

ANALISIS CEMARAN BAKTERI *Coliform* PADA PANGAN SEGAR ASAL TANAMAN DI BANDA ACEH MENGGUNAKAN METODE MPN (*Most Probable Number*)

Kamaliah¹, Mela Junita², Cut Zahratul Fajri³, Meutia Khalida^{4*}, Tika Mahara⁵, Afifah Thahira⁶, dan Fitria⁷

^{1,4,5,6,7}Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia

^{2,3}Dinas Pangan Aceh, Banda Aceh, Indonesia

Received : 17 September 2025

Accepted : 25 Oktober 2025

Published : 31 Oktober 2025

ABSTRACT

Food safety is a crucial aspect that significantly impacts consumer health and safety, particularly in the consumption of fresh foods such as curly red chilies (*Capsicum annuum* L.), shallots (*Allium cepa*), mangoes (*Mangifera indica*), and cucumbers (*Cucumis sativus*). This study aimed to detect the presence of *Escherichia coli* bacteria in these food samples using the *Most Probable Number* (MPN) method, which includes presumptive, confirmatory, and complementary tests, as well as the IMVIC biochemical test to identify coliform bacteria species. Samples were collected aseptically from various locations in Banda Aceh and tested in a food safety laboratory. The results showed that curly red chilies (3.6/g), cucumbers (9.2/g), and red onion (9.2/g) contained microbial contamination exceeding the national standard safety limit (<3/g), while mangoes (9.2/g) met safety requirements (<20/g). These findings emphasize the importance of strict monitoring and implementation of food safety standards to prevent health risks due to microbial contamination in fresh food products. Furthermore, this study underscores the need to increase awareness and manage food distribution to ensure that products consumed by the public are truly safe and support national food security.

Keywords: Food safety; *Escherichia coli*; *Most Probable Number* (MPN) method

ABSTRAK

Keamanan pangan merupakan aspek penting yang sangat berpengaruh terhadap kesehatan dan keselamatan konsumen, khususnya dalam konsumsi pangan segar seperti pada Cabai Merah Keriting (*Capsicum annuum* L.), Bawang Merah (*Allium cepa*), Mangga (*Mangifera indica*) dan Mentimun (*Cucumis sativus*). Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi keberadaan bakteri *Escherichia coli* pada sampel pangan tersebut menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) yang meliputi uji praduga, penegasan, dan pelengkap, serta uji biokimia IMVIC untuk mengidentifikasi spesies bakteri *coliform*. Sampel diambil secara aseptis dari berbagai lokasi di Banda Aceh dan diuji di laboratorium keamanan pangan. Hasil menunjukkan bahwa cabai merah keriting (3,6/g), mentimun (9,2/g), dan bawang merah (9,2/g) mengandung kontaminasi mikroba yang melebihi batas aman standar nasional (<3/g), sedangkan mangga (9,2/g) memenuhi syarat keamanan (<20/g). Temuan ini menekankan pentingnya pengawasan ketat dan penerapan standar keamanan pangan sebagai upaya mencegah risiko kesehatan akibat kontaminasi mikroorganisme pada produk pangan segar. Selain itu, penelitian ini menggarisbawahi perlunya peningkatan kesadaran serta pengelolaan distribusi pangan agar produk yang dikonsumsi masyarakat benar-benar aman dan mendukung ketahanan pangan nasional

Kata kunci: Keamanan pangan; *Escherichia coli*; Metode MPN

Corresponding Author :

Meutia Khalida

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh 23111, Indonesia.

Email: 220703007@student.ar-raniry.ac.id

PENDAHULUAN

Keamanan pangan merupakan permasalahan internasional yang memerlukan perhatian serius dari berbagai pihak karena keamanan pangan menentukan kesehatan masyarakat, stabilitas perekonomian, dan kesejahteraan bangsa. Upaya dalam mewujudkan keamanan pangan sebagian besar berfokus pada aspek regulasi dan pengawasan umum. Aktivitas penerapan sistem kontrol dikalangan produsen dan konsumen juga penting dilakukan. Keamanan pangan tidak hanya berkaitan dengan aspek ketersediaan dan aksesibilitas pangan yang layak, tetapi juga harus memastikan bahwa pangan yang dikonsumsi bebas dari kontaminan biologis, kimiawi, maupun fisik seperti mikroorganisme patogen, residu pestisida, dan logam berat. Salah satu faktor risiko yang menyebabkan gangguan pencernaan bahkan keracunan bagi konsumen adalah tingkat higiene dan sanitasi pangan yang terkontaminasi bakteri (Hutasoit 2020). Golongan bakteri yang bersifat enteropatogenik adalah *coliform* yang dapat membahayakan bagi kesehatan manusia (Suriawiria 1985).

Bakteri *coliform* merupakan indikator biologis yang dapat digunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran pangan. Semakin rendah jumlah *coliform* yang tercemar di dalam suatu pangan maka semakin baik pula pangan tersebut untuk dikonsumsi. Ambang batas maksimum jumlah *coliform* pada sayuran siap konsumsi berdasarkan BPOM (2019) adalah < 3 APM / g. Pangan segar seperti sayuran dan buah lebih banyak tercemar *coliform* karena langsung terpapar dengan lingkungan luar dan tidak dilakukan tahap pengolahan terutama pemanasan yang dapat membunuh mikroorganisme. Penelitian yang dilakukan oleh Sari *et al.* 2019 pada kemangi yang diuji menunjukkan bahwa jumlah *coliform* pada sayuran kemangi tidak memenuhi ambang batas yang ditentukan oleh BPOM. Pengujian *coliform* pada minuman sari tebu yang dilakukan oleh Yulinar *et al.* 2022 menunjukkan bahwa semua sampel minuman sari tebu terkontaminasi *coliform*. Uji mikroba pada buah hasil penelitian Purwanti *et al.* 2023 menunjukkan bahwa semua sampel manisan mangga aman untuk dikonsumsi yang diuji menggunakan metode umum dalam menghitung jumlah mikroorganisme sehingga tidak dilanjutkan identifikasi bakteri patogen. Jumlah bakteri patogen dapat diidentifikasi menggunakan metode yang lebih spesifik. Salah satunya adalah menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN).

Metode *Most Probable Number* (MPN) merupakan metode yang sering digunakan dalam menguji keberadaan dan jumlah bakteri *coliform*. Metode MPN dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu uji penduga (*presumptive test*), uji penegasan (*confirmed test*), dan uji pelengkap (*completed test*). Pada uji penduga digunakan medium *Lactose Broth* untuk mengamati pembentukan gas sebagai indikasi adanya bakteri *coliform*. Tahap selanjutnya, uji penegasan dilakukan dengan *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLB) untuk memastikan keberadaan bakteri *coliform* yang menghasilkan gas. Selanjutnya uji pelengkap menggunakan medium *Eosin*

Methylene Blue (EMB) agar untuk mengonfirmasi keberadaan *E.coli* berdasarkan koloni berwarna hijau metalik. Jika hasilnya positif dari media pembiakan *Eosin Methylene Blue* (EMBA), maka akan dilanjutkan dengan Uji Biokimia IMViC (*Indol*, *Methyl Red*, *Voges-Proskauer*, dan *Citrate*). Pengujian cemaran bakteri *coliform* pada pangan segar asal tanaman di Banda Aceh perlu dilakukan. Pengujian kontaminan biologis merupakan salah satu upaya penerapan sistem kontrol produsen dan konsumen terhadap keamanan pangan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 14 sampai 25 Juli 2025 di Laboratorium Keamanan Pangan, Dinas Pangan Aceh, Komplek Keistimewaan Aceh, Kota Banda Aceh, Provinsi Aceh. Pengambilan sampel diambil dari beberapa tempat yang berbeda, sampel cabai merah keriting diambil dari salah satu warung di Lueng Bata, Kota Banda Aceh. Sampel bawang merah diambil dari salah satu warung yang berada di desa Blang Mancung, Kecamatan Ketol, Kabupaten Aceh Tengah. Sampel buah mangga diambil dari salah satu toko penjual buah di Lamnyong, Kota Banda Aceh dan sampel mentimun diambil dari salah satu warung di Punge Jurong, Kota Banda Aceh.

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Cabai Merah Keriting (*Capsicum annum* L.), Bawang Merah (*Allium cepa*), Mangga (*Mangifera indica*), Mentimun (*Cucumis sativus*), Media BPW (*Buffered Pepton Water*), Media LTB (*Lauryl Tryptose Broth*), Media EC Broth (*Escherichia coli* Broth), Media BGLB (*Brilliant Green Lactose Broth*), Media EMB (*Eosin Methylene Blue*), Media PCA (*Plate Count Agar*), Media BHI (*Brain Heart Infusion*), Media IMVIC (*Indol*, *Methyl Red-Voges-Proskauer* dan *Citrate*), larutan Kovacs, α -naftol, larutan KOH, serbuk kreatin, *Methyl Red*, Aquades, alkohol 70%, alkohol 90%, kertas buram, spiritus, plastik sampel, tisu, kapas, karet dan *label name*.

Prosedur Kerja

Sampel

Sampel cabai merah keriting, bawang merah, mangga dan mentimun yang diambil dari tempat yang berbeda diambil secara aseptis dan dimasukkan ke dalam plastik steril, lalu dibawa ke Laboratorium Mikrobiologi Keamanan Pangan, Dinas Pangan Aceh untuk dilakukan identifikasi terhadap keberadaan bakteri *Escherichia coli* pada komoditas sayuran dan buahan tersebut. Sampel sayuran dan buahan disiapkan, sampel kemudian dipotong kecil-kecil dan ditimbang sebanyak 25 gram menggunakan neraca analitik. Setelah ditimbang, sampel dimasukkan ke dalam plastik sampel, lalu ditambahkan media BPW sebanyak 225 ml dengan

menggunakan gelas ukur. Plastik sampel yang telah berisi campuran tersebut kemudian dihomogenkan selama 1 menit menggunakan alat *bagmixer*. Setelah proses homogen selesai, sampel dibawa ke dalam ruang *laminar air flow*. Tabung reaksi disiapkan sebanyak 9 tabung dan diambil media LTB sebanyak 9 ml untuk dimasukkan ke dalam masing-masing tabung. Sebanyak dua tabung reaksi disiapkan untuk dimasukkan media BPW dan masing-masing diberi label pengenceran 10^{-2} dan 10^{-3} .

Metode Pengujian Bakteri Coliform

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode MPN (*Most Probable Number*) Pengujian MPN dilakukan dalam 3 tahapan, yaitu uji praduga (*presumptive test*), uji penegasan (*confirmed test*), dan uji pelengkap (*completed test*). Sampel sayuran dan buahan disiapkan, sampel kemudian dipotong kecil-kecil dan ditimbang sebanyak 25 gram menggunakan neraca analitik. Setelah ditimbang, sampel dimasukkan ke dalam plastik sampel, lalu ditambahkan media BPW sebanyak 225 ml dengan menggunakan gelas ukur. Plastik sampel yang telah berisi campuran tersebut kemudian dihomogenkan selama 1 menit menggunakan alat *bagmixer*. Setelah proses homogenisasi selesai, sampel dibawa ke dalam ruang *laminar air flow*. Tabung reaksi disiapkan sebanyak 9 tabung dan diambil media LTB sebanyak 9 ml untuk dimasukkan ke dalam masing-masing tabung. Sebanyak dua tabung reaksi disiapkan untuk dimasukkan media BPW dan masing-masing diberi label pengenceran 10^{-2} dan 10^{-3} .

a. Uji praduga (*Presumptive Test*)

Uji praduga dilakukan dengan menggunakan media LTB. Sebanyak 9 tabung reaksi yang telah berisi media LTB disiapkan, serta 2 tabung reaksi lainnya diisi dengan 6 ml media BPW. Sampel yang telah dihomogenkan dengan media BPW 10^{-2} diambil sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian dihomogenkan menggunakan vortex. Selanjutnya diambil media BPW 10^{-2} masing-masing 1 ml untuk dimasukkan ke 3 tabung reaksi berisi media LTB dan dikocok hingga homogen. Kemudian, media BPW 10^{-3} juga diambil 1 ml, dimasukkan ke dalam tabung reaksi media BPW 10^{-2} , dihomogenkan dengan vortex, lalu diambil masing-masing 1 ml untuk dimasukkan ke 3 tabung reaksi media LTB berikutnya dan dikocok hingga homogen. Sebanyak 9 tabung reaksi media LTB tersebut kemudian diinkubasi pada suhu 35°C selama 2×24 jam. Jika media tampak keruh dan terdapat gas di tabung Durham, maka sampel tersebut diduga positif mengandung bakteri *Escherichia coli*.

b. Uji penegasan (*Confirmed Test*)

Uji Penegasan dilakukan untuk memastikan adanya bakteri *Escherichia coli*. Uji ini memakai media EC Broth dan BGLB. Sampel dari tabung yang

menunjukkan hasil positif pada uji pendugaan diambil dengan menggunakan jarum ose secara aseptis, kemudian diinokulasikan ke dalam masing-masing tabung yang berisi media EC Broth dan BGLB. Setelah itu, tabung dikocok hingga homogen. Media EC Broth disimpan di dalam waterbath bersuhu 45°C, sementara media BGLB diinkubasi pada suhu 35°C. Kedua media tersebut diinkubasi selama 2 x 24 jam. Pengujian dilakukan dalam kondisi steril menggunakan laminar air flow. Apabila terbentuk gas dalam tabung EC Broth dan BGLB setelah inkubasi, maka hasilnya dinyatakan positif. Positif pada EC Broth menandakan adanya bakteri *E. coli*, sedangkan hasil positif pada BGLB menunjukkan kemungkinan adanya bakteri *coliform* lainnya.

c. Uji kelengkapan (*Completed Test*)

Hasil uji lanjutan terhadap sampel yang menunjukkan hasil positif pada media EC Broth dimasukkan ke dalam ruang laminar air flow. Cawan Petri yang berisi media L-EMBA disiapkan, lalu 1 ose dari EC Broth positif diambil menggunakan jarum ose yang telah dipijarkan dengan bunsen. Sampel kemudian digoreskan ke media L-EMBA menggunakan teknik gores kuadran, dan diinkubasi pada suhu 35°C selama 24 jam. Indikasi adanya bakteri *Escherichia coli* ditunjukkan dengan terbentuknya koloni berwarna hijau metalik pada media tersebut. Jika hasilnya menunjukkan indikasi positif, maka akan dilanjutkan dengan pengujian biokimia terhadap bakteri tersebut.

d. Uji biokimia IMViC (*Indol, Methyl Red, Voges-Proskauer dan Citrate*)

Uji Biokimia IMViC (*Indol, Methyl Red, Voges-Proskauer dan Citrate*) sebagai Uji Pelengkap (*Completed Test*) untuk konfirmasi *E. coli* dilakukan setelah koloni berwarna hijau metalik diperoleh pada media EMBA. Prosedur dimulai dengan Uji *Indol*, di mana pembiakan diinokulasikan ke media *indol*, diinkubasi 24 jam pada suhu 37°C kemudian ditambahkan Larutan *Kovacs* jika hasil positif *E. coli* ditunjukkan dengan terbentuknya cincin merah tua/pink. Selanjutnya Uji *Methyl Red* (MR) dilakukan dengan mengambil 2 ml pembiakan MR-VP, lalu ditambahkan 5 tetes *Methyl Red*, di mana perubahan warna menjadi merah mengindikasikan hasil positif untuk *E. coli*. Sementara itu, Uji *Voges-Proskauer* (VP) menggunakan sisa pembiakan MR-VP yang ditambahkan α -naftol dan KOH, uji ini menghasilkan bertujuan warna merah delima jika positif, namun *E. coli* menunjukkan hasil negative. Terakhir, Uji *Citrate* dilakukan untuk menguji kemampuan penggunaan citrat sebagai sumber karbon, di mana *E. coli* juga menunjukkan hasil negatif (tidak ada perubahan warna), sehingga secara keseluruhan *E. coli* dipastikan memiliki pola klasik I (+) M (+) V (-) C (-).

Analisis Data

Analisis data dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Secara kuantitatif, hasil pengujian *Most Probable Number* (MPN) yang diperoleh dari pola tabung positif (menggunakan media LTB, BGLB, dan *EC Broth*) dikonversi menjadi estimasi angka cemaran *E. coli* per gram sampel, kemudian angka ini dibandingkan dengan batas aman standar nasional (SNI 7388:2009). Secara kualitatif, isolat yang positif dikonfirmasi lebih lanjut melalui Uji Biokimia IMVIC (*Indol*, *Methyl Red*, *Voges-Proskauer*, dan *citrat*), di mana pola reaksi (+, +, -, -) digunakan sebagai kriteria definitif untuk mengidentifikasi keberadaan bakteri *Escherichia coli*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian cemaran bakteri *coliform* pada pangan segar asal tanaman di Banda Aceh menunjukkan estimasi MPN pada cabai merah keriting memiliki kontaminasi sebesar 3,6 APM/g, mentimun 9,2 APM/g, mangga 9,2 APM/g, dan bawang merah 9,2 APM/g. Hal ini menunjukkan bahwa sampel cabai merah keriting, mentimun, dan bawang merah tidak memenuhi standar keamanan pangan nasional, sedangkan estimasi MPN pada mangga memenuhi ambang batas yang telah ditentukan oleh BMC : Batas Maksimum Cemaran Mikroba Berdasarkan SNI 7388:2009, Peraturan Badan Pangan Nasional Nomor 10 Tahun 2024 (Tabel 1).

Tabel 1. MPN (*Most Probable Number*) pada semua sampel pangan segar

Kode Sampel	Nama Sampel	Pengenceran 10^{-1}	Pengenceran 10^{-2}	Pengenceran 10^{-3}	Estimasi MPN (APM/g)	SNI
M20	Cabai Merah Keriting	Positif (+)	Negatif (-)	Negatif (-)	3,6	<3/g
M21	Mentimun	Positif (+)	Positif (+)	Negatif (-)	9,2	<3/g
M22	Mangga	Positif (+)	Negatif (-)	Negatif (-)	9,2	<20/g
M23	Bawang Merah	Positif (+)	Positif (+)	Positif (+)	9,2	<3/g

Kontaminasi *coliform* pada buah mangga lebih rendah dibandingkan dengan sampel lainnya dan menunjukkan nilai MPN dibawah ambang batas maksimum yang ditentukan oleh BMC : Batas Maksimum Cemaran Mikroba Berdasarkan SNI 7388:2009, Peraturan Badan Pangan Nasional Nomor 10 Tahun 2024. Kategori buah segar (mangga) maksimum MPN <20 gram berdasarkan ambang Batas SNI, sedangkan nilai MPN sayuran (bawang merah, mentimun, dan cabai merah keriting) <3/g. Hal ini karena buah mangga memiliki kulit yang lebih tebal sehingga dapat melindungi daging buah di dalamnya. Penelitian kontaminasi *coliform* pada manisan mangga juga menunjukkan semua sampel aman untuk dikonsumsi (Purwanti *et al.* 2023). Mangga memiliki kulit tebal sebagai pelindung alami, serta bagian yang diuji adalah daging buah dalam yang tidak langsung

bersentuhan dengan udara atau tanah, sehingga kontaminasi lebih rendah. Perbedaan ini menunjukkan karakter fisik, penanganan, dan kebiasaan konsumsi memengaruhi tingkat cemaran mikrobiologis pada bahan pangan segar. Cemaran *coliform* pada cabai, bawang merah, dan mentimun lebih tinggi karena memiliki kulit tipis dan berpori. Kulit bawang merah terdiri dari lapisan kering yang menyimpan debu atau tanah dari panen, memudahkan mikroba menempel dan berkembang, terutama jika pencucian dan penyimpanan kurang higienis. Selain itu, faktor lainnya juga mempengaruhi tingkat kontaminasi sampel seperti penanganan budidaya dan pascapanen yang kurang sanitasi, penggunaan air irigasi tercemar, penanganan manual tanpa sarung tangan, dan penyimpanan di tempat terbuka dengan kelembapan tinggi. Namun tidak ada pengaruh antara jarak sumber pencemar dengan cemaran *coliform* (Rahmawati *et al.*, 2024).

Identifikasi bakteri *coliform* pada uji pendugaan (*presumptive test*) menggunakan media LTB menunjukkan hasil positif setelah 48 jam inkubasi pada suhu 35°C, ditandai oleh gelembung gas di tabung Durham dan media yang menjadi keruh. Gelembung gas menunjukkan fermentasi laktosa oleh bakteri, yang merupakan sumber karbohidrat. Reaksi ini membuktikan adanya bakteri *coliform* dalam sampel. Namun, hasil positif di media LTB perlu dikaji ulang karena dapat menghasilkan hasil positif palsu. Oleh karena itu, uji konfirmasi perlu dilakukan untuk memastikan munculnya hasil positif tersebut. Media yang digunakan untuk uji konfirmasi adalah EC Broth (*Escherichia coli* Broth) dalam mendeteksi *coliform* fekal khususnya *E. coli*, dan *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB) untuk mengonfirmasi keberadaan total *coliform* sekaligus menghambat pertumbuhan bakteri non-*coliform*.

Media EC Broth dan BGLB diinkubasi pada tempat berbeda, EC Broth dalam waterbath pada suhu 44°C, sedangkan BGLB dalam inkubator pada suhu 37°C selama 48 jam. Inkubasi selama 48 jam dilakukan agar media tidak mengering dan mendukung pertumbuhan *E. coli*. Inkubator digunakan untuk menampung banyak tabung sekaligus dengan distribusi panas merata, meningkatkan efisiensi dan konsistensi pengujian. Menurut Hadiansyah (2021), tabung Durham yang menunjukkan gelembung gas dan media keruh menandai hasil positif adanya *coliform*, sedangkan media yang tetap jernih tanpa gas menandakan hasil negatif sampel tidak tercemar *coliform*. Gas yang terbentuk berasal dari fermentasi laktosa oleh bakteri *coliform* yang menurunkan pH media dan menghasilkan karbondioksida, menyebabkan kekeruhan media.

Pengujian konfirmasi bertujuan menentukan keberadaan bakteri *coliform* dalam sampel menggunakan media BGLB. Media ini mengandung eosin yang mendukung pertumbuhan bakteri Gram-negatif tanpa menghambat bakteri Gram-positif, sehingga mendukung perkembangan bakteri *coliform*. Uji tambahan dengan media L-EMBA (*Levine's Eosin Methylene Blue Agar*) dilakukan untuk memperkuat hasil konfirmasi dan memastikan apakah sampel mengandung *E.*

coli. Media L-EMBA bersifat selektif dan diferensial, sangat berguna untuk mengidentifikasi bakteri dan memverifikasi keberadaan *E. coli* serta *coliform* lain setelah uji MPN. Media L-EMBA efektif membedakan koloni *E. coli* dari bakteri lain berdasarkan morfologi koloni. Penelitian Trisno et al. (2019) menemukan bahwa koloni *E. coli* menghasilkan warna hijau metalik akibat fermentasi metilen biru dan laktosa pada media tersebut. Warna hijau metalik pada media L-EMBA terjadi karena reaksi kimia antara asam hasil fermentasi laktosa dengan zat pewarna dalam media. *E. coli* memecah laktosa menjadi asam yang menurunkan pH sekitar koloni, menghasilkan warna khas tersebut. Penurunan pH akibat fermentasi laktosa oleh *E. coli* bereaksi dengan pewarna metilen biru dan eosin dalam media L-EMBA. Media ini bersifat selektif karena mengandung kedua pewarna tersebut yang berfungsi sebagai indikator pH sekaligus agen seleksi mikrobisidal. Eosin dan metilen biru mengendap di permukaan koloni, menghasilkan warna hijau metalik khas saat *E. coli* memproduksi asam dalam jumlah besar.

Hasil uji biokimia menggunakan media *Indol*, *Methyl Red*, *Voges Proskauer*, dan *Citrate* terhadap sampel cabai, mangga, bawang, dan mentimun dengan berbagai pengenceran. Simbol (+) menandakan adanya pertumbuhan bakteri atau reaksi positif sedangkan (–) menunjukkan tidak ada pertumbuhan atau reaksi negatif. Berdasarkan hasil dari setiap sampel dari setiap pengenceran, hasil yang menunjukkan positif atau negatif bakteri *E.coli* (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil pengamatan positif (+) dan negatif (-) pada sampel cabai merah keriting, mentimun, daging buah mangga, dan bawang merah pada uji IMVIC

Kode Sampel	Nama Sampel	Pengenceran	Media <i>Indol</i> , <i>Methyl Red</i> , <i>Voges Proskauer</i> , dan <i>Citrat</i>		
			10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
			A	B	C
M20	(Cabai merah keriting)	10 ⁻¹	- + - -	- - - -	+ + - +
		10 ⁻²	+ - - +	- - - -	+ + - +
		10 ⁻³	+ - - +	+ - - +	- - - -
M21	(Mentimun)	10 ⁻¹	+ + - -	- - + +	- - + +
		10 ⁻²	+ + - -	- - + +	- - + +
		10 ⁻³	- - + +	- - + +	- - + +
M22	(Mangga)	10 ⁻¹	+ + - -	- - + +	- - + +
		10 ⁻²	+ + - -	- - + +	- - + +
		10 ⁻³	- - + +	- - + +	- - + +
M23	(Bawang Merah)	10 ⁻¹	+ + - -	- - + +	- - + +
		10 ⁻²	- - + +	- - + +	- - + +
		10 ⁻³	- + - -	- - + +	- - + +

Uji IMVIC digunakan untuk membedakan jenis bakteri *coliform*. Uji IMVIC merupakan uji biokimia yang dilakukan untuk mengetahui aktifitas

mikroorganisme (Lisdewi *et al.* 2023). Hasil pengujian menunjukkan positif tercemar *E. coli* jika hasil *Indole* (+), *Methyl Red* (+), *Voges-Proskauer* (–), dan *Citrat* (–) (Sapitri & Afrinasari, 2019). Munculnya warna merah muda pada uji Indol menandakan hasil positif, sedangkan warna kekuningan-jingga menunjukkan negatif. Perubahan warna ini terjadi karena bakteri memproduksi enzim triptofanase yang memecah asam amino triptofan menjadi indol. Indol bereaksi dengan larutan Kovacs menghasilkan warna merah muda di permukaan larutan (Kantari, 2024). Uji ini bertujuan mendeteksi kemampuan bakteri memecah triptofan dan menghasilkan indol sebagai sumber karbon.

Pengujian *Methyl Red* (MR) pada *Escherichia coli* bertujuan untuk mendeteksi kemampuan bakteri dalam fermentasi glukosa menghasilkan asam kuat yang menurunkan pH media secara signifikan. Pengujian larutan *Methyl Red* ke kultur bakteri dilakukan sebagai indikator produksi dan kestabilan asam fermentasi glukosa (Rahayu dan Gumilar, 2017). Indikator pH sensitif menunjukkan sifat asam kuat media. Warna merah menandakan pH menurun akibat produksi asam kuat dari fermentasi glukosa, menunjukkan reaksi positif. Uji *Methyl Red* positif terlihat dari perubahan warna merah setelah penambahan indikator, sedangkan negatif jika warna tidak berubah. Warna merah menunjukkan pH sekitar 4,4, dan kuning pada pH 6,2, menandakan bakteri menghasilkan asam campuran pada media MR-VP. Warna kuning tetap berarti pH tidak cukup rendah dan hasil negatif karena asam yang dihasilkan lemah atau tidak ada.

Pengujian *Voges-Proskauer* (VP) adalah bagian dari uji biokimia IMViC untuk mendeteksi kemampuan bakteri menghasilkan senyawa netral, asetil metil karbinol (*acetoin*), dari fermentasi glukosa jalur butanediol. Indikator α -naftol dan basa kuat (KOH atau NaOH) mengoksidasi acetoin menjadi diacetyl, yang bereaksi dengan kreatin atau komponen media membentuk kompleks merah delima, menandakan hasil positif. Warna merah muda hingga merah muncul setelah penambahan pereaksi dan inkubasi, menandakan produksi asetoin yang teroksidasi jadi diacetyl dan bereaksi dengan gugus guanidin pepton, menghasilkan warna merah khas. Jika asetoin tidak ada dalam media, diacetyl tidak terbentuk dan warna media tetap kekuningan atau pucat, menandakan hasil negatif. Hal ini menunjukkan bakteri tidak menggunakan jalur fermentasi butanediol, melainkan menghasilkan asam kuat seperti *Escherichia simmon*. *E. coli* negatif pada uji VP karena memfermentasi glukosa lewat jalur campuran, bukan pembentukan asetoin. Menurut Sapitri & Afrinasari (2019), *E. coli* tidak menghasilkan asetil metil karbinol, sehingga tidak terjadi perubahan warna merah setelah penambahan reagen VP. Hal ini penting untuk membedakan *E. coli* dari *Enterobacter aerogenes* yang positif uji VP karena menghasilkan asetoin melalui jalur butanediol. Uji VP sangat berguna dalam identifikasi dan klasifikasi bakteri enterik dalam mikrobiologi klinis, industri pangan, dan lingkungan dengan membedakan jalur metabolisme bakteri.

Uji citrat pada *Escherichia coli* bertujuan mengetahui kemampuan bakteri menggunakan sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon dalam *Simmons Citrate Agar* yang mengandung natrium sitrat dan indikator pH bromtimol biru. Hasil positif terlihat dari perubahan warna media menjadi biru, menandakan bakteri memanfaatkan sitrat dan menghasilkan senyawa basa seperti amonia yang menaikkan pH. Warna hijau menunjukkan hasil negatif, berarti bakteri tidak dapat menggunakan sitrat dan tidak tumbuh tanpa sumber karbon lain. *E. coli* negatif pada uji citrat karena *E. coli* tidak menggunakan citrat sebagai sumber karbon (Rahayu dan Gumilar, 2017). Uji ini penting untuk membedakan spesies bakteri berdasarkan penggunaan sumber karbon dalam identifikasi bakteri enterik.

Hasil penelitian ini sangat penting diketahui bagi masyarakat Banda Aceh karena mengonsumsi bahan pangan segar seperti cabai, mentimun, dan bawang merah tanpa pencucian yang tidak higienis dan sanitasi yang tidak baik dapat meningkatkan risiko penyakit akibat tercemarnya bakteri patogen seperti *Escherichia coli*. Tingginya kontaminasi *Escherichia coli* pada komoditas pangan segar tersebut berpotensi menyebabkan diare, infeksi saluran pencernaan, dan keracunan makanan. Kondisi ini menunjukkan perlunya peningkatan kesadaran masyarakat tentang praktik higienis, terutama mencuci bahan makanan dengan air bersih mengalir dan menyimpan pada suhu tepat sebelum konsumsi. Edukasi konsumen melalui program penyuluhan berbasis komunitas juga perlu diperluas untuk mendorong pengolahan pangan yang benar. Hasil ini dapat menjadi dasar peningkatan keamanan pangan di Banda Aceh secara berkelanjutan serta mendorong perilaku konsumsi yang lebih sehat.

KESIMPULAN

Analisis cemaran bakteri coliform pada pangan segar asal tanaman di Banda Aceh dapat disimpulkan bahwa terdapat kontaminan pada cabai merah keriting, mentimun, bawang merah, dan mangga. Cabai merah keriting, bawang merah, dan mentimun mengandung kontaminasi mikroba yang melebihi batas aman standar nasional, sementara kontaminasi buah mangga mendekati syarat keamanan. Temuan ini menegaskan pentingnya pengawasan rutin serta penerapan standar kebersihan yang ketat dalam setiap tahapan produksi dan distribusi pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hadiansyah, N. K., Junitasari, A., Gustiana, E. (2021). Analisis Bakteri *Coliform* dalam Sampel Air Minum Pamsimas di Kabupaten Kuningan. *Jurnal Kartika Kimia*, 4(2), 89–95. <https://doi.org/10.26874/jkk.v4i2.89>.
- Hutasoit, D. P. (2020). Pengaruh Sanitasi Makanan dan Kontaminasi Bakteri *Escherichia coli* Terhadap Penyakit Diare. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 12(2), 779–786. <https://doi.org/10.35816/jiskh.v12i2.399>.

- Kantari, W. W., Ariyanti, D. (2024). Karakterisasi Biokimia Kandidat Bakteri Endofit Dari Alga Hijau (*Ulva lactuca*) Sebagai Bioprospeksi Agen Pengendalian Hayati. *Journal of Life Science and Technology Agustus*, 2024(2), 63.
- Lisdewi, A., Kallau, N. H. G., & Detha, A. I. R. (2023). Deteksi *Escherichia coli* Resisten Antibiotik pada Sumber Air dari Lingkungan Peternakan Unggas di Kecamatan Kelapa Lima Kota Kupang”. *Jurnal Veteriner Nusantara*, 6(2), 278–292. <https://doi.org/10.35508/jvn.v6i2.9006>.
- Purwanti, T. C., Sukarya, I. G. A., Harlita, T. D. (2023). Deteksi Cemarkan Bakteri pada Manisan Mangga di Wilayah Kecamatan Samarinda kota. *Borneo Journal of Science and Mathematics Education*, 3(2), 58-69.
- Rahmawati, A. N., Utami, D. W., Saryanti, D., & Kurniaaji, B. (2024). Analisis Most Probable Number (MPN) *Coliform* dan *Escherichia coli* Pada Air Sumur Bor di Pemukiman Warga Kelurahan Pucangsawit Surakarta. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 23(2), 146–152. <https://doi.org/10.14710/jkli.23.2.146-152>.
- Sapitri, A., & Afrinasari, I. (2019). Identifikasi *Escherichia 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.v2i2.23>.
- Sari, I. P., Rahmawati, & Kurniatuhadi, R. (2019). Angka Paling Mungkin dan Deteksi *Coliform* pada Sampel Lalapan Daun Kemangi (*Ocimum bacilicum*) di Kota Pontianak. *Jurnal Probiot*, 8 (3), 34 – 40.
- SNI 7388:2009. (2024). Peraturan Badan Pangan Nasional Nomor 10 Tahun 2024.
- Suriawiria, 1985, *Pengantar mikrobiologi umum*, Angkasa, Bandung.
- Trisno, K., Tono, K. P.G., & Suarjana, I. G. K. (2019). Isolasi dan Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* dari Udara pada Rumah Potong Unggas Swasta di Kota Denpasar. *Indonesia Medicus Veterinus*, 8(5), 685–694. <https://doi.org/10.19087/imv.2019.8.5.685>.
- Yulinar, E., Mahyarudin, Fitriangga, A. (2022). Deteksi Bakteri *Coliform* pada Minuman Sari Tebu (*Saccharum officinarum*) di Pontianak Utara. *Jurnal Cerebellum*, 8(3):23-29.