>4,64 \times 10^3$  MPN/g. Menurut SNI 7388:2009 batas cemaran bakteri *E. coli* pada ikan segar adalah  $<3$  MPN/g dan berdasarkan BPOM No. 13 Tahun 2019 batas cemaran maksimum bakteri *E. coli* dalam ikan air tawar adalah  $<10$  MPN/g (Tabel 3). Berdasarkan acuan tersebut, sampel ikan mujair budaya keramba yang ada di danau Batur pada masing-masing desa dari minggu pertama hingga minggu ketiga pengujian melampaui ambang batas maksimum cemaran *E. coli* pada ikan. Sampel yang positif terkontaminasi oleh bakteri *E. coli* dicirikan dengan terdapatnya koloni hijau metalik pada media EMBA (Gambar 3). Warna hijau metalik dihasilkan karena bakteri *E. coli* telah memfermentasikan

kandungan laktosa yang menyebabkan kadar asam dalam media meningkat sehingga menyebabkan pengendapan zat warna pada permukaan media (Trisno dkk., 2019). Pewarnaan Gram menunjukkan *E. coli* memiliki sel berbentuk basil (batang) dengan warna sel yang merah sehingga tergolong bakteri Gram negatif (Gambar 3). Bakteri merespon warna merah akibat dari lapisan membran luarnya yang meliputi peptidoglikan, lipida, polisakarida dan protein (Widyaningsih dkk., 2016). Melalui uji katalase menunjukkan positif terdapat gelembung gas pada larutan hidrogen peroksida sehingga bakteri *E. coli* digolongkan sebagai bakteri yang mampu memproduksi enzim katalase (Gambar 4). Enzim katalase dapat memecah struktur hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) ketika berikatan sehingga menghasilkan air ( $H_2O$ ) dan oksigen ( $O_2$ ) (Hamida dkk., 2019).

Adanya bakteri *E. coli* dalam ikan mujair menandakan lingkungan tempat hidup ikan tersebut telah tercemar. Desa Abang memperoleh nilai cemaran *E. coli* yang paling tinggi dibandingkan desa lainnya di wilayah danau Batur. Hal ini sesuai dengan kondisi lingkungan di desa Abang yang masyarakatnya melakukan kegiatan pertanian dan rumah tangga dekat dengan perairan (Septiani dkk., 2022). Aktivitas pertanian dan rumah tangga dapat menghasilkan limbah sehingga kandungan nutrien dan unsur organik lainnya meningkat yang menyebabkan kualitas air menjadi semakin buruk. Kemunduran kualitas air dan komposisi bahan organik yang tinggi tersebut dapat mengakibatkan pertumbuhan bakteri patogen seperti *E. coli* menjadi meningkat dan mengkontaminasi ikan yang ada dalam perairan tersebut (Pusparani dkk., 2021). Menurut Sutiknowati (2014), keberadaan bakteri *E. coli* pada ikan dapat diakibatkan karena kontaminasi dari air yang telah tercemar oleh limbah domestik berupa limbah buangan seperti air cucian, limbah dapur, industri, dan kotoran makhluk hidup baik yang dibuang secara langsung atau tidak langsung terbawa oleh luapan air hujan ke perairan danau.

Uji cemaran bakteri *Salmonella* sp. ikan mujair budidaya keramba pada beberapa desa di Kawasan danau Batur menunjukkan bahwa tiga sampel tidak terkontaminasi bakteri *Salmonella* sp. Namun, satu sampel dari desa Batur Tengah pada minggu ketiga positif terhadap bakteri *Salmonella* sp. (Tabel 4). Menurut SNI 7388:2009 dan BPOM No. 13 Tahun 2019 batas cemaran maksimum bakteri *Salmonella* sp. dalam ikan air tawar adalah negatif/ 25 g. Maka berdasarkan acuan tersebut, sampel ikan mujair dari desa Batur Tengah pada minggu ketiga tidak layak untuk dikonsumsi. Hasil positif bakteri *Salmonella* sp. pada sampel ikan mujair ditandai dengan adanya koloni bulat dengan warna hitam pada media SSA (Gambar 5). Warna hitam yang terbentuk karena disebabkan bakteri ini mampu memproduksikan hidrogen sulfida ( $H_2S$ ) akibat ada kandungan tiosulfat pada media SSA (Daryat dkk., 2017).

Adanya bakteri *Salmonella* sp. pada ikan mujair di Batur Tengah mengindikasikan perairan di daerah tersebut telah tercemar oleh limbah dan kotoran (feses) akibat aktivitas pemukiman penduduk. Berdasarkan survei lokasi, wilayah Batur Tengah merupakan wilayah yang sebagian besar didominasi oleh tempat wisata seperti pemandian dan tempat rekreasi pancing ikan. Hal tersebut memungkinkan terjadinya pembuangan limbah ke perairan karena berdekatan dengan danau. Pernyataan tersebut sesuai dengan penelitian Hasmia (2021), bahwa bakteri *Salmonella* sp. dapat bersumber dari aktivitas pembuangan limbah ke perairan. Menurut Nugroho dkk. (2015), *Salmonella* sp. dapat menyebar luas pada lingkungan, khususnya ditemukan pada sampah, kotoran dan keluaran (hasil ekskresi) hewan dan manusia. Bakteri *Salmonella* sp. yang mencemari perairan secara tidak langsung dapat juga mencemari ikan di wilayah tersebut (Akbar dkk., 2016).

Kondisi lingkungan yang kurang baik dan tercemar memungkinkan tingkat pencemaran bakteri *Salmonella* sp. semakin tinggi. Hasil yang diperoleh menunjukkan bakteri *Salmonella* sp. hanya terdapat pada minggu ketiga sampel ikan mujair dari Batur Tengah. Hal tersebut dikarenakan cuaca saat pengambilan sampel pada setiap minggunya berbeda-beda, dimana pengambilan sampel minggu ketiga frekuensi turun hujan cukup tinggi, sedangkan pada minggu pertama dan minggu kedua cuaca panas dan frekuensi turun hujan lebih rendah. Hal tersebut sesuai dengan Wibisono (2016), bakteri *Salmonella* sp. dapat berasal dari kotoran yang terbawa oleh aliran hujan ke sumber perairan. Menurut Leko (2023), hujan merupakan sarana yang dapat memfasilitasi pengangkutan segala macam jenis

limbah dan kotoran ke danau, sehingga berdampak pada pencemaran air yang ditunjukkan dengan tingginya tingkat cemaran mikroba dalam air. Hal tersebut berkorelasi positif dengan hasil ALT yang diperoleh pada minggu ketiga cenderung lebih tinggi dibandingkan minggu pertama dan kedua.

## KESIMPULAN

1. Seluruh sampel ikan mujair budidaya keramba jaring apung di danau Batur yang diujikan menunjukkan memiliki kandungan total bakteri, tercemar oleh bakteri *Coliform*, *Escherichia coli*, dan *Salmonella* sp. dengan hasil yang berfluktuasi dalam waktu 3 minggu pengujian.
2. Berdasarkan acuan SNI 7388:2009 dan BPOM No. 13 Tahun 2019 tentang batas cemaran maksimum bakteri dalam pangan, seluruh sampel ikan mujair yang ada di danau Batur dinyatakan melebihi ambang batas standar kelayakan pangan untuk cemaran ALT, *Coliform*, dan *E. coli*, serta satu sampel ikan mujair tercemar oleh bakteri *Salmonella* sp. sehingga melebihi ambang batas standar kelayakan pangan berdasarkan SNI dan BPOM
3. Sampel ikan mujair yang diambil dari desa Abang, Buahan, Kedisan, dan batur Tengah menunjukkan memiliki perbedaan terhadap jumlah ALT, jumlah *Coliform* dan *E. coli*, serta bakteri *Salmonella* sp dalam 3 minggu pengujian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. Y., Diansyah, G, dan Isnaini. 2016. Deteksi Cemaran Bakteri *Salmonella* sp. pada Ikan Teri (*Stolephorus* spp.) Hasil Perikanan di Perairan Sungsang Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan. *Maspari Journal Januari*. 8(1): 25-30. [https://media.neliti.com/media/publications/151539-ID-none.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://media.neliti.com/media/publications/151539-ID-none.pdf?utm_source=chatgpt.com)
- Agustina, A. dan Aprinica, N. P. I. 2022. Dampak Pariwisata Terhadap Pencemaran Air Danau Batur Kabupaten Bangli. *Jurnal Ilmiah Hospitality Management*. 12(2): 81-89. <https://doi.org/10.22334/jihm.v12i2.189>
- Apriani, Y., Ferasyi, T. R, dan Jazali, R. 2017. Jumlah Cemaran Mikroba dan Nilai Organoleptik Ikan Tongkol (*Euthynnus offinisi*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*. 1(3): 598-603. <https://doi.org/10.21157/jimvet.v1i3.4223>
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. SNI 2729.2013. Ikan Segar. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. SNI 2332.1- 2015. Cara Uji Mikrobiologi bagian 1: Penentuan *Coliform* dan *Escherichia coli* pada Produk Perikanan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. SNI 2332.3- 2015. Cara Uji Mikrobiologi bagian 3: Penentuan Angka Lempeng Total (ALT) pada Produk Perikanan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- BPOM Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2019. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 13 Tahun 2019. Jakarta: BPOM.
- Behar, J. N., Pandit, I. G. S, dan Darmadi, N. M. 2021. Pengaruh Penggunaan Bahan Pengawet Alami pada Ikan Layang Segar (*Decapterus russelli*) pada Umur Simpan Tiga Hari Terhadap Mutu. *GEMA AGRO*. 26(1): 20-26. <https://doi.org/10.22225/ga.26.1.3281.20-26>
- Diniari, N. A., Anggreni, A. A. M. D, dan Arnata, I. W. 2015. Analisis Kandungan Angka Lempeng Total dan *Escherichia coli* pada Ikan Nila dan Mujair di Unit Pengolahan Air Limbah (UPAL) PT. *Indonesia Tourism Development Corporation* (ITDC). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 3(2): 101-108.
- Daryat, F., Zul, D, dan Fibriarti, B. L. 2017. Analisis Kualitas Air Limbah Asal Tempat Pembuangan Akhir Sampah Kota Pekanbaru Berdasarkan Parameter Biologi, Fisika dan Kimia. Program Studi S1 Biologi.FMIPA.2(1):68-80.
- Faisal, S., Khan, S., Shah, S. A., Hasnain, M., Abbas, S. H., Ilyas, N., Shas, S., Ali, F., Akbar, M. T., Rizwan, M., Shazeb, and Ullah, R. 2021. Biochemical Identification, Antibiotic Sensitivity and Resistance Pattern for *Salmonella typhi* dan *Salmonella paratyphi*. *Bioscience Researce*. 18(3): 2284-2291.

- Fahrul., Syahrul, dan Kamaruddin, M. 2022. Kualitas Ikan Tongkol (*Auxis thazard*) secara Mikrobiologi Menggunakan Es yang Berbeda. *Jurnal Agribisnis Perikanan*. 15(1): 6-14. <https://doi.org/10.52046/agrikan.v15i1.6-14>
- Husnan., dan Andriani, D. 2018. Identifikasi *Escherichia coli* pada Es Dawet di Kota Banda Aceh. *Serambi Saintia*. 6(1): 7-15. <https://ojs.serambimekkah.ac.id/index.php/serambi-saintia>
- Hamida, F., Aliya, L. S., Syafriana, V, dan Pratiwi, D. 2019. *Escherichia coli* Resisten Antibiotik Asal Air Keran Di Kampus ISTN. *Jurnal Kesehatan*. 12(1): 63-72. <http://repository.istn.ac.id/id/eprint/2734>
- Hasmia, N. 2021. Identifikasi Mikrobiologi Pada Air Sumur Gali di Tepi Sungai Desa Tiromanda Kecamatan Bua Kabupaten Luwu (Doctoral Dissertation, Universitas Cokroaminoto Palopo).
- Kasozu, N., Tibenda, V. N., Degu, I. G, and Kato, C. D. 2016. Bacteriological and physicochemical qualities of traditionally dry-salted Pebbley fish (*Alestes baremoze*) sold in different markets of West Nile Region, Uganda. *African Journal of Microbiology Research*. 1024-1030. <https://doi.org/10.5897/ajmr2016.8099>
- Kamelia, M., Anggoro, B, dan Sa'adah, F. 2018. Analisis Kualitas Es Batu Berdasarkan Kandungan *Coliform* Di Kantin Uin Raden Intan Lampung. *Jurnal Tadris Biologi*. 9(1): 200-208. <http://ejurnal.radenintan.ac.id/index.php/biosfer/index>
- Kamelia, M., Widiani, N, dan Adistyaningrum, N. 2018. Analisis Perbedaan Jumlah Bakteri Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Budidaya. *Biospecies*. 11 (2): 76-82. <https://doi.org/10.22437/biospecies.v11i2.5718>
- Kumalasari, E., Rhodiana, R, dan Prihandiwati, E. 2018. Analisis Kuantitatif Bakteri *Coliform* Pada Depot Air Minum Isi Ulang yang Berada di Wilayah Kayutangi Kota Banjarmasin. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*. 3(1): 134-144. <https://doi.org/10.36387/jiis.v3i1.140>
- Katon, M. R., Solichin, A, dan Jati, O. E. 2020. Analisis Penduga Bakteri *Escherichia coli* pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Morosari, Demak. *Journal of Maquares*. 9(1): 40-46. <https://doi.org/10.14710/marj.v9i1.27758>
- Lusinaya., Akbar, A. A, dan Desmaiani. 2021. Pengaruh Aktivitas Manusia Terhadap Beban Pencemaran Sub DAS Sungai Rengas, Kalimantan Barat. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. 9(2): 90-100. <https://doi.org/10.26418/jtllb.v9i2.48110>
- Leko, L. L. 2023. Pengaruh Curah Hujan Terhadap Kualitas Air Berdasarkan Parameter Mikrobiologi di DAS kali Dendeng. *Envirotechsains Jurnal Teknik Lingkungan*. 1(1): 33-37. <https://ejurnal-unisap.ac.id/index.php/envirotechsains/index>
- Ma'ruf, H., Meiske, S. S, dan Audy D.W. 2017. Analisis Kandungan Formalin dan Boraks pada Ikan Asin dan Tahu dari Pasar Pinasungkul Manado dan Pasar Beriman Tomohon. *Jurnal MIPA USRAT*. 6(2): 24-28. <https://doi.org/10.35799/jm.6.2.2017.17073>
- Manurung, U. N. dan Susantie, D. 2017. Identifikasi Bakteri Patogen pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Lokasi Budidaya Ikan Air Tawar Kabupaten Kepulauan Sangihe. *Journal Budidaya Perairan*. 5(3): 11-17. <https://doi.org/10.35800/bdp.5.3.2017.17609>
- Marpaung, R. 2015. Kajian Mikrobiologi Pada Produk Ikan Asin Kering Yang Dipasarkan Di Pasar Tradisional dan Swalayan dalam Upaya Peningkatan Keamanan Pangan di Kota Jambi. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. 15(3): 145-151. <http://dx.doi.org/10.33087/jiuj.v15i3.161>
- Meigi, N.M., Lokollo, E., Nendissa, D. M, dan Harsono, P. I. 2019. Karakteristik Mikrobiologi dan Kimiawi Ikan Tuna Asap. *JPHPI: Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan*. 22(1): 69-99. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v22i1.25882>
- Nugroho, S., Purnawarman, T, dan Indrawati, A. 2015. Deteksi *Salmonella* spp. pada Telur Ayam Konsumsi yang Dilalulintaskan melalui Pelabuhan Tenau Kupang. *Acta Veterinaria Indonesiana*. 3(1): 16-22. <https://doi.org/10.29244/avi.3.1.16-22>

- Pusparani, R., Widyorini, N, dan Jati, O. E. 2021. Analisis Total Bakteri *Aeromonas* sp. Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Wilayah Keramba Jaring Apung (Kja) dan Non-Kja Rawa Pening. *Jurnal Pasir Laut*. 5(1): 9-16. <https://doi.org/10.14710/jpl.2021.31885>
- Rorong, J. A. dan Wilar, W. F. 2021. Keracunan Makanan Oleh Mikroba. *Techno Science Journal*. 2(2): 47-60. <https://doi.org/10.35799/tsj.v2i2.34125>
- Sutiknowati, L. I. 2014. Kualitas Perairan Tambak Udang Berdasar Parameter Mikrobiologi. *Pusat Penelitian Oseanografi LIPI Jakarta*. 6(1): 157-170.
- Sukmawati, N. M., Pratiwi, A. E, dan Rusni, N.W. 2019. Kualitas Air Danau Batur Berdasarkan Parameter Fisikokimia dan NSFWQI. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*. 3(2): 53- 60. <https://doi.org/10.22225/wicaksana.3.2.2019.53-60>
- Sumarya, I. M., Juliasih, N. K. A, dan Sudiartawan, I. P. 2020. Sumber Pencemar Kualitas dan Tingkat Pencemaran Air Danau Buyan di Kecamatan Sukasada Kabupaten Buleleng Bali. *Ecotrophic: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*. 14(2): 165-180. <https://doi.org/10.24843/ejes.2020.v14.i02.p07>
- Suprianto, Trianto, M., Alam, N, dan Kirana, N.G.A.G.C. 2020. Karakter Morfologi dan Analisis Daerah Conserved Gen Elongation Factor 1a (EF1a) pada *Lepidotrigon terminata*. *Jurnal Metamorfosa*. 7(2): 30-39. <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2020.v07.i02.p05>
- Saputri, E. T. dan Efendy, M. 2020. Kepadatan Bakteri Coliform Sebagai Indikator Pencemaran Biologis di Perairan Pesisir Sepuluh Kabupaten Bangkalan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*. 1(2): 243-249. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i2.7579>
- Septiani, N. K. A., Suyasa, I. W. B, dan Rai, I. N. 2022. Analisis Kualitas Air Dan Strategi Pengendalian Pencemaran di Danau Batur Menggunakan Analisis Force Field. *Ecotrophic: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*. 16(1): 10-19. <https://doi.org/10.24843/ejes.2022.v16.i01.p02>
- Sofiana, M., Kadarsah, A, dan Sofarini, D. 2022. Kualitas Air Terdampak Limbah Sebagai Indikator Pembangunan Berkelanjutan di Sub DAS Martapura Kabupaten Banjar. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*. 8(1) 18-31. <https://doi.org/10.20527/jukung.v8i1.12966>
- Trisno, K., Tono, PG. K, dan Suarjana, I. G. K. 2019. Isolasi dan Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* dari Udara pada Rumah Potong Unggas Swata di Kota Denpasar. *Indonesia Medicus Veterinus*. 8(5): 685-694.
- Virdianita, A., Ristiawati, dan Fitriyani, N. L. 2023. Identifikasi Bakteri *Salmonella* Pada Jajanan Sekolah Di Wilayah Kerja Puskesmas Klego. *Jurnal Litbang Kota Pekalongan*. 21(2): 78-84. <https://doi.org/10.54911/litbang.v21i2.256>
- Widyaningsih, W., Supriharyono, dan Widyorini, N. 2016. Analisis Total Bakteri Coliform di Perairan Muara Kali Wiso Jepara. *Diponegoro Journal of Maquares*. 5(3): 157-164. <https://doi.org/10.14710/marj.v5i3.14403>
- Wijana, N. 2016. Analisis Kualitas Lingkungan Hidup Ditinjau Dari Aspek Abiotic Dan Biotic Environtment Di Kawasan Wisata Toya Bungkah, Bangli. Prosiding Seminar Nasional Mipa 2016.Undiksha. 277-286
- Wijaya, N. 2016. Sumber Dampak Penurunan Kualitas Lingkungan Hidup di Kawasan Wisata Toya Bungkah, Bangli – Bali.
- Wibisono, F. J. 2017. Deteksi Cemaran *Salmonella* sp. pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Pasar Ikan Sidoarjo. *Jurnal Kajian Veteriner*. 5(1): 1-10. <https://doi.org/10.35508/jkv.v5i1.1020>
- Widianingsih, M., Argata, Y. A, dan Untoro, M. C. 2021. Angka Lempeng Total Bakpia Kacang Hijau di Kecamatan Majoroto, Kediri. *Jurnal Biology Science and Education*. 10 (1): 10-16. <https://doi.org/10.33477/bs.v10i1.1356>
- Widyanti, T. dan Fatmawati, A. 2022. Deteksi Kelompok Enterobacteriaceae pada Tanah di Lingkungan Tempat Pembuangan Akhir Sampah Tamangapa Kecamatan Manggala Makassar. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*. 13(1): 23-31. <https://doi.org/10.20956/jal.v13i1.20453>