

Analisis Cemaran Bakteri *Escherichia coli* pada Sayur Lodeh dan Sayur Tahu Menggunakan Metode *Most Probable Number* (MPN) di UPTD Laboratorium Kesehatan Kota Semarang

Eka Putri Setyawati¹, Aulia Niami Zahra², Wulan Purnamasari³

¹Biologi, Universitas Negeri Semarang, eka46717@students.unnes.ac.id

²Biologi, Universitas Negeri Semarang, auliani25@students.unnes.ac.id

³UPTD Laboratorium Kesehatan Kota Semarang, wulanlabkes27@gmail.com

ABSTRACT

Food safety is an essential aspect of protecting public health from the risk of foodborne diseases caused by microbial contamination, one of which is Escherichia coli. The presence of E. coli in food is widely used as an indicator of fecal contamination associated with inadequate hygiene and sanitation practices during food processing and serving. This study aimed to analyze the presence of Escherichia coli contamination in vegetable soup (Sayur Lodeh) and tofu vegetable dish (Sayur Tahu) samples using the Most Probable Number (MPN) method at the UPTD Health Laboratory of Semarang City. The analysis consisted of three stages: a presumptive test using Lauryl Tryptose Broth (LTB), a confirmatory test using EC Broth, and a completed test using Tryptone medium and Kovac's reagent through the indole test. The results showed that the Sayur Tahu sample was positive in the presumptive test (3-3-3), confirmatory test (3-3-1), and completed test (2-0-0), with a contamination level of 9.2 MPN/g, confirming the presence of Escherichia coli. In contrast, the Sayur Lodeh sample showed negative results in the presumptive test (0-0-0), and therefore was not subjected to further testing, with a contamination level of 0 MPN/g. The presence of E. coli in the Sayur Tahu sample was likely associated with inadequate hygiene and sanitation practices during food processing, storage, and serving, whereas the negative result in the Sayur Lodeh sample was likely due to proper cooking and adequate hygiene and sanitation practices. These findings indicate that the MPN method is effective for detecting Escherichia coli as an indicator of food safety.

Keywords: *Escherichia coli*; food safety; Most Probable Number (MPN); hygiene and sanitation.

ABSTRAK

Keamanan pangan merupakan aspek penting dalam melindungi kesehatan masyarakat dari risiko penyakit bawaan pangan (*foodborne diseases*) yang disebabkan oleh kontaminasi mikroorganisme, salah satunya *Escherichia coli*. Keberadaan *E. coli* pada pangan digunakan sebagai indikator kontaminasi fekal yang berkaitan dengan penerapan higiene dan sanitasi yang kurang baik selama proses pengolahan maupun penyajian makanan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keberadaan cemaran *Escherichia coli* pada sampel Sayur Tahu dan Sayur Lodeh menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) di UPTD Laboratorium Kesehatan Kota Semarang. Pengujian dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu uji pendugaan menggunakan media *Lauryl Tryptose Broth* (LTB), uji penegasan menggunakan media EC Broth, dan uji lanjutan menggunakan media *Tryptone* serta pereaksi Kovac melalui uji indol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel Sayur Tahu memberikan hasil positif pada uji pendugaan (3-3-3), uji penegasan (3-3-1), dan uji lanjutan (2-0-0), dengan nilai cemaran sebesar 9,2 MPN/gram yang mengkonfirmasi adanya *Escherichia coli*. Sebaliknya, sampel Sayur Lodeh menunjukkan hasil negatif pada uji pendugaan (0-0-0), sehingga tidak dilanjutkan ke tahap berikutnya dan dinyatakan memiliki nilai cemaran 0 MPN/gram. Keberadaan *E. coli* pada sampel Sayur Tahu diduga berkaitan dengan kurang optimalnya penerapan higiene dan sanitasi selama pengolahan, penyimpanan, dan penyajian makanan, sedangkan hasil negatif pada Sayur Lodeh diduga dipengaruhi oleh proses pemasakan yang baik serta penerapan higiene dan sanitasi yang memadai. Dengan demikian, metode MPN efektif digunakan untuk mendeteksi keberadaan *Escherichia coli* sebagai indikator keamanan pangan.

Kata kunci: *Escherichia coli*; keamanan pangan; *Most Probable Number* (MPN); higiene dan sanitasi.

PENDAHULUAN

Keamanan pangan (*food safety*) merupakan aspek penting dalam upaya melindungi kesehatan masyarakat. Menurut *World Health Organization* (WHO), keamanan pangan adalah ilmu yang membahas persiapan, penanganan, dan penyimpanan makanan maupun minuman agar terhindar dari kontaminasi. Pangan sebagai salah satu kebutuhan dasar manusia memiliki peran penting dalam meningkatkan derajat kesehatan, namun pangan juga dapat menjadi media penularan penyakit apabila tidak diproduksi secara higienis (Sartika, 2020). Salah satu dampak utama dari konsumsi pangan yang terkontaminasi adalah terjadinya penyakit bawaan pangan (*foodborne diseases*), yaitu penyakit infeksi atau keracunan yang disebabkan oleh mikroorganisme atau agen berbahaya yang masuk ke dalam tubuh melalui makanan yang dikonsumsi (Wastutiningsih *et al.*, 2025). Berdasarkan *WHO Estimates of the Global Burden of Foodborne Diseases 2000–2021* yang diterbitkan pada Tahun 2026, diperkirakan terdapat lebih dari 866 juta kasus penyakit bawaan pangan dan sekitar 1,52 juta kematian pada tahun 2021 yang disebabkan oleh berbagai bahaya pangan, meliputi bakteri, virus, parasit, dan bahan kimia. Beberapa bakteri yang sering ditemukan sebagai penyebab cemaran pangan antara lain *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, dan *Bacillus cereus* (Rahmawita *et al.*, 2018).

Escherichia coli merupakan bakteri yang secara normal hidup di saluran pencernaan manusia maupun hewan berdarah panas (Herawati *et al.*, 2023). Meskipun sebagian besar tidak bersifat patogen, keberadaan *E.coli* pada pangan digunakan sebagai indikator terjadinya kontaminasi fekal akibat penerapan higiene dan sanitasi yang kurang baik selama proses pengolahan, penyimpanan, maupun dalam penyajian makanan (Ekici & Dümen, 2019). Kontaminasi tersebut dapat berasal dari air yang tidak

memenuhi syarat, peralatan yang kurang bersih, lingkungan pengolahan, maupun penjamah makanan yang tidak menerapkan perilaku hidup bersih dan sehat. Oleh karena itu, deteksi *E.coli* pada pangan menjadi salah satu parameter penting dalam penilaian keamanan pangan karena dapat mengindikasikan adanya risiko cemaran mikroorganisme patogen yang berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan (Hati, 2024)

Sayuran merupakan salah satu komoditas pangan yang memiliki nilai gizi tinggi karena mengandung berbagai zat gizi penting, seperti vitamin, mineral, dan serat, yang berperan dalam menjaga kesehatan tubuh (Haidil *et al.*, 2025). Namun, di balik manfaat tersebut, aspek mutu dan keamanan sayuran masih menjadi perhatian karena bahan pangan ini rentan mengalami kontaminasi mikroorganisme selama proses produksi, pengolahan, penyimpanan, hingga penyajian (Kurniasih *et al.*, 2019). Kontaminasi tersebut dapat dipengaruhi oleh penggunaan air yang tidak memenuhi persyaratan sanitasi, kebersihan peralatan, higiene penjamah makanan, serta kondisi penyimpanan dan distribusi yang kurang baik (Amalia & Gultom, 2026). Salah satu bentuk olahan sayuran yang banyak dikonsumsi masyarakat adalah Sayur Lodeh dan Sayur Tahu yang biasa dijual di warung lauk pauk. Meskipun telah melalui proses pemasakan, Sayur Lodeh dan Sayur Tahu tetap berpotensi mengalami kontaminasi bakteri apabila penanganan setelah proses pengolahan tidak dilakukan secara higienis. Salah satu kelompok bakteri yang sering digunakan sebagai indikator kualitas mikrobiologis pangan adalah bakteri *coliform* (Mahulette *et al.*, 2022). Keberadaan bakteri *coliform* pada pangan menunjukkan adanya kemungkinan kontaminasi akibat penerapan higiene dan sanitasi yang kurang baik selama proses pengolahan, penanganan, maupun penyajian.

Salah satu metode yang umum digunakan untuk mendeteksi bakteri *coliform*, termasuk *Escherichia coli*, adalah metode *Most*

Probable Number (MPN). Metode ini merupakan sebuah metode semi-kuantitatif yang digunakan untuk memperkirakan jumlah bakteri dalam suatu sampel. Pengujian ini meliputi tiga tahapan utama, yaitu: Uji pendugaan untuk mendeteksi *coliform* secara umum; uji penegasan untuk memastikan keberadaan *coliform* yang spesifik; dan uji pelengkap (Yoantrista & Yuniarti, 2025). Selama proses analisis, sampel diencerkan kemudian diinokulasikan dalam media pertumbuhan cair dan diinkubasi. Keberadaan bakteri ditunjukkan oleh terbentuknya gas hasil fermentasi, yang selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk memperkirakan jumlah bakteri berdasarkan tabel statistik MPN (Agustina *et al.*, 2024).

UPTD Laboratorium Kesehatan Kota Semarang berperan dalam pengujian kualitas mikrobiologis pangan sebagai upaya mendukung pengawasan keamanan pangan. Salah satu pemeriksaan yang dilakukan adalah analisis cemaran bakteri *Escherichia coli* menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) untuk menilai kualitas sanitasi pangan. Hasil pengujian tersebut memberikan gambaran mengenai kondisi mikrobiologis pangan serta menjadi dasar dalam evaluasi keamanan pangan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keberadaan cemaran bakteri *Escherichia coli* pada sampel Sayur Lodeh dan Sayur Tahu menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) di UPTD Laboratorium Kesehatan Kota Semarang. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kualitas mikrobiologi produk pangan yang diuji serta menjadi salah satu bentuk evaluasi terhadap penerapan higiene dan sanitasi dalam pengolahan pangan, sehingga dapat mendukung upaya pengawasan keamanan pangan dan perlindungan kesehatan masyarakat.

METODE

Alat

Tabung reaksi, rak tabung reaksi, tabung durham, pipet ukur / mikropipet, timbangan

analitik, alat homogenisasi (*smasher*), inkubator, bunsen / *spiritus burner*, gelas ukur dan pinset.

Bahan

Sayur Lodeh, Sayur Tahu, larutan Ringer (pengencer), media *Lauryl Tryptose Broth* (LTB), media EC Broth, media *Tryptone*, pereaksi Kovac, alkohol 70%, plastik Steril, tip pipet steril dan kapas.

Persiapan sampel

Larutan Ringer sebanyak 90 mL dimasukkan ke dalam wadah steril, kemudian sampel makanan ditimbang sebanyak 10 gram dan dihomogenkan menggunakan *Smasher*. Selanjutnya dilakukan pengenceran bertingkat hingga diperoleh beberapa tingkat pengenceran.

Uji Pendugaan

Sampel hasil pengenceran diinokulasikan ke dalam media *Lauryl Sulphate Broth* (LTB) encer dengan ragam 3-3-3 sebanyak 1 mL, kemudian diinkubasi pada suhu 35°C selama 48 jam. Hasil positif ditandai dengan terbentuknya gas pada tabung Durham dan perubahan warna media.

Uji Penegasan

Sampel dari tabung yang menunjukkan hasil positif pada uji pendugaan dipindahkan ke media EC Broth sebanyak 10 µL (mikroliter), kemudian diinkubasi pada suhu 44,5°C selama 24 jam. Hasil positif ditandai dengan terbentuknya gas pada tabung Durham.

Uji Lanjutan

Sampel dari hasil positif uji penegasan diinokulasikan ke dalam media *Tryptone* sebanyak 10 µL (mikroliter), kemudian diinkubasi pada suhu 44,5°C selama 48 jam. Selanjutnya dilakukan uji biokimia menggunakan pereaksi Kovac. Hasil positif *Escherichia coli* ditandai dengan terbentuknya cincin berwarna merah.

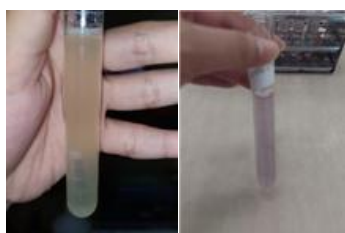
HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode *Most Probable Number* (MPN) terdiri atas tiga tahapan, yaitu uji pendugaan

(*presumptive test*), uji penegasan (*confirmed test*), dan uji pelengkap (*completed test*). Uji pendugaan merupakan tahap awal untuk mendeteksi keberadaan bakteri golongan *Coliform* berdasarkan kemampuannya memfermentasi laktosa sehingga menghasilkan asam dan gas sebagai produk metabolisme (Utami *et al.*, 2020). Pada tahap ini digunakan media *Lauryl Sulphate Broth* (LTB), yang mengandung laktosa sebagai sumber karbon bagi bakteri *Coliform* serta sodium lauryl sulfate yang berfungsi menghambat pertumbuhan bakteri non-*Coliform*. Sampel kemudian diinkubasi pada suhu 35°C selama 48 jam. Hasil positif ditandai dengan terbentuknya gas pada tabung Durham disertai media yang menjadi keruh, yang menunjukkan dugaan adanya bakteri *Coliform* (Sabila & Setyaningrum, 2023).

Tabel 1. Hasil Uji Pendugaan pada Media LTB

Sampel	Hasil Pengenceran			Jumlah Tabung Positif	Ket
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³		
Sayur Tahu	+++	+++	+++	3-3-3	Lanjut
Sayur Lodeh	---	---	---	0-0-0	Negatif



(+) (-)

Gambar 1. Hasil Uji Pendugaan *E.coli* pada media LTB. (Keterangan (+): Terbentuk Gelembung dan Terjadi Perubahan Warna (-): Tidak Terbentuk Gelembung dan Tidak Terdapat Perubahan Warna)

Berdasarkan hasil uji pendugaan pada media *Lauryl Sulphate Broth* (LTB) (Tabel 1), sampel Sayur Tahu menunjukkan hasil positif, sedangkan sampel Sayur Lodeh menunjukkan hasil negatif. Pada sampel Sayur Tahu, seluruh tabung pada setiap tingkat pengenceran (10⁻¹, 10⁻², dan 10⁻³) memperlihatkan hasil positif

dengan pola 3-3-3, yang ditandai oleh terbentuknya gas pada tabung Durham dan media yang menjadi keruh. Hasil tersebut menunjukkan adanya bakteri golongan *Coliform* pada sampel Sayur Tahu sehingga pengujian dilanjutkan ke tahap uji penegasan untuk mengonfirmasi keberadaan *Coliform*, khususnya *Escherichia coli*. Sebaliknya, pada sampel Sayur Lodeh tidak ditemukan pembentukan gas pada tabung Durham maupun perubahan media pada seluruh tingkat pengenceran (0-0-0). Oleh karena itu, sampel Sayur Lodeh dinyatakan negatif pada uji pendugaan dan tidak dilanjutkan ke tahap uji penegasan.

Uji penegasan dilakukan menggunakan media EC (*Escherichia coli*) Broth yaitu media pengaya (*enrichment medium*) selektif yang digunakan untuk mendukung pertumbuhan bakteri *coliform* fekal, terutama *Escherichia coli*, sekaligus menghambat pertumbuhan sebagian besar bakteri Gram positif (Artha, 2017). Inkubasi dilakukan pada suhu 44,5°C untuk meningkatkan selektivitas terhadap koliform fekal, terutama *E. coli*. Hasil positif pada media EC Broth ditandai dengan terbentuknya gas pada tabung Durham yang umumnya disertai kekeruhan media akibat pertumbuhan bakteri.

Tabel 2. Hasil Uji Penegasan pada Media EC

Sampel	Hasil Pengenceran			Jumlah Tabung Positif	Ket
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³		
Sayur Tahu	+++	+++	+-	3-3-1	Lanjut
Sayur Lodeh	---	---	---	0-0-0	Negatif

Berdasarkan hasil uji penegasan pada Tabel 2, sampel Sayur Tahu menunjukkan hasil positif pada seluruh tabung pengenceran 10⁻¹ dan 10⁻² (3-3), sedangkan pada pengenceran 10⁻³ hanya terdapat satu tabung yang menunjukkan hasil positif (1), sehingga diperoleh kombinasi tabung positif 3-3-1. Hasil positif pada media EC Broth ditandai dengan terbentuknya gas pada tabung Durham sebagai indikasi adanya bakteri koliform fekal yang mampu memfermentasi laktosa (Agustina *et*

al., 2024). Kombinasi tabung positif tersebut menunjukkan bahwa sampel Sayur Tahu diduga mengandung bakteri koliform fekal sehingga perlu dilanjutkan ke tahap uji lanjutan, yaitu uji biokimia menggunakan reagen Kovac, untuk mengonfirmasi keberadaan *Escherichia coli*. Sementara itu, sampel Sayur Lodeh tidak dilakukan uji penegasan karena pada tahap uji pendugaan seluruh tabung menunjukkan hasil negatif, sehingga tidak terdapat indikasi adanya bakteri koliform yang memerlukan pengujian lebih lanjut.

Tahap terakhir dalam metode *Most Probable Number* (MPN) adalah uji lanjutan (*completed test*) atau uji biokimia yang bertujuan membuktikan keberadaan *Escherichia coli*. Pada penelitian ini, uji biokimia dilakukan menggunakan media *Tryptone Broth* dan pereaksi Kovac melalui uji indol. Uji indol digunakan untuk menguji kemampuan bakteri menghasilkan enzim triptofanase yang menguraikan asam amino triptofan menjadi indol, piruvat, dan amonium. Indol yang terbentuk akan bereaksi dengan aldehida pada pereaksi Kovac sehingga menghasilkan cincin berwarna merah keunguan pada permukaan media sebagai indikator hasil positif. Sebaliknya, apabila bakteri tidak memiliki enzim *triptofanase*, senyawa indol tidak akan terbentuk sehingga tidak terjadi perubahan warna. Hasil positif pada uji ini menunjukkan adanya bakteri *Escherichia coli* (Rifai, 2021).

Tabel 3. Hasil Uji Lanjutan Biokimia

Sampel	Hasil Pengenceran			Jumlah Tabung Positif	Hasil MPN/gram
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³		
Sayur Tahu	++-	---	---	2-0-0	9,2 MPN/g
Sayur Lodeh	---	---	---	0-0-0	0 MPN/g



Gambar 2. Hasil Uji Lanjutan *E.coli* sampel Sayur Tahu dengan Reagen Kovac. (Keterangan: (+) terbentuknya cincin merah)

Berdasarkan hasil uji lanjutan yang disajikan pada Tabel 3, hanya sampel Sayur Tahu yang dianalisis karena telah menunjukkan hasil positif pada uji pendugaan dan uji penegasan. Sampel Sayur Tahu memperlihatkan pola tabung positif 2-0-0 pada uji biokimia, yang ditandai dengan terbentuknya cincin berwarna merah keunguan setelah penambahan pereaksi Kovac. Berdasarkan pola tersebut, diperoleh nilai 9,2 MPN/gram, yang menunjukkan bahwa sampel Sayur Tahu terbukti mengandung bakteri *Escherichia coli*. Sementara itu, sampel Sayur Lodeh tidak dilanjutkan ke tahap uji lanjutan karena menunjukkan hasil negatif pada uji pendugaan dengan pola 0-0-0, sehingga nilai cemaran *Escherichia coli* dinyatakan 0 MPN/gram.

Keberadaan bakteri *Escherichia coli* pada sampel Sayur Tahu menunjukkan adanya kontaminasi yang berkaitan dengan penerapan higiene dan sanitasi selama proses pengolahan hingga penyajian makanan. Higiene penjamah makanan, kebersihan peralatan, kualitas air, serta kondisi lingkungan pengolahan merupakan faktor yang berperan dalam mencegah kontaminasi mikroorganisme pada pangan (Rahmadhani & Sumarmi, 2017). Berdasarkan hasil observasi, Sayur Tahu dijual dalam kondisi terbuka di lingkungan tepi jalan sehingga berpotensi terpapar debu, udara, dan serangga seperti lalat yang dapat menjadi media perpindahan mikroorganisme (Mayaserli & Anggraini, 2019). Kondisi tersebut dapat meningkatkan risiko terjadinya foodborne disease apabila makanan tidak ditangani sesuai dengan prinsip higiene dan sanitasi (Yulia,

2016). Oleh karena itu, pengawasan terhadap cemaran mikrobiologis menjadi bagian penting dalam menjamin keamanan pangan agar makanan yang dikonsumsi masyarakat aman dan tidak menimbulkan gangguan kesehatan.

Sebaliknya, sampel Sayur Lodeh menunjukkan hasil negatif terhadap keberadaan *Escherichia coli*. Hasil ini diduga dipengaruhi oleh proses pemasakan pada suhu tinggi yang mampu menurunkan jumlah bakteri patogen dalam makanan (Mahestri et al., 2021; Wardiani et al., 2025). Selain itu, penggunaan bahan baku dan air yang bersih serta penerapan higiene dan sanitasi selama proses pengolahan juga dapat meminimalkan risiko kontaminasi (Haidil et al., 2025; Zikra et al., 2018). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan higiene dan sanitasi yang baik merupakan faktor penting dalam menjaga keamanan pangan dan kualitas mikrobiologis makanan. Dengan demikian, metode *Most Probable Number* (MPN) dapat digunakan sebagai metode yang efektif untuk mendeteksi keberadaan *Escherichia coli* sebagai salah satu indikator keamanan pangan serta mendukung upaya pengawasan mutu pangan di masyarakat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, metode *Most Probable Number* (MPN) dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan bakteri *Escherichia coli* pada sampel pangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sampel Sayur Tahu positif mengandung *Escherichia coli* dengan nilai cemaran sebesar 9,2 MPN/gram, sedangkan sampel Sayur Lodeh menunjukkan hasil negatif dengan nilai 0 MPN/gram. Keberadaan *Escherichia coli* pada sampel Sayur Tahu diduga berkaitan dengan kurang optimalnya penerapan higiene dan sanitasi selama proses pengolahan, penyimpanan, dan penyajian makanan, sementara hasil negatif pada sampel Sayur Lodeh diduga dipengaruhi oleh proses pemasakan yang baik serta penerapan higiene dan sanitasi yang memadai.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, N., Afifah Nugraheni, I., Naim, A., Sains dan Teknologi, F., Aisyiyah Yogyakarta, U., Mikrobiologi dan Reagensia, L., & Laboratorium Kesehatan dan Kalibrasi Dinas Kesehatan, B. (2024). *Analisis kualitas mikrobiologis air sungai melalui deteksi Total Coliform dan Escherichia coli menggunakan metode Most Probable Number (MPN)* (Vol. 2).
- Amalia, W., & Gultom, E. S. G. E. S. (2026). Analisis cemaran *Escherichia coli* pada sampel makanan menggunakan metode Compact Dry. *Jurnal Biogenerasi*, 11(2), 841–846.
- Artha, D. E. (2017). Identifikasi cemaran bakteri *Escherichia coli* pada jamu gendong yang diperjualbelikan di sekitar Jalan Abdul Kadir Kota Makassar. *Jurnal Media Laboran*, 7(1), 61–64.
- Ekici, G., & Dümen, E. (2019). *Escherichia coli* and food safety. In *The Universe of Escherichia coli*. IntechOpen.
- Haidil, M., Pratama, E. A., Irawan, M. D., & Sunarti, R. N. (2025, December). Uji cemaran bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella* spp. pada sayur yang dijual di Pasar Tradisional 7

- Ulu dan Pasar Modern Fresh Ulu Kertapati di Kota Palembang. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi* (Vol. 5, No. 1, pp. 368–379).
- Hati, R. P. (2024). Identifikasi bakteri indikator sanitasi pada es campur. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada: Jurnal Ilmu-ilmu Keperawatan, Analis Kesehatan dan Farmasi*, 24(2), 57–66.
- Herawati, C., Endayani, H., Indragiri, S., Kristanti, I., Wahyuni, N. T., Dani, A. H., & Hikmawati, I. (2023). Sanitary hygiene and behavior of food handlers in the presence of *Escherichia coli* bacteria. *Journal of Pure & Applied Microbiology*, 17(4).
- Kurniasih, Rizqi Putri, Nurjazuli, & Yusniar. (2019). Hubungan higiene dan sanitasi makanan dengan kontaminasi bakteri *Escherichia coli* dalam makanan di warung makanan sekitar Terminal Borobudur, Magelang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 3(1). FKM UNDIP Semarang.
- Mahestri, L., Harpeni, E., & Setyawan, A. (2021). Isolasi dan penapisan bakteri termofilik pemecah amilum dan protein dari sumber air panas Way Panas Kalianda Lampung Selatan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 26(3), 161–168.
- Mahulette, F., Muskita, C., & Melay, S. (2022). Kelimpahan dan karakterisasi morfologi bakteri *coliform* pada Kalora. *BIOPENDIX: Jurnal Biologi, Pendidikan dan Terapan*, 8(2), 94–99.
- Mayaserli, D. P., & Anggraini, D. (2019). Identifikasi bakteri *Escherichia coli* pada jajanan bakso tusuk di sekolah dasar Kecamatan Gunung Talang. *Jurnal Kesehatan Perintis*, 6(1), 30–34.
- Rahmadhani, D., & Sumarmi, S. (2017). Gambaran penerapan prinsip higiene sanitasi makanan di PT Aerofood Indonesia, Tangerang, Banten. *Open Access under CC BY-SA License*, 291–299.
- Rahmawita, R., Putri, D. H., & Advinda, L. (2018). Kualitas Jajanan Anak Sekolah Dasar Secara Mikrobiologi di Kecamatan Koto Tangah Padang Sumatera Barat. *Biomedika*, 10(2), 102–106.
- Rifai, K. R. (2021). Uji indole sebagai kegiatan penjaminan mutu tambahan pada hasil pengujian *coliform* dalam sampel air mineral. *Indonesian Journal of Industrial Research*, 6(1), 1–6.

- Sabila, N. M., & Setyaningrum, D. (2023). Analisis *coliform* dan colifecal pada air dari berbagai sumber menggunakan metode MPN (*Most Probable Number*). *Jurnal Kimia dan Rekayasa*, 3(2), 54–60.
- Sartika, R. S. (2020). Keamanan pangan penyelenggaraan makanan bagi pekerja. *Jurnal Gizi Kerja dan Produktivitas*, 1(1), 29–35.
- Utami, F. T., & Mia, M. (2020). Metode *Most Probable Number* (MPN) sebagai dasar uji kualitas air Sungai Rengganis dan Pantai Timur Pangandaran dari cemaran *coliform* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada: Jurnal Ilmu-ilmu Keperawatan, Analis Kesehatan dan Farmasi*, 20(1).
- Wardiani, Z., Khoirunnisa, H., & Sopiah, P. (2025). Mekanisme keracunan makanan pada tubuh manusia akibat bakteri *Salmonella*. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 6(2), 4364–4373.
- Wastutiningsih, S. P., Lestari, L. A., Utami, S. N. H., Meilani, N., Yantafi, U., & Partini, P. (2025). Peningkatan pengeSayur Tahu an pengolahan makanan sehat untuk cegah *foodborne diseases* di Wisata Negeri Kahyangan, Sawangan, Magelang. *GEMAKES: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(3), 442–451.
- Yoantrista, N., & Yuniarti, E. (2025, December). Aplikasi metode MPN untuk deteksi *coliform* dan colifecal sebagai parameter kualitas air sungai. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi* (Vol. 5, No. 1, pp. 903–912).
- Yulia, Y. (2016). Higiene sanitasi makanan, minuman dan sarana sanitasi terhadap angka kuman peralatan makan dan minum pada kantin. *Jurnal Vokasi Kesehatan*, 2(1), 55–61.
- Zikra, W., Amir, A., & Putra, A. E. (2018). Identifikasi bakteri *Escherichia coli* pada air minum di rumah makan dan cafe di Kelurahan Jati serta Jati Baru Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 7(2), 212–216.