

## DETEKSI *Salmonella typhi* BERBASIS METODE PCR PADA TERASI KERING PADAT BLOK PRODUKSI UMKM DI KABUPATEN LOMBOK TIMUR

[Detection of *Salmonella typhi* Based on PCR Method on Solid Block Dried Shrimp Paste Produced by SMEs in East Lombok Regency]

**Mutia Devi Ariyana<sup>1</sup>, Lalu Unsunnidhal<sup>1</sup>, Firman Fajar Perdhana<sup>1✉</sup>,  
Muhammad Aidil Febriandito<sup>1</sup>, Baiq Rien Handayani<sup>1</sup>, Lulu Diani Zuhdia<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

### ABSTRACT

*Shrimp paste is a fermented shrimp product that is at risk of being contaminated by pathogenic microorganisms, thus potentially causing foodborne diseases. The method for detecting pathogenic microorganisms that has proven to have high specificity and sensitivity in directly detecting the presence of pathogenic bacteria in food samples is the DNA detection methods using Polymerase Chain Reaction (PCR). This research aims to detect the presence of pathogenic bacteria, specifically Salmonella typhi, in shrimp paste products produced by several Small Medium Enterprises (SMEs) in East Lombok Regency using the PCR method. The research samples used were solid block dried shrimp paste from three SMEs in East Lombok Regency. The research results show that the DNA of Salmonella typhi bacteria was not detected in all tested samples. These results indicate that the shrimp paste from the three SMEs in East Lombok has met one of the microbiological quality requirements for shrimp paste based on SNI 2716:2016, which is the absence of Salmonella contamination.*

**Keywords:** Pathogenic bacteria detection, PCR, *Salmonella typhi*, shrimp paste

### ABSTRAK

Terasi merupakan produk fermentasi udang yang berisiko terkontaminasi mikroorganisme patogen, sehingga berpotensi menimbulkan *foodborne diseases*. Metode deteksi mikroorganisme patogen yang terbukti memiliki spesifisitas dan sensitivitas yang tinggi dalam mendeteksi keberadaan bakteri patogen secara langsung pada sampel makanan salah satunya adalah metode deteksi DNA dengan *Polymerase Chain Reaction* (PCR). Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi keberadaan bakteri patogen khususnya *Salmonella typhi* pada produk terasi yang diproduksi oleh beberapa Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) di Kabupaten Lombok Timur menggunakan metode PCR. Sampel penelitian yang digunakan yaitu terasi kering padat blok dari tiga UMKM di Kabupaten Lombok Timur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa DNA bakteri *Salmonella typhi* tidak terdeteksi pada seluruh sampel yang diuji. Hasil ini mengindikasikan bahwa terasi dari tiga UMKM di Lombok Timur tersebut telah memenuhi salah satu persyaratan mutu mikrobiologis terasi berdasarkan SNI 2716:2016 tentang terasi udang yaitu negatif cemaran *Salmonella*.

**Kata Kunci:** Deteksi bakteri patogen, PCR, *Salmonella typhi*, terasi udang

✉ **Corresponding Author:**

Firman Fajar Perdhana

Universitas Mataram

Email: [firmam.perdhana@unram.ac.id](mailto:firmam.perdhana@unram.ac.id)

This is an open access article  
under the **CC BY-SA** license:



## PENDAHULUAN

Terasi merupakan salah satu produk pangan yang banyak dikonsumsi sebagai penyedap oleh masyarakat karena memiliki aroma dan cita rasa yang khas. Pemanfaatan terasi dalam berbagai olahan pangan menuntut adanya jaminan kualitas dan keamanan dari produk terasi yang digunakan karena sebagian besar terasi masih diolah secara tradisional, sehingga menurut Badan Pengawas Obat dan Makanan (2017) terdapat delapan jenis mikroorganisme patogen yang dapat mengkontaminasi terasi diantaranya *Salmonella spp.*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio cholerae* dan *Bacillus cereus*. Oleh karena itu, persyaratan mutu terasi dalam SNI 2716:2016 tentang terasi udang juga dengan tegas mensyaratkan bahwa terasi harus negatif kandungan *Salmonella* per 25 g (Badan Standarisasi Nasional, 2016).

Standar mutu mikrobiologis yang mempersyaratkan bahwa terasi harus negatif kandungan *Salmonella* sangat terkait dengan patogenitas dari jenis bakteri ini terutama serotipe *Salmonella typhi*. Berbeda dengan serotipe lainnya, *Salmonella typhi* dapat menyebabkan *foodborne diseases* berupa demam tifoid dengan gejala bervariasi mulai dari demam, mual dan muntah, bahkan untuk kasus lebih parah dapat menyebabkan kematian (Gamazi, 2015; Hadi dan Alamudi, 2019). Besarnya dampak yang ditimbulkan oleh kontaminasi *Salmonella typhi* pada produk pangan bahkan telah menjadi masalah kesehatan global. Berbagai upaya preventif dilakukan untuk mencegah timbulnya permasalahan kesehatan oleh kontaminasi *Salmonella typhi*, salah satunya berupa penerapan berbagai metode deteksi kontaminasi *Salmonella typhi* dalam produk pangan.

Metode deteksi *Salmonella typhi* yang umum dilakukan pada berbagai produk pangan meliputi metode kultur mikroorganisme, metode biokimia dan metode biomolekuler (Yuhantaka, 2018; Gaffar et al., 2020; Gaffar et al., 2022). Akan tetapi, deteksi bakteri patogen secara kultur mikroorganisme dinilai kurang efektif karena memerlukan waktu pengerjaan yang relatif lama dan risiko kontaminasi yang cukup besar (Widyastuti dan Nurdyansyah, 2017). Kondisi yang serupa juga terjadi pada deteksi dengan metode biokimia, dimana waktu pengerjaan juga relatif lama yaitu tiga sampai enam hari dengan spesifisitas deteksi yang tergolong rendah (Topandi, 2015). Maka dari itu, deteksi biomolekuler dapat menjadi metode alternatif yang disarankan karena menyediakan metode deteksi *Salmonella typhi* yang lebih cepat dan spesifik (Widyastuti dan Nurdyansyah, 2017).

Metode deteksi biomolekuler yang menunjukkan tingkat spesifitas dan sensitifitas deteksi yang tinggi salah satunya adalah metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR). Metode PCR merupakan suatu teknik sintesis dan amplifikasi DNA secara *in vitro* (Yuliana dan Fathurohman, 2020). Proses kerja PCR dapat meniru replikasi DNA yaitu dengan melipatgandakan suatu fragmen DNA yang diinginkan (Kusnadi et al., 2022). Pengujian menggunakan metode PCR juga dapat memberikan hasil yang spesifik karena menggunakan primer yang dirancang untuk mengamplifikasi daerah DNA atau RNA yang spesifik dari target yang ingin dideteksi (Putri, 2017). Aplikasi metode PCR berhasil mendeteksi keberadaan bakteri patogen salah satunya yaitu *Salmonella Typhimurium* pada terasi di pasar tradisional Kota Malang (Gaffar et al. 2022). Berdasarkan pemaparan latar belakang tersebut, maka diharapkan aplikasi metode PCR dapat mendeteksi secara kualitatif bakteri *Salmonella typhi* pada terasi kering padat blok yang merupakan produk utama UMKM di Lombok Timur.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah agarose gel 2%, air steril, DM3100 250bp+10K DNA ladder (SMOBIO, Taiwan), Ethidium Bromide (EtBr), GenLadder 100bp+1.5K (Genaxxon, German), *loading dye* (Thermo scientific, USA), *Presto™ Food DNA Extraction Kit* (Geneaid, Taiwan), sampel terasi kering padat blok A, B dan C dari UMKM di Kabupaten Lombok Timur, sintetik *Open Reading Frame* (ORF) gen (Gene Universal, USA), sintetik primer *Salmonella typhi* (Gene Universal, USA), 1X buffer Tris Borate EDTA (TBE) dan 2x *SensiFAST SYBR™ no-Rox mix* (Bioline Meridian Bioscience, US).

## Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah elektroforesis power supply, inkubator (Mettler, German), *Laminar Air Flow* (LAF) (Streemline, USA), mikrotube 1,5 mL, mikropipet 10 µL (Dragon Lab, China) mikropipet 100 µL (Eppendorf, German), mikropipet 1000 µL (Vitalab, German), mesin microcentrifuge (Prism R., USA), mesin *thermocycler* (PCRmax ECO 48™, USA), mesin *NanoDrop* 2000/2000c *spectrophotometer* (Thermo scientific, USA), *shaking waterbath* (Daihan scientific, Korea Selatan), tip biru, tip kuning, tip putih, *UV-transilluminator* (UVP, UK) dan *vortex* (IKA, German).

## Tahapan Penelitian

### Pemilihan Primer

Primer bakteri *Salmonella typhi* yang digunakan pada penelitian ini merujuk pada penelitian Ariyana et al. (2025) dengan primer forward 5'- CCAGCATGTTACGAATGTGG-3' dan reverse 3'- CAGCCGCACTACGTGATAGA-5' dengan ukuran target 155 bp.

### Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik sampling *non-probability* yang tidak memberi peluang atau kesempatan sama bagi setiap unsur atau anggota populasi untuk dipilih menjadi sampel. Metode dari teknik sampling yang digunakan yaitu, metode sampling jenuh yang dalam penentuan sampelnya bila semua anggota populasi digunakan sebagai sampel karena populasi relatif kecil (Asari et al., 2023). Sampel yang diuji berasal dari pengolahan terasi kemasan di Kabupaten Lombok Timur yang terdiri dari 3 UMKM yaitu A, B dan C. Jenis terasi yang digunakan yaitu terasi kering padat blok yang merupakan produk utama dari ketiga UMKM. Pemilihan sampel jenis terasi yang digunakan dalam penelitian ini sudah mempertimbangkan kualitas dan kondisi terasi yang telah melalui proses pengolahan, yaitu pengeringan dan pengovenan. Terasi yang dipilih harus berasal dari *batch* produksi yang maksimal telah melewati masa simpan antara 10 hingga 14 hari. Hal ini penting untuk memastikan bahwa terasi yang diuji berada dalam kondisi yang seragam dan stabil, mengingat masa simpan dapat mempengaruhi kualitas dan karakteristik terasi. Selain itu, penggunaan *batch* produksi yang berbeda juga dapat memberikan variasi yang cukup representatif dari proses produksi UMKM yang ada di Kabupaten Lombok Timur sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang kualitas terasi yang dihasilkan.

### Pengujian pH dan $a_w$

Pengujian pH sampel dilakukan dengan pH meter sesuai prosedur SNI 01-2891-1992 (Badan Standarisasi Nasional, 1992), sedangkan pengujian  $a_w$  dilakukan dengan  $a_w$  meter portable (Supartono, 2000 dalam Indriyati, 2018).

### Ekstraksi DNA pada Sampel Produk Terasi

Ekstraksi DNA pada sampel produk terasi dilakukan menggunakan *Presto™ Food DNA Extraction Kit* (Jana et al., 2019). Pengujian hasil ekstraksi DNA pada sampel produk terasi menggunakan mesin *Nanodrop* 2000/2000c untuk dapat melihat kemurnian dan konsentrasi DNA yang didapatkan.

### Deteksi Bakteri Patogen dan Kondisi Sistem PCR

Adapun deteksi bakteri dilakukan menggunakan metode PCR dengan mesin *thermocycle* (PCRmax ECO 48™, UK) dan aplikasi ECO. Sebelum dilakukan amplifikasi, dilakukan pencampuran pada setiap sampel dengan beberapa komponen yang dibutuhkan seperti DNA template, master mix, primer *forward*, primer *reverse* dan air steril hingga mencapai volume 20 µL (Chanson, 2022). Kondisi sistem PCR yang digunakan telah melalui tahap optimasi sehingga didapatkan suhu dan waktu pra-denaturasi 95°C selama 2 menit, suhu dan waktu denaturasi 95°C selama 5 detik, suhu dan waktu *annealing* 60°C

selama 5 detik, serta suhu dan waktu ekstensi 72°C selama 15 detik dengan siklus amplifikasi sebanyak 40 kali.

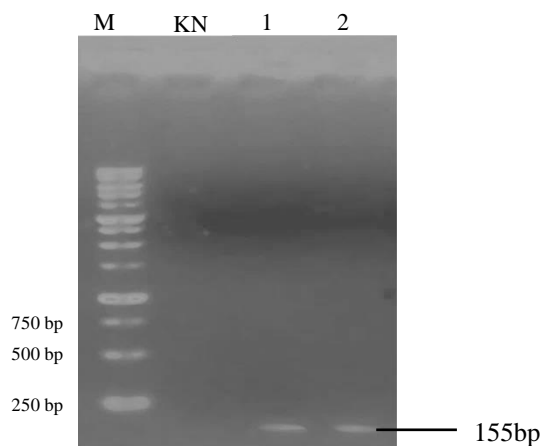
### Visualisasi dengan Teknik Elektroforesis

Hasil produk PCR divisualisasikan menggunakan teknik elektroforesis dengan menggunakan marker DM3100 250bp+10K DNA ladder (SMOBIO, Taiwan) dan GenLadder 100bp+ 1.5K (Genaxxon, Jerman). Hasil pengamatan produk PCR pada gel agarose dengan hasil positif pada gel *agarose* adalah munculnya *band target* yang berpendar sedangkan hasil negatif pada gel agarose adalah tidak adanya *band target* yang berpendar saat dilihat di bawah sinar *ultraviolet* (Fahlevi et al. 2017).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Spesifisitas Primer *Salmonella typhi*

Berdasarkan database *National Center of Biotechnology Information* (NCBI), ditemukan gen spesifik dari bakteri *Salmonella typhi* yaitu *rcaA* (Tabel 2). Berdasarkan urutan gen tersebut diperoleh primer *forward* dan primer *reverse* dengan panjang masing-masing 20 bp. Ukuran primer ini memenuhi panjang pasangan basa yang optimum untuk primer yaitu pada kisaran 18 – 24 bp (Sasmito *et al.*, 2019). Panjang pasangan basa primer yang berada dalam kisaran ini akan memungkinkan penempelan yang efisien pada DNA target tanpa mengganggu spesifisitasnya. Selain ukuran primer, nilai *Tm* juga mempengaruhi spesifitas primer. Nilai *Tm* menunjukkan suhu di mana molekul DNA untai tunggal berpasangan dengan primer, sehingga penting untuk menentukan suhu *annealing* yang optimal dalam PCR supaya primer hanya menempel pada sekuens target yang spesifik. Nilai *Tm* primer hasil desain yaitu 60°C sehingga memenuhi nilai *Tm* ideal yaitu pada kisaran 52°C - 60°C (Miranti *et al.*, 2023). Hasil uji spesifitas primer pada amplifikasi dengan kontrol positif berupa gen sintetik menunjukkan pembentukan pita DNA dengan ukuran sesuai target produk yaitu 155 bp (Gambar 1). Keberhasilan ini menunjukkan bahwa primer yang dirancang menunjukkan spesifitas tinggi dalam mendeteksi bakteri *Salmonella typhi*.



Gambar 1. Hasil Uji Spesifisitas Primer *Salmonella typhi*

Keterangan:

KN : Kontrol Negatif

M : DNA *ladder*

1&2 : Primer *Salmonella typhi*

Tabel 2. Hasil Perancangan Primer *Salmonella Typhi* Menggunakan *Software Online* Primer3Plus

Nama	Ukuran Produk	Panjang Primer	Urutan Sekuen	Keterangan	
<i>Salmonella typhi</i>	155 bp	<i>Forward:</i>	<i>Forward:</i>	<i>Forward:</i>	<i>Reverse:</i>
		Panjang = 20 bp	CCAGCATGTTACGAATGTGG	Tm: 60°C	Tm: 60°C
				GC: 50%	GC: 55%
			<i>Reverse:</i>	ANY: 4.0	ANY: 4.0
		<i>Reverse</i>	CAGCCGCACTACGTGATAGA	SELF: 3.0	SELF: 0.0
		Panjang = 20 bp			

Keterangan:

Bp	: <i>Base pair</i>	A	: Basa nitrogen adenin
Tm	: <i>Melting temperature</i>	C	: Basa nitrogen sitosin
ANY	: <i>Non-specific binding</i>	G	: Basa nitrogen guanin
SELF	: <i>Self-dimer</i>	T	: Basa nitrogen timin

### Konsentrasi DNA Sampel

Hasil dari pengujian konsentrasi DNA sampel (Tabel 3) menunjukkan DNA sampel terasi memiliki konsentrasi yang bervariasi dari 4,2 hingga 33,5 ng/μl. Konsentrasi DNA ini mencerminkan jumlah molekul DNA yang berhasil diekstraksi dari sampel, dan variabilitasnya dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya yaitu jenis sampel. Wardana dan Mushlih (2021) mengatakan bahwa hasil konsentrasi DNA itu dapat dipengaruhi oleh sumber DNA atau jenis sampel yang diisolasi. Menurut Nugraha *et al.* (2019) nilai konsentrasi DNA yang diperoleh dari produk terasi sebesar kurang dari atau sama dengan 10 ng/μl. Sementara itu, konsentrasi yang bersumber dari udang berkisar dari 19 ng/μl hingga 55 ng/μl (Anghthong *et al.*, 2020).

Tabel 3. Hasil Uji Konsentrasi DNA Sampel Terasi

Nama Sampel	Konsentrasi (ng/μl)
A (U <sub>1</sub> )	33,5
A (U <sub>2</sub> )	5,3
B (U <sub>1</sub> )	4,2
B (U <sub>2</sub> )	30,7
C (U <sub>1</sub> )	12,5
C (U <sub>2</sub> )	12,4

Nilai konsentrasi DNA sebesar 0,01 ng/μl hingga 0,1 ng/μl sudah cukup baik untuk dilakukannya amplifikasi dengan metode PCR (Sambrook *et al.*, 1989). Oleh karena itu, konsentrasi DNA sampel terasi yang berkisar antara 4,2 hingga 33,5 ng/μl dapat digunakan dalam proses amplifikasi fragmen DNA target, karena metode PCR memiliki sensitivitas yang tinggi. Hal tersebut juga didukung dengan berhasil teramplifikasinya fragmen DNA *Salmonella* dengan volume konsentrasi sebanyak 0,0005 ng/μl (Yuselman, 2021).

### Kemurnian DNA Sampel

Hasil pengujian kemurnian DNA sampel (Tabel 4) bervariasi dari 1,64 hingga 1,83 yang masih dalam rentang syarat minimal kemurnian DNA sampel untuk dapat melalui proses amplifikasi fragmen DNA. Kemurnian DNA adalah indikator seberapa murni sampel DNA dari kontaminan seperti protein, fenol, atau bahkan organik lainnya yang dapat mengganggu amplifikasi PCR (Wardana dan Mushlih 2021). Dapat dilakukannya amplifikasi PCR, kemurnian DNA memiliki syarat minimal yaitu 1 hingga 2, akan tetapi terdapat nilai ideal pada nilai 1,8 hingga 2 yang diukur dari panjang gelombang absorbansi 260 nm (penyerapan cahaya UV oleh DNA dan RNA) dibagi dengan panjang gelombang absorbansi 280 nm (penyerapan cahaya UV oleh protein, fenol dan bahan organik lainnya) (Rizky *et al.*, 2021).

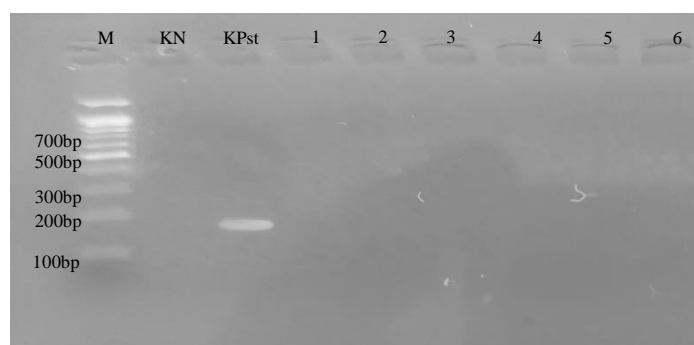
Tabel 4. Hasil Uji Kemurnian DNA Sampel Terasi

Nama Sampel	Kemurnian (A260/A280)
A (U <sub>1</sub> )	1,83
A (U <sub>2</sub> )	1,81
B (U <sub>1</sub> )	1,79
B (U <sub>2</sub> )	1,86
C (U <sub>1</sub> )	1,68
C (U <sub>2</sub> )	1,64

Deoxyribo Nucleic Acid (DNA) yang memiliki nilai kemurnian di bawah 1,8 tetapi masih dalam syarat minimal, tetap dapat dilakukan amplifikasi, seperti yang telah dilakukan oleh Adriany *et al.* (2020) dengan menggunakan DNA sampel yang memiliki nilai kemurnian sebesar 1,5 hingga 1,7 dengan hasil band target yang kurang tebal atau tipis pada gel elektroforesis. Hal yang sama juga telah dilakukan oleh Fitriya *et al.* (2015) dengan menggunakan DNA sampel yang memiliki nilai kemurnian sebesar 1,49 dengan hasil band target yang tipis pada gel elektroforesis. Berdasarkan dari kedua laporan di atas, penggunaan DNA sampel yang memiliki kemurnian DNA di bawah nilai ideal masih memungkinkan terjadinya amplifikasi fragmen DNA pada proses PCR, yang dikonfirmasi dengan kenampakan band target yang tipis pada elektroforesis.

### Deteksi Bakteri Patogen

Deteksi bakteri *Salmonella typhi* dilakukan dengan membandingkan *band* target 6 sampel dengan *band* kontrol positif *Salmonella typhi*. Hasil elektroforesis menunjukkan seluruh sampel yang diuji tidak mengandung bakteri *Salmonella typhi* yang ditandai dengan tidak terbentuknya *band* target pada seluruh sampel yang dapat dilihat pada Gambar 5. Hal ini sesuai dengan SNI 7388:2009 tentang batas maksimum cemaran mikroba pada produk perikanan dan SNI 2716:2016 tentang terasi udang (Badan Standarisasi Nasional, 2009; Badan Standarisasi Nasional, 2016). Tidak terbentuknya *band* target mengindikasikan bahwa seluruh sampel tidak mengandung kontaminan *Salmonella typhi*. Hasil yang serupa dilaporkan oleh Aprilia *et al.* (2023) dimana *Salmonella* dinyatakan negatif pada terasi udang dari pedagang terasi di Kabupaten Sidoarjo.

Gambar 5. Hasil Deteksi Bakteri *Salmonella typhi* pada DNA Sampel Terasi yang Sudah Diampifikasi

Keterangan:

M	: DNA Ladder	1	: A (U <sub>1</sub> )	4	: B (U <sub>2</sub> )
KN	: Kontrol Negatif	2	: A (U <sub>2</sub> )	5	: C (U <sub>1</sub> )
KPsT	: Kontrol Positif <i>Salmonella typhi</i>	3	: A (U <sub>1</sub> )	6	: C (U <sub>2</sub> )

Faktor yang mempengaruhi ada atau tidaknya bakteri *Salmonella typhi* pada sampel terasi diantaranya adalah kandungan garam, suhu, kemasan dan tingkat sanitasi dari pekerja hingga lingkungan produksi (Aristyan *et al.*, 2014; Wulandari *et al.*, 2020; Basriman *et al.*, 2019; Yennie *et al.*, 2022). Kandungan garam pada produk fermentasi dapat mengganggu pertumbuhan bakteri yang tidak tahan terhadap garam berkonsentrasi tinggi (Ahillah *et al.* 2017). Adapun konsentrasi garam dari sampel

terasi A sebesar 16,55%, sampel terasi B sebesar 19,48% dan sampel terasi C sebesar 11,31% (Handayani *et al.* 2023). Tingginya konsentrasi garam pada ketiga sampel dapat meminimalisir adanya bakteri yang tidak tahan terhadap kadar garam tinggi pada sampel terasi udang. Hasil penelitian ini juga didukung oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Mulyani *et al.* (2021) bahwa bakteri *Salmonella* juga tidak ditemukan pada terasi udang dengan konsentrasi garam yang bervariasi hingga 15%. Hasil ini mendukung temuan bahwa lingkungan berkadar garam tinggi efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Salmonella typhi*.

Suhu dan lama pengovenan terasi juga berperan dalam menentukan ada atau tidaknya *Salmonella typhi* pada sampel terasi. Penggunaan suhu pemanasan yang tinggi dan lama pemanasan yang panjang dapat mempengaruhi nilai *water activity* ( $a_w$ ), dimana apabila semakin tinggi suhu dan waktu pemanasan maka semakin kecil pula nilai  $a_w$  (Paramita dan Leviana, 2017). Berdasarkan data pendukung yang diperoleh dari produsen diketahui bahwa sampel terasi A diproduksi dengan suhu pengovenan 150°C selama 30 menit, sampel terasi B diproduksi dengan suhu pengovenan 150°C selama 2 jam dan sampel terasi C diproduksi dengan suhu pengovenan 260°C selama 1 jam sehingga menghasilkan nilai  $a_w$  berturut-turut 0,66; 0,66 dan 0,63. Nilai  $a_w$  yang sangat rendah ini menunjukkan ketersediaan air yang terbatas untuk aktivitas bakteri, sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen terutama *Salmonella typhi* karena berdasarkan Leistner *et al.* (1981) nilai  $a_w$  minimum pertumbuhan bakteri *Salmonella* adalah 0,95.

Selain  $a_w$ , nilai pH juga dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri pada produk terasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh sampel yang diuji memiliki pH dalam rentang kondisi basa yaitu berturut-turut 7,82; 8,06 dan 7,72. Nilai pH yang berada di kisaran basa secara umum tidak mendukung pertumbuhan banyak jenis bakteri patogen yang memiliki pertumbuhan optimal pada lingkungan yang sedikit asam atau netral. Menurut Suriani *et al.* (2013) bahwa nilai pH yang dapat membantu pertumbuhan bakteri memiliki rentan nilai kisaran dari 6,5 hingga 7,5. Dengan demikian, kombinasi antara nilai  $a_w$  yang rendah dan pH yang tinggi pada ketiga jenis produk terasi UMKM Kabupaten Lombok Timur berkontribusi terhadap keamanan produk dengan mencegah pertumbuhan bakteri *Salmonella typhi*.

Faktor lain yang berkontribusi terhadap keamanan produk terasi UMKM Kabupaten Lombok Timur adalah penggunaan kemasan yang sesuai. Sampel terasi A dan B dikemas dengan kemasan plastik *Oriented Polypropylene* (OPP), sedangkan sampel terasi C dikemas dengan cup plastik *Polypropylene* (PP). Penggunaan kemasan plastik yang steril dan higienis dapat mengurangi resiko kontaminasi bakteri patogen terhadap terasi selama proses penyimpanan dan menjaga supaya terasi tetap aman dikonsumsi. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Pongsetkul *et al.* (2022) terhadap kontaminasi bakteri patogen terhadap terasi yang dikemas menggunakan kemasan plastik *polypropylene* (PP) yang dapat mencegah dan mengurangi adanya kontaminasi pada produk terasi.

Praktik sanitasi yang baik dalam proses produksi juga dapat menjadi faktor kunci lainnya yang menentukan kualitas akhir produk terasi. Handayani *et al.* (2023) menyampaikan bahwa produsen terasi A, B dan C menjaga sanitasi dengan baik mulai dari sanitasi pekerja, peralatan, bahan baku hingga ruang pengolahan. Menurut Nuryanti *et al.* (2017) dan Aristyan *et al.* (2014) sanitasi yang baik dari pekerja seperti menjaga kebersihan pekerja dan tempat kerja dapat mencegah terjadinya kontaminasi bakteri salah satunya yaitu *Salmonella sp.*

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dengan metode PCR dapat disimpulkan bahwa sampel terasi kering padat blok produksi UMKM di Kabupaten Lombok Timur tidak mengandung cemaran *Salmonella typhi*. Hasil ini mengindikasikan bahwa terasi dari tiga UMKM di Lombok Timur tersebut telah memenuhi salah satu persyaratan mutu mikrobiologis terasi berdasarkan Standar Nasional Indonesia No. 7388:2009

tentang Produk Perikanan dan Standar Nasional Indonesia No. 2716:2016 tentang terasi udang yaitu negatif cemaran *Salmonella*.

## REFERENCES

- Adriany, D. T. Bakri, A. A. & Bungalim, M. I. (2020). Perbandingan metode isolasi DNA terhadap nilai kemurnian DNA untuk pengujian *white spot syndrom virus* (wssv) pada Lobster Bambu (*Panulirus versicolor*). *Prosiding Simposium Nasional VII Kelautan dan Perikanan*, 239-246.
- Ahillah, N., Rusdanillah, A., Afiana, W., Sulistiani, R. & Mail, R. P. L. (2017). Pengaruh konsentrasi garam pada fermentasi Ikan Wader (*Rasbora lateristriata*). *Bioedukasi*, 10(2): 12-17.
- Angthong, P., Uengwetwanit, T., Pootakham, W., Sittikankaew, K., Sonthirod, C., Sangsrakru, D., Yoocha, T., Nookaew, I. Wongsurawat, T., Jenjaroepon, P., Rungrassamee, W. & Karoonuthaisiri, N. (2020). Optimization of high molecular weight DNA extraction methods in shrimp for a long-read sequencing platform. *Peer*, 1-18.
- Aprilia, D. S., Rosida & Priyanto, A. D. (2023). Food safety of shrimp paste products in Sidoarjo regency judging from the presence of microbiological contamination and chemical contamination. *Asian Journal of Applied Research for Community Development and Empowerment*, 3(3), 161-168.
- Aristyan, I., Ibrahim, R., & Rianingsih, L. (2014). Pengaruh perbedaan kadar garam terhadap mutu organoleptik dan mikrobiologi terasi rebon (*Acetes* sp.). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(2), 60-66.
- Ariyana, M.D., Perdhana, F.F., & Unsunnidhal, L. (2025). In silico design of multiplex PCR primers for the detection of foodborne pathogens in fermented shrimp paste (terasi) from Lombok Island: in silico PCR and primer verification. *West Science Nature and Technology*, 3(2), 77-85.
- Asari, A., Zulkarnaini, Hartatik, Anam, A. C., Suparto, Litamahuputty, J. V., Dewadi, F. M., Prihastuty, D. R., Maswar, Syukrilla, W. A., Murni, N. S., & Sukwika, T. (2023). *Pengantar statistika*. PT. Mafy Media Literasi Indonesi.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2017). *Produksi pangan untuk industri rumah tangga terasi udang*. Direktorat Surveilans dan Penyuluhan Keamanan Pangan Deputi Bidang Pengawasan Keamanan Pangan dan Bahan Berbahaya Badan Pengawas Obat dan Makanan.
- Badan Standardisasi Nasional. (1992). *Cara uji makanan dan minuman (SNI 01-2891-1992)*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). *Batas maksimum cemaran mikroba dalam pangan (SNI 7388:2009)*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *Terasi udang (SNI 2716:2016)*. Badan Standardisasi Nasional.
- Basriman, I., Harso, D. B., & Mulyono, N. (2019). Mutu mikrobiologis udang selama penyimpanan dalam kemasan plastik biodegradable dengan matriks damar daging dan pati tapioka. *Jurnal Teknologi pangan dan Kesehatan*, 1(1), 49-57.



- Chanson, A. (2022). *Identifikasi resistensi antibiotik dan analisis secara genotipik pada Salmonella spp. asal karkas ayam*. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, 2022.
- Fahlevi, M. R., Bakti, D., & Sitepu, S. F. (2017). Karakteristik molekuler *Elaeidobius kamerunicus* Faust. (Coleoptera: Curculionidae) asal Sumatera Utara menggunakan metode *amplified fragment length polymorphism* (AFLP). *Jurnal Agroekoteknologi*, 5(4), 941-953.
- Fitriya, R. T., Ibrahim, M., & Lisdiana, L. (2015). Keefektifan metode isolasi DNA kit dan CTAB/NaCl yang dimodifikasi pada *Staphylococcus aureus* dan *Shigella dysenteriae*. *Lentera Bio: Berkala Ilmiah Biologi*, 4(1), 87-92.
- Gaffar, A., Umami, S. S., & Supardan, D. (2020). Bacterial pollution of a traditional terasi, shrimp paste rebon (*Mysis relicta*). *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 408, 142-146.
- Gaffar, A., Jatmiko, Y. D., & Prihanto, A. A. (2022). Multiplex pcr for the detection of *Salmonella* spp. in Indonesian traditional shrimp paste (terasi). *Journal of Biological Researches*, 27(2), 98-104.
- Gamazi, A. (2015). *Serangan dahsyat tahun ini bahaya flu arab MERS-CoV*. Penerbit Kencana.
- Hadi, M. I., & Alamudi, M. Y. (2019). *Imunodiagnostik pada bakteri dan jamur*. Zifatama Jawara.
- Handayani, B. R., Zainuri, Ariyana, M. D., Rahayu, T. I., Pawestri, S., Pertiwi, M G. P., Sinaga, Y. M. R., Jannah, M., Afgani, C. A., Ulfa, L. R., & Astria, B. R. (2023). *Terasi Nusa Tenggara Barat Manfaat Pengolahan dan Mutu*. Selaksa Media.
- Indriyati, R. (2018). *Pengaruh lama perendaman dalam larutan kapur terhadap kadar air, kadar abu, dan water activity (aw) kerupuk ceker ayam*. [Tesis]. Universitas Brawijaya.
- Jana, M., Adriana, V., & Eva K. (2019). Evaluation of DNA extraction methods for culture-independent real-time PCR-based detection of *Listeria monocytogenes* in Cheese. *Food Analytical Methods*, 13(3), 667-677.
- Kusnadi, J., Arumingtyas, E. L., & Hakiki, H. M. (2022). *Aplikasi teknik PCR untuk autentikasi halal*. UB Press.
- Leistner, L., Rodel, W. & Krispien, K. (1981). Microbiology of meat products on high and intermediate-moisture range in water activity. *Influences on food quality*. In L. B. Rockland & G. F. Stewart. (Eds.). Academic.
- Miranti, K. A., Wahyuni, S., Permana, T. I., Fatmawati, D., & Nuryady, M. M. (2023). Desain primer spesifik vektor dengue *Aedes aegypti* berdasarkan DNA Pengkode ITS-1,5.8S ribosomal RNA dan ITS-2. *Jurnal Veteriner*, 24(1), 76-82.
- Mulyani, S., Vestiyati, P. M., Kusnandar, Alamsyah, H. K. & Simanjuntak, S. W. (2021). Effect of differences in salt concentration on the quality of rebon shrimp paste (*Acetes* sp) in Tegal District. *IOP Confrence Series: Earth and Environmental Science*, 755(1), 1-14.

- Nugraha, R., Nurilmala, M., Nurjanah, & Pratama, P. (2019). Detection of *Salmonella* sp. in fisheries product using real-time PCR. *Embrio*, 1-5.
- Nuryanti, F., Junianto, & Lili, W. (2017). Analisis sanitasi dan higiene unit pengolahan ikan KEP.01/MEN/2007 (Studi kasus pengolahan otak-otak bandeng di UKMP Juwita Food Bandung). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 8(2), 126-132.
- Pongsetkul, J., Benjakul, S., & Boonchuen, P. (2022). Changes in volatile compounds and quality characteristics of salted shrimp paste stored in defferent packaging containers. *MDPI Journal Fermentation*, 8(1), 1-19.
- Paramita, V., & Leviana, W. (2017). Pengaruh suhu terhadap kadar air dan aktivitas air dalam bahan pada kunyit (*Curcuma longa*) dengan alat pengering *electrical oven*. *Jurnal METANA*, 13(2), 37-44.
- Putri, R. M. (2017). *Uji spesifitas primer 12S DNA mitokondria kambing (Capra hircus) menggunakan real-time polymerase chain reaction*. [Skripsi]. UIN Syarif Hidayatullah.
- Rizky, B. N., Ruth, M. S. M. A, & Yudianto, A. (2021). DNA purity and concentration analysis from toothpick as the evidence for forensic examination. *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, 89-91.
- Sambrook, J., Fritsch, E. F., & Maniatis, T. (1989). *Molekular cloning: A laboratory manual*. Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Sasmito, D. E. K., Kurniawan, R., & Muhimmah, I. (2014). Karakteristik primer pada *polymerase chain reaction* (PCR) untuk sekuensing DNA: *Mini review*. *Seminar Nasional Informatika Medis*, 1(1), 93-102.
- Suriani, S., Soemarno, & Suharjono. (2013). Pengaruh suhu dan pH terhadap laju pertumbuhan lima isolat bakteri anggota genus *Pseudomonas* yang diisolasi dari ekosistem sungai tercemar deterjen di sekitar kampus Universitas Brawijaya. *J-PA*, 3(2), 58-62.
- Topandi. (2015). *Deteksi bakteri Vibrio sp. secara biokimia pada sampel air budidaya siput mata bulan (Turbo chrysostomus) dan teripang pasir (Holothuria scabra) di Teluk Kodek, Lombok Utara*. [Skripsi]. Universitas Brawijaya.
- Wardana, A. C., & Mushlih, M. (2021). Comparison the quality of template DNA isolated by column method with and without centrifugation. *Indonesian Journal of Innovation Studies*, 15(1), 6-9.
- Widyastuti, D. A., & Nurdyansyah, F. (2017). Deteksi molekuler mikroorganisme patogen pada bahan pangan dengan metode RT-PCR. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*, 1(1), 80-89.
- Wulandari, E., Tampoebolon, B. I. M., Widiyanto, & Pujaningsih, R. I. (2020). Uji mikrobiologi *Salmonella*, water activity dan total bakteri multnutrien blok dan cangkang kerang dan cangkang telur sebagai sumber mineral. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 15(1), 43-49.

- Yennie, Y., Hariyadi, R. D., Kusumaningrum, H. D., & Poernomo, A. (2022). Kontaminasi *Staphylococcus aureus* dan *Bacillus cereus* pada susyi ditingkat ritel di wilayah JABODETABEK. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25(2), 331-344.
- Yuhantaka, N. (2018). *Identifikasi bakteri Vibrio cholerae pada terasi tanpa penambahan dan dengan penambahan ekstrak kulit buah naga merah*. [Karya Tulis Ilmiah]. Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Insan Cendekia Medika.
- Yuliana, A., & Fathurohman, M. (2020). *Teori dasar dan implementasi perkembangan biologi sel dan molekuler*. CV. Jakad Media Publishing.
- Yuselman, O. (2021). *Desain primer dan optimasi metode polymerase chain reaction (PCR) spesifik Salmonella sp. untuk pengembangan metode deteksi patogen pada sampel air minum isi ulang*. [Skripsi]. Universitas Negeri Padang.