

JURNAL BIOLOGI UDAYANA

P-ISSN: 1410-5292 E-ISSN: 2599-2856

Volume 28 | Nomor 1 | Juni 2024

DOI: <https://doi.org/10.24843/JBIOUNUD.2024.v28.i01.p12>

Angka Lempeng Total (ALT), *Coliform*, *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* pada urutan babi di wilayah Kecamatan Banjarangkan, Bali

Total microbes, *Coliforms*, *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* in urutan in Banjarangkan District, Bali

Komang Nikastri Tussning Dewi*, Ida Bagus Gede Darmayasa, Ni Wayan Sudatri

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana
Jl. Raya Kampus Unud Jimbaran, Kuta Selatan, Badung – Bali 80361

*Email: tussningdewi@gmail.com

Diterima
4 Juni 2024

Disetujui
28 Juni 2024

INTISARI

Urutan atau sosis babi merupakan produk pangan tradisional yang banyak diminati dan dijual di provinsi Bali. Pengolahan, penanganan dan penyimpanan yang kurang tepat akan mengakibatkan kontaminasi mikroba penyebab keracunan makanan diantaranya *Coliform*, *Escherichia coli*, dan *Staphylococcus aureus*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui total cemaran bakteri Angka Lempeng Total (ALT), *Coliform*, *Escherichia coli*, dan *Staphylococcus aureus* pada urutan babi yang dijual di Kecamatan Banjarangkan, Bali. Pengambilan sampel diperoleh dari pencatatan pedagang urutan babi di Kecamatan Banjarangkan menggunakan metode *purposive sampling*. Parameter yang diuji adalah ALT dan *Staphylococcus aureus* dengan metode sebar (*pour plate*), *Coliform* dengan metode *Most Probable Number* (MPN) dan *Escherichia coli* dengan metode gores (*streak plate*). Kandungan Angka Lempeng Total (ALT) dan *Staphylococcus aureus* berfluktuasi antara $10^2 - 10^5$ CFU/g dalam rentang 3 minggu pengujian, 7 dari 15 sampel positif tercemar *Coliform*, 15 sampel tercemar *Escherichia coli* dibawah $< 3 \times 10^2$ MPN/100g. Sebanyak 12 sampel dari 15 sampel (80%) tidak layak dikonsumsi untuk uji ALT, 8 dari 15 sampel (53,3%) layak konsumsi untuk uji *Coliform*, 12 sampel dari 15 sampel (80%) layak konsumsi untuk uji *S. aureus*, serta seluruh sampel layak konsumsi untuk uji *E. coli* sesuai standar baku mutu yang ditetapkan oleh BPOM No. 13 Tahun 2019 dan SNI 7388:2009.

Kata kunci: angka lempeng total, Coliform, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, urutan babi

ABSTRACT

Urutan or Balinese sausage is a traditional food product that is widely demanded and sold in the province of Bali. Improper processing, handling and storage will result in microbial contamination that causes food poisoning including *Coliform*, *Escherichia coli*, and *Staphylococcus aureus*. The purpose of this study was to determine the total bacterial contamination of Total Plate Count (TPC), *Coliform*, *Escherichia coli*, and *Staphylococcus aureus* in urutan babi sold in Banjarangkan District, Bali. Sampling was obtained from recording urutan babi order traders in Banjarangkan Subdistrict using *purposive sampling* method. The parameters tested were ALT and *Staphylococcus aureus* by *pour plate* method, *Coliform* by *Most Probable Number* (MPN) method and *Escherichia coli* by *streak plate* method. Total Plate Count (TPC) and *Staphylococcus aureus* content fluctuated between $10^2 - 10^5$ CFU/g within 3 weeks of testing, 7 out of 15 samples were positive for *Coliform*, 15 samples were contaminated with *Escherichia coli* below $< 3 \times 10^2$ MPN/100g. A total of 12 out of 15 samples (80%) were not suitable for consumption for the TPC test, 8 out of 15 samples (53.3%) were suitable for consumption for the *Coliform* test, 12 out of 15 samples (80%) were suitable for consumption

for the *S. aureus* test, and all samples were suitable for consumption for the *E. coli* test according to the quality standards set by BPOM No. 13 of 2019 and SNI 7388: 2009.

Keywords: total plate count, Coliform, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, urutan babi

PENDAHULUAN

Bali adalah salah satu pulau yang memberi dampak besar terhadap kepariwisataan di Indonesia karena keindahan alamnya, kesenian dan kebudayaannya. Selain terkenal memiliki keindahan alam sebagai daya tarik, Bali juga terkenal akan makanan tradisionalnya (Purwanata et al., 2023). Cita rasa yang gurih dan pedas dari penggunaan rempah-rempah menjadikan makanan tradisional khas Bali terasa segar dan sehat untuk dikonsumsi (Marsiti et al., 2019). Beberapa makanan tradisional Bali adalah ayam betutu, babi guling, lawar, sate lilit dan urutan. Urutan babi menjadi salah satu produk pangan tradisional yang banyak diminati khususnya di wilayah Kabupaten Klungkung. Urutan babi terbuat dari daging babi cincang dan rempah-rempah yang difermentasikan. Proses fermentasi urutan biasanya akan dijemur di bawah matahari selama kurang lebih 3-5 hari (Sumardani et al., 2020). Dalam proses fermentasi urutan dapat terkontaminasi bakteri seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Menurut Wardani & Apriyanthi (2022) *Coliform, E. coli* dan *S. aureus* adalah bakteri yang cukup berbahaya apabila ditemukan dalam usus babi yang dalam hal ini sebagai bahan baku pembuatan urutan, karena menimbulkan penyakit pada manusia jika dikonsumsi.

Bakteri *E. coli* dapat ditemukan dalam daging dengan proses pematangan yang kurang sempurna dan tercemar oleh kotoran manusia ataupun hewan. Keberadaan *E. coli* menandakan bahwa daging tersebut mungkin terkontaminasi oleh kotoran manusia atau hewan, sehingga *E. coli* sering dianggap sebagai indikator sanitasi (Rahayu & Darmawi, 2022). Keberadaan *S. aureus* dalam makanan dapat menjadi penyebab keracunan makanan. Keracunan makanan ini terjadi ketika seseorang mengonsumsi makanan yang terkontaminasi oleh toksin yang dihasilkan oleh mikroorganisme tersebut. Keracunan makanan akibat enterotoksin dapat terjadi jika jumlah *S. aureus* dalam makanan mencapai 10^8 CFU/g (Karen et al., 2017).

Berdasarkan Dinas Kesehatan Provinsi Bali (2018), kasus keracunan makanan di Kabupaten Klungkung sebanyak 52 kasus. Penyebab keracunan makanan dalam kasus tersebut disebabkan oleh bakteri dengan persentase 60% (Tjoantara et al., 2023). Kasus keracunan makanan meningkat pada tahun 2019 dengan Kabupaten Klungkung menempati posisi pertama sebanyak 100 kasus. Angka keracunan makanan selanjutnya di Kabupaten Klungkung tidak ditemukan di tahun 2020, namun meningkat kembali pada tahun 2021 sebanyak 6 kasus (Dinas Kesehatan Provinsi Bali, 2022).

Peraturan BPOM No. 13 Tahun 2019 menyatakan ambang batas dari cemaran mikroba atau Angka Lempeng Total (ALT) pada sampel daging, daging unggas dan daging hewan buruan, yang dihaluskan dan diolah dengan perlakuan panas yakni sebesar 1×10^4 CFU/g dan cemaran *S. aureus* sebesar 1×10^2 koloni/g. Ambang batas kontaminasi *Coliform* pada makanan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) tahun 2009 adalah sebesar 10 MPN/g dan angka cemaran *E. coli* sebesar < 3 MPN/g. Berdasarkan latar belakang di atas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui total cemaran Angka Lempeng Total (ALT), *Coliform, E. coli*, dan *S. aureus* pada urutan babi yang dijual di Kecamatan Banjarangkan, Bali.

MATERI DAN METODE

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini menggunakan urutan babi yang diperoleh dari wilayah 5 tempat di Kecamatan Banjarangkan, Kabupaten Klungkung, yang berada di Desa Bakas, Desa Aan, Desa Takmung dan Desa Tusan serta diambil satu hari sebelum pengujian dilaksanakan. Jumlah total pedagang yang tercatat di Kecamatan Banjarangkan adalah sebanyak 15 penjual urutan, kemudian diambil sampel sebanyak 30% dari jumlah pedagang menggunakan metode *purposive sampling*, sehingga jumlah sampel yang diambil sebanyak 5 sampel. Pengujian Angka Lempeng Total (ALT), *Coliform*, *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* untuk sampel urutan babi dilakukan bulan pada Januari 2024 di Laboratorium Mikrobiologi, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana.

Preparasi Sampel

Sampel urutan babi diambil sebanyak 150-200 g pada masing-masing lokasi, dengan ketentuan bahwa urutan babi yang diambil adalah diproses dengan digoreng dan diujakan hingga siang hari. Tempat pengambilan sampel berada di Desa Takmung, Desa Bakas, Desa Tusan dan Desa Aan. Metode pengambilan sampel mengacu pada peraturan SNI 19-0428-1998 (BSN, 1998). Sampel diambil dengan menggunakan pinset steril yang dilakukan secara aseptis selanjutnya dibawa ke dalam plastik *ziplock* dan dimasukkan ke dalam *travel ice box* dengan tambahan *ice pack*, kemudian dibawa ke Laboratorium Mikrobiologi Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana untuk dianalisis.

Pengenceran Sampel

Metode pengenceran (*plating method*) dilakukan dengan menghancurkan sampel urutan babi melalui penggerusan menggunakan mortar kemudian menimbang sebanyak 10 g, lalu dimasukkan ke dalam botol yang telah berisi air steril sebanyak 90 mL untuk mendapatkan faktor pengenceran sebesar 10^{-1} kali dan dihomogenkan.

Pengujian Angka Lempeng Total (ALT)

Pengujian ALT dilakukan menggunakan metode sebar (*pour plate*) yang mengacu pada SNI 2987:2008 yang dimodifikasi (BSN, 2008). Pengenceran 10^{-1} diambil 1 mL dan dicampur 9 mL air steril untuk mendapatkan pengenceran 10^{-2} . Proses ini dilanjutkan hingga pengenceran 10^{-5} . Pengenceran 10^{-3} diinokulasi ke cawan Petri yang berisi media NA (*Nutrient Agar*). Hal yang sama dilakukan hingga pengenceran 10^{-5} . Sampel diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah proses inkubasi, koloni mikroba yang tumbuh dihitung. Satu koloni diasumsikan berasal dari satu sel mikroba. Rumus untuk menghitung jumlah mikroba adalah berdasarkan jumlah koloni yang terbentuk (Rahayu & Gumilar, 2017).

$$\text{Koloni per Gram} = \text{Jumlah koloni per cawan} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}}$$

Pengujian *Coliform* dan *Escherichia coli*

Pengujian ini menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) melalui 3 tahap yaitu uji penduga, uji penegas dan uji pelengkap yang dilakukan dengan menggunakan media cair dalam tabung reaksi dan menghitung jumlah tabung

positif. Uji penduga dilakukan dengan menyiapkan media uji LB (*Lactose Broth*) dalam dua konsentrasi, yaitu ganda dan tunggal. Sampel pengenceran 10^{-1} dipipet dan dituangkan 1 mL ke dalam media LB konsentrasi tunggal dan 0,1 mL ke LB konsentrasi ganda. Media uji kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Hasil positif ditunjukkan dengan media menjadi keruh dan terdapat gelembung gas di tabung Durham.

Hasil positif dari uji penduga dilanjutkan pada uji penegas dengan menginokulasi 1 Ose sampel ke dalam tabung reaksi yang berisi media BGBB (*Brilliant Green Bile 2% Broth*) dan tabung Durham dengan posisi terbalik. Kemudian menginkubasi sampel di dalam inkubator pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah itu mengamati kekeruhan media dan adanya gelembung gas di dalam tabung Durham.

Hasil uji positif pada media BGBB dilanjutkan dengan mengambil 1 Ose sampel lalu *me-streak* ke media EMBA. Kemudian diinkubasi pada inkubator pada suhu 37°C selama 24 jam. Koloni yang tumbuh pada media diamati, jika ada bakteri *Escherichia coli* akan terlihat koloni berwarna hijau mengkilat. Terakhir menghitung koloni dan menyesuaikan hasil pengamatan dengan tabel MPN seri 333 menurut Formula Thomas.

Perhitungan jumlah bakteri *E. coli* dilakukan untuk mengetahui indeks MPN *E. coli* per 100 g sampel. Koloni bakteri yang diduga *E. coli* dimurnikan kemudian diuji dengan pewarnaan Gram. Koloni bakteri *E. coli* diapus ke kaca preparat lalu difiksasi dengan api Bunsen. Apusan tersebut diwarnai dengan Kristal Violet selama 1 menit lalu dicuci dengan air. Apusan tersebut kemudian diberi lugol selama 1 menit lalu dicuci kembali. Apusan diberi alkohol 95% selama 30 detik lalu dicuci kembali. Terakhir diberi safranin selama 30 detik lalu dicuci dan dikeringkan. Kemudian mengamati ciri-ciri koloni bakteri di mikroskop pada perbesaran 1000x, untuk bakteri *E. coli* berwarna merah karena termasuk bakteri Gram negatif. Deteksi *Escherichia coli* dilanjutkan dengan uji katalase dengan cara mengambil isolat bakteri dengan Ose dan diletakkan pada kaca objek.

Pengujian *Staphylococcus aureus*

Uji deteksi keberadaan *Staphylococcus aureus* mengacu pada SNI 2897:2008 yang dimodifikasi. Sampel sebanyak 10 g dicampur dengan 90 mL air steril dan dihomogenkan. Lalu dipipet 1 mL sampel yang homogen dan menginokulasikan media *Manitol Salt Agar* (MSA) menggunakan metode *pour plate*. Sampel kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Hasil negatif ditandai dengan media dan koloni berwarna kuning karena fermentasi manitol menjadi asam. Bakteri ini menghasilkan asam organik sehingga mengubah indikator pH media MSA menjadi kuning terang. Hasil positif ditandai dengan media MSA berwarna putih kekuningan yang menandakan adanya pertumbuhan koloni. Jumlah koloni kemudian dihitung dengan rumus perhitungan mikroba. Hasil positif *S. aureus* dilanjutkan dengan uji pewarnaan Gram dan uji katalase dengan cara yang sama pada uji Pengujian *Coliform* dan *Escherichia coli* yang mengacu pada SNI 2332.9:2011 (BSN, 2015).

$$\text{Koloni per Gram} = \text{Jumlah koloni per cawan} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}}$$

Analisis Data

Data yang didapatkan dari penelitian ini adalah data kuantitatif berupa data hasil pengamatan ALT, cemaran *Coliform*, *Escherichia coli* dan *Staphylococcus*

aureus yang diolah menggunakan *Microsoft Excel 2019* dan untuk nilai ALT dan *Staphylococcus aureus* dibandingkan dengan standar baku mutu dari BPOM tahun 2019, sedangkan cemaran *Coliform* dan *Escherichia coli* dengan SNI 7388:2009. Data kualitatif diuraikan dalam bentuk tabel, gambar dan deskripsi yang mudah untuk dipahami.

HASIL

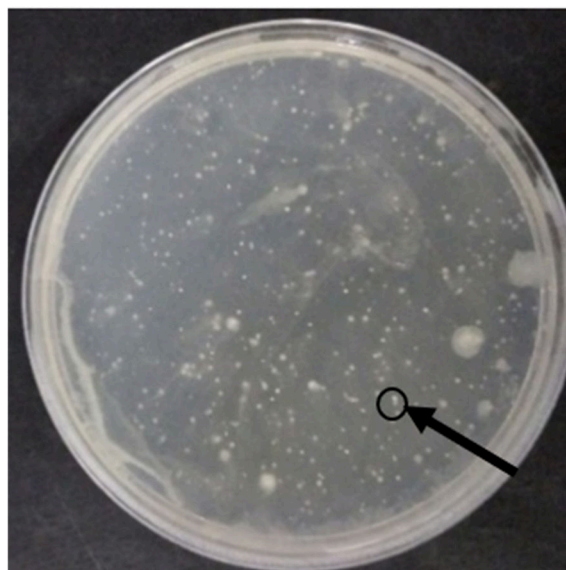
Berdasarkan pengujian Angka Lempeng Total (ALT) pada urutan babi di lima lokasi yaitu Bakas (BA), Aan (AA), Takmung 1 (TA 1), Takmung 2 (TA 2) dan Tusan (TU) secara umum bahwa sampel tersebut telah terkontaminasi oleh bakteri. Hasil pengujian Angka Lempeng Total (ALT) yang menunjukkan hasil positif ditandai dengan adanya koloni berwarna putih yang tampak pada media NA (Gambar 1).

Jumlah total mikroba sampel urutan babi di Kecamatan Banjarangkan, Klungkung, Bali pada minggu pertama yang tertinggi terdapat pada sampel TU sebesar 54×10^4 CFU/g dan terendah terdapat pada sampel TA 2 sebesar 20×10^3 CFU/g. Jumlah total mikroba pada minggu kedua tertinggi terdapat pada sampel AA sebesar $51,4 \times 10^5$ CFU/g dan terendah terdapat pada sampel TA 2 sebesar $51,8 \times 10^4$ CFU/g. Jumlah total mikroba pada minggu ketiga tertinggi terdapat pada sampel AA sebesar 90×10^5 CFU/g dan terendah terdapat pada sampel TA 2 sebesar 19×10^5 CFU/g (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil total mikroba (ALT) bakteri pada urutan babi

No.	Sampel Urutan babi	Jumlah Total Mikroba (CFU/g)						Batas BPOM (CFU/g)
		Minggu I	Ket.	Minggu II	Ket.	Minggu III	Ket.	
1	BA	$47,8 \times 10^4$	TM	$48,9 \times 10^5$	TM	80×10^5	TM	
2	AA	48×10^3	M	$51,4 \times 10^5$	TM	90×10^5	TM	
3	TA 1	140×10^3	M	$40,5 \times 10^5$	TM	70×10^5	TM	1×10^4
4	TA 2	20×10^3	M	$51,8 \times 10^4$	TM	19×10^5	TM	
5	TU	54×10^4	TM	$65,7 \times 10^4$	TM	$64,9 \times 10^5$	TM	

Keterangan: M = Memenuhi standar baku mutu, TM = Tidak memenuhi standar baku mutu



Gambar 1. Hasil total mikroba (tanda panah menunjukkan 1 koloni bakteri) urutan babi pada pengenceran 10^{-5} pada media NA

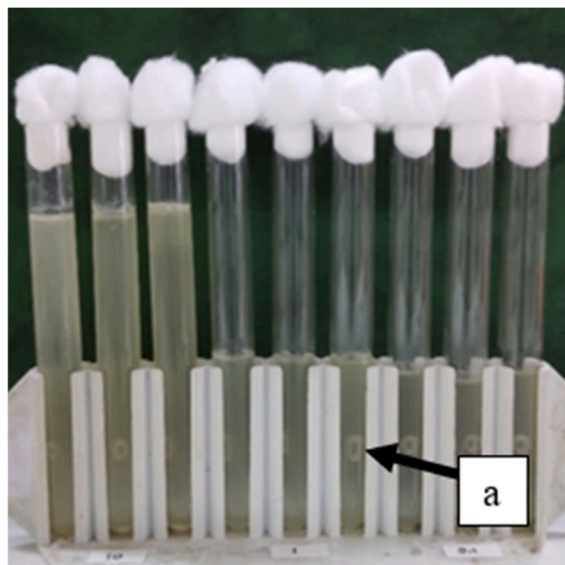
Hasil pengujian terhadap keberadaan bakteri *Coliform* pada minggu pertama terdapat sampel dengan hasil MPN *Coliform* tertinggi ditunjukkan oleh sampel BA, AA, TA 2 dan TU sebesar 1898 MPN/100g dan terendah pada sampel TA 1 sebesar 139 MPN/100g. Pengujian pada minggu kedua diperoleh cemaran tertinggi pada sampel BA dan TA 1 sebesar 1898 MPN/100g dan terendah pada sampel AA sebesar 37 MPN/100g. Minggu ketiga cemaran tertinggi diperoleh dari sampel AA sebesar 1898 MPN/100g dan terendah pada sampel TA 1 sebesar 19 MPN/100g. Hasil pengujian MPN *Coliform* secara rinci ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil MPN *Coliform* pada urutan babi

No.	Sampel Urutan babi	MPN <i>Coliform</i> (MPN/100g)						Batas SNI 7388:2009 (MPN/100g)
		Minggu I	Ket.	Minggu II	Ket.	Minggu III	Ket.	
1	BA	1898	TM	1898	TM	116	M	10 x 10 ²
2	AA	1898	TM	37	M	1898	TM	
3	TA 1	139	M	1898	TM	19	M	
4	TA 2	1898	TM	44	M	24	M	
5	TU	1898	TM	438	M	44	M	

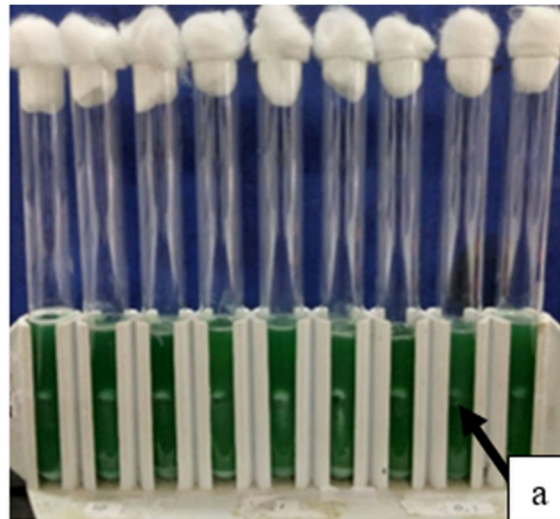
Keterangan: M = Memenuhi standar baku mutu, TM = Tidak memenuhi standar baku mutu

Berdasarkan pengamatan dari uji penduga menggunakan media *Lactose Broth* (LB) menunjukkan hasil positif ditandai dari pembentukan gelembung gas pada tabung Durham dan terjadi kekeruhan pada media LB. Hasil positif pada media LB dalam uji penduga dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil positif pada media *Lactose Broth* (LB) dalam uji penduga (a) Gelembung gas (tanda panah) pada tabung Durham

Hasil positif pada media LB dalam uji penduga kemudian dikonfirmasi melalui uji penegasan menggunakan tabung yang berisi media *Brilliant Green Bile Broth* (BGBB). Hasil positif terlihat dari adanya gelembung gas pada tabung Durham dan perubahan warna media menjadi keruh (Gambar 3).



Gambar 3. Hasil positif *Coliform* pada media *Brilliant Green Bile Broth* (BGBB) dalam uji penegasan (a) Gelembung gas (tanda panah) pada tabung Durham

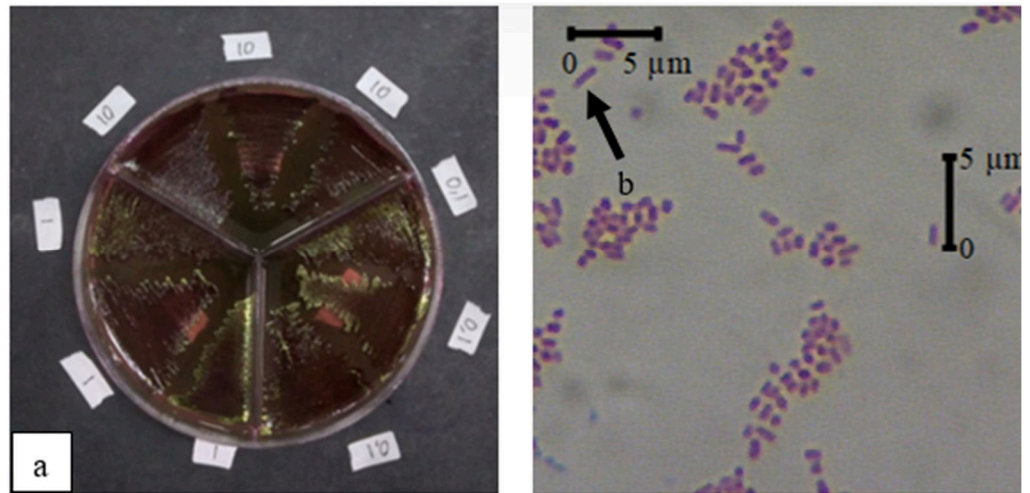
Hasil pengujian bakteri *Escherichia coli* pada minggu pertama pengujian, tercatat angka cemaran *E. coli* tertinggi pada sampel urutan babi yaitu sampel TA 2 sebesar 86 MPN/100g dan terendah yaitu pada sampel AA sebesar 11 MPN/100g. Minggu kedua terdapat sampel dengan angka cemaran tertinggi yaitu sampel TU sebesar 60 MPN/100g dan terendah yaitu pada sampel AA sebesar 15 MPN/100g. Minggu ketiga terdapat sampel dengan angka cemaran tertinggi sebesar 4 MPN/100g dan terendah sebesar 0 MPN/100g atau negatif *E. coli* yaitu pada sampel TA 1, TA 2 dan TU. Hasil pengujian MPN *Escherichia coli* pada urutan babi terinci pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil MPN *Escherichia coli* pada urutan babi

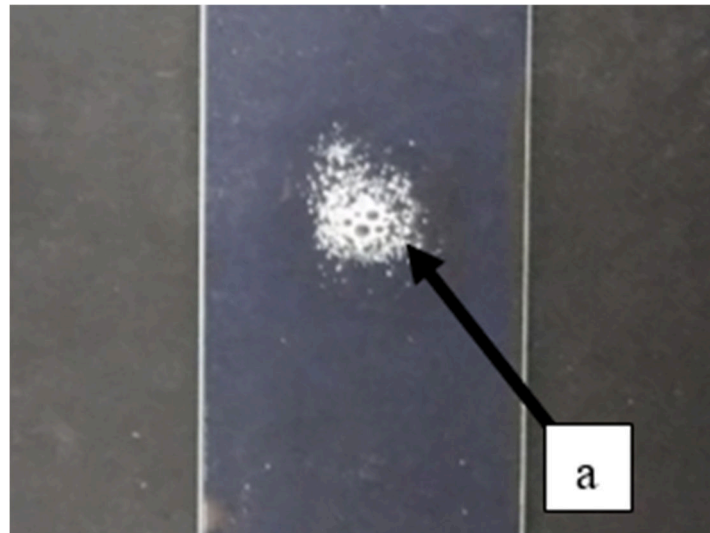
No.	Sampel Urutan Babi	MPN <i>Escherichia coli</i> (MPN/100g)						Batas SNI 7388:2009 (MPN/100g)
		Minggu I	Ket.	Minggu II	Ket.	Minggu III	Ket.	
1	BA	13	M	23	M	3	M	
2	AA	11	M	15	M	4	M	
3	TA 1	19	M	44	M	0	M	$< 3 \times 10^2$
4	TA 2	86	M	37	M	0	M	
5	TU	46	M	60	M	0	M	

Keterangan: M = Memenuhi standar baku mutu, TM = Tidak memenuhi standar baku mutu

Hasil positif pada uji penegasan dilanjutkan dengan uji pelengkap menggunakan media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) dengan metode *streak plate*. Berdasarkan pengamatan koloni *E. coli* secara makroskopis berwarna hijau metalik pada bagian yang di-*streak* (Gambar 4a). Sel-sel bakteri *E. coli* secara mikroskopis dari proses pewarnaan Gram terlihat berbentuk kokobasil dan berwarna merah sehingga *E. coli* tergolong bakteri Gram negatif seperti yang ada pada Gambar 4b. Hasil positif *E. coli* pada media EMBA selanjutnya dikonfirmasi dengan uji katalase (Gambar 5).



Gambar 4. Hasil positif *Escherichia coli* pada media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) (a) Koloni *E. coli* secara makroskopis berwarna hijau metalik, (b) Morfologi sel bakteri *E. coli* (tanda panah) secara mikroskopis pada perbesaran 1000x yang menunjukkan sel berbentuk kokobasil



Gambar 5. Hasil uji katalase *Escherichia coli* (a) Hasil positif katalase (tanda panah) berupa gelembung gas

Angka cemaran *S. aureus* tertinggi pada minggu pertama ditemukan pada sampel TA 2 dengan jumlah sebesar 44×10^2 CFU/g dan terendah terdapat pada sampel AA sebesar 201×10^1 CFU/g. Hasil pengujian pada minggu kedua, kelima sampel menunjukkan hasil negatif untuk *S. aureus* atau 0 CFU/g. Hasil pengujian pada minggu ketiga menunjukkan cemaran tertinggi pada sampel BA sebesar 284×10^1 CFU/g dan terendah ditemukan pada sampel TA 2 sebesar 7×10^1 CFU/g. Hasil pengujian cemaran bakteri *S. aureus* pada urutan babi dapat dilihat pada Tabel 4.

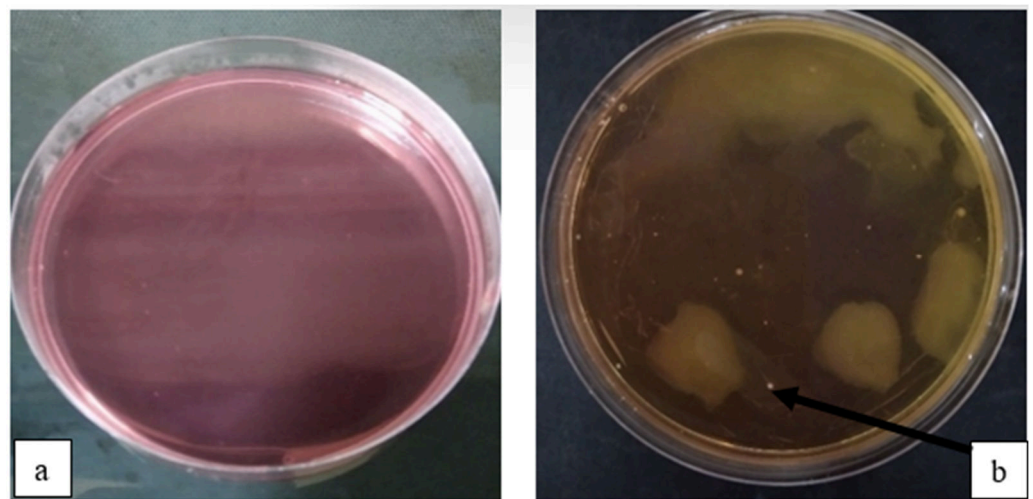
Berdasarkan hasil keberadaan *S. aureus* dalam sampel urutan babi, terdeteksi melalui ciri makroskopis koloni berbentuk bulat dengan warna kekuningan pada media *Mannitol Salt Agar* (MSA), seperti yang terlihat pada Gambar 6b. Media MSA mengalami perubahan warna medium dari merah (Gambar 6a) menjadi kuning (Gambar 6b). Koloni bakteri yang diduga sebagai *S. aureus* pada tahap penanaman (*plating*) tersebut dianalisis dengan berbagai

uji konfirmasi uji pewarnaan Gram dan uji katalase yang diamati menggunakan mikroskop.

Tabel 3. Hasil uji cemaran bakteri *Staphylococcus aureus* pada urutan babi

No.	Sampel Urutan Babi	Jumlah Angka <i>Staphylococcus aureus</i> (CFU/g)						Batas BPOM (CFU/g)
		Minggu I	Ket.	Minggu II	Ket.	Minggu III	Ket.	
1	BA	39,7 x 10 ²	TM	0	M	284 x 10 ¹	M	1 x 10 ²
2	AA	201 x 10 ¹	M	0	M	109 x 10 ¹	M	
3	TA 1	40 x 10 ²	TM	0	M	141 x 10 ¹	M	
4	TA 2	44 x 10 ²	TM	0	M	7 x 10 ¹	M	
5	TU	220 x 10 ¹	M	0	M	53 x 10 ¹	M	

Keterangan: M = Memenuhi standar baku mutu, TM = Tidak memenuhi standar baku mutu



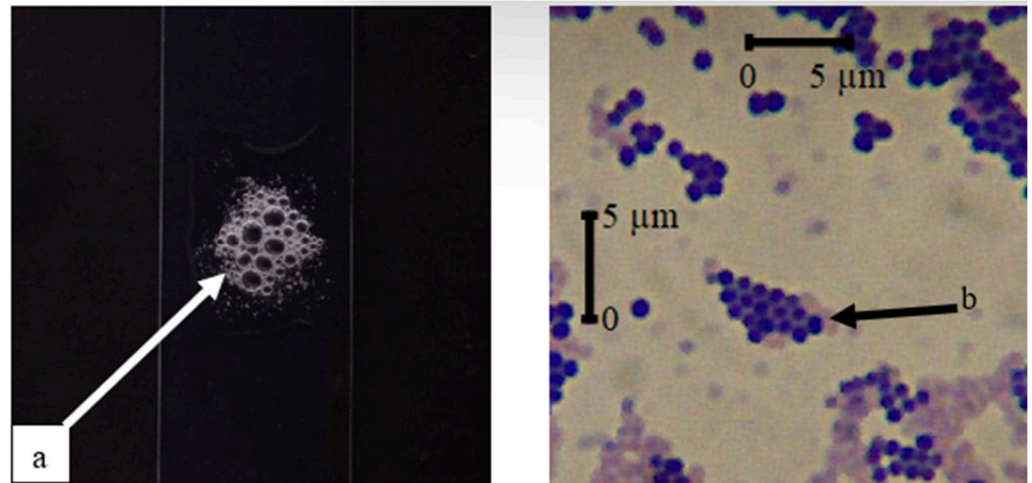
Gambar 6. Hasil positif cemaran *Staphylococcus aureus* dalam urutan babi pada media Mannitol Salt Agar (MSA) (a) Kontrol media MSA, (b) Koloni *S. aureus* secara makroskopis (tanda panah) berbentuk bulat berwarna putih kekuningan

Hasil dari uji pewarnaan Gram yang diamati dibawah mikroskop pada perbesaran 1000x menunjukkan sel bakteri *S. aureus* berwarna ungu yang menjadi karakteristik bakteri Gram positif (Gambar 7b). Bentuk sel bakteri *S. aureus* yang diamati dibawah mikroskop adalah berbentuk bulat bergerombol seperti buah anggur (BSN, 2008). Uji katalase terhadap bakteri *S. aureus* terlihat pada Gambar 7a.

PEMBAHASAN

Sesuai dengan Peraturan BPOM No. 13 Tahun 2019 yang menetapkan batas ALT pada daging olahan (sosis) sebesar 1 x 10⁴ CFU/g, maka semua sampel tidak memenuhi syarat untuk dapat dikonsumsi, kecuali untuk sampel AA pada minggu pertama yang memiliki jumlah total mikroba sebesar 48 x 10³ CFU/g, 140 x 10³ CFU/g pada sampel TA 1 dan 20 x 10³ CFU/g pada sampel TA 2 (Tabel 1). Tingginya kandungan ALT pada daging olahan (sosis) pada sebagian besar tempat pengambilan sampel menunjukkan ada cemaran mikroba yang bisa berasal dari selongsong sosis yang berasal dari usus babi. Ada dugaan bahwa olahan ini banyak menggunakan usus atau jeroan. Menurut Wardani & Apriyanthi (2022), bakteri yang dapat ditemukan pada usus babi seperti

Escherichia coli, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Clostridium*, dan *Streptococci* sp. Jika bahan baku dalam pembuatan sosis kurang dibersihkan, itu dapat menjadi sebab tingginya angka lempeng total. Ada juga kemungkinan karena sosis merupakan salah satu produk fermentasi yang melibatkan mikroba potensial sehingga pada saat di uji ALT nya menunjukkan kandungan mikroba yang tinggi. Menurut Sumardani et al. (2020), mikroba yang terlibat selama proses fermentasi sosis adalah *Pediococcus cerevisiae* dan *Lactobacillus plantarum*.



Gambar 7. Hasil uji konfirmasi terhadap koloni *Staphylococcus aureus* dalam urutan babi pada media *Mannitol Salt Agar* (MSA) (a) Hasil positif katalase berupa gelembung gas, (b) Morfologi sel bakteri *S. aureus* (tanda panah) secara mikroskopis pada perbesaran 1000x yang berbentuk bulat bergerombol seperti buah anggur

Berdasarkan SNI 7388:2009 dengan batas maksimum cemaran *Coliform* sebesar 10 MPN/g atau 10×10^2 MPN/100g ditemukan 7 dari 15 (46,7%) memiliki total cemaran *Coliform* di atas standar yang ditetapkan. Keberadaan bakteri *Coliform* bisa menjadi indikasi kontaminasi oleh bakteri patogen yang berbahaya bagi kesehatan manusia salah satunya bakteri *Escherichia coli*. Selain *E. coli* terdapat pula jenis lain yang termasuk dalam bakteri *Coliform* yaitu *Enterobacter aerogenes*, *Pseudomonas* sp., *Klebsiella* sp., *Shigella* sp., dan *Salmonella* sp. Hasil positif pada media LB dan media BGGB ditandai dengan gelembung gas pada tabung Durham dan terjadi kekeruhan media yang menunjukkan adanya proses fermentasi laktosa menjadi asam laktat dan gas karbon dioksida. Hal ini mengkonfirmasi adanya bakteri *Coliform* (Kamaliah, 2017).

Hasil penelitian menunjukkan cemaran *E. coli* dan *S. aureus* pada sampel urutan masih memenuhi batas maksimum yang ditetapkan SNI 7388:2009 untuk cemaran *E. coli* adalah sebesar < 3 MPN/gram atau $< 3 \times 10^2$ MPN/100g dan yang ditetapkan BPOM N0. 13 tahun 2019 untuk cemaran *S. aureus* adalah sebesar 1×10^2 CFU/g. Menurut Kurniasih & Nurjazuli (2015) penggunaan air bersih dalam pengolahan bahan makanan sangat penting karena akan mempengaruhi kandungan *E. coli* dalam bahan makanan. Air yang terkontaminasi bisa menjadi sumber utama bagi bakteri seperti *E. coli*. Semua sampel urutan babi yang diuji telah menjalani proses pemanasan dengan cara menggoreng menggunakan minyak goreng. Minyak goreng memiliki suhu penggorengan optimal pada suhu 175°C-195°C (Taufik et al., 2018). Suhu penggorengan menjadi salah satu faktor yang mencegah keberadaan bakteri *S.*

aureus pada sampel urutan. Namun, kebersihan penyajian juga penting untuk mencegah kontaminasi *S. aureus*. Selain itu, kondisi cuaca ketika mengambil sampel berbeda setiap minggunya. Minggu pertama diambil saat hujan, sedangkan minggu kedua dan ketiga saat cuaca panas. Lingkungan lembab, terutama saat hujan, menjadi tempat yang baik untuk pertumbuhan bakteri (Mayasari et al., 2020). Penelitian Azis et al. (2024), menyebutkan suhu udara dan kelembapan udara yang mengalami perubahan atau berfluktuasi dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba. Suhu fermentasi juga mempengaruhi dalam penghambatan *S. aureus* dan *E. coli*. Suhu *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* memiliki suhu optimum pertumbuhan adalah 37 °C (Wulandari, 2017). Hal ini membuktikan adanya kontaminasi tinggi pada sampel minggu pertama dan penurunan kontaminasi pada minggu kedua dan ketiga.

Koloni spesifik *E. coli* pada media EMBA berwarna hijau metalik yang disebabkan oleh fermentasi laktosa menghasilkan peningkatan kadar asam dalam media (Maulana et al., 2018). Hasil pewarnaan Gram menunjukkan bahwa *E. coli* adalah bakteri Gram negatif dengan morfologi sel kokobasil berwarna merah. Uji konfirmasi menunjukkan hasil katalase positif dimana isolat menghasilkan enzim katalase yang dapat mengubah hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen, mengindikasikan isolat adalah *E. coli* (Ali et al., 2020). Deteksi bakteri *S. aureus* yang ditunjukkan pada Gambar 6 terlihat adanya perubahan warna dari merah menjadi kuning pada media *Mannitol Salt Agar* (MSA) atau terdapat koloni yang berwarna kuning. Koloni berwarna kuning tersebut adalah hasil produksi *pigmen lipochrome* (pigmen kuning emas) yang dilakukan oleh bakteri *S. aureus* (Arum & Wahyudi, 2022). Hasil yang didapatkan ketika dilakukan pewarnaan Gram tampak koloni *Staphylococcus aureus* bentuk bulat bergerombol menyerupai buah anggur (*staphylococcus*) dan berwarna ungu sehingga digolongkan bakteri Gram positif. Bakteri *S. aureus* bersifat katalase positif dikarenakan mampu menghasilkan enzim katalase.

Beberapa sampel dalam penelitian ini telah memenuhi standar mutu yang ditetapkan oleh BPPOM. Hal ini diduga karena proses pembuatan sosis babi melibatkan bakteri asam laktat yang berperan sebagai pengawet alami. Produksi asam laktat yang tinggi menyebabkan maka pH lingkungan menjadi semakin asam dan menciptakan kondisi yang tidak mendukung pertumbuhan bakteri pembusuk (Kurniawan et al., 2015). Faktor yang mempengaruhi keawetan urutan babi adalah bahan-bahan yang ditambahkan seperti bumbu rempah yang mengandung metabolit sekunder sebagai senyawa antimikroba yang dapat memperpanjang umur simpan dan berperan sebagai antioksidan yang mampu mengurangi bau tidak sedap (Yunia et al., 2017). Rempah-rempah tersebut yakni bawang putih, bawang merah, kencur, ketumbar, jinten, cabai, jahe, merica, terasi. Namun senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam bumbu yang digunakan pada sampel urutan babi belum cukup efektif untuk menghambat pertumbuhan bakteri karena variasi konsentrasi yang berbeda-beda, juga terdapat perbedaan suhu dan waktu penyimpanan bumbu yang akan digunakan. Hal inilah yang dapat menjelaskan penyebab hasil dari pengujian jumlah mikroba, beberapa hasil uji cemaran *Coliform* dan *S. aureus* yang tergolong tinggi.

Beberapa hasil uji jumlah mikroba, cemaran *Coliform* dan *S. aureus* yang tinggi juga dapat ditentukan oleh kebersihan dalam pembuatan urutan babi, kurangnya kebersihan penjual, lingkungan ataupun alat-alat yang digunakan (Ramadhani & Rukmi, 2020). Hal tersebut sesuai dengan survei yang dilakukan yaitu penjual tidak memakai sarung tangan ketika mengambil urutan babi, urutan babi yang terlihat tidak ditutup dan dibiarkan terbuka sehingga serangga masuk

ke dalam etalase serta kondisi lingkungan kotor. Adanya bakteri *Coliform* dan *S. aureus* umumnya sebagai salah satu indikator bahwa dalam proses pengolahan dan sanitasi lingkungan yang kurang baik. Bakteri *S. aureus* adalah bakteri patogen Gram positif yang dapat menyebabkan berbagai jenis infeksi, termasuk infeksi tenggorokan, meningitis, pneumonia, jerawat, bisul, keracunan makanan dan impetigo. Gejala keracunan makanan (*food intoxication*) yang disebabkan oleh *S. aureus* akan mengalami kram perut, muntah-muntah, dan diare yang umumnya terjadi setelah 4-6 jam mengonsumsi makanan yang telah tercemar (Mergani et al., 2021).

SIMPULAN

Dari uraian di atas maka dapat disimpulkan bahwa kandungan total Angka Lempeng Total (ALT) dan *Staphylococcus aureus* berfluktuasi antara $10^2 - 10^5$ CFU/g dalam rentang 3 minggu pengujian, 7 dari 15 sampel (46,7%) positif tercemar *Coliform*, 15 sampel memiliki cemaran *E. coli* dibawah 3×10^2 MPN/100g pada urutan babi yang dijual di Kecamatan Banjarangkan, Bali. Sebanyak 12 sampel dari 15 sampel (80%) tidak layak dikonsumsi untuk uji ALT, 8 dari 15 sampel (53,3%) layak konsumsi untuk uji *Coliform*, 12 sampel dari 15 sampel (80%) layak konsumsi untuk uji *S. aureus*, serta seluruh sampel layak konsumsi untuk uji *E. coli* sesuai standar baku mutu yang ditetapkan oleh BPOM No. 13 Tahun 2019 dan SNI 7388:2009.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Mikrobiologi, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana yang telah memfasilitasi sehingga penelitian ini dapat selesai dengan tepat waktu. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pedagang-pedagang urutan babi di wilayah Kecamatan Banjarangkan yang digunakan sebagai sampel dalam penelitian dan bersedia untuk diwawancarai dalam melengkapi informasi.

KEPUSTAKAAN

- Ali M, Zubair M, Rosyidi A, Amin M. 2020. Screening of ammonia-degrading bacteria to reduce ammonia content in the manure of laying hens. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* **441**(2020): 1-7.
- Arum SDK, Wahyudi D. 2022. Pemanfaatan ubi jalar putih dan ubi jalar kuning sebagai media alternatif pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *JUMANTIK (Jurnal Ilmiah Penelitian Kesehatan)* **7**(4): 317–328.
- Azis N, Mahatmi H, Suardana I, Sanjaya G. 2024. Contamination *Salmonella* Spp. in broiler chicken meat sold in the Badung market during the transitional season period. *Buletin Veteriner Udayana* **16**(3): 719–726.
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. Cara uji mikrobiologi – Bagian 9: penentuan *Staphylococcus aureus* pada produk perikanan. SNI 01-2332.9.2011. BSN: Jakarta.
- Badan Standar Nasional. 1998. *Petunjuk Pengambilan Contoh Padatan*. BSN: Jakarta.
- Badan Standar Nasional. 2008. *Standar Nasional Indonesia: Metode Pengujian Cemaran Mikroba dalam Daging, Telur dan Susu, Serta Hasil Olahannya*. BSN: Jakarta.
- Dinas Kesehatan Provinsi Bali. 2018. *Profil Kesehatan Provinsi Bali 2017*. Dinas Kesehatan Provinsi Bali: Denpasar.
- Dinas Kesehatan Provinsi Bali. 2022. *Profil Kesehatan Provinsi Bali 2021*. Dinas Kesehatan Provinsi Bali: Denpasar.
- Kamaliah K. 2017. Kualitas sumber air tangkiling yang digunakan sebagai air baku air minum isi ulang dari aspek uji MPN total *Coliform*. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan* **2**(2): 5–12.
- Karen KD, Luiza TC, Lee SHI, Carlos HC, Carlos AFO, Elaine CPDM, Virginia F.A., Lone G, Virginie O. 2017. *Staphylococcus aureus* in some brazilian dairy industries: changes of contamination and diversity. *Frontiers in Microbiology* **8**: 5–8.

- Kurniasih RP, Nurjazuli N. 2015. Hubungan higiene dan sanitasi makanan dengan kontaminasi bakteri *Escherichia coli* dalam makanan di warung makan sekitar terminal Borobudur, Magelang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat* **3(1)**: 549–558.
- Kurniawan D, Fathul F, Erwanto. 2015. Pengaruh penambahan berbagai starter pada pembuatan silase terhadap kualitas fisik dan pH silase ransum berbasis limbah pertanian. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu* **3(4)**: 191–195.
- Marsiti CIR, Suriani N, Sukerti NW. 2019. Strategi pengembangan makanan tradisional berbasis teknologi informasi sebagai upaya pelestarian seni kuliner Bali. *Jurnal IKA* **17(2)**: 128–135.
- Maulana M, Rastina R, Ferasyi TR. 2018. Resistensi *Escherichia coli* terhadap antibiotik dari telur ayam ras di minimarket Darussalam Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner* **2(3)**: 335–340.
- Mayasari A, Zulkarnain, Agrina. 2020. Analisis lingkungan fisik udara terhadap angka kuman udara di rumah sakit. *Jurnal Ilmu Lingkungan* **13(1)**: 81–89.
- Mergani AE, Wanes D, Schecker N, Branitzki-Heinemann K, Naim HY, von Köckritz-Blickwede M. 2021. *Staphylococcus aureus* infection influences the function of intestinal cells by altering the lipid raft-dependent sorting of sucrase–isomaltase. *Frontiers in Cell and Developmental Biology* **9 (2021)**: 1-10.
- Purwanata H, Damiati, Ekayani I. 2023. Persepsi konsumen pada produk lawar plek di desa ketewel kabupaten Gianyar. *Jurnal Kuliner* **3(1)**: 1–10.
- Rahayu RS, Darmawi. 2022. Identifikasi bakteri *Escherichia coli* pada daging sapi di pasar bina usaha meulaboh. *Jurnal Jurnakemas* **2(2)**: 375–385.
- Rahayu SA, Gumilar MH. 2017. Uji cemaran air minum masyarakat sekitar margarahayu raya Bandung dengan identifikasi bakteri *Echerichia coli*. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology* **4(2)**: 50–57.
- Ramadhani W, Rukmi I. 2020. Kualitas mikrobiologi daging ayam broiler di pasar tradisional Banyumanik Semarang. *Jurnal Biologi Tropika* **3(1)**: 8–16.
- Sumardani N, Putri BRT, Putra WAAP. 2020. “Urutan” daging babi fermentasi produksi program pengembangan kewirausahaan Fakultas Peternakan Universitas Udayana. *Buletin Udayana Mengabdi* **19(1)**: 1–5.
- Taufik M, Seftiono, Hermawan. 2018. Karakteristik fisik dan kimia minyak goreng sawit hasil proses penggorengan dengan metode deep-fat frying. *Jurnal Teknologi* **10(2)**: 123–130.
- Tjoantara A, Surudarma I, Wiryanthini I, Sutadarma I. 2023. Deteksi bakteri enterohemorrhagic *Escherichia coli* pada lawar merah babi dengan menggunakan teknik Polymerase Chain Reaction (PCR) pada warung di Denpasar. *Jurnal Medika Udayana* **12(5)**: 50–55.
- Wardani NKYK, Apriyanthi DPRV. 2022. Perbandingan jumlah bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* pada usus babi di peternakan tradisional dengan peternakan intensif di Desa Darmasaba, Kecamatan Abiansemal, Kabupaten Badung. *Bioedutech: Jurnal Biologi, Pendidikan Biologi, dan Teknologi Kesehatan* **1(2)**: 63–75.
- Wulandari Z. 2017. Uji aktivitas antibakteri ekstrak kasar *Caulerpa racemose* dengan pelarut dan bagian alga yang berbeda terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Universitas Brawijaya. [Skripsi].
- Yunia M, Anggun R, Tutiek R, Anna. 2017. Analisis haccp dan uji bakteri produksi bakso daging sapi di Sleman, Yogyakarta. *Kingdom (The Journal of Biological Studies)* **6(6)**: 335–342.