

## IDENTIFIKASI CEMARAN BAKTERI *E. coli* PADA SUSU SAPI SEGAR DI LINGKUNGAN KAMPUS UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

## IDENTIFICATION OF *E. coli* CONTAMINATION IN FRESH COW'S MILK IN THE CAMPUS ENVIRONMENT UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

Mira Shofiah<sup>1</sup>, Febri Wulandari<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Biologi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Sukoharjo, Indonesia

\*E-mail correspondence : [fw548@ums.ac.id](mailto:fw548@ums.ac.id)

Dikirim : 9 Februari 2026 ; Disetujui : 22 Februari 2026 ; Diterbitkan : 28 Februari 2026.

### Abstrak

Susu sapi segar rentan mengalami cemaran mikroorganisme, termasuk *E. coli*. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi cemaran *E. coli* pada susu sapi segar di lingkungan Kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN), uji IMViC, dan evaluasi fisika kimia. Hasil menunjukkan tiga dari lima sampel mengandung *Coliform* dengan nilai MPN 3–460 MPN/mL, namun seluruh sampel negatif *E. coli* dan diduga mengandung *Citrobacter*. Seluruh sampel tidak memenuhi syarat uji alkohol, empat sampel tidak memenuhi syarat uji didih, sedangkan pH masih normal (6,3–6,8). Hasil penelitian menunjukkan susu sapi segar belum memenuhi persyaratan SNI 3141.1:2011 sehingga diperlukan peningkatan higiene dan sanitasi untuk menjaga kualitas dan keamanan susu.

**Kata Kunci:** Susu sapi segar, *Coliform*, *E. coli*, MPN, IMViC

### Abstract

Fresh cow's milk is highly susceptible to microbial contamination, including *E. coli*. This study aimed to identify *E. coli* contamination in fresh cow's milk sold around Universitas Muhammadiyah Surakarta using the *Most Probable Number* (MPN) method, IMViC biochemical tests, and physicochemical evaluations. The results showed that three out of five samples contained *Coliform* bacteria with MPN values ranging from 3–460 MPN/mL, while all samples tested negative for *E. coli* and were suspected to contain *Citrobacter*. All samples failed the alcohol test, four samples failed the boiling test, while the pH values remained within the normal range (6.3–6.8). These findings indicate that the fresh cow's milk samples did not meet the requirements of SNI 3141.1:2011, highlighting the need for improved hygiene and sanitation to ensure milk quality and safety.

**Keywords:** Fresh cow milk, *Coliform*, *E. coli*, MPN, IMViC.

## PENDAHULUAN

Susu merupakan minuman bergizi yang mengandung air, protein, lemak, karbohidrat, mineral, vitamin, enzim, dan antibodi (Susilawati *et al.*, 2021). Namun, susu juga mudah rusak karena menjadi media pertumbuhan bakteri sehingga dapat cepat tidak layak konsumsi jika tidak dikelola dengan baik (Hasna & Ardiansah, 2023). Kontaminasi mikroorganisme pada susu dapat menyebabkan gangguan kesehatan, terutama diare. Data Riskesdas 2018 menunjukkan

terdapat 3.176.079 kasus diare di fasilitas kesehatan, dengan Jawa Tengah termasuk provinsi dengan prevalensi tinggi sebesar 7,2% (Kementerian Kesehatan RI, 2019).

Mikroorganisme penyebab diare antara lain bakteri golongan *Coliform* seperti *Citrobacter*, *Enterobacter*, *E. coli*, dan *Klebsiella* (Rifai, 2021). *Coliform* dibedakan menjadi fecal dan nonfecal. *Coliform* fecal berasal dari kotoran manusia, sedangkan nonfecal berasal dari feses hewan dan sisa tanaman (Putri, 2016). *E. coli* termasuk famili *Enterobacteriaceae* yang berbentuk batang, gram negatif, fakultatif anaerob, oksidase negatif, dan katalase positif, serta dapat ditemukan pada susu (Pradika *et al.*, 2019).

Menurut SNI 7388-2009, batas maksimum cemaran *Coliform* pada susu segar pasteurisasi adalah  $2 \times 10^1$  koloni/mL dan *E. coli* <3 MPN/mL. Namun, penelitian Putri (2016) menemukan cemaran *Coliform* >1100 MPN/mL dan dua sampel positif *E. coli*. Tingginya cemaran ini menunjukkan penurunan mutu susu yang juga berkaitan dengan kualitas fisik dan kimia. Berdasarkan SNI 3141.1:2011, kualitas susu segar dinilai dari sifat fisik, kimia, dan mikrobiologi. Kualitas fisik dapat diuji melalui kadar alkohol dan titik didih, sedangkan kualitas kimia melalui pH.

Penelitian terkait cemaran *Coliform* dan *E. coli* pada susu telah banyak dilakukan, tetapi data mengenai *Coliform* non-*E. coli* serta kualitas fisika-kimia susu segar di lingkungan kampus masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis kontaminasi bakteri *Coliform* dan *E. coli* serta mengevaluasi kualitas fisika-kimia susu segar yang dijual di sekitar Universitas Muhammadiyah Surakarta berdasarkan SNI 7388-2009, sehingga dapat memberikan informasi mengenai keamanan pangan susu bagi masyarakat.

## **METODE PENELITIAN**

### **Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan diantaranya adalah, *pH meter* (Hanna), *mikropipet 100  $\mu$ L-1000  $\mu$ L* (Socorex), *autoklaf* (Hirayama), *oven* (Memmert), *inkubator bakteri* (Memmert), *Laminar Air Flow* (CV. Srikandi Laboratory), dan *mikroskop* (Olympus). Bahan-bahan yang digunakan antara lain susu sapi segar yang diambil dari lingkungan kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta, susu sapi kemasan pasteurisasi (Indomaret), *Lactose Broth* (LB) (Himedia), *Buffere Pepton Water* (BPW) (Merck), *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB) (Oxoid), *E. coli Broth* (Merck), *Eosyn Methylen Blue Agar* (EMBA) (Himedia), akuades, Kristal Violet, Lugol, alkohol 96% (CV. Mitra Medika), alkohol 70% (CV. Mitra Medika), *Safranin*, *Tryptone Broth* (Himedia), *MR-VP Broth* (Merck), *Simmons Citrate* (Merck), *Reagen Kovac* (Merck),  *$\alpha$ -Naphthol* (Merck) dan *KOH* (Merck).

### **Sterilisasi Alat Bahan**

Alat gelas disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C dengan tekanan 1,5 atm selama 15 menit, sedangkan alat gelas tertentu disterilkan menggunakan oven pada suhu 180 °C selama 1–2 jam (Zuhairiah *et al.*, 2021).

### **Teknik Pengambilan Sampel**

#### **Kriteria Sampel - Kriteria Inklusi**

#### **Sapi Segar**

1. Berasal dari sapi perah dan dijual untuk konsumsi langsung

2. Telah melalui proses pemanasan secara tradisional oleh pedagang
3. Diperoleh dari pedagang sekitar kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta
4. Sampel susu diambil malam hari dengan waktu pengambilan yang disesuaikan pada jam operasional pedagang serta merupakan susu sapi murni tanpa penambahan perisa

#### **Susu Sapi Segar Pasteurisasi Kemasan**

1. Susu sapi pasteurisasi kemasan komersial
2. Memiliki izin edar dan masih dalam masa kedaluwarsa
3. Kemasan dalam konsisi utuh dan tidak rusak

#### **Kriteria Sampel - Kriteria Eksklusi**

1. Mengalami perubahan fisik yang tidak normal seperti bau, penggumpalan atau perubahan warna
2. Kemasan rusak, bocor atau tidak higienis
3. Telah melewati masa kedaluwarsa untuk susu pasteurisasi kemasan
4. Tidak disimpan pada suhu dingin sebelum dilakukan pengujian laboratorium

#### **Penyiapan Sampel**

Sampel terdiri susu sapi segar dan susu sapi pasteurisasi sebagai kontrol perbandingan. Susu sapi segar diperoleh dari lima pedagang susu sapi segar di lingkungan kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta dan dipindahkan pada botol steril, kemudian dimasukkan ke tempat *aluminium foil* dan dimasukkan ke dalam kulkas (*freezer*). Kontrol pembanding yang digunakan yaitu susu pasteurisasi sebanyak satu kemasan yang diperoleh dari swalayan terdekat kampus. Susu sapi segar dan susu sapi kemasan pasteurisasi dibawa ke Laboratorium Biologi Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta untuk dilakukan pengujian.

#### **Deteksi Bakteri *Coliform***

Deteksi dilakukan dengan mengambil 1 mL sampel dan memasukkannya ke dalam 9 mL media BPW steril, kemudian dilakukan pengenceran bertingkat hingga  $10^{-3}$  dengan prosedur yang sama (Wiratna *et al.*, 2019). Dari setiap pengenceran, 1 mL larutan dipindahkan ke tiga tabung reaksi berisi 9 mL media *Lactose Broth* (LB) steril dan tabung Durham terbalik, lalu diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24–48 jam (Nisaa, 2020). Hasil positif ditandai dengan terbentuknya gas dan kekeruhan, kemudian dilanjutkan ke uji penegas (Agustin, 2019). Pengujian dilakukan secara duplo untuk memastikan konsistensi hasil.

Uji penegas dilakukan dengan mengambil 1 mL dari tabung LB positif dan memasukkannya ke dalam 9 mL media BGLB steril yang berisi tabung Durham terbalik. Tabung diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya gas atau gelembung pada tabung Durham. Jumlah tabung positif kemudian dicocokkan dengan tabel *Most Probable Number* (MPN) untuk menentukan jumlah bakteri *Coliform* per g/mL sampel (Badan Standarisasi Nasional, 2009; Agustin, 2019). Pengujian dilakukan secara duplo dan hasil akhir diperoleh dari rata-rata pengulangan.

#### **Identifikasi Bakteri *E. coli***

Sampel positif dari uji penduga pada media LB dipindahkan sebanyak 1 mL ke dalam 9 mL media *EC Broth* steril yang berisi tabung Durham terbalik, kemudian diinkubasi pada suhu 44 °C selama 18–24 jam (Badan Standarisasi Nasional, 2015). Hasil positif ditandai dengan

terbentuknya gas dan gelembung pada tabung Durham. Sampel positif kemudian diinokulasikan 1–3 ose ke media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 °C. Koloni *E. coli* ditandai dengan warna hitam di bagian tengah, bentuk datar, dengan atau tanpa kilap hijau metalik (Badan Standarisasi Nasional, 2015). Selanjutnya dilakukan uji biokimia IMViC (*Indol, Methyl Red, Voges Proskauer, dan Citrate*) untuk konfirmasi spesifik *E. coli*.

Pada uji *Indol*, koloni diinokulasikan ke media *Tryptone Broth*, diinkubasi 24 jam pada 37 °C, lalu ditambahkan reagen Kovac. Hasil positif ditunjukkan cincin merah, sedangkan negatif berwarna kuning. Pada uji *Methyl Red*, koloni diinokulasikan ke media MR-VP, diinkubasi 24 jam pada 37 °C, lalu ditambahkan indikator metil merah; hasil positif berwarna merah. Uji *Voges Proskauer* dilakukan dengan menambahkan alfa-naftol dan KOH 40% ke media MR-VP, kemudian hasil positif ditunjukkan oleh warna merah. Pada uji *Citrate*, koloni diinokulasikan ke media citrate dan diinkubasi 24 jam pada 37 °C, hasil positif ditandai perubahan warna media dari hijau menjadi biru (Rahayu *et al.*, 2024).

### **Pewarnaan Gram**

Koloni yang berwarna hitam atau gelap diambil menggunakan ose dan ditempatkan di kaca preparat, kemudian dilewatkan kaca di atas api dua kali. Pewarnaan Gram dilakukan dengan meneteskan 2 tetes kristal violet selama 1 menit, lalu dibilas dengan aquades dan diberi 3 tetes lugol selama 1 menit dan dicuci kembali. Preparat kemudian dilunturkan dengan diberikan 3 tetes alkohol selama 20 detik, dicuci, dan diwarnai dengan safranin selama 15 detik sebelum dibilas dan dikeringkan. Selanjutnya koloni dari media EMBA dengan penambahan 1 tetes akuades diletakkan di atas kaca preparat, lalu ditetesi minyak imersi. Preparat diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 1000x. Bakteri Gram positif tampak berwarna ungu, sedangkan bakteri Gram negatif berwarna merah (Nurbaiti *et al.*, 2016).

### **Stabilitas Fisika dan Kimia**

Stabilitas fisika dan kimia dievaluasi melalui serangkaian uji standar untuk memastikan kualitas susu yang baik berdasarkan parameter keamanan pangan yang tercantum pada Syarat Mutu Susu Segar (Badan Standarisasi Nasional, 2011). Uji fisika meliputi uji didih dan uji alkohol dan uji kimia yaitu uji pH. Pada uji didih diambil 5 mL sampel susu lalu dipanaskan dalam tabung reaksi hingga mendidih menggunakan penjepit kayu, hasil dikatakan positif apabila terbentuknya gumpalan dan butiran kecil yang melekat pada dinding tabung reaksi (Setyaputra, 2025). Uji alkohol diambil 5 mL sampel susu dan 5 mL alkohol 70% ke tabung reaksi, hasil positif terdapat butiran di dinding tabung (Rozana *et al.*, 2021). Sementara itu, uji kimia dengan memasukkan 5 mL sampel susu ke gelas beaker, kemudian diukur menggunakan elektroda pH elektrik hingga nilai stabil (Mulyati *et al.*, 2019).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

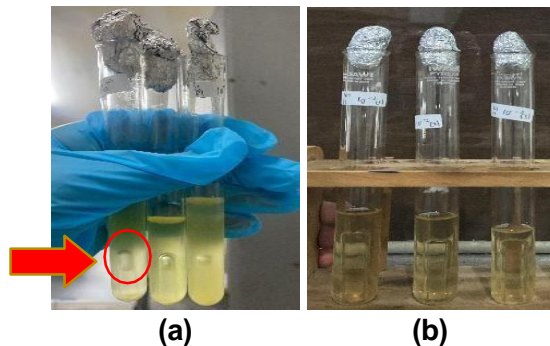
### **Deteksi Bakteri *Coliform***

Uji deteksi bakteri *coliform* dilakukan dengan dua tahap pengujian. Tahap pertama yaitu uji pendugaan yang menggunakan media *Lactose Broth* (LB), sedangkan tahap kedua yaitu uji penegas menggunakan media *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLB) dengan tiga seri pengenceran. Uji deteksi bertujuan untuk mengetahui sifat bakteri *Coliform* dapat

memfermentasi asam dan gas dalam sampel, lalu diinkubasi selama 24 jam dengan suhu 37 °C (Wardani *et al.*, 2021). Media *Lactose Broth* merupakan media yang dapat digunakan untuk mendeteksi adanya *Coliform* pada sampel air, makanan, atau produk susu. Adanya *Coliform* ditunjukkan dengan kekeruhan pada media dan gas di dalam tabung durham. Hasil dari tahap ini terlihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Hasil Identifikasi Bakteri *Coliform* pada Uji Penduga**

Jenis Sampel	Pengenceran				Keterangan
	Pengulangan	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	
Sampel 1	1	3	1	0	Positif
	2	3	2	1	
Sampel 2	1	3	2	0	Positif
	2	3	1	0	
Sampel 3	1	3	0	0	Positif
	2	3	0	0	
Sampel 4	1	3	3	0	Positif
	2	3	3	1	
Sampel 5	1	3	0	0	Positif
	2	2	0	0	
Kontrol	0	0	0	0	Negatif
	0	0	0	0	



**Gambar 1. Hasil Uji Penduga Bakteri *Coliform* pada media *Lactose Broth* (a) Tabung positif (adanya kekeruhan dan gelembung gas) (b) Tabung negatif (tidak adanya kekeruhan dan gelembung gas)**

Berdasarkan uji penduga *Coliform* Tabel 1, seluruh sampel menunjukkan hasil positif yang diduga terdapat cemaran *Coliform*. Hal ini ditandai dengan terbentuknya gelembung atau kekeruhan pada media LB yang terlihat pada gambar 1. (gambar a). Kekeruhan terjadi akibat adanya peningkatan asam yang menyebabkan laktosa menggumpal (Utami *et al.*, 2020). Pada kontrol positif yaitu kemasan susu pasteurisasi dihasilkan hasil negatif dengan tidak terdapat gelembung gas dan kekeruhan, sehingga dapat diinterpretasikan bahwa tidak terdapat bakteri *Coliform*, sehingga uji tidak dilanjutkan. Hasil positif dilanjutkan media *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB) untuk menunjukkan hasil akhir mengenai kontaminasi total *coliform* dengan dihitung menggunakan indeks *Most Probable Number* dan uji penduga *E. coli* pada media *EC broth* untuk melihat hasil akhir mengenai kontaminasi bakteri *E. coli* Setiap

sampel dilakukan pengujian duplo untuk meminimalkan risiko kesalahan dengan hasil akhir diambil dari rata-rata pengujian

Uji penegas *Coliform* bertujuan untuk mengetahui keberadaan *Coliform* menggunakan media BGLB yang berperan menghambat bakteri gram positif serta mempercepat proliferasi bakteri *Coliform* (Kurahman *et al.*, 2022). Media BGLB salah satu media selektif untuk uji penegasan yang lebih spesifik dibanding media LB (Pumama and Octonariz, 2025). Tabung diinkubasi selama 24 jam dengan suhu 37 °C dengan dikatakan positif apabila terbentuknya gas dan keruh. Pengujian ini akan menghasilkan hasil keseluruhan sampel positif bakteri *Coliform* dengan mempergunakan seri *Most Probable Number* (MPN) seri 3-3-3 pada tabung. Hasil dihitung menggunakan tabel MPN berdasarkan Standar Nasional Indonesia 2332.1:2015. Syarat bakteri *Coliform* pada susu segar untuk konsumsi langsung yaitu  $2 \times 10^1$  koloni/mL (Badan Standarisasi Nasional, 2009).

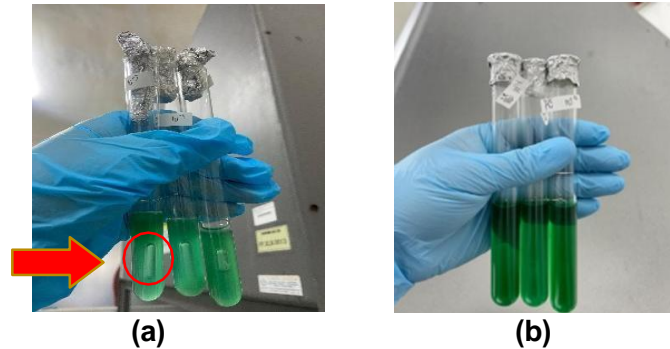
**Tabel 2. Hasil Uji Penegas pada Sampel Susu Segar**

Jenis Sampel	Pengenceran					MPN/ml	Ket
	Pengulangan	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$			
Sampel 1	1	0	0	0	0	MS	
	2	0	0	0	0		
Sampel 2	1	0	0	0	0	MS	
	2	0	0	0	0		
Sampel 3	1	1	0	0	3,6	TMS	
	2	0	0	0	0		
Sampel 4	1	3	3	0	93	TMS	
	2	3	3	1	460		
Sampel 5	1	1	0	0	3,6	MS	
	2	1	0	0	3,6		

Keterangan : TMS = Tidak Memenuhi Standar  
MS = Memenuhi Standar

Dari hasil uji penegas *Coliform* Tabel 2, sampel 1 dan 2 menunjukkan tidak adanya cemaran *Coliform* yakni 0 MPN/mL dan hasil kontrol pembandingan yaitu susu kemasan pasteurisasi menunjukkan tidak terdapat *Coliform*, sehingga memenuhi syarat susu pasteurisasi pada (Badan Standarisasi Nasional, 2009) yaitu  $<10$  MPN/mL Hasil ini sesuai dengan penelitian (Theofanny *et al.*, 2021) mengenai identifikasi bakteri *Coliform* pada susu kedelai menggunakan metode MPN. Hasil menunjukkan bahwa seluruh sampel tidak tercemar *Coliform* dan sudah memenuhi syarat mutu susu kedelai. Pada sampel 3 dan 4 menunjukkan adanya cemaran *Coliform* 3,6 MPN/mL yang melebihi batas persyaratan  $2 \times 10^1$  koloni/mL, sedangkan pada sampel 4 diduga positif cemaran bakteri *Coliform* yang menunjukkan kekeruhan dan menghasilkan gas dengan angka paling tinggi dengan rata-rata duplo yakni 276,5 MPN/mL. Hasil gambar dapat dilihat pada Gambar 2 (gambar a). Penelitian ini selaras dengan penelitian Santoso *et al.*, (2012) mengenai jumlah bakteri *Coliform* dalam air susu segar pada pedagang pengecer di Kota Semarang Tahun 2012 menunjukkan keseluruhan sampel tercemar *Coliform* sebesar 2400 MPN/mL, di mana hasil tersebut melebihi batas standar maksimum SNI. Kontaminasi bakteri *Coliform* pada susu sapi segar dapat berasal dari

kebersihan peralatan pemerahan, proses pemerahan, pengiriman ke penjual, serta lingkungan dari penjual.



**Gambar 2. Hasil Uji Penegas Bakteri *Coliform* pada media *Brilliant Green Lactose Broth* (a) Tabung positif (adanya kekeruhan dan gelembung gas) (b) Tabung negatif (tidak adanya kekeruhan dan gelembung gas)**

Dengan serangkaian uji penduga dan penegas *Coliform* pada susu segar yang dilengkapi kontrol positif dalam penelitian ini menunjukkan bahwa metode MPN yang dilakukan cukup efisien dan reliabel untuk menilai cemaran bakteri *Coliform* pada susu segar, sehingga dapat direkomendasikan untuk diterapkan pada penelitian dengan rancangan yang serupa. Pengembangan metode selanjutnya dapat difokuskan pada perluasan cakupan pengambilan sampel di lokasi berbeda, agar risiko cemaran bakteri menjadi lebih komprehensif. Tidak hanya itu, perlu dilakukan standarisasi penanganan suhu sampel, misalnya membandingkan nilai MPN dari susu yang langsung dianalisis, disimpan pada suhu *chiller* dan dibekukan pada *freezer*, sehingga hasil data masing-masing perlakuan kondisi suhu terhadap adanya bakteri dalam susu dapat dievaluasi secara lebih sistematis.

### Identifikasi Bakteri *E. coli*

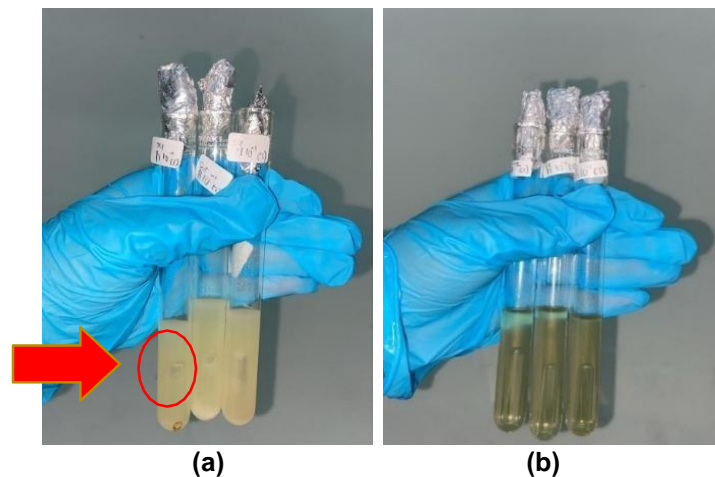
Uji identifikasi *E. coli* dilakukan dengan tiga uji spesifik bakteri *E. coli*. Uji pertama yaitu uji penduga *E. coli*, dimana hasil dari uji LB positif dilanjutkan ke media *EC Broth*, uji kedua dilanjutkan dari hasil positif media *EC broth* lalu diinokulasikan pada media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) dan uji ketiga yakni hasil positif dari media EMBA dilanjutkan pada uji IMViC. *EC Broth* digunakan untuk membedakan *Coliform* fekal dan konfirmasi *E. coli* pada sampel makanan maupun lingkungan. Kandungan laktosa pada media tersebut dapat mendeteksi *coliform* fekal karena bakteri ini mampu memfermentasi laktosa menjadi asam dan gas (Agustina *et al.*, 2024). Hasil tabung *Lactose Broth* (LB) yang menunjukkan hasil positif selanjutnya diinokulasikan sebanyak 1 mL ke dalam media *EC broth* steril dan diinkubasi pada suhu 44 °C (Badan Standarisasi Nasional, 2015). Namun, pada penelitian ini inkubasi dilakukan pada suhu 37 °C karena keterbatasan sarana dan kondisi penelitian. Perubahan warna media dari kuning jernih menjadi kuning keruh disertai gas pada tabung durham mengindikasikan hasil positif bakteri *Coliform* terutama diduga *E. coli* (Saridewi *et al.*, 2016).

Berdasarkan hasil identifikasi Bakteri *E. coli* pada Tabel 3, tiga dari lima sampel diduga tercemar bakteri *E. coli*. Sampel 1 dan 2 tidak ditemukan adanya kekeruhan dan gelembung gas, maka sampel dinyatakan negatif *E. coli*, sedangkan pada sampel 3, 4 dan 5 dihasilkan

beberapa sampel dengan kekeruhan dan terdapat gelembung gas, maka sampel diduga adanya cemaran bakteri *E. coli*, hasil dapat dilihat pada gambar 3 (gambar a). Namun, hasil ini tidak langsung memastikan kehadiran *E. coli*, karena bakteri *Coliform* lain juga dapat memfermentasi laktosa. Maka dari itu, hasil positif dilanjutkan pada uji pelengkap dengan media EMBA dan uji biokimia IMViC untuk memastikan keberadaan *E. coli* (Fauzi *et al.*, 2024).

**Tabel 3. Hasil Identifikasi Bakteri *E. coli* pada Uji Penduga**

Jenis Sampel	Pengulangan	Pengenceran			MPN/ml	Ket
		10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>		
Sampel 1	1	0	0	0	0	Negatif
	2	0	0	0		
Sampel 2	1	0	0	0	0	Negatif
	2	0	0	0		
Sampel 3	1	1	0	0	3.6	Positif
	2	0	0	0		
Sampel 4	1	3	3	0	93	Positif
	2	3	3	1		
Sampel 5	1	1	0	0	3.6	Positif
	2	1	0	0		



**Gambar 3. Hasil Uji Identifikasi Bakteri *E. coli* pada media *EC Broth* (a) Tabung positif (adanya kekeruhan dan gelembung gas) (b) Tabung negatif (tidak adanya kekeruhan dan gelembung gas)**

Uji ini bertujuan untuk mengidentifikasi bakteri selain *Coliform* menggunakan media selektif yaitu *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA). Media ini mampu menghambat bakteri gram positif serta mendeteksi dengan fermentasi laktosa, salah satunya bakteri *E. coli* (Putri *et al.*, 2025). Tabung positif dari media *EC Broth* diinokulasikan menggunakan ose 1-3 pada media EMBA. Hasil tersebut dapat dilihat tabel 4 dan gambar 4.

Hasil sampel susu segar yang telah di inkubasi selama ± 24 jam pada suhu 37°C didalam inkubator yaitu pada sampel 3,4 dan 5 terdapat pertumbuhan koloni dominan berwarna merah muda transparan dan bitnik hitam yang dapat dilihat pada gambar 4 (Gambar a dan b). Hal ini tidak sesuai dengan pernyataan (Mayanti *et al.*, 2023) yaitu bakteri patogen utama dari

kelompok *coliform* adalah *E. coli* yang tampak berwarna hijau metalik pada media EMBA. Hal ini disebabkan karena bakteri ini mampu memfermentasi laktosa pada media tersebut serta menghasilkan asam yang mengubah indikator *methylene blue* menjadi hijau.

**Tabel 4. Hasil Uji Identifikasi Bakteri *E. coli* pada media EMBA**

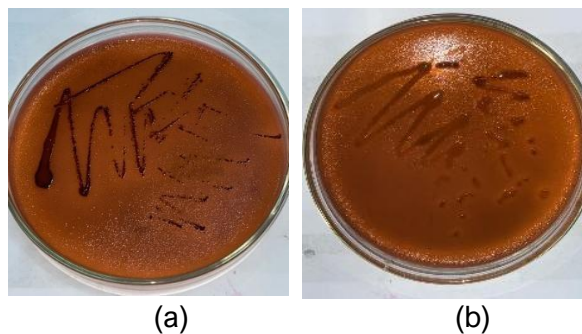
No.	Jenis Sampel	Gambaran Koloni
1	S3 10 <sup>-1</sup> (1)	Merah muda
2	S4 10 <sup>-1</sup> (1)	Merah muda
3	S4 10 <sup>-1</sup> (1)	Merah muda
4	S4 10 <sup>-1</sup> (1)	Ungu bintik hitam
5	S4 10 <sup>-2</sup> (1)	Ungu bintik hitam
6	S4 10 <sup>-2</sup> (1)	Ungu bintik hitam
7	S4 10 <sup>-2</sup> (1)	Merah muda
8	S4 10 <sup>-1</sup> (2)	Ungu bintik hitam
9	S4 10 <sup>-1</sup> (2)	Ungu bintik hitam
10	S4 10 <sup>-1</sup> (2)	Merah muda
11	S4 10 <sup>-2</sup> (2)	Merah muda
12	S4 10 <sup>-2</sup> (2)	Merah muda
13	S4 10 <sup>-2</sup> (2)	Merah muda
14	S4 10 <sup>-3</sup> (2)	Merah muda
15	S5 10 <sup>-1</sup> (1)	Putih
16	S5 10 <sup>-1</sup> (2)	Putih

Keterangan:

S3-S5 = Sampel uji 3, 4 dan 5

(1) = Pengulangan 1

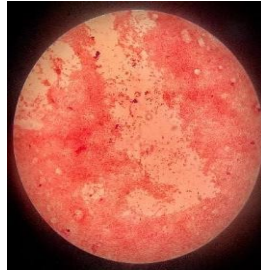
(2) = Pengulangan 2



**Gambar 4. Hasil Uji Identifikasi *Escherichia coli* pada media EMBA (a) EMBA menunjukkan hasil positif yang diduga *E. coli* (hitam bagian tengah) (b) EMBA menunjukkan hasil negatif yang diduga bukan *E.coli* (merah muda)**

Dari hasil identifikasi *E. coli* dengan media EMBA (Gambar 5), menunjukkan bahwa pada sampel 4 diduga tercemar bakteri *E. coli* karena terdapat ciri-ciri hitam datar pada koloni di media EMBA, dimana hal ini sesuai dengan ketentuan Badan Standarisasi Nasional (2015) yang mengatakan ciri- ciri *E. coli* adanya hitam pada bagian tengah, datar dan dengan atau tanpa hijau metalik, sehingga sampel 4 dilanjutkan uji pewarnaan gram dan uji biokimia IMViC, sedangkan pada sampel 3 dan 5 berwarna merah muda transparan, sehingga diduga koloni tersebut diduga bukan *E. coli* dan tidak dilanjutkan pewarnaan gram dan uji IMViC. Hal ini

selaras dengan penelitian Rahayu *et al.*, (2024), yaitu pada beberapa sampel susu pasteurisasi yang diuji menggunakan EMBA terlihat koloni berwarna merah muda dan uji tidak dilanjutkan pada uji biokimia IMViC. Koloni berwarna merah muda terjadi karena bakteri tersebut lambat dalam memfermentasi laktosa dan kecilnya produksi asam.



**Gambar 5. Hasil Uji Pewarnaan Gram *E. coli* mengindikasikan bakteri Gram negatif (berwarna merah dan bentuk kokobasil)**

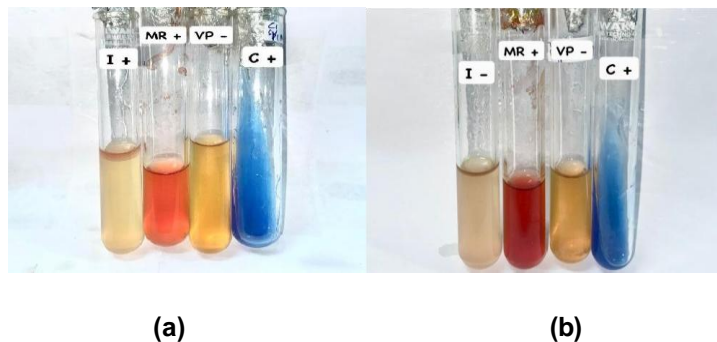
**Tabel 5. Hasil Uji Pewarnaan Gram**

Kode Sampel	Pewarnaan Gram
S4 10 <sup>-1</sup> (1)	Kokobasil Gram negatif
S4 10 <sup>-1</sup> (1)	Kokobasil Gram negatif
S4 10 <sup>-1</sup> (1)	Kokobasil Gram negatif
S4 10 <sup>-2</sup> (1)	Kokobasil Gram negatif
S4 10 <sup>-2</sup> (1)	Kokobasil Gram negatif
S4 10 <sup>-2</sup> (1)	Kokobasil Gram negatif
S4 10 <sup>-1</sup> (2)	Kokobasil Gram negatif
S4 10 <sup>-1</sup> (2)	Kokobasil Gram negatif
S4 10 <sup>-1</sup> (2)	Kokobasil Gram negatif
S4 10 <sup>-2</sup> (2)	Kokobasil Gram negatif
S4 10 <sup>-2</sup> (2)	Kokobasil Gram negatif
S4 10 <sup>-2</sup> (2)	Kokobasil Gram negatif
S4 10 <sup>-3</sup> (2)	Kokobasil Gram negatif

Setelah didapatkan hasil koloni dari media EMBA, dilakukan pewarnaan gram yang berfungsi untuk membedakan bakteri gram positif dan gram negatif (Sitorus *et al.*, 2024). Hasil pewarnaan gram dari isolasi pada media EMBA menunjukkan bahwa bakteri yang dominan berupa kokobasil dan memiliki karakteristik gram negatif dengan warna merah muda yang diduga bakteri *E. coli* yang terlihat pada Gambar 5 dan interpretasi data pada Tabel 5. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian (Sapitri & Afrinasari, 2019) mengenai identifikasi *E. coli* pada cincau yang dijual di Pasar Baru Stabat tahun 2019, dimana pada pewarnaan gram menunjukkan karakteristik *E. coli* yakni kokobasil dan berwarna merah yang menunjukkan bakteri gram negatif. Setelah dilakukan pewarnaan gram, dilakukan uji biokimia IMViC untuk mengidentifikasi secara akurat karakteristik bakteri yang tumbuh, sehingga menghasilkan determinasi akhir yang spesifik.

Uji biokimia merupakan metode identifikasi bakteri yang spesifik karena memanfaatkan aktivitas metabolisme mikroorganisme melalui penggunaan berbagai reagen kimia. Salah satu uji biokimia yang memiliki tingkat spesifisitas tinggi adalah uji IMViC (Indol, *Methyl Red*, *Voges Proskauer*, dan *Citrate*) karena melibatkan beberapa media dan reagen untuk membedakan

bakteri kelompok *Enterobacteriaceae*, khususnya *E. coli* (Rahayu *et al.*, 2024). Bakteri *E. coli* menunjukkan hasil indol positif dengan terbentuknya cincin merah setelah penambahan reagen Kovac 1-2 tetes (Sari & Apridamayanti, 2014). Hasil Uji *Methyl Red-Voges Proskauer* (MR-VP) menunjukkan bakteri *E. coli* apabila MR positif yakni berubahnya media dari warna kuning menjadi merah karena bakteri *E. coli* menghasilkan asam melalui fermentasi glukosa yang terdapat dalam media MR-VP dan menunjukkan VP negatif dengan lapisan atas berwarna kuning apabila bila ditambahkan alfa-naftol dan KOH (Saridewi *et al.*, 2016), serta bakteri *E. coli* tidak memanfaatkan *citrate* sebagai sumber karbon, sehingga menunjukkan hasil negatif yaitu perubahan warna pada media *citrate* dari biru menjadi hijau (Rahayu & Gumilar, 2017)



**Gambar 9.** Hasil Identifikasi *E. coli* pada Uji IMViC (a) Hasil menunjukkan negatif *E. coli* dengan Indol (+), MR (+), VP (-) dan Citrat (+) (b) Hasil menunjukkan negatif *E. coli* dengan Indol (-), MR (+), VP (-) dan Citrat (+)

**Tabel 6.** Hasil Identifikasi *E. coli* pada Uji IMViC

Kode Sampel	Uji IMViC				Keterangan
	Indole	MR	VP	Citrat	
S4 10 <sup>-1</sup> (1)	+	+	-	+	Non <i>E. coli</i>
S4 10 <sup>-1</sup> (1)	+	+	-	+	Non <i>E. coli</i>
S4 10 <sup>-2</sup> (1)	+	+	-	+	Non <i>E. coli</i>
S4 10 <sup>-2</sup> (1)	+	+	-	+	Non <i>E. coli</i>
S4 10 <sup>-2</sup> (1)	-	+	-	+	Non <i>E. coli</i>
S4 10 <sup>-1</sup> (2)	-	+	-	+	Non <i>E. coli</i>
S4 10 <sup>-1</sup> (2)	+	+	-	+	Non <i>E. coli</i>
S4 10 <sup>-1</sup> (2)	+	+	-	+	Non <i>E. coli</i>
S4 10 <sup>-2</sup> (2)	-	+	-	+	Non <i>E. coli</i>
S4 10 <sup>-2</sup> (2)	-	+	-	+	Non <i>E. coli</i>
S4 10 <sup>-2</sup> (2)	-	+	-	+	Non <i>E. coli</i>
S4 10 <sup>-2</sup> (2)	-	+	-	+	Non <i>E. coli</i>
S4 10 <sup>-3</sup> (2)	+	+	-	+	Non <i>E. coli</i>

Hasil uji biokimia menunjukkan seluruh sampel negatif bakteri *E. coli* karena hasil IMViC tidak memenuhi kriteria identifikasi pada Tabel 7, meskipun uji penduga EC Broth dan EMBA menunjukkan dugaan cemaran *E. coli*. Hal ini mengindikasikan kemungkinan adanya bakteri *Coliform* lain dengan karakteristik serupa. Hasil ini sesuai dengan penelitian Saridewi *et al.* yang melaporkan ketidaksesuaian hasil antara uji penduga EC Broth dan uji penegas EMBA. Pada penelitian ini, hasil IMViC menunjukkan Indol (-), MR (+), VP (-), dan Citrat (+), sehingga diduga merupakan bakteri *Citrobacter*. Temuan ini juga selaras dengan penelitian Larawo *et al.* yang memperoleh hasil serupa dan menginterpretasikan bakteri sebagai *Citrobacter*

(Larawo *et al.*, 2024). Bakteri yang tumbuh pada media EMBA tetapi tidak sesuai hasil uji biokimia tidak dapat dikategorikan sebagai *E. coli* (Larawo *et al.*, 2024). Kombinasi metode EC Broth, EMBA, dan IMViC pada penelitian ini cukup akurat untuk identifikasi *E. coli*, terlebih dengan penggunaan kontrol positif pada setiap tahap pengujian. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan inkubasi EC Broth sesuai SNI pada suhu 44 °C serta menambahkan uji biokimia lanjutan seperti fermentasi gula, TSIA, urease, dan motilitas agar *E. coli* dapat dibedakan lebih jelas dari bakteri *Coliform* lain dengan pola IMViC serupa. Badan Standarisasi Nasional (2008) telah menentukan klasifikasi *E.coli* pada reaksi IMViC (Tabel 7).

**Tabel 7. Klasifikasi *E. coli* pada Uji IMViC (Sumber: SNI 2897:2008)**

Tipe Organisme	Indol	MR	VP	Citrat
<i>E. coli</i> spesifik	+	+	-	-
<i>E. coli</i> non spesifik	-	+	-	-
Typical intermediate	N/A	+	-	+
Atypical intermediate	-	+	-	+
Typical Enterobacter aerogenes	-	-	+	+
Atypical Enterobacter aerogenes	+	-	+	+

### Uji Stabilitas Fisika dan Kimia

Uji fisika dan kimia susu segar bertujuan menilai kualitas dan kesegaran susu berdasarkan sifat fisik dan kimianya agar memenuhi standar mutu yang aman dikonsumsi. Penelitian dilakukan pada lima sampel susu sapi segar dari pedagang di sekitar Kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta melalui uji didih, uji alkohol 70%, dan pengukuran pH. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 8 dan 9.

Uji didih dilakukan dengan memanaskan susu hingga mendidih untuk mengevaluasi stabilitas kasein. Hasil positif ditandai adanya gumpalan pada dinding tabung reaksi akibat degradasi kasein (Sholeh *et al.*, 2021). Sampel 4 dan kontrol menunjukkan hasil negatif sehingga memenuhi SNI 3141.1:2011, sedangkan sampel 1, 2, 3, dan 5 menunjukkan penggumpalan yang menandakan penurunan kualitas susu. Hasil ini sejalan dengan penelitian Ardiansyah *et al.* (2021) pada susu kuda liar yang juga menunjukkan penggumpalan saat dipanaskan.

**Tabel 8. Syarat Mutu Susu Segar (SNI 3141.1.2011)**

No	Karakteristik	Satuan	Syarat
1	pH	-	6,3 – 6,8
2	Uji Alkohol (70%)	-	Negatif
3	Uji Didih	-	Negatif

**Tabel 9. Hasil Stabilitas Fisika Kimia Susu Sapi Segar dan Kontrol**

Jenis Sampel	Parameter Pemeriksaan			Keterangan
	Uji Didih	Uji Alkohol 70%	pH	
Sampel 1	+	+	6,72	TMS
Sampel 2	+	+	6,57	TMS
Sampel 3	+	+	6,35	TMS
Sampel 4	-	+	6,57	TMS
Sampel 5	+	+	6,64	TMS
Kontrol	-	-	6,73	MS

Keterangan

TMS = Tidak Memenuhi Standar

MS = Memenuhi Standar

Uji alkohol 70% digunakan untuk menilai stabilitas protein susu. Hasil positif ditunjukkan dengan adanya butiran putih pada dinding tabung setelah penambahan alkohol 70% (Tefa *et al.*, 2019). Seluruh sampel menunjukkan hasil positif sehingga tidak memenuhi syarat SNI, kemungkinan akibat aktivitas mikroba yang menurunkan stabilitas protein. Hasil ini sejalan dengan penelitian Nababan *et al.* (2014) terkait kerusakan susu selama penyimpanan suhu ruang. Sebaliknya, kontrol menunjukkan hasil negatif yang menandakan susu masih baik. Penelitian Sholeh *et al.* (2021) juga menunjukkan susu kambing PE tidak menggumpal karena penanganan dingin yang baik. Kebersihan alat serta higiene dan sanitasi sangat memengaruhi kualitas susu.

Uji pH dilakukan untuk mengetahui penurunan kualitas susu (Rozana *et al.*, 2021). Semua sampel dan kontrol memiliki pH sesuai SNI 3141.1:2011, yaitu 6,5–6,8. Menurut Mulyati *et al.* (2019), pH <6,3 menunjukkan kerusakan akibat bakteri pembentuk asam, sedangkan pH >6,8 dapat mengindikasikan mastitis. Hasil ini sesuai dengan penelitian Wijanarko *et al.* (2023) yang mendapatkan rata-rata pH susu segar sebesar 6,37.

Berdasarkan hasil penelitian, uji didih, uji alkohol 70%, dan uji pH cukup efisien sebagai skrining awal kualitas susu segar. Namun, penilaian kualitas susu akan lebih komprehensif jika ditambahkan parameter kuantitatif lain seperti berat jenis, derajat keasaman titrabel, kadar lemak, dan protein agar kesesuaian mutu susu dengan standar SNI dapat dinilai lebih objektif.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, tidak ditemukan cemaran bakteri *E. coli* pada susu sapi segar yang diperoleh dari lingkungan kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta. Tingkat cemaran *E. coli* pada seluruh sampel berada di bawah batas maksimum yang ditetapkan dalam SNI 7388-2009, yaitu <3 MPN/mL. Dengan demikian, susu sapi segar yang diteliti memenuhi persyaratan cemaran *E. coli* sesuai standar yang berlaku.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustin. (2019). Angka paling mungkin (*Most Probable Number/MPN*) *Coliform* sampel kue bingke berendam di Pontianak. *Jurnal Protobiont*, 8(1), 64–68. <https://doi.org/10.26418/protobiont.v8i1.31154>
- Agustina, N., Nugraheni, I. A., Naim, A., Sains, F., & Yogyakarta, U. A. (2024). Analisis kualitas mikrobiologis air sungai melalui deteksi total *Coliform* dan *E. coli* menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN). *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat LPPM Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta*, 2, 1521–1534.
- Ardiansyah, S., Atma, C. D., Agustin, A. L. D., & Tirtasari, K. (2021). Uji organoleptik dan tingkat keasaman susu kuda liar dari Desa Penyaring Kecamatan Moyo Utara Kabupaten Sumbawa. *Mandalika Veterinary Journal*, 1(2). <https://doi.org/10.33394/mvj.v1i2.4295>
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 2897:2008 metode pengujian cemaran mikroba dalam daging, telur dan susu, serta hasil olahannya*. Badan Standardisasi Nasional.

- Badan Standardisasi Nasional. (2009). *SNI 7388:2009 batas maksimum cemaran mikroba dalam pangan*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *SNI 3141.1:2011 susu segar—Bagian 1: Sapi*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *SNI 2332.1:2015 cara uji mikrobiologi—Bagian 1: Penentuan coliform dan E. coli pada produk perikanan*. Badan Standardisasi Nasional.
- Fauzi, R. R., Surfianti, O., Pi, S., Si, M., Si, E. A. M., Si, F. S., & Si, M. (2024). Produk perikanan di BPPMHKP Surabaya I. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat Senabida*, 359–369.
- Hakim, N. S., Suada, I. K., Sampurna, I. P., & Veteriner, K. M. (2013). Ketahanan susu kuda Sumbawa pada penyimpanan suhu ruang ditinjau dari total asam, uji didih, dan warna. *Indonesia Medicus Veterinus*, 2(4), 369–374.
- Hasna, S. D., & Ardiansah, I. (2023). Kajian *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP) pada tahap pasteurisasi II susu ISAM di PT Industri Susu Alam Murni. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 15(1), 1–7. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v15i1.24965>
- Kementerian Kesehatan RI. (2019). *Hasil riset kesehatan dasar (Riskesdas) 2018*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian RI.
- Kurahman, T., Saputri, R., Studi, P., Farmasi, S., Kesehatan, F., Mulia, U. S., Selatan, K., & Artikel, I. (2022). Analisis cemaran bakteri *Coliform* dan identifikasi bakteri *E. coli* pada air galon di Desa Sungai Danau. *Journal of Pharmaceutical Care and Science*, 3(1), 76–86.
- Larawo, J. N., Harikedua, S. D., Makapedua, D. M., Pongoh, J. L., Kaparang, J. T., & Mongi, E. L. (2024). Identifikasi bakteri *E. coli* pada ikan kerapu (*Epinephelus* sp.) segar serta air dan es yang digunakan pada penanganan ikan di Pasar Bersehati Kota Manado. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 12(2), 113–120. <https://doi.org/10.35800/mthp.12.2.2024.54869>
- Mayanti, L., Rahayu, Y. P., Lubis, M. S., Yuniarti, R., Farmasi, P. S., Farmasi, F., Al-Washliyah, U. M. N., & Utara, S. (2023). Analisis cemaran bakteri *Coliform* pada saus jajanan di sekitar sekolah menengah kejuruan di Kota Medan. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 6(3), 1282–1289. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v6i3.286>
- Mulyati, L., Ardhani, F., & Yusuf, R. (2019). Pengujian kualitas susu segar dengan perbedaan perlakuan pemerahan melalui evaluasi jumlah mikroba dan derajat keasaman (pH). *Jurnal Peternakan Lingkungan Tropis*, 1(1), 17–24.
- Nababan, L. A., Suada, I. K., Bagus, I., & Swacita, N. (2014). Ketahanan susu segar pada penyimpanan suhu ruang ditinjau dari uji tingkat keasaman, didih, dan waktu reduktase. *Indonesia Medicus Veterinus*, 3(4), 274–282.
- Nisaa, R. (2020). Calculation of *Coliform* number using *Most Probable Number* (MPN) methods on soy milk sold in Pogot area of Surabaya. *Journal of Stem Cell Research and Tissue Engineering*, 4(1), 26. <https://doi.org/10.20473/jsrcte.v4i1.21591>
- Nurbaiti, Rosyidi, A., & Ali, M. (2016). Skrining bakteri asam laktat yang diisolasi dari usus ayam broiler sebagai kandidat probiotik untuk unggas. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia*, 2(1), 144–149.

- Pradika, A. Y., Chusniati, S., Purnama, M. T. E., Effendi, M. H., Yudhana, A., & Wibawati, P. A. (2019). Total test of *E. coli* on fresh cow milk at Dairy Farmer Cooperative (KPSP) Karyo Ngremboko Purwoharjo Banyuwangi. *Jurnal Medik Veteriner*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.20473/jmv.vol2.iss1.2019.1-6>
- Purnama, R. C., & Octonariz, V. Z. (2025). Uji cemaran bakteri *Coliform* pada minuman teh seduhan yang dijual di Simpur Center Bandar Lampung dengan metode *Most Probable Number* (MPN). *Jurnal Analis Farmasi*, 10, 99–108.
- Putri, D., Muhiddin, N. H., & Sahrani, U. (2025). Analisis cemaran bakteri *Coliform* pada jajanan sekitar Kampus Universitas Negeri Makassar. *Jurnal Inovasi Hasil Penelitian dan Pengembangan*, 5(3), 758–766. DOI: [10.37311/jsscr.v4i1.13595](https://doi.org/10.37311/jsscr.v4i1.13595)
- Putri, E. (2016). Kualitas protein susu sapi segar berdasarkan waktu penyimpanan. *Chempublish Journal*, 1(2), 14–20.
- Rahayu, K. M., Khofifah, R. A. N., & Komalasari, E. (2024). Uji cemaran mikroba pada susu pasteurisasi UMKM peternakan sapi perah Pondok Ronggon Jakarta Timur. *Prosiding Seminar Nasional Pemberdayaan Masyarakat (SENDAMAS)*, 4(1), 20–21. DOI: <http://dx.doi.org/10.36722/psn.v4i1.3554>
- Rahayu, S. A., & Gumilar, M. H. (2017). Uji cemaran air minum masyarakat sekitar Margahayu Raya Bandung dengan identifikasi bakteri *E. coli*. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 4(2), 50. <https://doi.org/10.24198/ijpst.v4i2.13112>
- Rifai, K. R. (2021). Uji indole sebagai kegiatan penjaminan mutu tambahan pada hasil pengujian *Coliform* dalam sampel air mineral. *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, 6(1), 1–6. <https://doi.org/10.36048/jtpii.v6i1.9364>
- Rozana, K., Wahyuni, D., & Iqbal, M. (2021). Kualitas fisika kimia susu sapi di Kabupaten Jember dan pengembangannya dalam buku non teks. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(2), 136. <https://doi.org/10.17977/um052v12i2p136-145>
- Santoso, L., Rukmi, I., & Lestari, O. (2012). Jumlah total bakteri dan *Coliform* dalam air susu sapi segar pada pedagang pengecer di Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 1(2), 402–412. <http://ejournals1.undip.ac.id/index.php/jkm>
- Sapitri, A., & Afrinasari, I. (2019). Identifikasi *E. coli* pada cincau yang dijual di Pasar Baru Stabat. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 2(2), 18–23. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v2i2.25>
- Sari, R., & Apridamayanti, P. (2014). Cemaran bakteri *E. coli* dalam beberapa makanan laut yang beredar di pasar tradisional Kota Pontianak. *Kartika Jurnal Ilmiah Farmasi*, 2(2), 14–19. <https://doi.org/10.26874/kjif.v2i2.24>
- Saridewi, I., Pambudi, A., & Ningrum, Y. F. (2016). Analisis bakteri *E. coli* pada makanan siap saji di kantin Rumah Sakit X dan kantin rumah. *Bioma*, 12(2), 21–34. DOI: [https://doi.org/10.21009/Bioma12\(2\).4](https://doi.org/10.21009/Bioma12(2).4)
- Setyaputra, M. F. (2025). Gambaran kualitas susu kambing Sapera dengan mastitis subklinis pada peternakan Zahrah Farm di Desa Cikoneng, Kecamatan Ciparay, Kabupaten Bandung. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 6(1), 56–66. DOI: [10.24198/jthp.v6i1.60651](https://doi.org/10.24198/jthp.v6i1.60651)

- Sholeh, M. I., Sulastri, Qisthon, A., & Husni, A. (2021). Kualitas susu kambing peternakan Etawa pada berbagai periode laktasi ditinjau dari sifat fisik. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*, 5(1), 157–167. <https://doi.org/10.23960/jrip.2021.5.1.157-167>
- Sitorus, P. N. K., Azzahra, A., Lubis, D. R., Gulo, K. Z., Adila, P., & Siregar, T. A. (2024). Keberadaan *E. coli* pada berbagai jenis air. *Algoritma: Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumihan dan Angkasa*, 2(5), 29–32.
- Susilawati, I., Putranto, W. S., & Khairani, L. (2021). Pelatihan berbagai metode pengolahan susu sapi sebagai upaya mengawetkan, meningkatkan nilai manfaat, dan nilai ekonomi. *Media Kontak Tani Ternak*, 3(1), 27–31. <https://doi.org/10.24198/mkkt.v3i1.32010>
- Tandiapa, M., Lawalata, H. J., Tengker, A. C., & Sumampouw, H. M. (2024). Isolasi dan identifikasi bakteri *E. coli* jajanan Pasar Girian Kota Bitung. *Jurnal Cendekia Ilmiah*, 3(4), 893–904. <https://doi.org/10.56799/jceki.v3i4.3746>
- Tefa, M. M., Sio, S., & Purwantiningsih, T. I. (2019). Uji kualitas fisik susu sapi Fries Holland (studi kasus peternakan Claretian Novisiat Benlutu Kabupaten TTS). *JAS*, 4(3), 37–39. <https://doi.org/10.32938/ja.v4i3.746>
- Theofanny, M. J., Gunam, I. B. W., & Suwariani, N. P. (2021). Uji angka lempeng total dan kontaminan *Coliform* pada susu kedelai bermerek yang beredar di Kota Denpasar. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 9(1), 141–148. <https://doi.org/10.24843/JRMA.2021.v09.i01.p13>
- Utami, F. T., & Miranti, M. (2020). Metode *Most Probable Number* (MPN) sebagai dasar uji kualitas air Sungai Rengganis dan Pantai Timur Pangandaran dari cemaran *Coliform* dan *E. coli*. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*, 20, 21–30. <https://doi.org/10.36465/jkbth.v20i1.550>
- Wardani, T. S., Tanikolan, R. A., & Number, M. P. (2021). Analisis cemaran bakteri *E. coli* dan *Salmonella* pada depot air minum Kelurahan Cemani. *Prosiding Seminar Informasi Kesehatan Nasional*, 148–157. <https://doi.org/10.47701/sikenas.v0i0.1247>
- Wijanarko, I., Prayitno, E., Hartanto, R., Produksi, L., Potong, T., & Peternakan, F. (2023). Kualitas fisik susu segar pada peternakan sapi perah rakyat di Kecamatan Mijen Kota Semarang. *AGROMEDIA: Berkala Ilmiah Ilmu-ilmu Pertanian*, 41(2), 236–248.
- Wiratna, G., Linda, R., Biologi, P. S., & Tanjungpura, U. (2019). Angka lempeng total mikroba pada minuman teh di Kota Pontianak. *Protobiont*, 8, 69–73. DOI:[10.26418/protobiont.v8i2.33968](https://doi.org/10.26418/protobiont.v8i2.33968)
- Zuhairiah, Maimunah, S., & Silitonga, M. (2021). Pemeriksaan cemaran *E. coli*, *Shigella* sp., dan *Salmonella* sp. pada susu sapi perah yang diperoleh dari peternakan. *Farmanesia*, 8(1), 42–51. DOI:[10.51544/jf.v8i1.2785](https://doi.org/10.51544/jf.v8i1.2785)