

EVALUASI KEAMANAN PANGAN BAKSO IKAN DI PASAR TRADISIONAL KABUPATEN GARUT: KAJIAN KANDUNGAN BAHAN BERBAHAYA DAN CEMARAN MIKROBA

Food Safety Evaluation of Fish Meatballs in Traditional Markets of Garut Regency: Assessment of Hazardous Substances and Microbial Contamination

Fathya Rahmina^{1a}, Anita Khairunnisa¹, Iis Sa'diah¹

¹Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian Universitas Garut

^aKorespondensi : Fathya Rahmina, E-mail: fathya@uniga.ac.id

Diterima: 20 – 01 – 2026 , Disetujui: 01 – 03 - 2026

ABSTRACT

Fish balls are processed food products that are widely consumed and commonly traded in traditional markets; therefore, food safety aspects are crucial to protect consumers. This study aimed to evaluate the food safety of fish balls sold in traditional markets in Garut Regency based on hazardous substance parameters (formalin and borax) and microbiological contamination. Fish ball samples (codes A–E) were collected from vendors in traditional markets. Chemical parameters (formalin and borax) were analyzed using rapid screening methods as indicative tests, while microbiological parameters included the detection of *Salmonella* spp. and the estimation of total coliforms using the Most Probable Number (MPN) method as an indicator of hygiene. The results showed that borax was not detected in all samples, while formalin was indicated in 3 out of 5 samples. From a microbiological perspective, *Salmonella* spp. was detected in the tested samples, whereas total coliforms were detected in all samples, ranging from 0.072 to 0.35 MPN/g, reflecting the sanitation and hygiene conditions of handling practices. These findings indicate that the main food safety risks of fish balls in traditional markets in Garut Regency are associated with formalin indication and *Salmonella* contamination. Therefore, consumer protection strategies are required, including vendor education, strengthening hygiene and sanitation practices, prevention of cross-contamination, control of time–temperature during vending, and risk-based monitoring followed by confirmatory testing when necessary.

Keywords: fish balls; food safety; formalin; borax; *Salmonella* spp.; total coliforms; traditional markets

ABSTRAK

Bakso ikan merupakan produk olahan yang banyak dikonsumsi dan umum diperdagangkan di pasar tradisional, sehingga aspek keamanan pangan menjadi penting untuk melindungi konsumen. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi keamanan pangan bakso ikan yang dijual di pasar tradisional Kabupaten Garut berdasarkan parameter bahan berbahaya (formalin dan boraks) serta cemaran mikrobiologi. Sampel bakso ikan (kode A–E) diambil dari pedagang di pasar tradisional. Parameter kimia (formalin dan boraks) dianalisis menggunakan metode skrining cepat sebagai uji indikatif, sedangkan parameter mikrobiologi meliputi deteksi *Salmonella* spp. serta estimasi *coliform* total menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) sebagai indikator higiene. Hasil menunjukkan boraks tidak terdeteksi pada seluruh sampel, sementara formalin terindikasi pada 3 dari 5 sampel. Pada aspek mikrobiologi, *Salmonella* spp. terdeteksi pada sampel yang diuji, sedangkan *coliform* total terukur pada seluruh sampel dengan kisaran 0,072–0,35 MPN/g yang merefleksikan kondisi sanitasi dan higiene penanganan. Temuan ini mengindikasikan bahwa risiko utama keamanan pangan bakso ikan di pasar tradisional Kabupaten Garut lebih menonjol pada indikasi formalin dan kontaminasi *Salmonella*, sehingga diperlukan strategi perlindungan konsumen melalui edukasi pedagang, penguatan *higiene*–sanitasi, pencegahan kontaminasi silang, pengendalian waktu–suhu penajanaan, serta pengawasan berbasis risiko dengan tindak lanjut uji konfirmasi bila diperlukan.

Kata kunci: bakso ikan; keamanan pangan; formalin; boraks; *Salmonella* spp.; *coliform* total; pasar tradisional

PENDAHULUAN

Bakso ikan merupakan salah satu produk olahan berbasis protein hewani yang banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia karena rasanya yang khas, harga terjangkau, dan ketersediaannya yang luas di pasar tradisional. Produk ini diperdagangkan dalam bentuk siap santap maupun mentah, sehingga memiliki tingkat risiko keamanan pangan yang relatif tinggi. Permasalahan utama yang sering ditemukan pada bakso ikan meliputi penggunaan bahan tambahan berbahaya serta cemaran mikrobiologi yang berpotensi membahayakan kesehatan konsumen (Hasanah et al., 2025; Jelita et al., 2023).

Sejumlah penelitian melaporkan bahwa bakso ikan yang dijual di pasar tradisional masih ditemukan mengandung formalin, yang digunakan secara ilegal untuk memperpanjang umur simpan dan memperbaiki tekstur produk. Hasanah et al. (2025) melaporkan bahwa seluruh sampel bakso ikan yang diuji di beberapa pasar tradisional di Jambi mengandung formalin pada kadar melebihi batas aman. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Fitri et al. (2021) pada produk olahan ikan lainnya. Selain formalin, penggunaan boraks sebagai bahan pengental juga masih ditemukan pada beberapa produk pangan, meskipun telah dilarang oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM), dan diketahui dapat menyebabkan gangguan pada ginjal, hati, serta sistem saraf apabila dikonsumsi secara kronis.

Dari aspek mikrobiologi, cemaran mikroorganisme patogen seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella spp.* menjadi indikator penting dalam evaluasi keamanan pangan. Fitri et al. (2021) melaporkan bahwa sekitar 20% sampel bakso ikan dari pasar tradisional di Surabaya terkontaminasi *Salmonella spp.*, yang umumnya disebabkan oleh sanitasi lingkungan yang buruk, peralatan produksi yang tidak higienis, serta praktik penanganan dan penyimpanan pangan yang tidak sesuai. Kondisi ini diperparah oleh karakteristik pasar tradisional di Indonesia yang umumnya memiliki tingkat kebersihan rendah dan minim penerapan sistem rantai dingin. Laporan *World Health Organization* (WHO, 2024) menunjukkan bahwa hanya sekitar 10% pasar tradisional di Indonesia yang memenuhi standar kesehatan dan sanitasi.

Kabupaten Garut merupakan salah satu wilayah dengan aktivitas perdagangan pasar tradisional yang tinggi, namun hingga saat ini masih terbatas data empiris terkait keamanan pangan bakso ikan yang diperdagangkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kandungan bahan kimia berbahaya (formalin dan boraks) serta cemaran mikrobiologi pada bakso ikan yang dijual di pasar tradisional Kabupaten Garut.

Kajian keamanan pangan bakso ikan telah banyak dilakukan di berbagai daerah, namun sebagian besar masih bersifat deskriptif dan belum mengintegrasikan evaluasi bahan kimia berbahaya dan cemaran mikrobiologi secara bersamaan dalam konteks pasar tradisional tertentu. Penelitian ini menawarkan kebaruan melalui pendekatan evaluatif yang menggabungkan analisis formalin dan boraks serta uji mikrobiologi sebagai indikator higiene, sehingga diharapkan dapat mengisi celah literatur dan mendukung penguatan strategi perlindungan konsumen berbasis risiko di tingkat daerah.

MATERI DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sampel bakso ikan yang diperoleh dari lima pedagang berbeda di pasar tradisional Kabupaten Garut dengan kode sampel A-E. Bahan kimia yang digunakan antara lain kertas kurkumin, asam sulfat pekat (H_2SO_4), dan metanol. Untuk analisis mikrobiologi digunakan media *Tetrathionate Broth* (TB), *Salmonella Shigella Agar* (SSA), *Lactose Broth* (LB) dan akuades.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi timbangan analitik, pisau dan blender steril untuk preparasi sampel, gelas ukur, gelas beker, dan tabung reaksi untuk

analisis kimia dan mikrobiologi. Alat pendukung lainnya meliputi pipet ukur dan mikropipet, inkubator mikrobiologi, laminar air flow, jarum ose steril, serta bunsen atau spiritus. Selama proses pengambilan dan transportasi, sampel dikemas menggunakan plastik steril dan disimpan dalam *cool box* untuk menjaga kondisi sampel hingga dilakukan pengujian di laboratorium.

Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif observasional dengan pendekatan analisis laboratorium yang bertujuan mengevaluasi keamanan pangan bakso ikan berdasarkan parameter bahan berbahaya dan cemaran mikrobiologi. Parameter kimia yang dianalisis meliputi formalin dan boraks, sedangkan parameter mikrobiologi meliputi deteksi *Salmonella* spp. dan estimasi coliform total. Sampel bakso ikan diperoleh dari pasar tradisional di Kabupaten Garut.

Prosedur Penelitian

1. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode purposive sampling pada bakso ikan yang dijual oleh pedagang di pasar tradisional Kabupaten Garut. Sampling dilakukan pada tiga pasar tradisional yang memiliki aktivitas perdagangan pangan siap saji yang tinggi, dengan karakteristik pasar rakyat yang menjual produk olahan ikan secara langsung kepada konsumen. Pemilihan pedagang dilakukan berdasarkan beberapa kriteria, yaitu: (1) pedagang menjual bakso ikan secara rutin, (2) produk dijajakan dalam kondisi siap konsumsi atau siap dimasak pada saat pembelian, dan (3) pedagang bersedia produknya dijadikan sampel penelitian. Dari pedagang yang memenuhi kriteria tersebut dipilih lima pedagang berbeda sebagai sumber sampel penelitian (kode A-E).

Pengambilan sampel dilakukan pada pagi hingga siang hari (sekitar pukul 08.00–11.00 WIB) yang merupakan waktu utama aktivitas penjualan di pasar tradisional. Setiap sampel diambil sebanyak ± 500 g produk bakso ikan dalam kondisi sebagaimana dijual kepada konsumen, sehingga total sampel yang dianalisis berjumlah 2,5 kg. Sampel kemudian dikemas menggunakan plastik steril dan disimpan dalam cool box pada suhu 4–10 °C selama proses transportasi menuju laboratorium untuk mencegah perubahan mutu dan kontaminasi tambahan sebelum analisis dilakukan. Dengan demikian, total sampel yang dianalisis dalam penelitian ini berjumlah lima unit sampel (A-E) yang merepresentasikan produk dari pedagang berbeda pada pasar tradisional yang diamati.

2. Uji Boraks

Analisis boraks dilakukan secara kualitatif menggunakan metode kertas kurkumin sesuai dengan SNI 01-2891-1992 tentang Cara Uji Makanan. Sampel bakso ikan diekstraksi, kemudian filtrat diteteskan pada kertas kurkumin dan dikeringkan pada suhu ruang. Perubahan warna kertas menjadi oranye kemerahan menunjukkan hasil positif mengandung boraks.

Sebagai uji pendukung, dilakukan uji nyala api. Ekstrak sampel sebanyak 5 mL ditambahkan dengan 1 mL asam sulfat pekat dan 5 mL metanol, kemudian larutan dibakar. Munculnya nyala api berwarna hijau fluoresen menunjukkan adanya boraks dalam sampel (Efrilia et al., 2016).

3. Uji Formalin

Pengujian formalin dilakukan menggunakan rapid test kit formalin (Labstest) sebagai uji skrining. Sampel bakso ikan diekstraksi sesuai petunjuk kit, kemudian larutan sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Selanjutnya ditambahkan 1 tetes reagen 1, dikocok homogen, kemudian ditambahkan 3 tetes reagen 2 dan dikocok kembali. Perubahan warna diamati selama 10 menit. Terbentuknya warna ungu muda hingga ungu tua menunjukkan hasil positif mengandung formalin.

4. Uji *Salmonella* spp.

Deteksi *Salmonella* spp. dilakukan berdasarkan metode AOAC (2004). Sebanyak 25 g sampel bakso ikan ditimbang secara aseptik dan dihomogenkan dengan 225 mL Buffered Peptone Water (BPW) untuk memperoleh suspensi awal dengan pengenceran 10^{-1} . Suspensi ini kemudian digunakan sebagai bahan inokulum untuk tahap pengkayaan. Sebanyak 1 mL suspensi hasil homogenisasi diinokulasikan ke dalam 9 mL media pengkaya Tetrathionate Broth (TB), kemudian dihomogenkan dan diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam. Hasil pengkayaan selanjutnya digoreskan secara zig-zag pada media selektif *Salmonella Shigella Agar* (SSA) menggunakan jarum ose steril. Media diinkubasi kembali pada suhu 37 °C selama 48 jam. Koloni dengan karakteristik khas berupa koloni tidak berwarna (transparan) dengan pusat hitam diinterpretasikan sebagai indikasi keberadaan *Salmonella* spp.

5. Uji Coliform Total

Analisis *coliform* total dilakukan menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) berdasarkan AOAC (1989). Sebanyak 1 g sampel bakso ikan dihomogenkan dalam 100 mL akuades steril. Suspensi sampel kemudian diinokulasikan ke dalam tiga seri tabung yang masing-masing berisi 9 mL media *Lactose Broth* (LB) steril dan tabung Durham. Deret pertama diinokulasikan dengan 0,01 mL suspensi sampel, deret kedua dengan 0,1 mL, dan deret ketiga dengan 1 mL suspensi sampel. Seluruh tabung diinkubasi pada suhu 35 °C selama 24–48 jam. Hasil positif ditandai dengan terbentuknya gas dalam tabung Durham. Jumlah tabung positif pada masing-masing deret kemudian dicocokkan dengan tabel MPN untuk menentukan nilai coliform total yang dinyatakan dalam MPN/g.

Analisis Data

Data hasil uji boraks dan formalin disajikan secara deskriptif kualitatif dalam bentuk positif atau negatif. Hasil uji *Salmonella* spp. dilaporkan berdasarkan keberadaan atau ketidakberadaan bakteri patogen. Nilai coliform total disajikan dalam satuan MPN/g sebagai indikator kondisi higiene dan sanitasi penanganan bakso ikan di pasar tradisional Kabupaten Garut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian bakso ikan yang diperoleh dari pasar tradisional Kabupaten Garut berdasarkan parameter bahan berbahaya dan cemaran mikrobiologi disajikan pada Tabel 1. Parameter yang dianalisis meliputi keberadaan boraks dan formalin secara kualitatif, serta deteksi *Salmonella* spp. dan *coliform* total sebagai indikator *higiene*.

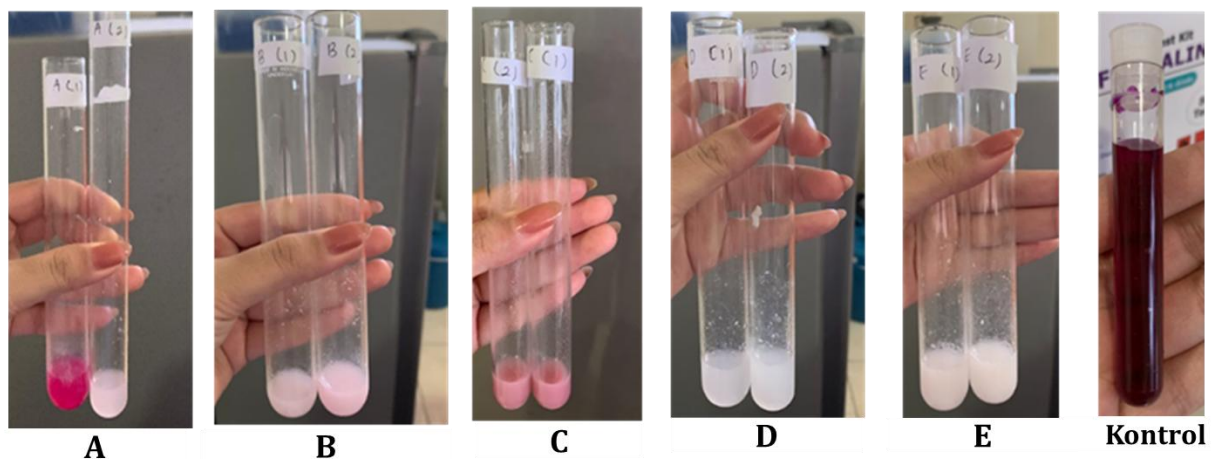
Tabel 1. Hasil uji bahan berbahaya dan cemaran mikrobiologi bakso ikan

Kode Sampel	Boraks	Formalin	Acuan Regulasi	<i>Salmonella</i> spp.	Standar SNI 7266:2017	Coliform Total
A	Negatif	Positif	Dilarang sebagai BTP (harus negatif)	Positif	Negatif/25 g	0,35 MPN/g
B	Negatif	Positif	Dilarang sebagai BTP (harus negatif)	Positif	Negatif/25 g	0,28 MPN/g
C	Negatif	Positif	Dilarang sebagai BTP (harus negatif)	Positif	Negatif/25 g	0,11 MPN/g
D	Negatif	Negatif	Dilarang sebagai BTP (harus negatif)	Positif	Negatif/25 g	0,11 MPN/g
E	Negatif	Negatif	Dilarang sebagai BTP (harus negatif)	Positif	Negatif/25 g	0,072 MPN/g

Keterangan: Boraks dan formalin mengacu pada ketentuan BPOM RI (2023) dan Kementerian Kesehatan RI (2012), yang menyatakan bahwa kedua senyawa tersebut dilarang digunakan sebagai bahan tambahan pangan. Deteksi *Salmonella* spp. mengacu pada SNI 7266:2017 dengan persyaratan negatif per 25 g sampel. Nilai coliform total dinyatakan dalam MPN/g dan digunakan sebagai indikator kondisi higiene dan sanitasi penanganan pangan siap saji.

Formalin dan Boraks

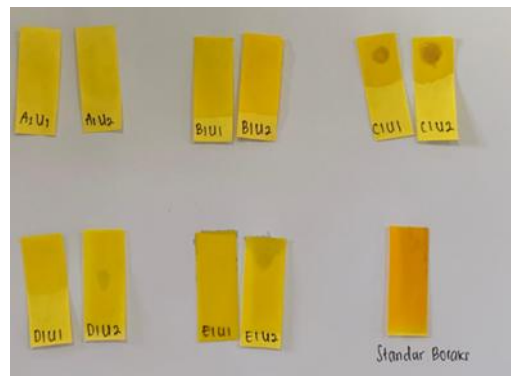
Berdasarkan hasil pengujian formalin pada bakso ikan yang diperoleh dari pasar tradisional Kabupaten Garut (kode A–E), sebanyak 3 dari 5 sampel (60%), yaitu kode A, B, dan C, terindikasi positif formalin, sedangkan sampel D dan E menunjukkan hasil negatif. Konsistensi hasil pada tiga kali ulangan pengujian untuk sampel A–C memperkuat bahwa indikasi positif tersebut bukan merupakan kejadian acak. Perbedaan intensitas warna yang muncul, seperti pada sampel kode C yang tampak lebih pekat, diduga dipengaruhi oleh perbedaan komposisi matriks bakso ikan, yang dapat memengaruhi reaksi warna pada rapid test kit formalin.



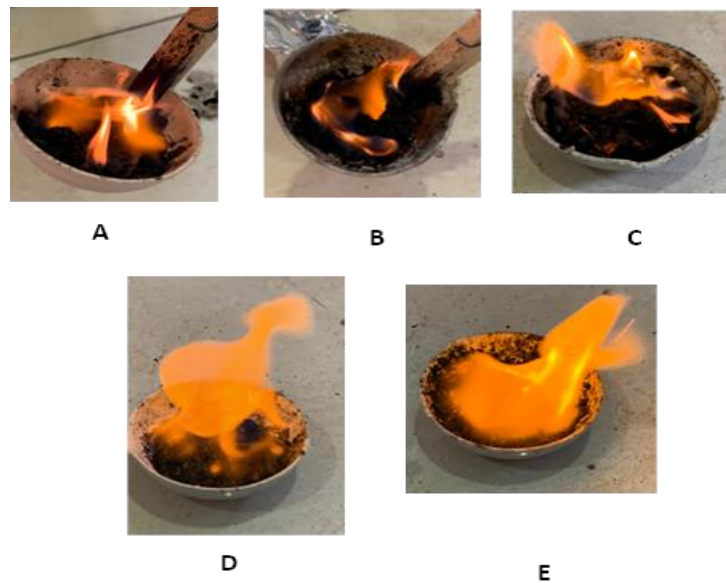
Gambar 1. Hasil uji formalin menggunakan rapid test kit pada sampel bakso ikan (A–E).

Apabila dikaitkan dengan ketentuan regulasi, temuan ini memiliki implikasi yang jelas terhadap aspek keamanan pangan. Formalin (*formaldehyde*) tidak diperkenankan digunakan sebagai bahan tambahan pangan pada produk olahan, sehingga standar pembandingan yang digunakan adalah prinsip “tidak boleh ada/harus negatif”, bukan batas maksimum yang masih dapat ditoleransi (BPOM RI, 2023; Kemenkes RI, 2012). Dengan demikian, sampel A–C yang terindikasi positif dapat dinilai tidak memenuhi ketentuan pada parameter kimia formalin, sedangkan sampel D dan E yang menunjukkan hasil negatif dinilai telah memenuhi ketentuan tersebut. Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian yang melaporkan bahwa formalin masih menjadi isu *food adulteration* pada rantai pemasaran produk perikanan, terutama karena digunakan secara ilegal untuk memperpanjang umur simpan dan mempertahankan tekstur produk, sehingga pengawasan dan deteksi di tingkat pasar tetap menjadi kebutuhan penting (Ahmed et al., 2024; Zhang et al., 2024).

Sementara itu, hasil pengujian boraks pada sampel yang sama menunjukkan bahwa seluruh sampel bakso ikan memberikan hasil negatif, baik pada uji menggunakan test kit maupun uji nyala api. Tidak terjadi perubahan warna menjadi merah kecokelatan pada kertas kurkumin, sehingga seluruh sampel diinterpretasikan negatif terhadap kandungan boraks. Ekstrak sampel yang direaksikan dengan metanol dan asam sulfat tidak menghasilkan nyala api berwarna hijau fluoresen, yang menunjukkan bahwa boraks tidak terdeteksi pada sampel yang diuji.



Gambar 2. Hasil uji boraks menggunakan kertas kurkumin pada sampel bakso ikan.



Gambar 3. Hasil uji nyala api sebagai uji konfirmasi boraks.

Hasil ini mengindikasikan bahwa pada parameter boraks, bakso ikan yang diuji relatif lebih patuh terhadap ketentuan keamanan kimia pangan. Meskipun demikian, hasil negatif boraks tetap relevan untuk dibahas mengingat boraks, yang termasuk dalam kelompok senyawa borat, masih menjadi target pengawasan pada berbagai produk pangan. Sejumlah studi menunjukkan bahwa pengembangan metode deteksi boraks yang semakin sensitif dan aplikatif terus dilakukan untuk mendukung surveilans lapangan, yang menandakan bahwa penggunaan boraks sebagai bahan tambahan ilegal masih menjadi perhatian dalam kajian keamanan pangan (Xia et al., 2024).

Secara keseluruhan, kombinasi temuan boraks negatif dan formalin positif pada sebagian sampel menunjukkan bahwa kondisi keamanan pangan bakso ikan di pasar tradisional Kabupaten Garut relatif lebih baik pada aspek boraks, namun masih menyisakan risiko kimia yang nyata pada aspek formalin. Indikasi formalin pada 60% sampel menegaskan bahwa sebagian produk belum memenuhi prinsip keamanan kimia pangan, sementara kepatuhan pada parameter boraks perlu dipertahankan melalui pengawasan berkelanjutan (BPOM RI, 2023; Kemenkes RI, 2012).

Implikasi temuan ini terhadap perlindungan konsumen adalah perlunya strategi intervensi yang lebih terarah pada risiko utama yang teridentifikasi, yaitu penggunaan formalin secara ilegal. Strategi berbasis risiko tersebut dapat mencakup edukasi pedagang mengenai larangan penggunaan bahan kimia berbahaya, peningkatan praktik penanganan

dan penyimpanan pangan (seperti pengendalian suhu, sanitasi, dan rotasi penjualan) untuk mengurangi dorongan penggunaan pengawet ilegal, serta penguatan monitoring rutin melalui skrining cepat di tingkat pasar yang ditindaklanjuti dengan uji konfirmasi apabila ditemukan indikasi positif. Dengan demikian, kombinasi edukasi, pengawasan rutin, dan pemanfaatan metode deteksi cepat dapat menjadi pendekatan yang efektif dalam mencegah penggunaan formalin secara ilegal, sementara pemantauan boraks tetap diperlukan meskipun pada penelitian ini tidak terdeteksi (Ahmed et al., 2024; Zhang et al., 2024; Xia et al., 2024).

Salmonella spp.

Berdasarkan hasil uji *Salmonella spp.* pada bakso ikan yang diperoleh dari pasar tradisional Kabupaten Garut, seluruh sampel (kode A–E) menunjukkan hasil positif secara konsisten pada tiga kali ulangan pengujian. Pola ini mengindikasikan adanya kontaminasi *Salmonella* pada seluruh produk yang diuji. *Salmonella* merupakan bakteri patogen penting pada pangan siap santap (ready-to-eat foods) dan keberadaannya sering dikaitkan dengan faktor *higiene* penanganan, sanitasi peralatan, serta potensi kontaminasi silang pada tahap produksi, distribusi, maupun penjualan (Carrasco et al., 2021; Majeed et al., 2024).

Mengacu pada persyaratan SNI 7266:2017, parameter *Salmonella* pada produk olahan ikan harus menunjukkan hasil negatif. Oleh karena itu, temuan hasil positif pada seluruh sampel menunjukkan bahwa bakso ikan yang dijual di pasar tradisional Kabupaten Garut tidak memenuhi persyaratan SNI 7266:2017 pada parameter mikrobiologi *Salmonella spp.*. Secara langsung, hasil ini menegaskan bahwa dari sisi keamanan pangan mikrobiologi (khusus *Salmonella*), produk yang diuji berada pada kondisi tidak aman. Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian yang menempatkan *Salmonella* sebagai salah satu isu utama keamanan pangan global dan menekankan pentingnya pengendalian ketat pada pangan siap konsumsi untuk mencegah risiko penyakit bawaan pangan (*foodborne diseases*) (Carrasco et al., 2021; Kumar et al., 2025).

Keberadaan *Salmonella* pada produk olahan ikan seperti bakso dapat terjadi melalui beberapa jalur risiko, antara lain kualitas bahan baku ikan, sanitasi air dan peralatan, kontaminasi silang antara bahan mentah dan produk matang, serta kebersihan tangan dan lingkungan penjualan. Pada pangan siap santap, peran penjamah pangan menjadi sangat krusial karena praktik *higiene* yang kurang memadai dapat meningkatkan risiko penyebaran *Salmonella*. Risiko ini semakin tinggi apabila produk dikonsumsi tanpa pemanasan ulang yang memadai untuk menginaktivasi patogen (Carrasco et al., 2021). Selain itu, kajian mengenai *Salmonella* pada produk dan lingkungan akuatik menunjukkan bahwa kontaminasi juga dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan rantai pasok perikanan, sehingga upaya pengendalian perlu dilakukan secara komprehensif dari hulu hingga hilir (Billah & Rahman, 2024; Majeed et al., 2024).

Implikasi temuan ini terhadap perlindungan konsumen adalah perlunya respons pengendalian yang terarah dan berbasis risiko. Upaya tersebut mencakup perbaikan *higiene* penjamah pangan, pencegahan kontaminasi silang melalui pemisahan alat dan bahan mentah–matang serta sanitasi peralatan, serta pengendalian suhu dan waktu pajang selama penyimpanan dan penjualan. Pada tingkat pengawasan, diperlukan monitoring rutin berbasis risiko di pasar tradisional yang disertai uji konfirmasi menggunakan metode rujukan, sehingga hasil deteksi dapat menjadi dasar yang kuat bagi rekomendasi intervensi dan penegakan keamanan pangan berbasis bukti (Carrasco et al., 2021; Majeed et al., 2024).

Coliform

Nilai *coliform* total (MPN index) pada bakso ikan dari pasar tradisional Kabupaten Garut (kode A–E) berada pada kisaran 0,072–0,35 MPN/g (A=0,35; B=0,28; C=0,11; D=0,11; E=0,072), sehingga seluruh sampel menunjukkan adanya coliform namun pada tingkat yang

sangat rendah. *Coliform* total digunakan sebagai indikator higiene/sanitasi karena kelompok bakteri ini menggambarkan kemungkinan paparan kontaminasi dari air, peralatan, permukaan kontak pangan, atau kontaminasi silang selama penanganan (FDA, 2020; NACMCF, 2022).

Secara interpretatif, nilai *coliform* total yang <1 MPN/g pada semua sampel dapat dipaparkan sebagai indikasi bahwa indikator higiene pada produk yang diuji relatif rendah. Namun, fakta bahwa *coliform* tetap terdeteksi pada seluruh sampel mengisyaratkan bahwa paparan kontaminasi lingkungan atau penanganan masih mungkin terjadi, misalnya melalui air pencuci, wadah, alat penjepit, atau tangan penjamah setelah pemasakan (NACMCF, 2022). Beberapa penelitian RTE menekankan bahwa indikator seperti *coliform* atau *Enterobacteriaceae* sensitif terhadap variasi sanitasi dan mudah meningkat bila praktik higiene melemah atau terjadi kontaminasi silang pada tahap pascaproses (UKHSA, 2024; Desta et al., 2022).

Temuan *coliform* total pada penelitian ini digunakan untuk menilai keamanan pangan dari sisi mikrobiologi sebagai indikator sanitasi/higiene penanganan, namun tidak dapat dijadikan dasar untuk menyimpulkan ada atau tidaknya *E. coli* spesifik, karena coliform merupakan kelompok bakteri yang lebih luas dan tidak identik dengan *E. coli* (NACMCF, 2022). Dari sisi dampak kesehatan, *coliform* total umumnya bukan patogen utama, tetapi keberadaannya penting karena dapat mencerminkan konsistensi sanitasi yang belum optimal dan berpotensi berkaitan dengan meningkatnya peluang masuknya mikroba enterik lain bila praktik *higiene* tidak terjaga (UKHSA, 2024). Oleh karena itu, implikasi untuk perlindungan konsumen adalah perlunya intervensi berbasis risiko melalui penguatan ketersediaan air bersih, higiene penjamah, sanitasi alat dan permukaan kontak pangan, pencegahan kontaminasi silang pasca pengolahan, serta pengendalian waktu suhu pajang untuk menekan indikator kontaminasi (NACMCF, 2022; UKHSA, 2024). Untuk memperkuat penilaian kepatuhan terhadap standar nasional, monitoring lanjutan disarankan menambahkan uji *E. coli* spesifik sesuai SNI 7266:2017, sementara *coliform* total tetap dapat dipertahankan sebagai indikator pendukung higiene/sanitasi (BSN, 2017; NACMCF, 2022).

Pada penelitian ini seluruh sampel menunjukkan hasil positif *Salmonella* spp., sementara nilai indikator higiene berupa coliform total relatif rendah (<1 MPN/g). Secara umum, indikator seperti coliform atau *Enterobacteriaceae* sering digunakan untuk menggambarkan kondisi sanitasi lingkungan atau praktik higiene penanganan pangan. Namun demikian, keberadaan indikator tersebut tidak selalu berkorelasi langsung dengan keberadaan patogen spesifik seperti *Salmonella*.

Perbedaan ini dapat dijelaskan melalui beberapa kemungkinan biologis. Pertama, *Salmonella* dapat berasal dari sumber kontaminasi spesifik, seperti bahan baku ikan yang telah terkontaminasi sejak awal rantai pasok, sehingga keberadaannya tidak selalu tercermin pada tingkat coliform yang mengindikasikan sanitasi umum. Kedua, *Salmonella* memiliki kemampuan bertahan pada berbagai kondisi lingkungan dan dapat tetap terdeteksi meskipun indikator sanitasi lainnya relatif rendah. Ketiga, metode MPN yang digunakan untuk estimasi coliform memiliki batas deteksi tertentu, sehingga nilai yang diperoleh mungkin mencerminkan tingkat kontaminasi yang sangat rendah tetapi tidak sepenuhnya merepresentasikan keberadaan mikroorganisme lain yang lebih spesifik.

Oleh karena itu, temuan kombinasi *Salmonella* positif dengan indikator coliform rendah pada penelitian ini perlu dipahami sebagai indikasi bahwa sumber kontaminasi patogen mungkin berasal dari faktor yang lebih spesifik, seperti kualitas bahan baku, kontaminasi silang selama pengolahan, atau lingkungan produksi, yang tidak selalu tercermin dalam indikator sanitasi umum. Fenomena serupa juga dilaporkan pada beberapa studi pangan siap konsumsi, di mana patogen tertentu dapat terdeteksi meskipun indikator higiene menunjukkan tingkat kontaminasi yang relatif rendah (Carrasco et al., 2021; NACMCF, 2022).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, boraks tidak terdeteksi pada seluruh sampel bakso ikan dari pasar tradisional Kabupaten Garut, namun formalin terindikasi positif pada 60% sampel (kode A, B, dan C), sehingga dari aspek kimia keamanan pangan belum sepenuhnya terpenuhi karena formalin merupakan bahan yang dilarang pada pangan olahan. Dari aspek mikrobiologi, seluruh sampel terdeteksi positif *Salmonella spp.*, sehingga tidak memenuhi persyaratan SNI yang mensyaratkan *Salmonella* harus negatif pada bakso ikan. Sementara itu, *coliform* total terdeteksi pada seluruh sampel dalam kisaran sangat rendah dan berfungsi sebagai indikator *higiene* dan sanitasi penanganan. Temuan ini menunjukkan bahwa risiko utama keamanan pangan bakso ikan di pasar tradisional Kabupaten Garut berasal dari kontaminasi *Salmonella spp.* dan indikasi penggunaan formalin, sehingga diperlukan intervensi berbasis risiko melalui penguatan edukasi pedagang, perbaikan *higiene* dan sanitasi, pencegahan kontaminasi silang, serta pengendalian suhu dan waktu penyimpanan yang didukung oleh monitoring dan pengawasan rutin.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, M., Rahman, M. M., Hossain, M. A., & Islam, M. S. (2024). Formalin adulteration in fish: A state-of-the-art review on its prevalence, detection advancements, and affordable device innovations. *Trends in Food Science & Technology*, 153, 104708. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104708>
- AOAC. (1989). Official method 966.23: Aerobic plate count in foods. In *Official methods of analysis* (15th ed.). AOAC International.
- AOAC. (2004). Official method 2004.03: Salmonella in foods—VIDAS SLM method. In *Official methods of analysis* (18th ed.). AOAC International.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2023). Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 22 Tahun 2023 tentang bahan baku yang dilarang dalam pangan olahan dan bahan yang dilarang digunakan sebagai bahan tambahan pangan.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). SNI 7266:2017 Bakso ikan. Badan Standardisasi Nasional.
- Billah, M. M., & Rahman, M. S. (2024). Salmonella in the environment: A review on ecology, antimicrobial resistance, seafood contaminations, and human health implications. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 13, 100407. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2024.100407>
- Carrasco, E., Marín-Bernal, J., Morales-Rueda, A., García-Gimeno, R. M., & Pérez-Rodríguez, F. (2021). Microbiological survey of ready-to-eat foods and associated preparation surfaces in cafeterias of public sector universities. *Journal of Food Protection*, 84(11), 1891–1902. <https://doi.org/10.4315/JFP-21-171>
- Desta, A. F., Amare, A., & Gari, S. R. (2022). Evaluation of the microbiological quality of ready-to-eat foods and the hygiene practices of food handlers in selected hotels in Addis Ababa, Ethiopia. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 41(1), 38. <https://doi.org/10.1186/s41043-022-00318-w>
- Efrilia, M., Prayoga, T., & Mekasari, N. (2016). Identifikasi boraks dalam bakso di Kelurahan Bahagia, Bekasi Utara, Jawa Barat dengan metode analisa kualitatif. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 1(1), 112–120.
- Fitri, Z. E., Kurniawan, M. F., & Kusumaningrum, I. (2021). Analisis keamanan pangan melalui identifikasi kandungan boraks, formalin, dan *Escherichia coli* pada bakso ikan. *Jurnal Agroindustri Halal*, 7(2), 126–133.

- Hasanah, H., Wulandari, W., Afriani, A., Hariski, M., & Arbajayanti, R. D. (2025). Formalin content of processed fish products in Jambi traditional markets using test kit. *Jurnal Perikanan Unram*, 15(2), 763–769. <https://doi.org/10.29303/jp.v15i2.1454>
- Jelita, P. J., Mahasri, G., & Saputra, E. (2023). Deteksi Salmonella sp. pada produk bakso ikan di pasar tradisional Surabaya. *Journal of Marine and Coastal Science*, 12(1), 45–51.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2012). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2012 tentang bahan tambahan pangan. Kumar, R., Kaur, S., Kaur, R., & Gupta, M. (2025). Ready-to-eat sandwich microbiota: Diversity, antibiotic resistance, and strategies to enhance food safety. *Foods*, 14(2), 251. <https://doi.org/10.3390/foods14020251>
- Majeed, M., Ahmed, S., Rahman, M., & Islam, M. (2024). Virulence and antimicrobial resistance genes occurring in Salmonella spp. isolated from aquatic food. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, 19(2), 143–157. <https://doi.org/10.1007/s00003-023-01474-5>
- National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods. (2022). Microbiological testing by industry of ready-to-eat foods under FDA's jurisdiction for pathogens (or appropriate indicator organisms): Verification of preventive controls. *Journal of Food Protection*, 85(12), 1731–1745. <https://doi.org/10.4315/JFP-22-143>
- Rahman, B., Ahmed, M., Islam, M. S., & Hossain, M. A. (2023). An update on formaldehyde adulteration in food: Sources, detection, mechanisms, and risk assessment. *Food Chemistry*, 427, 136761. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136761>
- UK Health Security Agency. (2024). Guidelines for assessing the microbiological safety of ready-to-eat foods placed on the market: Interpretation of test results generated by UKHSA food, water and environmental microbiology services laboratories.
- U.S. Food and Drug Administration. (2020). Bacteriological analytical manual (BAM), Chapter 4: Enumeration of Escherichia coli and the coliform bacteria.
- Xia, J., Huang, J., Zhang, H., Zhang, N., Li, F., Zhou, P., Zhou, L., & Pu, Q. (2024). Natural flavonols as probes for direct determination of borax: From conventional fluorescence analysis to paper-based smartphone sensing. *Talanta*, 274, 126053. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2024.126053>
- Zhang, L., Chen, Y., Wang, J., & Li, X. (2022). A review of the presence of formaldehyde in fish and seafood: Sources, health risks and detection methods. *Food Control*, 141, 109183. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109183>