



ANALISIS *Coliform*, *Escherichia coli*, DAN KANDUNGAN FORMALIN PADA JAJANAN TEMPURA DI SEKOLAH DASAR KOTA YOGYAKARTA

Nindya Eka Safitri¹, Himmatul Hasanah¹

¹Departemen Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta

*Corresponding author: nindyaeka.2021@student.uny.ac.id

Abstrak

Keamanan pangan pada jajanan sekolah dasar merupakan aspek penting yang perlu mendapatkan perhatian serius, mengingat siswa sekolah dasar memiliki kebiasaan membeli jajanan dan pada saat yang sama memiliki sistem imun yang relatif lebih rentan. Kondisi tersebut membuat mereka lebih mudah terpapar risiko keracunan pangan. Keamanan pangan didefinisikan sebagai kondisi pangan yang harus dijaga agar terbebas dari cemaran biologis, kimia, maupun fisik yang berpotensi membahayakan kesehatan konsumen. Keamanan pangan merupakan suatu kondisi pangan yang harus dijaga untuk memastikan bahwa pangan tersebut terbebas dari cemaran biologis, kimia, maupun fisik yang dapat membahayakan kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui (1) adanya cemaran bakteri *Coliform*; (2) tingkat cemaran *Coliform*; (3) keberadaan bakteri *Escherichia coli*; (4) kandungan formalin pada jajanan tempura di Sekolah Dasar Kota Yogyakarta. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan sampel 5 SD Kota Yogyakarta. Metode yang digunakan meliputi uji *Most Probable Number* (MPN) untuk mengetahui keberadaan *Coliform* dan jumlah cemaran *coliform*, uji biokimia IMViC dan pewarnaan gram untuk mengidentifikasi *Escherichia coli*, serta uji kandungan formalin dengan *Rapid Test Kit Formalin*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian sampel positif mengandung *Coliform* dan *Coliform fecal* dengan nilai MPN *Coliform* dan *Coliform fecal* pada pedagang A, B, C, dan E yang melebihi ambang batas standar SNI-7338-2009, sedangkan nilai MPN *Coliform* dan *Coliform fecal* pada pedagang D tidak melebihi ambang batas standar SNI-7338-2009. Meskipun sebagian sampel positif *Coliform fecal* tetapi tidak terdeteksi keberadaan *E. coli* pada jajanan tempura. Sampel tempura tidak ditemukan adanya kandungan formalin.

Kata Kunci: *Coliform*, *Escherichia coli*, Formalin, Keamanan Pangan, Tempura

ANALYSIS OF Coliforms, Escherichia Coli, AND FORMALDEHYDE CONTENT IN TEMPURA SNACKS AT ELEMENTARY SCHOOLS IN YOGYAKARTA CITY

Abstract

*Food safety in elementary school snacks is a crucial aspect that requires serious attention, as elementary school students frequently consume such snacks and, at the same time, possess relatively vulnerable immune systems. This condition increases their susceptibility to foodborne diseases, including food poisoning. Food safety is defined as the condition in which food must be maintained free from biological, chemical, and physical contaminants that may endanger consumer health. This study aims to determine: (1) the presence of coliform bacteria; (2) the level of coliform contamination; (3) the presence of *Escherichia coli* bacteria; and (4) the presence of formaldehyde in tempura snacks sold at elementary schools in Yogyakarta City. The research is a quantitative descriptive study, with samples collected from five elementary schools in Yogyakarta City. The methods used in this study include the Most Probable Number (MPN) test to detect the presence and contamination level of coliform bacteria, IMViC biochemical tests and Gram staining to identify *Escherichia coli*, and formaldehyde testing using a Rapid Test Kit for Formalin. The results showed that some samples tested positive for coliform and fecal coliform, with MPN values for coliform and fecal coliform from vendors A, B, C, and E exceeding*

the standard threshold set by SNI-7338-2009. However, MPN values for vendor D did not exceed this threshold. Although some samples tested positive for fecal coliform, E. coli was not detected in any of the tempura samples. Additionally, no formaldehyde was found in any of the tempura samples.

Keywords: *Coliform, Escherichia coli, Formalin, Food Safety, Tempura*

PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya zaman, jajanan pangan banyak diminati oleh masyarakat karena praktis dan mudah diperoleh, terutama oleh Anak Sekolah Dasar (SD). Jajanan pangan dan anak sekolah merupakan dua hal yang sulit dipisahkan. Anak SD memiliki kebiasaan membeli jajanan di sekitar lingkungan sekolah pada jam istirahat atau saat pulang sekolah. Namun, saat ini masih banyak penjual yang kurang memperhatikan aspek higiene dan sanitasi. Anak SD hanya mengerti untuk membeli jajanan yang menarik dan enak tanpa memperhatikan keamanan pangan. Anak SD merupakan kelompok yang sering mengalami masalah keracunan makanan akibat jajan sembarangan (Fuadi, *et al.*, 2023). Berdasarkan hasil survei BPOM (2018) menunjukkan bahwa sebesar 14,4% kejadian keracunan berasal dari jajanan, dengan 34 Kejadian Luar Biasa (KLB) terjadi pada anak SD (Wulandari, *et al.*, 2022).

Salah satu jajanan pangan yang digemari oleh anak SD yaitu tempura, yang merupakan salah satu makanan *frozen food* dari olahan ikan. Tempura memiliki tampilan yang menarik, rasa enak, dan harga murah. Namun, umur simpan produk tempura relatif singkat. Kemasan produk setelah dibuka dengan penyimpanan suhu dingin (4°C) memiliki daya simpan kurang dari 7 hari, sedangkan pada penyimpanan suhu ruang memiliki daya simpan kurang lebih 1 hari (Samudra, 2019). Banyak pedagang tempura memaparkan tempura terlalu lama pada suhu ruang atau daerah panas sehingga dapat merusak produk dan meningkatkan aktivitas pertumbuhan bakteri. Dalam mencegah terjadinya pembusukan, produsen menggunakan bahan tambahan kimia untuk mengawetkan makanan yang mengakibatkan harga lebih ekonomis, sehingga dapat menghasilkan keuntungan yang besar.

Jajanan tempura berisiko terkontaminasi oleh cemaran biologis dan cemaran kimia. Cemaran biologis merupakan cemaran berasal dari mikroba yang dapat membahayakan kesehatan manusia (Widhajati, *et al.*, 2023). Makanan yang terkontaminasi mikroba patogen dapat menyebabkan *foodborne disease*. *Foodborne disease* merupakan gejala penyakit akibat mengonsumsi makanan yang mengandung mikroorganisme patogen baik terkontaminasi secara sengaja ataupun tidak (Nurtekto, 2022). Bakteri *Coliform* merupakan kelompok bakteri yang digunakan mendeteksi keberadaan mikroba patogen dalam makanan. *Coliform* biasanya ditemukan pada kotoran manusia dan hewan. Mikroba ini menjadi salah satu penyebab

gangguan pencernaan seperti diare. Adanya kontaminasi mikroba dalam makanan menunjukkan bahwa prinsip higiene dan sanitasi tidak diterapkan dengan baik. Salah satu bakteri golongan *Coliform* yang sering mencemari makanan yaitu *Escherichia coli*. Pada umumnya *E. coli* sering dijadikan sebagai standar kebersihan pangan. *E. coli* merupakan *Coliform fecal* yang menjadi penyebab utama penyakit diare (Mayang, *et al.*, 2018). Kualitas mikrobiologi pada jajanan pangan dapat ditentukan berdasarkan nilai *Most Probable Number (MPN) Coliform*. Metode MPN digunakan untuk menentukan angka mikroba dengan metode angka paling mungkin dalam menentukan jumlah koloni *Coliform* dalam makanan (Kurahman, *et al.*, 2022). Dalam mengidentifikasi keberadaan *E. coli* dilanjutkan dengan uji Biokimia IMViC dan pewarnaan gram untuk memastikan karakteristik bakteri tersebut. Pada penelitian yang dilakukan oleh Dewi, *et al* (2023) yang menggunakan sampel cilok di SD 6 Raja Pangkalan Bun menunjukkan bahwa pada kedua sampel cilok terkontaminasi *Coliform* dan positif *E. coli* dengan nilai yang sudah melewati ambang batas maksimum cemaran mikroba.

Selain itu, juga masih ditemukan cemaran kimia pada beberapa jajanan pangan. Cemaran kimia merupakan cemaran akibat bahan tambahan kimia yang tidak diperbolehkan untuk digunakan dalam produksi pangan, seperti formalin (Widhajati, *et al.*, 2023). Formalin merupakan bahan beracun dan berbahaya yang biasa digunakan sebagai disinfektan, pengawet mayat, perekat kayu, dan sebagainya. Formalin digunakan untuk mengawetkan makanan karena memiliki harga yang relatif murah, mudah didapatkan, dan efektif digunakan meskipun dalam jumlah sedikit (Khoirunnida, *et al.*, 2023). Namun, penambahan formalin dapat membahayakan kesehatan konsumen. Berdasarkan penelitian Widyasari & Rezania (2023) menunjukkan bahwa beberapa jajanan anak SD yaitu pentol ayam, cilok, tempura, tahu bakso, pentol sapi, cilok, dan bihun goreng menunjukkan 15 sampel positif mengandung formalin.

Pada tahun 2016, BPOM menemukan berbagai jenis jajanan di lingkungan sekolah yang memiliki dampak negatif terhadap kesehatan siswa yang mana hasil penelitian tersebut menunjukkan sebanyak 35% kasus gangguan pencernaan dan keracunan akibat jajanan yang dijual di sekolah (Syuhada, *et al.*, 2024). Oleh karena itu, sebagai konsumen harus lebih selektif dalam memilih produk makanan dan memperhatikan keamanan pangannya. Melihat adanya risiko kesehatan akibat jajanan pangan yang tidak aman, maka perlu diperhatikan pentingnya menjaga keamanan pangan pada jajanan yang dikonsumsi oleh anak usia SD. Oleh karena itu, penelitian dilakukan untuk mengetahui keberadaan cemaran *Coliform*, jumlah cemaran *Coliform*, keberadaan *E. coli*, serta deteksi kandungan formalin pada jajanan tempura di sekitar 5 SD Kota Yogyakarta, sehingga nantinya dapat memberikan informasi kepada orang tua, guru,

anak-anak sekolah mengenai keamanan jajanan tempura yang dikonsumsi oleh anak sekolah di sekitar lokasi SD Kota Yogyakarta.

METODE

Jenis penelitian yang dilakukan merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pembinaan dan Pengujian Mutu Hasil Perikanan (LPPMHP) Dinas Kelautan dan Balai Laboratorium Kesehatan dan Kalibrasi (BLKK) pada bulan Maret hingga April 2025.

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh jajanan tempura yang dijual di berbagai lokasi sekitar lingkungan SD Kota Yogyakarta. Sampel yang digunakan pada penelitian ini yaitu jajanan tempura yang dijual oleh pedagang tempura di 5 SD Kota Yogyakarta. Jumlah tempura yang diambil dari masing-masing penjual tempura sebanyak 8 buah.

Prosedur penelitian diawali dengan pengambilan sampel pada penjual tempura yang ada di 5 SD Kota Yogyakarta. Sampel diambil menggunakan metode *purposive sampling* dengan jumlah sebanyak 8 buah tempura (untuk 3 kali pengulangan) pada masing-masing penjual tempura. Sampel yang diambil disimpan dalam plastik dengan diberi label untuk keterangan kode lokasi pedagang di 5 SD.

Alat-alat yang akan digunakan dicuci hingga bersih. Peralatan yang terbuat dari kaca seperti cawan petri dan tabung reaksi disterilisasi menggunakan oven pengering pada suhu 180°C selama 2 jam. Media dan peralatan yang tidak tahan dengan suhu tinggi disterilisasi menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C selama 15 menit.

Pengujian diawali dengan persiapan sampel yang akan diuji. Sampel tempura dipotong dan ditimbang sebanyak 25 gram, kemudian dicampur dengan 225 ml *Buffered Peptone Water* (BFP) untuk dihomogenkan menggunakan *stomacher* sebagai pengenceran 10^{-1} . Pengenceran dilakukan hingga 10^{-3} dan siap untuk dilakukan pengujian. Uji *Most Probable Number* (MPN) diawali dengan uji pendugaan *Coliform* yang dilakukan menggunakan media *Lauryl Tryptose Broth* (LTB). Larutan pengenceran BFP 10^{-1} , 10^{-2} , dan 10^{-3} diambil sebanyak 1 ml dengan pipet steril lalu dimasukkan pada 9 mL media LTB yang berisi tabung Durham. Pada masing-masing pengenceran dilakukan dalam 3 tabung reaksi media LTB. Tabung diinkubasi dalam inkubator dengan suhu 35°C selama 48 jam. Hasil positif pada uji penduga *Coliform* dilanjutkan dengan uji penegasan *Coliform* dan uji penduga *Coliform fecal*. Uji penegasan *Coliform* dilakukan dengan menginokulasikan hasil positif pada media LTB ke dalam tabung reaksi berisi 9 mL media *Brilliant Green Lactose Bile* (BGLBB). Tabung diinkubasi dalam inkubator dengan

suhu 35°C selama 48 jam. Uji penduga *Coliform fecal* dilakukan dengan menginokulasikan hasil positif pada media *Lauryl Sulfate Tryptose Broth* (LTB) ke dalam tabung reaksi berisi 9 mL *E. coli* (EC) *Broth*. Tabung diinkubasi dalam *waterbath* dengan suhu 45°C selama 48 jam. Hasil positif pada uji penduga *Coliform fecal* dilanjutkan dengan uji penegasan *E. coli* dengan menginokulasikan hasil positif pada EC *Broth* ke cawan petri berisi media *Levine's Eosin Methylene Blue Agar* (L-EMBA) secara *streak plate*. Cawan petri diinkubasi secara terbalik dalam inkubator dengan suhu 35°C selama 24 jam. Koloni bakteri dari media L-EMBA yang positif diinokulasikan pada media *Plate Count Agar* (PCA) miring untuk peremajaan bakteri. Tabung berisi isolat diinkubasi selama 18-24 jam dengan suhu 35°C untuk dilakukan uji selanjutnya.

Isolat yang diduga sebagai *E. coli* kemudian dilanjutkan dengan identifikasi melalui uji biokimia dan pewarnaan gram. Uji biokimia dilakukan berdasarkan panduan SNI.2332.1.2015 yang terdiri dari uji indol, uji *Methyl Red* (MR), uji *Voges Proskauer*. Uji indol dilakukan dengan menginokulasikan isolat dari media PCA ke media *Sulfate Indole Motility* (SIM) lalu diinkubasi selama 24 jam dengan suhu 35°C, kemudian ditetaskan larutan *kovacs*. Uji MR-VP dilakukan dengan menginokulasikan isolat dari media PCA ke media MR-VP *Broth* lalu diinkubasi selama 48 jam dengan suhu 35°C. Media MR-VP *Broth* dipindahkan sebanyak 1 mL pada tabung baru ditetaskan 0,6 mL larutan *alpha naptol* dan 0,2 mL KOH, kemudian ditambahkan sedikit kristal keratin. Media MR-VP *Broth* yang masih tersisa diinkubasi kembali selama 48 jam dengan suhu 35°C, ditetaskan *methyl red*. Uji sitrat dilakukan dengan menginokulasikan isolat dari media PCA ke media *Simmon Citrate Agar* (SCA), lalu diinkubasi selama 96 jam dengan suhu 35°C. Pewarnaan gram dilakukan dengan meneteskan aquades pada gelas benda lalu isolate bakteri dari media PCA dioleskan pada area aquades, kemudian difiksasi. Kristal violet ditetaskan pada permukaan isolat hingga merata, diamkan selama 60 detik, lalu dibilas dengan air mengalir dan di kering anginkan. Iodine ditetaskan pada permukaan isolat secara merata, diamkan selama 60 detik, lalu dibilas dengan air mengalir dan di kering anginkan. Alkohol 70% ditetaskan pada permukaan isolat secara merata, diamkan selama 30 detik, lalu dibilas dengan air mengalir dan di kering anginkan. safranin ditetaskan pada permukaan isolat secara merata, diamkan selama 60 detik, lalu dibilas dengan air mengalir dan di kering anginkan. Gelas benda diamati dibawah mikroskop.

Pengujian formalin dilakukan menggunakan *Rapid Test Kit Formalin* yang diawali dengan penimbangan sampel sebanyak 5 gr. Sampel dalam gelas beker ditambahkan 50 mL aquades dan dihomogenkan. Larutan sampel diambil sebanyak 5 mL ke dalam tabung sampel lalu ditetaskan 10 tetes reagen *Quantofix*. Kertas uji dicelupkan selama 5 detik kemudian di

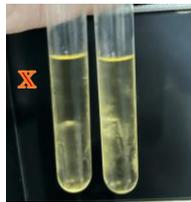
diamkan selama 1 menit, lalu perubahan warna pada kertas uji dibandingkan dengan skala warna pada botol kertas uji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

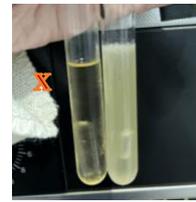
Hasil

Pengujian *Coliform* dan *Escherichia coli*

Berdasarkan hasil uji pendugaan, terdapat 93 sampel positif yang mengindikasikan adanya bakteri *Coliform*. Hasil negatif ditandai dengan tidak adanya perubahan warna media dan tidak terdapat gelembung gas pada tabung durham seperti Gambar 1, sedangkan hasil positif ditandai dengan terbentuknya gelembung gas pada tabung durham dan perubahan warna media menjadi keruh seperti pada Gambar 2.



Gambar 1. Hasil negatif uji pendugaan *Coliform* pada media LTB



Gambar 2. Hasil positif uji pendugaan *Coliform* pada media LTB

Hasil uji positif dari uji penduga *Coliform* dilanjutkan dengan uji penegasan *Coliform* untuk menguatkan keberadaan *Coliform*. Berdasarkan hasil uji penegasan *Coliform*, terdapat 78 sampel positif yang mengindikasikan adanya bakteri *Coliform*. Hasil negatif ditandai dengan tidak adanya perubahan warna media dan tidak terdapat gelembung gas pada tabung durham seperti Gambar 3. Sementara hasil positif ditandai dengan terbentuknya gelembung gas pada tabung durham dan perubahan warna media menjadi keruh seperti pada Gambar 4.



Gambar 3. Hasil negatif uji penegasan *Coliform* pada media BGLBB



Gambar 4. Hasil positif uji penegasan *Coliform* pada media BGLBB

Hasil uji positif dari uji penduga *Coliform* dilanjutkan dengan uji pendugaan *Coliform fecal*. Berdasarkan hasil uji pendugaan *Coliform fecal*, terdapat 79 sampel positif yang

mengindikasikan adanya bakteri *Coliform fecal*. Hasil negatif ditandai dengan tidak adanya perubahan warna media dan tidak terdapat gelembung gas pada tabung durham seperti Gambar 5. Sementara hasil positif ditandai dengan terbentuknya gelembung gas pada tabung durham dan perubahan warna media menjadi keruh seperti pada Gambar 6.



Gambar 5. Hasil negatif uji pendugaan *Coliform fecal* pada media EC Broth



Gambar 6. Hasil positif uji pendugaan *Coliform fecal* pada media EC Broth

Sampel-sampel yang positif pada uji penegasan *Coliform* dan pendugaan *Coliform fecal* kemudian dibandingkan dengan tabel MPN untuk mengetahui jumlah cemaran *Coliform* dan *Coliform fecal*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa jumlah cemaran *Coliform* dan *Coliform* pada sampel dari pedagang A, B, C, dan E tidak memenuhi syarat standar SNI, sedangkan sampel dari pedagang D telah memenuhi syarat standar SNI No. 7388:2009 yaitu maksimal 10 MPN/g. Jumlah cemaran *Coliform* dan *Coliform* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Total *Coliform* dan *Coliform fecal* pada Jajanan Tempura yang dijual di 5 Sekolah Dasar Kota Yogyakarta.

No	Kode Penjual	Ulangan	MPN/g <i>Coliform</i>	MPN/g <i>Coliform fecal</i>	Keterangan
1.	A	1	29	28	Tidak Memenuhi Syarat
		2	27	28	Tidak Memenuhi Syarat
		3	27	11	Tidak Memenuhi Syarat
2.	B	1	240	150	Tidak Memenuhi Syarat
		2	460	120	Tidak Memenuhi Syarat
		3	460	150	Tidak Memenuhi Syarat
3.	C	1	460	150	Tidak Memenuhi Syarat
		2	1100	210	Tidak Memenuhi Syarat
		3	290	210	Tidak Memenuhi Syarat
4.	D	1	9,2	9,4	Tidak Memenuhi Syarat
		2	7,4	9,2	Tidak Memenuhi Syarat
		3	9,2	9,2	Tidak Memenuhi Syarat
5	E	1	21	28	Tidak Memenuhi Syarat
		2	28	35	Tidak Memenuhi Syarat
		3	29	15	Tidak Memenuhi Syarat

Hasil uji positif dari uji penduga *Coliform fecal* dilanjutkan dengan uji penegasan *E. coli*. Berdasarkan hasil uji penegasan *E. coli* menunjukkan bahwa terdapat 30 sampel positif

yang diduga sebagai bakteri *E. coli*. Hasil positif ditandai dengan terbentuknya koloni berwarna hijau metalik pada media L-EMBA seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil positif uji penegasan *E. coli* pada media L-EMBA

Identifikasi *Escherichia coli*

Hasil pewarnaan gram pada 30 sampel menunjukkan bahwa karakteristik bakteri tersebut termasuk gram negatif, dengan bentuk batang pendek dan berwarna merah muda dapat dilihat pada gambar 8. Hal ini mengindikasikan adanya karakteristik dari bakteri *E. coli*.



Gambar 8. Hasil pewarnaan gram negatif bakteri dengan perbesaran 100x

Uji biokimia IMViC pada 30 sampel menunjukkan hasil yang negatif bakteri *E. coli* karena hasil dari uji IMViC tidak memenuhi kriteria bakteri tersebut. Menurut Larawo, *et al* (2024) dari uji IMViC yang memberikan pola *biotype* 1 (++--) maupun *biotype* (-+--) dipertimbangkan sebagai bakteri *E. coli*.

Tabel 2. Hasil Uji IMViC dari sampel positif uji penegasan *Escherichia coli*

No	Kode	LEMBA	Indole	Mr	Vp	Simon Sitrat	Ket.
1.	A2.P1.L3	+	+	+	-	+	- EC
2.	A2.P2.L3	+	+	+	+	+	- EC
3.	B1.P1.L3	+	+	+	-	+	- EC
4.	B1.P3.L1	+	+	+	+	+	- EC
5.	B2.P1.L2	+	-	+	+	+	- EC
6.	B2.P3.L2	+	-	+	+	+	- EC
7.	B3.P1.L1	+	+	+	+	+	- EC
8.	B3.P2.L3	+	-	+	+	+	- EC
9.	B3.P3.L2	+	+	+	+	+	- EC
10.	C1.P1.L1	+	+	+	+	+	- EC
11.	C1.P1.L2	+	-	+	-	+	- EC
12.	C2.P1.L2	+	+	+	+	+	- EC
13.	C2.P2.L1	+	+	+	+	+	- EC
14.	C2.P2.L2	+	+	+	+	+	- EC
15.	C2.P2.L3	+	-	+	+	+	- EC
16.	C3.P1.L2	+	+	+	-	+	- EC

No	Kode	LEMBA	Indole	Mr	Vp	Simon Sitrat	Ket.
17.	D1.P2.L1	+	+	+	+	+	- EC
18.	D1.P2.P3	+	+	+	+	+	- EC
19.	D2.P1.L3	+	+	+	+	+	- EC
20.	D3.P1.L1	+	+	+	+	+	- EC
21.	D3.P1.P2	+	+	+	+	+	- EC
22.	E1.P1.L1	+	+	+	+	+	- EC
23.	E1.P2.L2	+	-	+	+	+	- EC
24.	E2.P1.L1	+	+	+	+	+	- EC
25.	E2.P1.L3	+	+	+	+	+	- EC
26.	E2.P2.L1	+	+	+	+	+	- EC
27.	E2.P2.L2	+	+	+	+	+	- EC
28.	E2.P3.L2	+	-	+	+	+	- EC
29.	E3.P1.L3	+	-	+	+	+	- EC
30.	E3.P2.L3	+	-	+	-	+	- EC

Keterangan:

A2	: Pedagang A ulangan 2	P1/P2/P3	: BFP pengenceran $10^{-1}/10^{-2}/10^{-3}$
B1/B2/B3	: Pedagang B ulangan 1/2/3	L1/L2/L3	: LTB pengenceran $10^{-1}/10^{-2}/10^{-3}$
C1/C2/C3	: Pedagang C ulangan 1/2/3	+	: Hasil positif
D1/D2/D3	: Pedagang D ulangan 1/2/3	-	: Hasil negatif
E1/E2/E3	: Pedagang E ulangan 1/2/3	- EC	: Negatif <i>Escherichia coli</i>

Berdasarkan hasil uji indol menunjukkan bahwa terdapat 21 sampel positif yang mengindikasikan bakteri *E. coli*. Hasil positif ditandai dengan terbentuknya cincin merah pada permukaan media SIM setelah ditetesi reagen *Kovacs* seperti Gambar 9. Sementara itu, hasil negatif ditandai dengan terbentuknya cincin kuning pada permukaan media SIM seperti Gambar 10.



Gambar 9. Hasil positif uji indol pada media SIM



Gambar 10. Hasil negatif uji indol pada media SIM

Berdasarkan hasil uji *Methyl Red* menunjukkan bahwa 30 sampel positif yang mengindikasikan bakteri *E. coli*. Hasil positif ditandai dengan perubahan warna media menjadi merah setelah ditetesi indikator *Methyl Red* seperti Gambar 11.



Gambar 11. Hasil positif uji Methyl red pada media MRVP

Berdasarkan hasil uji *Voges Proskauer* menunjukkan bahwa terdapat 25 sampel positif yang mengindikasikan bakteri *Escherichia coli*. Hasil positif ditandai dengan perubahan warna media menjadi merah setelah direaksikan dengan KOH, alpha naptol, dan kristal keratin seperti Gambar 13. Sementara itu, hasil negatif ditandai dengan tidak adanya perubahan warna pada media seperti Gambar 12.

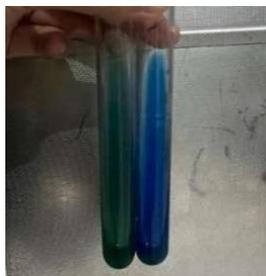


Gambar 12. Hasil negatif uji *Voges Proskauer* pada media MRVP



Gambar 13. Hasil positif uji *Voges Proskauer* pada media MRVP

Berdasarkan hasil uji sitrat menunjukkan bahwa 30 sampel positif uji sitrat yang mengindikasikan tidak adanya keberadaan bakteri *E. coli*. Hasil positif ditandai dengan perubahan warna media menjadi dari hijau menjadi biru seperti Gambar 14.



Gambar 14. Hasil positif uji Sitrat pada media Simmon's Citrate Agar

Pengujian formalin

Berdasarkan hasil uji formalin dari pedagang tempura yang berada di 5 SD Kota Yogyakarta menunjukkan bahwa semua sampel negatif formalin dapat dilihat pada Tabel 3.

Hasil ini membuktikan bahwa sampel tempura yang dijual pada 5 lokasi SD Kota Yogyakarta telah memenuhi syarat keamanan pangan sehingga aman untuk dikonsumsi.

Tabel 3. Hasil uji formalin pada jajanan pangan tempura

No.	Penjual	Hasil		
		U1	U2	U3
1.	A	Negatif	Negatif	Negatif
2.	B	Negatif	Negatif	Negatif
3.	C	Negatif	Negatif	Negatif
4.	D	Negatif	Negatif	Negatif
5.	E	Negatif	Negatif	Negatif

Pembahasan

Pengujian *Coliform* dan *Escherichia coli*

Jumlah cemaran *Coliform* dan *Coliform fecal* pada setiap sampel dari pedagang tempura A, B, C, D, dan E memiliki nilai yang bervariasi. Beragamnya jumlah mikroba pada tiap sampel dipengaruhi oleh banyaknya tabung positif yang muncul pada uji penegasan *Coliform* dan pendugaan *Coliform fecal*. Semakin banyak tabung-tabung BGLBB dan EC Broth yang positif maka semakin tinggi jumlah cemaran *Coliform* dan *Coliform fecal* pada jajanan pangan tempura tersebut. Hasil nilai MPN pada Tabel 1. terlihat bahwa nilai MPN *Coliform* dan *Coliform fecal* pada sampel tempura dari pedagang A, B, C, dan E melebihi ambang batas cemaran mikroba berdasarkan Badan Standar Nasional dan SNI- 7338-2009 yaitu batas maksimal cemaran *Coliform* dan *Coliform fecal* pada produk olahan ikan sebesar 10 MPN/g. Nilai MPN pada sampel tempura yang melebihi ambang batas standar seharusnya tidak layak untuk dikonsumsi. Menurut Dewi, *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa tingginya cemaran mikroba dalam pangan seharusnya tidak layak untuk dikonsumsi.

Tingginya jumlah cemaran mikroba dalam jajanan tempura tersebut mengindikasikan bahwa prinsip hygiene dan sanitasi oleh penjual jajanan pangan masih kurang diperhatikan. Berdasarkan hasil pengamatan kondisi di lapangan terlihat bahwa lokasi penjualan berada di ruang terbuka dan banyak dilintasi oleh kendaraan bermotor sehingga debu atau polusi udara dapat menjadi sumber kontaminasi. Menurut Dewi *et al* (2023) lingkungan penjualan yang sering dilewati kendaraan dan wadah makanan yang terbuka dapat mempengaruhi kemunculan kontaminan pada pangan.

Kontaminasi bakteri dapat terjadi melalui kontaminasi silang maupun kontaminasi langsung. Menurut Aurora & Setiawan (2021) kontaminasi silang perpindahan mikroba yang terjadi melalui perantara, seperti manusia dan peralatan yang sudah terkontaminasi bakteri.

Kontaminasi langsung terjadi ketika bahan pencemar masuk dalam pangan baik disengaja maupun tidak disengaja. Kebersihan penjual dalam menggunakan peralatan dan proses pengolahan dapat mempengaruhi kemunculan kontaminan pada jajanan pangan. Hal ini sesuai dengan penelitian Dewi, *et al.* (2023) yang menyatakan penggunaan peralatan pisau dan telenan yang tidak dicuci bersih menyebabkan kontaminan masih menempel pada alat-alat sehingga perlu dibersihkan.

Tingginya jumlah cemaran mikroba dalam pangan dapat menyebabkan penyakit seperti diare, mual, keracunan makanan, infeksi saluran pencernaan, hingga penyakit yang lebih serius seperti disentri, kolera, gastroenteritis. Menurut Dewi, *et al.* (2023) nilai MPN yang sudah melewati ambang batas standar cemaran perlu dilakukan penanganan lebih lanjut mengenai standar baku cemaran makanan terhadap mikroba sebelum makanan tersebut dijual bebas di masyarakat.

Penjual tempura masih kurang menjaga kebersihan diri seperti memiliki kuku panjang dan tidak menggunakan apron. Menurut Larawo, *et al.* (2024) tangan pekerja dalam proses penanganan makanan dapat menjadi sumber kontaminan dalam makanan melalui kontaminasi silang. Selain itu, menjaga kebersihan tangan dengan mencuci tangan merupakan hal penting dalam menjaga tingkat kebersihan pangan karena tangan dapat membawa mikroba, kotoran, benda fisik, dan bahan kimia. Selain itu, pada pedagang A, B, C, dan E terlihat bahwa tempura yang disajikan dalam tempat penyimpanan makanan dihinggapi oleh serangga seperti lalat dan semut. Lalat dan semut sebagai reservoir sangat berpotensi membawa mikroba patogen pada pangan. Menurut Jufri & Rahman (2022) lokasi penjualan yang berdekatan dengan sumber sampah akan berpotensi mencemari makanan melalui hewan seperti lalat yang dapat menyebarkan kontaminasi bakteri ke jajanan pangan.

Sebanyak 3 sampel dari pedagang D menunjukkan bahwa nilai MPN *Coliform* dan *Coliform fecal* yang tidak melebihi ambang batas berdasarkan SNI 7338-2009 sehingga aman untuk dikonsumsi. Berdasarkan pengamatan kondisi di lapangan, pada pedagang D terlihat memiliki kondisi sanitasi yang baik seperti alat-alat yang digunakan cukup bersih dan wadah tempat menyimpan tempura selalu tertutup. Meskipun lokasi penjualan berada di pinggir jalan, tetapi hygiene dan sanitasi dari pedagang cukup terjaga dengan baik sehingga dapat meminimalisir terjadinya kontaminasi oleh bakteri (Jufri & Rahman, 2022). Pada kenyataannya masih banyak pedagang yang kurang pemahamannya mengenai keamanan pangan yang baik. Menurut Sadih, *et al.* (2025) sebagai penjual harus menjaga hygiene dan sanitasi yang meliputi persyaratan bangunan, sarana sanitasi, kebersihan alat, penjamah pangan, dan kualitas pangan.

Uji penegasan *E. coli* dilakukan untuk menguatkan dugaan dari uji sebelumnya bahwa bakteri *Coliform fecal* tersebut merupakan *E. coli*.

Identifikasi *Escherichia coli*

Berdasarkan Tabel 2. dapat diketahui bahwa 30 sampel jajanan pangan tempura yang diuji tidak mengandung bakteri *E. coli* karena hasil dari uji IMViC tidak memenuhi kriteria pola *biotype* 1 (++--) maupun *biotype* (-+--) yang dipertimbangkan sebagai bakteri *E. coli*. Hal ini sesuai dengan Lisdewi, *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa apabila hasil uji IMViC tidak sesuai dengan kedua *biotype* tersebut maka dapat dinyatakan bahwa sampel tidak mengandung *E. coli*. Hal ini diduga dalam sampel jajanan tempura tersebut terindikasi adanya keberadaan bakteri lain yang memiliki ciri-ciri mirip dengan *E. coli*. Menurut Larawo, *et al* (2024) hasil positif uji penegasan *E. coli* pada media L-EMBA menunjukkan koloni berwarna hijau metalik, namun pada saat di uji IMViC menunjukkan hasil negatif diduga bahwa bakteri yang terkandung bukan *E. coli*.

Pengujian formalin

Formalin merupakan bahan pengawet yang biasa digunakan sebagai disinfektan, pembasmi lalat, pengawet mayat, pengawet pada tekstil, dan perekat kayu. Larutan formalin (CH₂O) memiliki karakteristik tidak berwarna, memiliki kandungan 37% formaldehida dalam air yang biasanya ditambahkan metanol 10-15% untuk stabilator (Simanjuntak & Silalahi, 2022). Uji kandungan formalin pada makanan ini dilakukan menggunakan metode *rapid test kit formalin*. *Rapid test kit formalin* merupakan seperangkat alat dan bahan yang digunakan untuk menguji kandungan formalin dengan lebih praktis dan cepat (Syafriani, *et al.*, 2024).

Hasil uji formalin dari pedagang tempura yang berada di 5 SD Kota Yogyakarta menunjukkan bahwa semua sampel negatif formalin, maka telah memenuhi syarat keamanan pangan sehingga aman untuk dikonsumsi. Hasil negatif uji formalin ditandai dengan warna kertas uji *Quantofix* yang berubah menjadi warna kuning. Hal ini menunjukkan bahwa reagen *Quantofix* tidak mendeteksi adanya formaldehid dalam makanan sehingga kertas uji *Quantofix* tidak berubah menjadi ungu. Dalam mengidentifikasi positif formalin dalam makanan akan ditandai dengan perubahan warna kertas ungu *Quantofix* menjadi keunguan. Hal ini sesuai dengan Yulianti (2021) terbentuknya warna ungu pada kertas uji *quantofix* karena adanya kandungan reagen *quantofix* dari *Rapid test kit formalin* oleh *Labtest reagen* yang beraksi dengan formaldehid pada larutan formalin.

Berdasarkan *International Programme on Chemical Safety* (IPCS) menetapkan batasan

kadar formalin yang dapat diterima oleh tubuh yakni 0,1 mg/L, sedangkan standar Eropa menetapkan Batasan kadar formalin dalam tubuh manusia tidak boleh melebihi 1 mg/L (Simanjuntak & Silalahi, 2022). Apabila kandungan kadar formalin yang masuk dalam tubuh melebihi ambang batas normal tersebut maka dapat mengakibatkan gangguan pada organ dan sistem tubuh.

SIMPULAN

Jajanan pangan tempura yang dijual oleh penjual tempura di 5 SD Kota Yogyakarta teridentifikasi adanya kontaminasi *Coliform* dan *Coliform fecal* yang mengindikasikan bahwa aspek higiene dan sanitasi kurang diperhatikan oleh penjual jajanan tersebut, sehingga berpotensi membahayakan kesehatan anak-anak sekolah dasar apabila dikonsumsi secara terus-menerus. Sebagian sampel yang diambil dari 4 pedagang tempura menunjukkan adanya jumlah cemaran *Coliform* dan *Coliform fecal* yang melebihi ambang batas maksimal yang ditetapkan oleh standar mutu pangan (SNI) sehingga tidak memenuhi syarat keamanan pangan untuk konsumsi. Meskipun terdapat cemaran *Coliform fecal* dalam pangan tersebut, tidak teridentifikasi keberadaan *E. coli*. Pada semua sampel jajanan tempura yang di uji formalin tidak terdeteksi adanya kandungan formalin sehingga memenuhi syarat keamanan pangan untuk dikonsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aurora, S. A., & Setiawan, Y. (2021). Tinjauan Pelaksanaan Pencegahan *Cross Contamination* Bahan Pangan Di Dapur 18th The Trans Luxury Hotel Bandung. *Jurnal Pariwisata Vokasi*, 2(1), 42-52.
- Cahyaningtyas, D. E., Gaina, C. D., & Tangkonda, E. (2024). Isolasi dan identifikasi bakteri *Escherichia coli*, *Klebsiella* sp., dan *Staphylococcus aureus* pada ambing dan susu kambing peranakan etawa. *Jurnal Veteriner Nusantara*, 7(1), 41-52.
- Dewi, N. P. S. P., Aprianie, W., & Romaidha, I. (2023). Uji Kandungan *Coliform* Dan *Escherichia coli* Pada Jajanan Cilok Yang Di Jual Di Sekolah Dasar 6 Raja Pangkalan Bun. *Jurnal Kesehatan Borneo Cendekia*, 7(2), 62-68.
- Fuadi, T. M., Raisah, P., & Nurhaliza, N. (2023). Penyuluhan Jajanan dan Makanan Sehat Terhadap Pengetahuan Siswa. *Surya Abdimas*, 7(3), 556-563.
- Hendiana, S. N. A., Kasasiah, A., & Utami, M. R. (2022). Uji Cemara *Escherichia coli* pada Jamu Gendong dengan Metode Most Probable Number. *J. Sains Dan Teknologi Pangan*, 7(4), 53755386.
- Jiwintarum, Y., Agrijanti, Baiq L.S. 2017. *Most Probable Number (MPN) Coliform dengan Variasi Volume Media Lactose Broth Single Strenght (LBSS) dan Lactose Broth Double Strenght (LBDS)*. *Jurnal Kesehatan Prima*. Vol. 11. No. 1.
- Jufri, E. S., & Rahman, I. (2022). Analisis cemaran bakteri coliform pada minuman jajanan dengan metode MPN (*Most Probable Number*). *Journal Syifa Sciences and Clinical Research (JSSCR)*, 4(1).

- Kasiyati, M., Siti, R., Yulita, M., Ismawatie, E., ..., & Arif, M. (2023). *Pengetahuan Media Untuk Mahasiswa Teknologi Laboratorium Medis*. Purbalingga: Eureka Media Aksara.
- Khoirunnida, A., Qurrotu'Aini, F., & Wiyono, S. A. (2023). *Test of Borax and Formalin on Snacks with Turmeric and Dragon Fruit Extracts at SMAN 1 Nguter, Sukoharjo*. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(1), 451-458
- Kurahman, T., Rohama, R., & Saputri, R. (2022). Analisis Cemaran Bakteri *Coliform* Dan Identifikasi Bakteri *Escherichia Coli* Pada Air Galon Di Desa Sungai Danau. *Journal Pharmaceutical Care and Sciences*, 3(1), 76-86.
- Kurniawan, R. K., Darniati, D., Abrar, M., Fakhurrhazi, F., Jalaluddin, M., & Erina, E. (2023). Isolasi Dan Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* Pada Produk Ceker Ayam Bakar Di Gampong Ulee Lheue Kota Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 7(2).
- Larawo, J. N., Harikedua, S. D., Makapedua, D., Mongi, E., Damongilala, L. J., Pongoh, J., & Kaparang, J. T. (2024). Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* Pada Ikan Kerapu (*Epinephelus Sp*) Segar, Air Dan Es Pada Pedagang Pasar Bersehati Di Kota Manado. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 12(2), 113-120.
- Lisdewi, A., Kallau, N. H. G., & Detha, A. I. R. (2023). Detection Of Antibiotics Resistant *Escherichia coli* in Water Sources From Poultry Farming Environments In Kelapa Lima District, Kupang City. *Jurnal Veteriner Nusantara*, 6(23), 1-14.
- Mayanti, L., Rahayu, Y. P., Lubis, M. S., & Yuniarti, R. (2023). Analisis Cemaran Bakteri *Coliform* Pada Saus Jajanan Di Sekitar Sekolah Menengah Kejuruan Di Kota Medan. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 1282-1289.
- Nindi, I. A. (2021). Teknik Pemeriksaan Bakteri Pada Produk Perikanan Di Stasiun Karantina Ikan, Pengendalian Mutu Dan Keamanan Hasil Perikanan (Skipm) Yogyakarta. *Doctoral dissertation*, Universitas Airlangga.
- Nurtekto. (2022). Identifikasi Jenis Mikroorganisme Patogen Dan Pertumbuhan Mikroorganisme Pada Produk Daging Sapi Segar Selama Masa Penjualan Di Pasar Tradisional. *Jurnal Agrifoodtech*, 1(2), 1-9.
- Sadiyah, H. H., Sulistiyawati, I., & Rahayu, N. (2025). Analisis Mikrobiologi *Coliform* Pada Produk Industri Rumah Tangga Siomay Di Kecamatan Purwokerto Selatan. *Bioscientiae*, 22(1), 49-64.
- Samudra, G. (2019). Efektivitas Reduksi Mikroba Pada Tempura PT. XYZ Melalui Perlakuan Suhu Penyimpanan Dan Konsentrasi Kitosan Sebagai Edible Coating. *Doctoral dissertation*. Universitas Internasional Semen Indonesia.
- Saridewi, I., Pambudi, A. dan Ningrum, F. Y. (2016). Analisis bakteri *Escherichia coli* pada makanan siap saji di kantin rumah sakit x dan kantin rumah sakit y. *Jurnal Biologi Indonesia*, 12(2):21-34
- Simanjuntak, H., & Silalahi, M. V. (2022). Kandungan formalin pada beberapa ikan segar di Pasar Tradisional Perluasan Kota Pematangsiantar. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 11(1), 223-228.
- Standar Nasional Indonesia 7388. (2009). *Batas Maksimum Cemaran Mikroba dalam Pangan*. Badan Standarisasi Nasional. BSN ICS 67.220. 20
- Syafriani, Y. F., Anis, M., Kartika, I. R., & Kurniadewi, F. (2024). Analisis Kandungan Formalin dan Boraks dalam Mi Kuning, Kerupuk Merah, dan Ayam Menggunakan Metode Rapid Test Kit dan Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Kimia Unand*, 13(1), 1-6.
- Syuhada, A. D., Juariah, L., & Saputra, A. E. (2024). Deteksi Bahan Tambahan Beracun dan Kontaminasi Mikrobiologis dalam Makanan Jajanan Sekolah: Upaya Mewujudkan Pangan yang Berkualitas. *Buletin Keslingmas*, 43(3), 112-117.

- Widhajati, E., Rahmawati, D., Nurlani, & Marlana. (2023). Sosialisasi Keamanan Pangan bagi Pelaku Usaha di Desa Wates, Kecamatan Sumbergempol, Kabupaten Tulungagung. *JANITA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 41-49.
- Widyasari, R. A., & Rezania Asyfiradayati, S. (2023). Identifikasi Kandungan Borak Dan Formalin Pada Pangan Jajan Anak Sekolah Dasar Di Kecamatan Kartasura. *Doctoral dissertation*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Wulandari, S., Aji, R. I., Izzah, N., & Permanasari, D. E. (2022). Perancangan e-booklet Tentang Pangan jajanan anak sekolah (PJAS) Berbahaya Untuk siswa SD. *Ars: Jurnal Seni Rupa dan Desain*, 25(1), 71-78.
- Yulianti, C. H. (2021). Perbandingan uji deteksi formalin pada makanan menggunakan pereaksi antilin dan *rapid tes kit formalin (Labstest)*. *Journal Pharmasci*, 6(1), 53-58.