



Biogenerasi Volume 10 , Nomor , 2 Tahun 2025

Biogenerasi

Jurnal Pendidikan Biologi

<https://e-journal.my.id/biogenerasi>



IMPLEMENTASI PRINSIP BIOETIKA DALAM PENGUJIAN CEMARAN MIKROBA PATOGEN PANGAN

Eliza Sriyuliani Siahaan, Rennyta Triana, Nurbaity Situmorang, Ahmad Shafwan Pulungan, Nurul Huda Panggabean, Universitas Negeri Medan, Indonesia

*Corresponding author E-mail: elisasiahaan@gmail.com

Abstract

Food safety is an important aspect in public health, especially in preventing foodborne diseases. This study aims to analyze bioethical principles in testing for pathogenic microbial contamination in several food samples such as *Dried Anchovy*, *Dried Shrimp* dan Brownies. The test methods used include otal plate count (measuring the total number of microbes in the sample), Most Probable Number (MPN) to detect *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* test and *Salmonella* test. The results showed that all food samples tested were still within safe limits in accordance with the standards set by the Indonesian National Standard (SNI) and the Food and Drug Administration (BPOM) so that they were suitable for consumption. In addition, the testing process has been carried out in accordance with bioethical principles which include the principle of autonomy, the principle of beneficene, the principle of justice and the principle of non-maleficence. Therefore, this study emphasizes the importance of microbiological monitoring and testing in ensuring food safety to prevent health risks due to pathogenic microbial contamination.

Keywords : *Food Safety, Pathogenic Microbes, Microbiological Testing*

Abstrak

Kemaman pangan merupakan aspek penting dalam kesehatan masyarakat terutama dalam mencegah penyakit akibat pangan (*Foodborne Diseases*). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis prinsip bioetika dalam pengujian cemaran mikroba patogen pada beberapa sampel pangan seperti *Dried Anchovy*, *Dried Shrimp* dan Brownies. Metode pengujian yang digunakan meliputi angka lempeng total (mengukur jumlah keseluruhan mikroba dalam sampel), Most Probable Number (MPN) untuk mendeteksi *Escherichia coli*, uji *Staphylococcus aureus* dan uji *Salmonella*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh sampel pangan yang diuji masih berada dalam batas aman sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) sehingga layak untuk dikonsumsi. Selain itu, proses pengujian telah dilakukan sesuai dengan prinsip bioetika yang mencakup prinsip otonomi, prinsip beneficene (kebaikan), prinsip keadilan dan prinsip non-maleficence (tidak membahayakan). Oleh karena itu, penelitian ini menegaskan pentingnya pengawasan dan pengujian mikrobiologis dalam memastikan keamanan pangan untuk mencegah risiko kesehatan akibat kontaminasi mikroba patogen.

Kata Kunci : *Keamanan Pangan, Mikroba Patogen, Pengujian Mikrobiologi*

© 2025 Universitas Cokroaminoto palopo

Correspondence Author :
Universitas Negeri Medan

p-ISSN 2573-5163
e-ISSN 2579-7085

PENDAHULUAN

Pangan merupakan kebutuhan dasar manusia yang harus tersedia dan aman dikonsumsi. Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2012, pangan mencakup segala sumber hayati baik mentah maupun olahan termasuk bahan tambahan dan komponen lainnya. (Ningsih *et al.*, 2018). Pangan harus dijamin keamanannya agar dapat dikonsumsi oleh manusia. Keamanan pangan bertujuan untuk mengendalikan cemaran mikroba patogen. Pangan yang tercemar oleh mikroba patogen dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti *Foodborne diseases*. Penyakit ini umumnya terjadi akibat pengolahan makanan yang kurang higienis yang dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, seperti aspek fisik, biologis, dan kimiawi, serta perilaku individu, terutama kebersihan pribadi dalam pengolahan makanan (Fatimah *et al.*, 2022).

Foodborne diseases merupakan masalah kesehatan global termasuk di Indonesia. FBD disebabkan konsumsi makanan yang terkontaminasi mikroorganisme patogen, seperti bakteri, jamur, dan parasit. Menurut data WHO, setiap tahun terdapat 600 juta kasus FBD dengan 420.000 kematian, di mana 30% di antaranya terjadi pada anak di bawah 5 tahun (Adriani *et al.*, 2024). *Foodborne diseases* dapat menyebabkan diare yang menjadi salah satu masalah penyebab utama kematian di dunia dengan angka 5-10 juta kematian per tahun.. Diare diartikan bahwa feses lebih cair dari biasanya dan dikeluarkan tiga kali atau lebih (Meilanda *et al.*, 2023). Pada tahun 2018, kejadian luar biasa (KLB) diare terjadi di 18 kabupaten dari 11 provinsi dengan 1.213 penderita dan 30 kematian. Provinsi Sumatra Utara menjadi memiliki kasus terbanyak penderita diare yaitu sekitar 240.303 (81,57%). Jumlah penderita diare dari golongan umur < 1 tahun sebanyak 30.697 dan meninggal 1 orang, golongan 1-4 tahun sebanyak 55.582 orang dan golongan umur > 5 tahun sebanyak 75.391 orang dan meninggal 1 orang (Agustama, 2018). Hal ini terjadi karena konsumsi pangan yang masih mengandung mikroba patogen dalam melebihi ambang batas. Jenis mikroba patogen yang sering ditemukan pada pangan adalah *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella*. Ketiga mikroba patogen tersebut perlu diwaspadai karena dapat

berkembang melalui pangan yang dikonsumsi sehingga berisiko menyebabkan gangguan kesehatan.

Pangan dianggap berkualitas baik apabila terbebas dari kontaminasi mikroorganisme yang berasal dari bahan makanan, peralatan, lingkungan, maupun proses pengolahan. Keamanan dan mutu pangan harus sesuai dengan standar mikrobiologis dan pengujian mutu pangan agar memastikan pangan aman untuk dikonsumsi. Badan Standardisasi Nasional (BSN) merupakan lembaga yang bertanggung jawab dalam mengoordinasikan sistem standardisasi nasional dengan menetapkan Standar Nasional Indonesia (SNI). Standar keamanan pangan, pengawasan dilakukan oleh beberapa instansi teknis, salah satunya adalah Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) RI. BPOM memiliki wewenang untuk menetapkan kewajiban penerapan SNI pada produk pangan, serta berperan dalam menyusun pedoman dan peraturan terkait keamanan pangan. Dalam peraturan BPOM No. HK.00.6.1.52.4011 menerapkan batasan maksimum cemaran mikroba dalam pangan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (Pratiwi *et al.*, 2014).

Implementasi prinsip bioetika yang akurat dan relevan dalam pengujian cemaran mikroba patogen pada pangan yaitu prinsip otonomi (Autonomy), prinsip kebajikan (Beneficence), prinsip keadilan (Justice) dan prinsip non-maleficence (tidak membahayakan). Prinsip-prinsip bioetika sangat diperlukan dalam pengujian cemaran mikroba patogen pangan karena melibatkan pertimbangan moral dan etika yang sangat berkaitan dengan keamanan, keselamatan kesehatan dan kesejahteraan manusia serta lingkungan. Dalam mengetahui kualitas pangan aman untuk dikonsumsi harus dilakukan pengujian di laboratorium sehingga mengetahui hasil yang relevan berdasarkan prinsip dan etika yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia yang telah ditetapkan. Dengan menerapkan prinsip bioetika, sistem pangan dapat terbebas dari cemaran mikroba patogen dan dikembangkan secara bertanggung jawab, berkelanjutan serta berkeadilan bagi generasi saat ini maupun mendatang. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis prinsip bioetika dalam pengujian cemaran mikroba patogen pada beberapa sampel pangan seperti

Dried Anchovy, *Dried Shrimp* dan *Brownies* untuk memastikan kualitas pangan aman dikonsumsi sehingga memberikan dampak positif bagi kesehatan manusia.

METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari- Maret 2025 yang dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi, Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri, Jalan Sisingamangaraja No. 24, Kelurahan Pasar Merah Barat, Kecamatan Medan Kota, Sumatera Utara. Alat yang digunakan adalah inkubator, *autoclave*, *Laminar Air Flow* (LAF) timbangan digital, gelas ukur, tabung reaksi, platform shaker, cawan petri, pipet filler, tabung durham, spatula, botol kaca steril, pinset, gunting bedah, Bunsen. Bahan yang digunakan terdiri dari media *Plate Count Agar* (PCA), media *Baird Parker Agar* (BPA), media *Buffered Pepton Water* (BPW), *EC Broth*, *Lactose Broth*, TTC 1%, Egg yolk, *Kovac's indole*, *Rappaport-Vassiliadis Soy* (RVS), *Muller-Kauffmann Tetrathionate With Novobiocin* (MKTTn), *Xylose Lysine Deoxicholate* (XLD), TSI Agar, Urea Agar, *L-Lysine decarboxylation* (LDC), Tryptone Broth (TB), sampel pangan (*Dried Shrimp*, *Dried Anchovy*, *Brownies*).

1. Metode pengujian cemaran mikroba patogen pada pangan yaitu sebagai berikut.

a) Uji Angka Lempeng Total (ALT)

Berdasarkan SNI ISO 7218: 2012 Uji ALT dilakukan dengan prosedur berikut yaitu mencampurkan 25 g sampel pangan ke dalam 225 ml *Buffer Pepton Water* (BPW) ini merupakan pengenceran 10^{-1} lalu dibuat pengenceran selanjutnya hingga pengenceran bertingkat 10^{-3} . Sebanyak 1 ml dari setiap pengenceran dimasukkan ke dalam cawan petri secara duplo. Lalu letakkan cawan petri yang berisi sampel diatas shaker kemudian tuangkan 20 ml larutan PCA (yang sudah ditambahkan 1% TTC) ke dalam cawan petri. Kemudian dihomogenkan dengan shaker dan dibiarkan hingga memadat. Setelah memadat, inkubasikan pada suhu 36°C selama 24 – 48 jam. Koloni yang tumbuh pada media akan dihitung menggunakan *colony counter* dan total ALT diperoleh dengan menjumlahkan rata-rata koloni dari kedua cawan petri lalu dikalikan dengan faktor pengencer.

b) Uji *Escherichia coli* Metode MPN

Berdasarkan SNI 7251: 2012 uji *Escherichia coli* dilakukan dengan prosedur berikut yaitu mencampur 25 gram sampel pangan ke dalam 225 ml BPW (pengenceran 10^{-1}) dan dibuat pengenceran bertingkat hingga 10^{-3} . Sebanyak 1 ml sampel diinokulasi ke tiga tabung rekasi berisi 5 ml *Lactose Broth* (LB) dan diinkubasi 36°C selama 2×24 jam. Hasil positif ditandai dengan gelembung gas dalam tabung durham dan kekeruh LB. Selanjutnya dilakukan uji pengegasan dengan memindahkan 1 sengkeli ose dari tabung positif ke *EC Broth* l diinkubasi dalam waterbah suhu 44°C selama 24 jam dan hasil dinyatakan positif jika terbentuk gas. Kemudian dilakukan uji konfirmasi dengan memindahkan hasil positi *EC Broth* ke PW diinkubasi selama 24 jam dan ditambahkan Kovac's indol. Hasil positif terdapat cincin merah. Hasil tabung positif dicocokkan dengan tabel APM.

c) Uji *Staphylococcus aureus*

Berdasarkan SNI 6888: 2012 uji *Staphylococcus* dilakukan dengan prosedur yaitu mencampurkan 25 gram sampel pangan ke 225 ml BPW, lalu dibuat pengenceran hingga 10^{-2} . Sebanyak 0,1 ml larutan dari setiap pengenceran diinokulasikan ke *Baird Parker Agar* (BPA) dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 2 x 24 jam.. Hasil positif ditandai dengan koloni berwarna hitam atau abu-abu dengan zona bening. Setelah inkubasi, jumlah koloni yang tumbuh pada media agar dihitung. Sampel pangan yang terdeteksi mengandung *Staphylococcus aureus* selanjutnya uji koagulase (uji pengegasan). Koloni yang dicurigai diuji koagulase dengan menginokulasikan ke media BHIB 5 ml, kemudian diinkubasi pada suhu 36°C selama 20 hingga 24 jam. Setelah itu, disiapkan tabung steril dan ditambahkan 0,3 ml plasma darah kelinci, lalu dicampur dengan 0,1 ml biakan dari BHIB yang telah diinkubasi. Campuran tersebut kemudian diinkubasi kembali pada suhu 36°C selama 2 hingga 6 jam, lalu diamati apakah terjadi koagulasi. Jika koagulasi tidak terbentuk, inkubasi dilanjutkan hingga 24 jam dan dilakukan pengamatan ulang untuk memastikan adanya atau tidaknya koagulasi

d) Uji *Salmonella*

Berdasarkan SNI 7218: 2012 uji *Salmonella* dilakukan dengan prosedur berikut yaitu mencampur 25 gram sampel pangan ke dalam 225 ml BPW, lalu dihomogenkan. Suspensi yang diperoleh kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Selanjutnya, sebanyak 1 ml kultur bakteri diinokulasikan ke dalam medium MKKTn, sementara 0,1 ml diinokulasikan ke dalam medium RVS, dengan kedua media diinkubasi pada suhu yang berbeda. Medium MKKTn diinkubasi pada suhu 37°C, sedangkan medium RVS pada suhu 41,5°C. Setelah 24 jam inkubasi, kultur bakteri dari masing-masing media diinokulasikan pada medium XLD secara zig-zag, kemudian diinkubasi kembali pada suhu 37°C selama 24 jam. Hasil dianggap positif apabila pada media XLD koloni berwarna merah dengan pusat hitam.

2. Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini yaitu analisis deskriptif kualitatif dan kuantitatif

berdasarkan uji eksperimental terhadap cemaran mikroba patogen pada pangan. Analisis kualitatif diperoleh dari uji *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella*, sedangkan analisis deskriptif kuantitatif diperoleh dari uji *Most Probable Number* (MPN) *E.coli* dan Angka Lempeng Total (ALT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

a) Uji Angka Lempeng Total (ALT)

Uji Angka Lempeng Total (ALT) merupakan metode untuk menghitung jumlah bakteri mesofil aerob yang telah diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam secara duplo. Prinsip adalah mikroba yang tumbuh pada media agar akan membentuk koloni yang dapat diamati secara langsung (*colony forming unit/cfu*). Koloni yang dihitung dalam uji ALT berkisar 30-300 kemudian jumlah rata-rata koloni dari kedua cawan petri dihitung dan dikalikan dengan faktor pengencer untuk mendapatkan total ALT (Sari *et al.*, 2023).

Tabel 1. Hasil Uji Angka Lempeng Total (ALT) Pada Sampel Pangan

No	Nama Sampel	Kode Sampel	Hasil Standar (koloni/g)	Standar
1	Dried Shrimp	0021	$1,2 \times 10^5$	5×10^5 koloni/g.
2	Dried Anchovy	0022	$5,0 \times 10^3$	5×10^5 koloni/g.
3	Dried Anchovy	0023	$4,1 \times 10^2$	5×10^5 koloni/g.
4	Brownies	0024	$9,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^4$ koloni/g.
5	Brownies	0025	$3,4 \times 10^2$	$1,0 \times 10^4$ koloni/g.

Berdasarkan tabel 1 total ALT Dried Shrimp (0021) $1,2 \times 10^5$, total ALT Dried Anchovy (0022) $5,0 \times 10^3$, total ALT Dried Anchovy (0023) $4,1 \times 10^2$, total ALT Brownies (0024) $9,0 \times 10^2$ dan total ALT Brownies (0025) $3,4 \times 10^2$. Hasil Angka Lempeng Total dari kelima sampel memenuhi syarat mikrobiologis sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 7388 tahun 2009 tidak melebihi batas maksimal cemaran mikroba dalam pangan tersebut. Angka Lempeng Total (ALT) mengindikasikan jumlah mikroba dalam suatu produk. Meskipun ALT umumnya tidak terkait dengan bahaya keamanan pangan, namun sering kali berguna untuk menunjukkan kualitas, masa simpan, tingkat kontaminasi, dan kondisi higienis selama proses produksi (Alang *et al.*, 2022).

b) Uji *Escherichia coli* Metode MPN

Metode *Most Probable Number* (MPN) digunakan untuk mendeteksi *Escherichia coli* pada sampel pangan dengan mengukur pertumbuhan mikroba dalam media cair *Lactosa Broth* yang diencerkan berdasarkan seri tabung kemudian dinyatakan dalam satuan MPN per volume atau massa sampel (Kurniawan *et al.*, 2022). *Escherichia coli* sering dijadikan indikator pencemaran pangan karena keberadaannya menandakan kontaminasi tinja. Faktor pencemaran *E.coli* pada pangan yaitu peralatan masak yang tidak higienis, pengemasan dan penyajian yang kurang tepat serta penggunaan air yang terkontaminasi. Hasil uji standar keberadaan bakteri *E.coli* pada

pangan yaitu 0 gr/ml dan apabila hasil pengujian >0 gr/ml maka pangan tercemar bakteri *E.coli* (Safira et al., 2023).

Tabel 2. Hasil Uji *Escherichia coli* Metode MPN Pada Sampel Pangan

Nama Sampel	Kode Sampel	Volume Pengenceran	Media	Pengamatan Uji Pendugaan			Media	Pengamatan Uji Penegasan			
				I	II	III		I	II	III	
Dried Shrimp	0021	10-1	LB (360C/2 4 Jam)	+	+	+	<i>EC</i> <i>Broth</i> (360C/ 24 Jam)	-	-	-	
		10-2		+	+	+		-	-	-	
		10-3		+	+	+		-	-	-	
Dried Anchovy	0022	10-1		+	-	-		-	-	-	-
		10-2		-	-	-		-	-	-	
		10-3		-	-	-		-	-	-	
Dried Anchovy	0023	10-1	+	-	-	+	-	-			
		10-2	-	-	-	-	-	-			
		10-3	-	-	-	-	-	-			
Brownies	0024	10-1	-	-	-	-	-	-			
		10-2	-	-	-	-	-	-			
		10-3	-	-	-	-	-	-			
Brownies	0025	10-1	-	-	-	-	-	-			
		10-2	-	-	-	-	-	-			
		10-3	-	-	-	-	-	-			

Berdasarkan tabel 2 uji pendugaan *Escherichia coli* Metode MPN dengan *Lactose Broth* (LB) menunjukkan Dried Shrimp (0021), Dried Anchovy (0022) dan Dried Anchovy (0023) diduga positif tercemar bakteri *Escherichia coli* sedangkan Brownies (0024 dan 0025) negatif tercemar bakteri *Escherichia coli*. Dalam SNI ISO 7251: 2012 hasil uji pendugaan belum menyimpulkan keberadaan *Escherichia coli* sebenarnya karena pada dasarnya uji pendugaan merupakan uji awal untuk menduga ada tidaknya keberadaan *Escherichia coli* memfermentasikan *Lactose Broth* (Uliyanti & Filemon, 2024). Hasil positif uji pendugaan dengan media LB ditandai perubahan warna menjadi kuning keruh dan adanya gas dalam tabung Durham. *Lactose Broth* mengandung lauril sulfat yang menghambat pertumbuhan non *E.coli*. Sampel positif kemudian uji lanjut ke media *EC Broth* dan diinkubasi di waterbath suhu 44°C selama 24 jam. Sampel yang telah diinkubasi pada media *EC Broth* yang menunjukkan keberadaan *E.coli* yaitu Dried Anchovy (0023). Sampel diuji lanjut ke media Pepton Water (PW) dan pereaksi Kovac's indol untuk mendeteksi *E.coli*. Hasilnya menunjukkan tidak ada lapisan berwarna menandakan sampel bebas *E.coli*.

Dari pengujian kelima sampel pangan *E.coli* tidak terdeteksi atau masih dalam batas toleransi sehingga memenuhi syarat mikrobiologis dan aman dikonsumsi.

c) Uji *Staphylococcus aureus*

Uji *Staphylococcus aureus* digunakan untuk mendeteksi dan mengukur keberadaan bakteri *Staphylococcus aureus* dalam sampel pangan. *Staphylococcus aureus* adalah bakteri patogen yang mampu menghasilkan toksin penyebab hemolisis, memproduksi enzim koagulase dan memfermentasi manitol Meskipun bakteri ini dapat mati saat dimasak, toksin yang dihasilkan tetap bertahan. Jika populasi *S. aureus* mencapai 1×10^5 CFU/g dalam pangan, bakteri ini dapat menghasilkan enterotoksin yang tahan terhadap suhu tinggi dan lingkungan alkalis, berpotensi menyebabkan keracunan makanan. Oleh karena itu, pengujian perlu dilakukan untuk mencegah kontaminasi pangan.

Pengujian *Staphylococcus aureus* menggunakan media *Baird Parker Agar* (BPA) yang ditambah dengan *Egg Yolk*. *Baird Parker Agar* (BPA) mengandung karbon dan nitrogen untuk mendukung pertumbuhan

Staphylococcus aureus serta zat penghambat mikroorganisme lain seperti glisin, lithium klorida, dan kalium telurit. Koloni *S. aureus* dalam media BPA memiliki karakteristik seperti berwarna abu-abu tua hingga hitam akibat reduksi kalium telurit. Jika bakteri ini menghasilkan enzim lesitinase, kuning telur dalam medium akan terurai, membentuk zona transparan di sekitar koloni. Selain itu, aktivitas lipase juga dapat menyebabkan terbentuknya zona kabur di sekitar koloni (Rahayu *et al.*,

2023). Hasil positif bakteri yang diperoleh biasanya dilakukan uji koagulase menggunakan plasma kelinci untuk memastikan secara akurat keberadaan bakteri *Staphylococcus aureus* pada sampel. Hasil positif uji koagulase *Staphylococcus* ditandai dengan terbentuknya koagulan atau gumpalan karena *Staphylococcus* mampu menghasilkan enzim koagulase ketika diuji dengan plasma kelinci (Ramadani *et al.*, 2023)

Tabel 3. Hasil Uji *Staphylococcus aureus* Pada Sampel Pangan

Nama Sampel	Kode Sampel	Hasil Uji (koloni/g)	Persyaratan (koloni/g)	Keterangan
Brownis	MB-0024	<100	Tidak melebihi 100 koloni/g	Memenuhi Syarat
Brownis	MB-0025	<100	Tidak melebihi 100 koloni/g	Memenuhi Syarat

Berdasarkan tabel 3 hasil pengujian *Staphylococcus aureus* pada brownies menunjukkan hasil negatif ditandai dengan tidak adanya pertumbuhan koloni media BPA. Oleh karena itu, uji koagulase tidak diperlukan Sesuai SNI 6888-1:2012 batas cemaran *Staphylococcus aureus* tidak boleh melebihi 10 koloni/gram, sedangkan hasil pengujian brownies menunjukkan 0 koloni sehingga memenuhi standar mikrobiologis dan aman untuk dikonsumsi.

d) Uji *Salmonella*

Uji *Salmonella* sp. adalah metode analisis mikrobiologi untuk mendeteksi dan mengidentifikasi keberadaan bakteri *Salmonella* dalam suatu sampel. *Salmonella* merupakan bakteri dari famili enterobacteriaceae yang menyebabkan *foodborne disease* yang memiliki bentuk basil, tidak memiliki spora, bakteri Gram negatif, dan termasuk bakteri anaerob fakultatif (mampu memfermentasi glukosa yang memproduksi asam dan gas) (Risdayanti *et al.*, 2023) Berdasarkan penelitian ini langkah pengujian *Salmonella* sp. yang dilakukan sesuai dengan SNI 7218: 2012 yang terdiri dari tahap pra pengkayaan, pengkayaan,

inokulasi ke media selektif dan uji biokimia. Pada tahap pra pengkayaan sampel uji sebanyak 25 gram dimasukkan ke dalam BPW 225 ml dan diinkubasi selama 24 jam suhu 36°C. Selanjutnya ke tahap pengkayaan dimana pengisolasian sampel ke media *Muller-Kauffmann Tetrathionate With Novobiocin* (MKTTn) inkubasi selama 24 jam suhu 36°C jam dan *Rappaport-Vassiliadis Soy* (RVS) diinkubasi selama 24 jam suhu 41°C. Prinsip tahap pengkayaan untuk dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri *Salmonella* dan menghambat pertumbuhan bakteri jenis lainnya (Ratnaningtyas *et al.*, 2023). Kemudian hasil terduga dari MKKTN dan RVS diinokulasi ke media Xylose Dextrose (XLD) yang berfungsi sebagai media selektif *Salmonella* sp. Hasil inokulasi bakteri *Salmonella* pada media XLD memiliki ciri-ciri yaitu berwarna merah muda atau warna koloni terlihat hampir seluruh hitam. Media XLD memiliki kandungan *sodium deoxycholate* dan *tiosulfat* (indikator H₂S) sehingga mampu menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif (Risdayanti *et al.*, 2023) Sampel yang terdeteksi mengandung *Salmonella* dapat dilakukan uji lanjutan secara biokimia.

Tabel 4. Hasil Uji *Salmonella* Pada Sampel Pangan

No	Jenis Sampel	Kode Sampel	Hasil Standar (Negatif/25 g)	Standar
1	Dried Shrimp	0021	Negatif	Tidak Terdeteksi (TTD) cemaran mikroba

2	Dried Anchovy	0022	Negatif	Tidak Terdeteksi (TTD) cemarannya mikroba
3	Dried Anchovy	0023	Negatif	Tidak Terdeteksi (TTD) cemarannya mikroba
4	Brownies	0024	Negatif	Tidak Terdeteksi (TTD) cemarannya mikroba
5	Brownies	0025	Negatif	Tidak Terdeteksi (TTD) cemarannya mikroba

Berdasarkan hasil uji *Salmonella* sp. yang dapat dilihat pada tabel 4 sampel Dried Shrimp (0021), sampel Dried Anchovy (0022 dan 0023) dan sampel brownies (0024 dan 0025) menunjukkan hasil negatif atau tidak terdeteksi cemarannya mikroba pada sampel. Hasil negatif bakteri *Salmonella* dibuktikan dengan tidak adanya koloni tumbuh berwarna merah muda atau seluruh koloni berwarna hitam pada media XLD, sehingga dalam pengujian ini tidak dilakukan uji lanjut secara biokimia. Menurut Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan No. 13 tahun 2019, kriteria mikrobiologi dalam pangan termasuk batas cemarannya bakteri *Salmonella* harus tidak terdeteksi (negatif). Dalam pengujian sampel dried shrimp, dried anchovy dan brownies telah memenuhi syarat secara mikrobiologis sehingga aman untuk dikonsumsi (BPOM, 2019)

Berdasarkan hasil pengujian cemarannya mikroba patogen pada kelima sampel pangan bahwa implementasi prinsip bioetika sudah diterapkan dengan benar dan tepat. Hal ini dibuktikan dengan pelaksanaan pengujian yang sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) atau Standar Nasional Indonesia (SNI). Faktor lain yang mendukung tidak ditemukannya mikroba patogen pada pangan seperti *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella* dalam proses pengujian adalah kualitas bahan baku pangan yang baik, kondisi lingkungan produksi dan pengujian yang higienis, tidak ada sumber kontaminasi di sekitar area pengujian, penyimpanan pangan higienis, dan peneliti juga menggunakan alat pelindung diri selama proses pengujian untuk mencegah kontaminasi. Berdasarkan hasil uji Angka Lempeng Total diperoleh total ALT sampel Dried Shrimp 0021 ($1,2 \times 10^5$), Dried Anchovy 0022 ($5,0 \times 10^3$), Dried Anchovy 0023 ($4,1 \times 10^2$), Brownies 0024 ($9,0 \times 10^2$) dan Brownies 0025 ($3,4 \times 10^2$) masih berada dalam batas SNI 7388:

2012 yaitu *Dried Shrimp* dan *Dried Anchovy* (5×10^5 koloni/gram) dan untuk *Brownies* (1×10^4 koloni/gram) sehingga dapat disimpulkan semua sampel pangan uji aman secara mikrobiologis dan layak dikonsumsi. Berdasarkan hasil uji *Escherichia coli* yaitu Dried Shrimp 0021, Dried Anchovy 0022, Dried Anchovy 0023, Brownies 0024 dan Brownies 0025 menunjukkan 0 MPN/gram masih berada dalam batas SNI ISO 7251: 2012 yaitu 3 MPN/gram sehingga dapat disimpulkan semua sampel pangan uji aman secara mikrobiologis dan layak dikonsumsi. Berdasarkan hasil uji *Staphylococcus aureus* menunjukkan <100 koloni/gram masih berada dalam batas SNI 6888-1: 2012 yaitu hasil maksimum 100 koloni/gram sehingga dapat disimpulkan sampel brownies aman secara mikrobiologis dan layak dikonsumsi. Berdasarkan hasil uji *Salmonella* Dried Shrimp 0021, Dried Anchovy 0022, Dried Anchovy 0023, Brownies 0024 dan Brownies 0025 menunjukkan hasil negatif/25 gram masih berada dalam batas standar BPOM 2019 yaitu negatif/25 gram sehingga dapat disimpulkan sampel pangan uji aman secara mikrobiologis dan layak dikonsumsi.

Bioetika pada pangan merupakan bidang kajian yang menggabungkan prinsip etika dengan pengujian cemarannya mikroba patogen pada pangan. Berikut prinsip bioetika yang relevan dalam pengujian pangan yaitu diantaranya: Prinsip otonomi telah diimplementasikan dimana sampel pangan yang diuji sudah mendapat izin dan persetujuan dari pihak terkait. Prinsip ini juga bertujuan agar konsumen untuk memperoleh informasi yang jelas mengenai pangan yang dikonsumsi. Prinsip Beneficence (Kebajikan) yaitu semua proses pengujian pangan sudah diimplementasikan yang bertujuan untuk memberikan manfaat yang lebih besar bagi masyarakat, terutama dalam menjamin keamanan konsumsi. Prinsip Keadilan yaitu

pengimplementasian prinsip telah terpenuhi baik dari hasil data penelitian yang tidak manipulasi dan distribusi pangan yang aman dan berkualitas telah dilakukan secara merata dan adil tanpa adanya diskriminasi terhadap kelompok tertentu dalam masyarakat. Prinsip Non-Maleficence (Tidak Membahayakan) juga telah diterapkan dikarenakan peneliti dalam pengujian pangan tidak membahayakan kesehatan manusia, kesejahteraan hewan uji, serta kelestarian lingkungan.

SIMPULAN DAN SARAN

Hasil pengujian cemaran mikroba patogen pada kelima sampel pangan yaitu dried shrimp (0021), dried anchovy (23), dried anchovy (0023), brownies (0024) dan brownies (0025) memenuhi standar yang ditetapkan dengan hasil di bawah batas toleransi yang ditentukan sehingga pangan dapat dikatakan aman untuk dikonsumsi secara analisis

DAFTAR RUJUKAN

- Adriani, A., Sitti Fahirah Aarsal, A., Adelia, A., Khatimah, H., & Arifuddin, W. (2024). Deteksi Keberadaan Bakteri Patogen Dan Uji Kandungan Nutrisi Ikan Asap Asal Desa Tritiro Kabupaten Bulukumba. *Jurnal Media Analisis Kesehatan*, 15(2), 167–178. <https://doi.org/10.32382/jmak.v15i2.1022>
- Alang, H., Yunus, M., & Hasyim, A. (2022). Analisis Kualitas Telur Asin Di Pasar Pa'baeng-Baeng Berdasarkan Nutrisi Dan Bakteri Pencemar. *Bioma : Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(1), 89–102. <https://doi.org/10.26877/bioma.v11i1.9819>
- Badan Pangan Nasional. (2023). *Panduan Penerapan Dan Penilaian Sistem Manajemen Pengawasan Keamanan Pangan Segar Daerah Provinsi dan Kabupaten/Kota*. Badan Pangan Nasional.
- BPOM. (2019). *Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia*. Jakarta: Badan Pengawas Obat dan Makanan
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2009). *Batas Maksimum Cemaran Mikroba Dalam Pangan SNI 7388: 2009*.
- mikrobiologis. Hasil pengujian diketahui bahwa implementasi prinsip bioetika sudah dilakukan dengan tepat dan benar. Prinsip-prinsip bioetika yang telah diimplementasikan yaitu prinsip otonomi, prinsip beneficence (kebajikan), prinsip keadilan dan prinsip non-maleficence (tidak membahayakan). Prinsip-prinsip bioetika diterapkan dalam setiap tahapan pengujian cemaran mikroba patogen pangan sesuai SNI dan BPOM yang pengujiannya dilakukan secara transparan bertujuan untuk memastikan kualitas dan keamanan pangan aman dikonsumsi. Saran untuk penelitian selanjutnya melakukan pengujian cemaran mikroba patogen secara rutin pada berbagai jenis pangan dan dapat mengembangkan metode pengujian yang lebih efisien dan cepat dalam mendeteksi cemaran mikroba guna meningkatkan efektivitas pengendalian mutu pangan
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2012). *Mikrobiologi Bahan Pangan dan Pakan-Metode Horizontal Untuk Deteksi dan Enumerasi *Escherichia coli* Terduga-Teknik Angka Paling Mungkin (APM) SNI ISO 7251:2012*.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2012). *Mikrobiologi Bahan Pangan dan Pakan-Metode Horizontal Untuk Enumerasi *Staphylococci* Koagulasi Positif (*Staphylococcus aureus* dan Spesies Lain)- Bagian 1: Teknik Menggunakan Media *Baid Parker* Agar SNI ISO 6888-1:2012*.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2012). *Mikrobiologi Bahan Pangan dan Pakan-Persyaratan Umum dan Pedoman Untuk Pengujian Mikrobiologi SNI ISO 7218:2012*.
- Fatimah, S., Hekmah, N., Fathullah, D. M., & Norhasanah, N. (2022). Cemaran Mikrobiologi Pada Makanan, Alat Makan, Air Dan Kesehatan Penjamah Makanan Di Unit Instalasi Gizi Rumah Sakit X Di Banjarmasin. *Journal of Nutrition College*, 11(4), 322–327. <https://doi.org/10.14710/jnc.v11i4.35300>
- Kurniawan, F. B., Imbiri, M., Alfreda, Y. W., Sahli, I. T., & Hartati, R. (2022). Kualitas Bakteriologi *Escherichia coli* dan *Coliform* pada Air di Distrik

- Demta Kabupaten Jayapura Tahun 2022. *Jurnal Analis Laboratorium Medik*, 7(2), 66–71.
- Meilanda, R., Puspitasari, A., & Kisdaryeti, K. (2023). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Biji Alpukat (*Persea americana* Mill.) Terhadap Bakteri Penyebab Diare *Escherichia coli* dan *Bacillus cereus*. *Jurnal Surya Medika*, 9(3), 84–91. <https://doi.org/10.33084/jsm.v9i3.6472>
- Ningsih, D. S., Yaktiworo, I., & Suryani, A. (2018). Keragaman Pedagang Makanan Jajanan Olahan Di Kampus Universitas Lampung. *JIIA*, 6(2), 205–213.
- Rahayu, Y. P., Elysa, D., Mambang, P., Nasution, H. M., & Ramadani, A. (2023). Detection of *Staphylococcus aureus* Contamination In Local Crispy Chicken Around One Of The Universities Of Medan City Deteksi Cemaran *Staphylococcus aureus* Pada Ayam Krispy Lokal Di Sekitar Salah Satu Universitas Kota Medan. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 6(3), 1356–1362.
- Ramadani, A., Rahayu, Y. P., Pandapotan Nasution, M., & Yuniarti, R. (2023). Analysis Of Bacterial Contamination *Staphylococcus aureus* On Roadside Crispy Chicken Meat And Fast Food In The Teladan Area Of Medan City Analisis Cemaran Bakteri *Staphylococcus aureus* Pada Daging Ayam Krispy Pinggir Jalan Dan Fast Food Di Daerah Teladan Kota Medan. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 6(3), 1265–2.
- Ratnaningtyas, S., Wahyudi, D., Wulansari, D., & Utami, W. P. (2023). Deteksi Cemaran *Salmonella* sp. Pada Komoditas Tuna, Tongkol Dan Cakalang (TTC) Yang Dijual Di Pasar Inpres Di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Klorofil*, 7(1), 1-7.
- Risdayanti, R., Latif, U. T. A., & Wirawan, H. P. (2023). Deteksi Keberadaan Bakteri Pengkontaminasi Pangan *Salmonella* sp. Pada Telur. *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*, 3(3), 117–121. <https://doi.org/10.24252/filogeni.v3i3.29811>
- Safira, N., Rahmayanti, Y., & Auliani, F. D. (2023). Gambaran Cemaran Bakteri *Escherichia coli* Pada Jajanan di SDN 70 Banda Aceh. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 22(4), 256–265. <https://doi.org/10.14710/mkmi.22.4.256-265>
- Uliyanti, & Filemon. (2024). Analisis Uji Mpn Bakteri *Escherichia coli* Pada Sampel Pangan Jajanan Anak Sekolah (PJAS) Di Kota Pontianak. *Jurnal Pertanian Dan Pangan*, 6(1), 22.