

## **Identifikasi *Salmonella typhi* Menggunakan Kultur dan Pewarnaan Gram di Pemandian Air Panas Bora Sigi**

*(Identification of *Salmonella typhi* Using Culture and Gram Staining at the Bora Sigi Hot Springs)*

**Annisa Putri Sumantri<sup>1\*</sup>, Muhammad Sabir<sup>2</sup>, Ressy Dwiyanti<sup>3</sup>, Andi Nur Asrinawaty<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Kedokteran, Universitas Tadulako

<sup>2</sup>Departemen Mikrobiologi, Bagian Infeksi Tropis dan Traumatologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Tadulako

<sup>3</sup>Departemen Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Tadulako

<sup>4</sup>Departemen Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Tadulako

\*Koresponden Penulis: [annisa.aps20@gmail.com](mailto:annisa.aps20@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Pemandian air panas merupakan ekosistem yang memungkinkan pertumbuhan mikroorganisme, termasuk *Salmonella typhi*, bakteri patogen penyebab demam tifoid yang ditularkan melalui jalur fekal-oral. Lingkungan pemandian air panas dapat menjadi media potensial kontaminasi apabila kebersihan tidak terjaga. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi keberadaan *Salmonella typhi* pada air kolam Pemandian Air Panas Bora Sigi melalui pemeriksaan kultur dan morfologi bakteri. Penelitian menggunakan desain deskriptif eksploratif dengan populasi penelitian adalah mikroorganisme pada air kolam pemandian air panas Bora dan sampel air diambil pada tiga titik kolam dan tiga waktu berbeda (total sembilan sampel). Identifikasi dilakukan melalui kultur pada media *nutrient agar* dengan metode *pour plate* dan pengamatan mikroskopis menggunakan pewarnaan gram sebagai instrumen identifikasi morfologi. Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan koloni dengan ciri sel berbentuk batang (basil), menyebar, dan berwarna merah yang menandakan bakteri Gram negatif yang sesuai karakteristik *Salmonella typhi*. Dari total 30 isolat yang berhasil diperoleh, 4 isolat (13,3%) teridentifikasi sebagai *Salmonella typhi*. Air pada beberapa titik kolam di Pemandian Air Panas Bora Sigi terindikasi terkontaminasi bakteri patogen seperti *Salmonella typhi* sehingga berpotensi menimbulkan risiko penularan. Diperlukan pemantauan kualitas air secara rutin, peningkatan sanitasi lingkungan, serta edukasi bagi pengunjung untuk menjaga kebersihan di area pemandian.

**Kata kunci:** *Salmonella typhi*, kultur bakteri, pewarnaan gram, pemandian air panas bora sigi

### **ABSTRACT**

*Hot springs are ecosystems that allow the growth of microorganisms, including *Salmonella typhi*, a pathogenic bacterium that causes typhoid fever transmitted through the fecal-oral route. The hot spring environment can be a potential medium for contamination if hygiene is not maintained. This study aims to identify the presence of *Salmonella typhi* in the water of the Bora Sigi Hot Springs through bacterial culture and morphology examination. This study used an exploratory descriptive design with a research population consisting of microorganisms in the water of the Bora hot springs. Water samples were taken at three points in the pool and at three different times (a total of nine samples). Identification was carried out through culture on nutrient*

DOI: <https://doi.org/10.51888/phj.v16i2.382>

agar media using the pour plate method and microscopic observation using Gram staining as an instrument for morphological identification. The results of the study showed colony growth with rod-shaped cells (basil), spreading, and red in color, indicating Gram-negative bacteria consistent with the characteristics of *Salmonella typhi*. Of the total 30 isolates obtained, 4 isolates (13.3%) were identified as *Salmonella typhi*. Water at several points in the Bora Sigi Hot Springs was indicated to be contaminated with pathogenic bacteria such as *Salmonella typhi*, posing a potential risk of transmission. Regular monitoring of water quality, improved environmental sanitation, and education for visitors on maintaining cleanliness in the bathing area are required.

**Keywords:** *Salmonella typhi*, bacterial culture, gram staining, bora sigi hot springs

## PENDAHULUAN

Kolam air panas adalah ekosistem ekstrem yang ditandai dengan adanya air yang keluar dengan suhu lebih dari 37°C. Pencemaran mikrobiologis pada pemandian air panas dapat disebabkan oleh kontaminasi fekal maupun non-fekal. Pencemaran fekal umumnya berasal dari feses hewan, seperti burung dan tikus, yang berada di sekitar kolam. Sementara itu, pencemaran non-fekal bisa terjadi akibat aktivitas pengunjung. Pencemaran fekal umumnya berasal dari feses hewan, seperti burung dan tikus, yang berada di sekitar kolam. Sementara itu, pencemaran non-fekal bisa terjadi akibat aktivitas pengunjung, seperti muntahan, lendir, atau air liur yang mencemari air kolam. (Massora, 2022; Wahyuni, 2022) Salah satu faktor lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan mikroorganisme adalah suhu. Setiap mikroorganisme memiliki kisaran suhu tertentu serta suhu optimum untuk berkembang. (Nurhayati, 2022) Kemampuan mikroorganisme beradaptasi pada suhu ekstrem, terutama dipengaruhi oleh cara kerja protein di dalam sel. Protein tersebut memiliki struktur khusus yang membuatnya tetap stabil dan berfungsi meskipun berada pada suhu sangat tinggi. (Verma, 2022).

*Salmonella typhi* adalah bakteri yang termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae*. *Salmonella typhi* dapat hidup pada suhu 15-41°C (suhu optimum 37°C). *Salmonella typhi* adalah bakteri gram negatif berbentuk batang berukuran 0,7-1,5 µm x 2,0-5,0 µm, mempunyai flagela, bersifat motil, berkapsul, serta tidak membentuk spora. Bakteri ini merupakan penyebab utama demam tifoid pada manusia dan sangat spesifik terhadap inangnya. Penyakit ini ditularkan melalui jalur fekal-oral. (Sianturi, 2023; Nasution, 2022).

Media kultur atau media pertumbuhan mikroorganisme adalah campuran bahan nutrisi yang digunakan oleh mikroorganisme untuk tumbuh dan berkembang biak. Bakteri memanfaatkan nutrisi dalam media untuk membentuk komponen selnya, sehingga dapat berkembang biak. (Atmanto, 2022; Toruan, 2023) Media yang dapat mendukung pertumbuhan hampir semua jenis mikroorganisme, contohnya adalah *nutrient agar* (NA), yang merupakan media non-selektif. Selain menggunakan *nutrient agar*, uji bakteri *Salmonella typhi* juga dapat dilakukan dengan media selektif, seperti SSA (*Salmonella Shigella Agar*). (Atmanto, 2022; Hasmia, 2022) Mikroorganisme yang telah dikultur dalam media kultur dapat diidentifikasi dengan mengamatinya di bawah mikroskop. Pengamatan tanpa pewarnaan lebih sulit dilakukan dan tidak memungkinkan untuk melihat bagian-bagian sel secara rinci. Pewarnaan gram adalah prosedur pengecatan diferensial yang mengelompokkan bakteri menjadi gram positif dan gram negatif. Pewarnaan gram terdiri dari 3 tahapan, yaitu *primary stain*, *decolorizing*, dan *counterstain*. (Atmanto, 2022).

Berdasarkan latar belakang di atas, pemandian air panas memiliki suhu diatas 37°C dan bakteri *Salmonella typhi* dapat hidup pada suhu 15-41°C (suhu optimum 37°C) sehingga untuk mengetahui keberadaan bakteri tersebut dilakukannya pengambilan

sampel air kolam dengan melakukan pemeriksaan kultur dan morfologi di Taman Wisata Pemandian Air Panas Bora Sigi.

**METODE PENELITIAN**

Jenis penelitian ini merupakan penelitian dengan desain deskriptif eksploratif. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei hingga Juni 2025. Lokasi penelitian meliputi tiga titik kolam di Taman Wisata Pemandian Air Panas Bora, Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah dan Laboratorium Mikrobiologi Farmasi Prodi Farmasi, Fakultas MIPA Universitas Tadulako. Populasi penelitian adalah mikroorganisme pada air kolam pemandian air panas Bora dan sampel penelitian adalah air kolam yang diambil dari beberapa titik yang berbeda di pemandian air panas Bora. Penelitian ini memiliki 9 sampel dengan tiga titik pengambilan sampel dan tiga waktu yang berbeda. Hasil analisis data yang diperoleh dari semua tahapan penelitian. Analisis hasil akan dilakukan secara deskriptif, yaitu dengan memberikan penjelasan data yang diperoleh dan disajikan menggunakan tabel dan gambar.

Pembuatan media kultur dengan media *nutrient agar* dan dilakukan pengenceran sampel secara bertingkat ( $10^{-1}$  hingga  $10^{-5}$ ). Prosedur kultur dilakukan dengan metode *pour plate*. Kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24-48 jam. Setelah masa inkubasi, koloni yang tumbuh diamati secara makroskopis meliputi bentuk, warna, ukuran, tepi, dan permukaan koloni. Koloni yang menunjukkan ciri dari *Salmonella typhi* kemudian diambil untuk pemeriksaan mikroskopis. Pewarnaan dilakukan menggunakan metode pewarnaan Gram.

Semua prosedur dilakukan dengan memperhatikan aspek etika penelitian, termasuk *legality, anonymity, confidentiality*, dan persetujuan komite etika. Penelitian ini telah disetujui oleh Komite Etik Penelitian Kedokteran dan Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Tadulako dengan pernyataan komisi etik nomor 5991/UN28.10/KL/2025.

**HASIL**

Sebanyak sembilan sampel air diambil dari tiga titik kolam pada tiga waktu yang berbeda. Berdasarkan tabel 1. sampel penelitian, menunjukkan perbandingan rata-rata suhu yang tidak signifikan dari suhu awal di kolam, suhu di wadah hingga suhu di laboratorium. Terdapat beberapa sampel yang mengalami peningkatan dan penurunan suhu.

**Tabel 1. Sampel penelitian**

Hari	Titik Kolam	Waktu	Suhu Awal	Suhu di wadah	Suhu di laboratorium	Rata-rata suhu setiap kolam	Aroma	Warna	Keberadaan <i>Salmonella typhi</i>
1	1	10.55	56 °C	56 °C	53 °C	55 °C	Belerang	Kuning kehijauan	Tidak ada
	2	11.02	40 °C	40 °C	42 °C	40,6 °C	Tidak beraroma	Jernih	Ada
	3	11.11	40 °C	40 °C	41 °C	40,3 °C	Tidak beraroma	Kuning	Ada
2	1	10.35	58 °C	56 °C	54 °C	56 °C	Belerang	Kuning kehijauan	Ada
	2	10.40	44 °C	44 °C	41 °C	43 °C	Tidak beraroma	Jernih	Tidak ada
	3	10.46	40 °C	40 °C	38 °C	39,3 °C	Tidak beraroma	Kuning	Tidak ada

	1	10.10	56 °C	56 °C	53 °C	55 °C	Belerang	Kuning kehijauan	Tidak ada
3	2	10.20	42 °C	42 °C	40 °C	41,3 °C	Tidak beraroma	Jernih	Tidak ada
	3	10.15	42 °C	42 °C	39 °C	41 °C	Tidak beraroma	Kuning	Ada

Sumber: Data Primer 2025

Tabel 2. hasil kultur bakteri memiliki jumlah koloni yang bervariasi. Pada pengenceran -1, sebagian besar sampel menunjukkan pertumbuhan koloni yang padat. Sementara itu, pengenceran yang lebih tinggi jumlah koloni menjadi lebih terukur dan memungkinkan dilakukan estimasi populasi mikroorganisme dalam sampel melalui perhitungan CFU.

**Tabel 2. Hasil kultur bakteri**

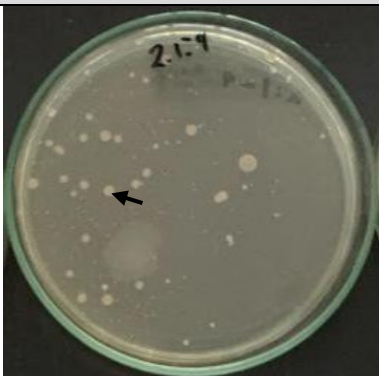
Hari	Kolam	Pengenceran	Jumlah koloni	Warna koloni	Karakteristik koloni	
1	1	-1	TNTC (Too Numerous to Count)	Putih keruh	Bulat, beberapa tepi rata	
		-2	±45	Putih keabuan	Bulat tepi halus	
		-3	±3	Putih kekuningan	Koloni besar dan kasar	
	2	-3	±30	Putih krem	Bulat, licin, dan kasar	
		-4	±40	Putih krem, putih susu	Bulat tepi halus, cembung	
		-5	±20	Krem kekuningan	Besar tepi tidak teratur	
		-1	TNTC (Too Numerous to Count)	Putih krem	Banyak koloni menyatu	
	3	-2	±250	Putih susu	Bulat kecil merata	
		-3	±75	Putih kekuningan	Bulat merata	
		-4	±60	Putih susu	Bulat mengkilap, cembung	
		-5	±30	Putih krem	Bulat hanya di satu sisi	
	2	1	-1	TNTC (Too Numerous to Count)	Putih krem	Koloni padat, kecil-sedang, halus
			-2	±180	Putih kekuningan	Kecil, permukaan licin dan cembung
			-3	±35	Krem, abu-abu	Koloni besar bergerigi
			-4	±45	Putih kekuningan, transparan	Kecil, bulat, permukaan halus
2		-1	TNTC (Too Numerous to Count)	Putih, krem, kekuningan	Koloni padat, bulat	
		-2	±150	Putih krem	Ukuran bervariasi, cembung, tersebar	
		-3	±45	Krem kekuningan	Bulat permukaan halus	
		-4	±5	Transparan	Sedikit titik kecil	
		-5	±20	Putih krem	Kemungkinan jamur	

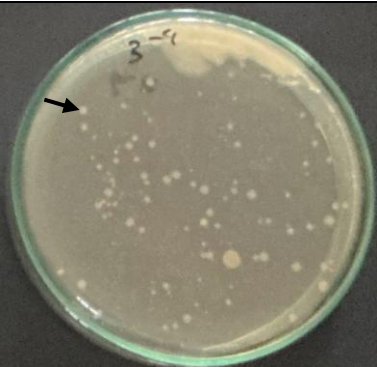
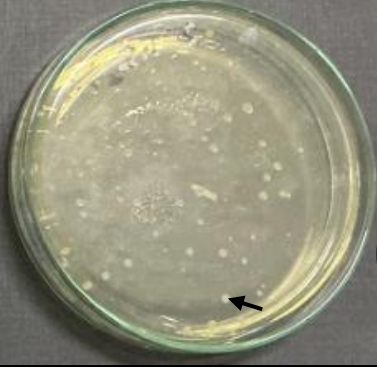

		-2	±60	Krem, putih	Bulat, permukaan rata - cembung
3		-3	±120	Putih krem	Bulat, kecil, merata
		-4	±8	Putih keabuan	Koloni besar, permukaan bercak
		-5	±2	Putih krem	Koloni besar berbulu
1		-1	±75	Krem, kuning pucat	Kecil hingga sedang, bulat dan merata
		-2	±35	Krem kekuningan	Bulat sedang, tidak merata
		-3	±15	Transparan, krem	Tidak padat, koloni besar-sedang
3	2	-1	±25	Krem transparan	Besar menyatu, tidak merata
		-2	±40	Krem kekuningan	Bulat kecil-sedang, tepi tidak rata
		-3	±30	Krem pucat	Seperti rantai, bentuk bervariasi
3		-1	±50	Krem, transparan	Ukuran bervariasi, bulat menyatu
		-2	±20	Krem pucat	Bulat kecil, menyebar merata
		-3	±35	Krem agak gelap	Bulat besar, tepi halus

Sumber : Data Primer 2025

Tabel 3. Identifikasi koloni, Hasil kultur diduga merupakan koloni *Salmonella typhi* pada media *nutrient agar* yang menunjukkan morfologi koloni yang mendukung identifikasi awal terhadap bakteri ini. Pada sampel, koloni memiliki tepi rata, permukaan halus, berbentuk bulat dan berwarna putih-transparan.

**Tabel 3. Identifikasi Koloni *Salmonella typhi***

Sampel	Karakteristik	Gambar
H1.2(-4)	Bulat, tepi rata, permukaan halus, cembung	

H1.3(-4)	Berbentuk bulat, cembung, tepi rata, permukaan halus	
H2.1(-4)	Berbentuk bulat, cembung, tepi rata, permukaan halus	
H3.3(-1)	Bulat, tepi rata, permukaan halus, cembung	

Sumber : Data Primer 2025

tabel 4. distribusi jenis bakteri, bakteri *Salmonella typhi* ditemukan sebanyak 4 dari total 30 isolat bakteri yang diidentifikasi, dengan presentase 13,3%. Bakteri ini merupakan family *Enterobacteriaceae*, tergolong gram negatif dan bersifat mesofilik. Jumlah isolat ini terbanyak keempat setelah bakteri *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *proteus mirabilis*.

**Tabel 4. Hasil kultur bakteri**

Hari	Kolam	Rata-rata suhu sampel	Bakteri	Gram	Sifat suhu
	1	55 °C	<i>Proteus mirabilis</i>	Negatif	Mesofilik
			<i>Staphylococcus aureus</i>	Positif	Mesofilik
			<i>Escherichia coli</i>	Negatif	Mesofilik
			<i>Proteus mirabilis</i>	Negatif	Mesofilik

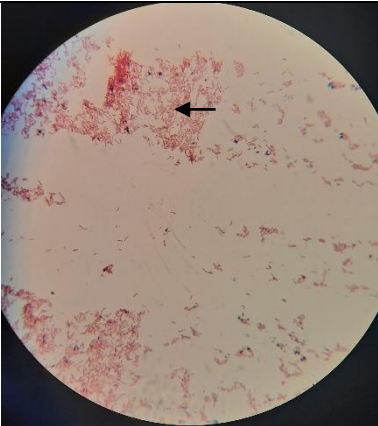
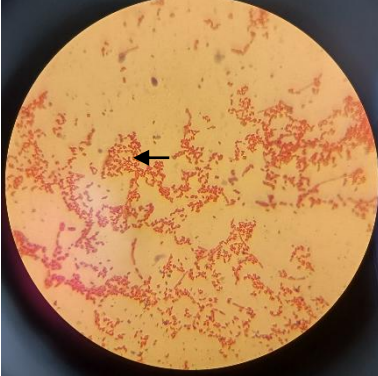
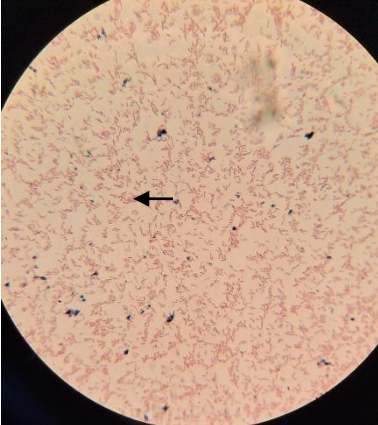
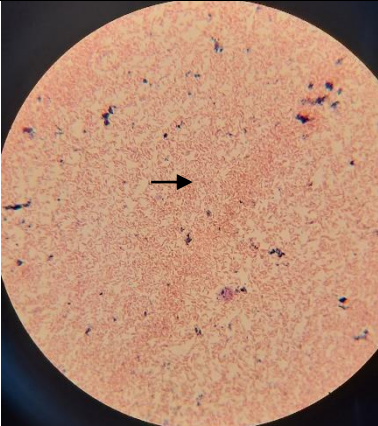
1	2	40,6 °C	<i>Aureginosa sp.</i>	Negatif	Mesofilik
			<i>Salmonella typhi</i>	Negatif	Mesofilik
			<i>Staphylococcus aureus</i>	Positif	Mesofilik
3	40,3 °C	<i>Proteus mirabilis</i>	Negatif	Mesofilik	
		<i>Escherichia coli</i>	Negatif	Mesofilik	
		<i>Salmonella typhi</i>	Negatif	Mesofilik	
1	56 °C	<i>Campylobacter sp.</i>	Negatif	Termofilik	
		<i>Salmonella typhi</i>	Negatif	Mesofilik	
		<i>Escherichia coli</i>	Negatif	Mesofilik	
2	2	43 °C	<i>Proteus mirabilis</i>	Negatif	Mesofilik
			<i>Streptobacillus</i>	Negatif	Mesofilik
			<i>Escherichia coli</i>	Negatif	Mesofilik
3	3	39,3 °C	<i>Staphylococcus aureus</i>	Positif	Mesofilik
			<i>Escherichia coli</i>	Negatif	Mesofilik
			<i>Campylobacter sp.</i>	Negatif	Termofilik
1	55 °C	<i>Proteus mirabilis</i>	Negatif	Mesofilik	
		<i>Escherichia coli</i>	Negatif	Mesofilik	
		<i>Staphylococcus aureus</i>	Positif	Mesofilik	
3	2	41,3 °C	<i>N. gonorrhoe</i>	Negatif	Mesofilik
			<i>Staphylococcus aureus</i>	Positif	Mesofilik
			<i>Streptobacillus</i>	Negatif	Mesofilik
3	3	41 °C	<i>Bacillus anthracis</i>	Positif	Mesofilik
			<i>Staphylococcus aureus</i>	Positif	Mesofilik
			<i>Escherichia coli</i>	Negatif	Mesofilik
			<i>Salmonella typhi</i>	Negatif	Mesofilik

Sumber : Data Primer 2025

tabel 5. hasil pewarnaan gram dan karakteristik sel, seluruh sampel diduga dari bakteri *Salmonella typhi* yang menunjukkan hasil gram negatif, berbentuk basil (batang), dan berwarna merah.

**Tabel 5. Hasil Pewarnaan Gram dan Karakteristik Sel**

Kode Sampel	Gram	Mikroskopis	Gambaran Sel
-------------	------	-------------	--------------

H1.2 (-4) Negatif		Berbentuk basil (batang), sel berwarna merah.
H1.3(-4) Negatif		Berbentuk basil (batang), sel berwarna merah.
H2.1(-4) Negatif		Berbentuk basil (batang), sel berwarna merah, menyebar.
H3.3(-1) Negatif		Berbentuk basil (batang), sel berwarna merah, menyebar.

Sumber : Data Primer 2025

## PEMBAHASAN

DOI: <https://doi.org/10.51888/phj.v16i2.382>

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini merupakan air kolam dari pemandian air panas Bora Sigi. Air merupakan nutrisi penting bagi kehidupan bakteri. Lingkungan yang memiliki tingkat kelembaban tinggi atau dalam kondisi basah sangat mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup bakteri. Sebagian besar bakteri dapat tumbuh dan berkembang secara optimal pada media yang lembab serta di udara yang mengandung kadar air tinggi. (Apriani, 2023)

Sampel pada penelitian ini dinilai suhu dan karakteristik air yang diambil selama 3 hari (3 kolam yang berbeda dan 3 waktu yang berbeda). Rata-rata suhu pada kolam satu sekitar 50°C, pada kolam dua dan pada kolam tiga sekitar 40°C. Suhu pada kolam tergolong tinggi terutama pada kolam 1 yang merupakan sumber mata air panas. Perubahan suhu di tiap waktu tidak terlalu signifikan. Meskipun suhu air panas mampu membunuh sebagian mikroorganisme, kondisi geologis alami ini justru menjadi habitat yang sesuai bagi kelompok mikroorganisme tertentu. Lingkungan mata air panas relatif mirip dengan lingkungan awal bumi, dan karakteristik fisik dan kimianya yang unik mendorong pembentukan kelompok mikroorganisme. (Zhang, 2023)

Hasil kultur pada penelitian yang dilakukan diduga merupakan koloni *Salmonella typhi* pada media *nutrient agar* yang menunjukkan morfologi koloni seperti berwarna putih susu, koloni berbentuk bulat, permukaan halus, cembung, tepi koloni rata. Sedangkan, ciri khusus pada pengamatan mikroskopis menggunakan *oil immersion* yang diamati di bawah mikroskop, didapatkan gram negative, koloni berbentuk batang, susunan menyebar, dan berwarna merah. (Hasanuddin, 2025; Devi, 2025)

Distribusi jenis bakteri berdasarkan jumlah isolat, karakter pewarnaan Gram, sifat suhu pertumbuhan, serta persentase kemunculannya dari total 30 isolat yang diperoleh. Didapatkan bakteri *Salmonella typhi* pada sampel dengan jumlah 4 isolat dari total 30 (sebesar 13,3%). Bakteri *Salmonella typhi* masuk ke dalam kelompok bakteri gram negatif, berbentuk batang, dan bersifat mesofilik (dapat tumbuh optimal pada suhu 37°C).

Penelitian yang dilakukan oleh. (Lee, 2022) membuktikan bahwa bakteri dapat hidup pada sumber air panas umumnya bakteri termofilik yang hidup di suhu sekitar 50°C. Tetapi, pada penelitian kali ini ada beberapa bakteri non termofilik yang ditemukan pada sampel tersebut. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh. (Escuder-Rodríguez, 2022), didapatkan bakteri mesofilik yang dapat hidup pada sumber air panas bersuhu sedang hingga bersuhu tinggi. Bakteri tersebut memiliki protein yang tahan dengan suhu panas, seperti beberapa dari spesies *Acidovorax* dan *Geobacter*.

Keberadaan *Salmonella typhi* di pemandian air panas Bora Sigi dapat ditemukan pada makanan atau air yang telah terkontaminasi. Bakteri *Salmonella typhi* dapat menyebar melalui "4 F" (*flies, fingers, feces, and fomites*) dengan jalur fekal-oral. Bakteri ini dapat hidup pada kebersihan dan sanitasi air yang kurang memadai. (Bhandari, 2024)

Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak Dinas Pariwisata dan masyarakat di sekitar kawasan pemandian air panas Bora, Sigi, terungkap adanya permasalahan mendasar terkait dengan persepsi masyarakat, kebersihan lingkungan, serta keterbatasan dalam pengelolaan objek wisata. Ditemukannya bangkai hewan dan tinja manusia di sekitar area kolam mencerminkan lemahnya pengawasan serta kurangnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya kebersihan lingkungan. Kehadiran hewan

liar maupun ternak di kawasan pemandian, ditambah dengan perilaku buang air sembarangan, berpotensi menimbulkan kontaminasi biologis yang berbahaya.

Hasil wawancara dengan masyarakat setempat mengungkapkan bahwa kolam air panas tidak semata-mata difungsikan sebagai objek wisata, melainkan telah menjadi bagian dari aktivitas harian warga. Ketergantungan terhadap kolam ini, khususnya ketika terjadi gangguan distribusi air bersih di permukiman, turut memperumit permasalahan yang ada. Penggunaan kolam untuk mandi maupun sebagai tempat buang air oleh sebagian warga meningkatkan potensi pencemaran, terutama jika tidak ditunjang oleh sistem sanitasi yang memadai.

Identifikasi lebih lanjut dapat melalui uji biokimia. Hasil uji biokimia bakteri *Salmonella typhi* menunjukkan hasil seperti *Kligler Iron Agar* (lereng (*alkalis*), dasar (*acid*), H<sub>2</sub>S (positif) yang terdapat endapan hitam pada media, gas (negatif) yang menunjukkan tidak terdapat rongga udara pada media). Pada pemeriksaan Indol, didapatkan indol (negatif) yang tidak membentuk cincin merah setelah ditetesi reagen maka bakteri menandakan tidak dapat mengurai tritofan menjadi indol dengan bantuan enzim triptofanase. Selanjutnya, *Media Methylene Red* (positif) membentuk cincin merah pada media, maka menandakan bakteri dapat menghasilkan asam campuran (piruvat, glutamat, asetat), Voges Proskauer (negatif) jika pada media, tidak terbentuk cincin merah, maka menandakan bakteri tidak dapat membentuk produk akhir no-asam seperti asetil karbonil. Pada pemeriksaan *Simmon Citrate Agar* (negatif) jika media tetap berwarna hijau tidak berubah menjadi biru maka bakteri menandakan tidak dapat menggunakan citrat sebagai sumber karbon tunggal atau hidrat arang. Sebaliknya jika media citrat setelah diinkubasi selama 24 jam berubah warna biru maka bakteri dapat menggunakan citrat sebagai sumber karbon tunggal atau hidrat arang. Pada uji urase didapatkan hasil (negatif) dan uji gula-gula (glukosa (positif), sukrosa (negatif), Laktosa (negatif)). (Istiqomah *et al.*, 2023; Nawangsih *et al.*, 2021)

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena tidak dilakukan uji biokimia sebagai tahap konfirmasi identitas bakteri. Ketiadaan uji biokimia menyebabkan proses identifikasi hanya bergantung pada karakter morfologi koloni dan hasil pewarnaan gram. Uji biokimia seperti TSIA/KIA, SIM, urease, sitrat, oksidase, katalase, motilitas, dan fermentasi karbohidrat seharusnya dapat memberikan informasi spesifik untuk dapat mengidentifikasi bakteri *Salmonella typhi*. Oleh karena itu, hasil penelitian ini perlu ditindaklanjuti dengan konfirmasi biokimia dan/atau analisis molekuler seperti PCR atau sekuensing untuk memperoleh identifikasi yang lebih akurat.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa *Salmonella typhi* berhasil diidentifikasi, dari 30 isolat yang diperoleh, 4 isolat (13,3%) dikonfirmasi memiliki karakteristik morfologi *Salmonella typhi*. Temuan ini menandakan adanya potensi kontaminasi fekal-oral. Berdasarkan temuan ini disarankan agar pengelola pemandian melakukan pemeriksaan kualitas air secara berkala, peningkatan sistem sanitasi di area wisata, seperti penyediaan fasilitas kebersihan yang memadai dan pengaturan ulang aliran air agar tidak terjadi kontaminasi silang. Saran bagi pemerintah daerah atau dinas pariwisata agar memberikan dukungan anggaran dan fasilitas untuk perbaikan infrastruktur sanitasi serta pelatihan bagi pengelola wisata tentang pengelolaan air yang aman SOP pengelolaan pemandian air panas yang memperhatikan aspek kesehatan lingkungan. Saran bagi peneliti selanjutnya agar melakukan uji lanjutan seperti uji biokimia, PCR,

atau *Whole Genome Sequencing* untuk konfirmasi identifikasi *Salmonella typhi* secara molekuler. Serta meneliti keberadaan bakteri patogen lainnya, termasuk resistensi antibiotik dan kemampuan pembentukan biofilm, untuk mendapatkan gambaran risiko kesehatan yang lebih komprehensif.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada pihak Taman Wisata Pemandian Air Panas Bora, Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah, yang telah memberikan izin sehingga proses pengambilan sampel dapat berjalan dengan baik. Terima kasih juga kepada Laboratorium Mikrobiologi Farmasi, Program Studi Farmasi, Fakultas MIPA Universitas Tadulako, atas penyediaan sarana laboratorium. Penelitian ini dilaksanakan secara mandiri dan tidak menerima pendanaan dari pihak manapun, baik institusi pemerintah, lembaga swasta, maupun sponsor lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriani et al. (2023) *Bakteriologi Untuk Mahasiswa Kesehatan*. Gowa - Makassar: PT. MASAGENA MANDIRI MEDICA. Available at: <https://doi.org/DOI10.17605/OSF.IO/9J4MH>.
- Atmanto, Y.K.A.A., Asri, L.A. and Kadir, N.A. (2022) 'Media Pertumbuhan Kuman', *Jurnal Medika Utama*, 4(1). Available at: <http://jurnalmedikahutama.com>.
- Bhandari, J. et al. (2024) 'Typhoid Fever', in. *Treasure Island: StatPearls Publishing*. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557513/>
- Devi, D.A.S. et al. (2025) 'Kasus Salmonellosis pada Ayam Broiler di Peternakan Closed House Desa Darmasaba', *Buletin Veteriner Udayana*, 17(3). Available at: <https://doi.org/10.24843/bulvet.2025.v17.i03.p36>.
- Escuder-Rodríguez, J.-J. et al. (2022) 'Insights on Microbial Communities Inhabiting Non-Volcanic Hot Springs', *International Journal of Molecular Sciences*, 23(20), p. 12241. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms232012241>.
- Hasanuddin, A.R.P., Dea Ayu Andini, A. and Muryanti (2025) 'Penggunaan Tepung Ampas Tahu Sebagai Media Pertumbuhan *Salmonella Sp*', *BIOMA: JURNAL BIOLOGI MAKASSAR*, 10(1). Available at: <https://journal.unhas.ac.id/index.php/bioma>.
- Hasmia, N., Wardi, R.Y. and Alam, M.N. (2022) 'Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp* pada Air Sumur Gali di Tepi Sungai Desa Tiromanda Kecamatan Bua Kabupaten Luwu', *Cokroaminoto Journal of Biological Science*, 4(2), pp. 29–35. Available at: <https://www.science.ejournal.my.id/cjbs/article/view/131/120>.
- Istiqomah, N., Agustina, N. and Bellamilenia Putri, S. (2023) 'Deteksi Bakteri *Salmonella sp*. dengan Kultur Darah Pada Pasien Widal Positif di Laboratorium Klinik X', *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 5(2). Available at: <https://doi.org/10.37311/jsscr.v5i2.21497>.
- Lee, Y.J. et al. (2022) 'Isolation and Characterization of Thermophilic Bacteria from Hot Springs in Republic of Korea', *Microorganisms*, 10(12). Available at: <https://doi.org/10.3390/microorganisms10122375>.

- Massora, M. et al. (2022) ‘Bakteri Termofilik dari Air dan Sedimen Kolam Air Panas War Aremi di Kampung Matatun Distrik Kebar Kabupaten Tambrau Papua Barat’, Jurnal Natural, 18, pp. 1412–1328. Available at: <https://doi.org/10.30862/jn.v18i2.202>
- Nasution, S.W. (2022) ‘Buku Monograf Uji Efektivitas Daya Hambat Ekstrak Cacing Tanah Lumbricus rubellus dan Pherettima sp Terhadap Bakteri Salmonella typhi dan Staphylococcus aureus’, in A.N. Nasution and S.L.R. Nasution (eds). Medan: UNPRI PRESS. Available at: <https://jurnal.unprimdn.ac.id/index.php/ISBN/article/view/2897>
- Nawangsih, E.N., Baladika, D.T. and Dewi, A.K.P. (2021) ‘Daya Hambat Ekstrak Buah Pala (Myristica Fragrans Houtt) Terhadap Salmonella Typhisecara In Vivo’, Journal of Innovation Research and Knowledge, 1(5). Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.53625/jirk.v1i5.478>.
- Nurhayati, E. et al. (2022) ‘Cemaran Mikroba Pada Suhu Dingin Dalam Kulkas Rumah Tangga’, Jurnal Vokasi Kesehatan, 8(1). Available at: <https://doi.org/10.30602/jvk.v8i1.1176>
- Sianturi, N. and Ihsan, B.M. (2023) ‘Profil Resistensi Bakteri Patogen Pada Minuman Air Tahu di Wilayah Kota Pontianak’, INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research, 3(6), pp. 4288–4298. Available at: <https://jinnovative.org/index.php/Innovative/article/view/6780/4758>
- Toruan, S.A.L. et al. (2023) ‘Pemanfaatan Air Kelapa Muda Sebagai Media Alternatif MAC Concey Untuk Pertumbuhan Escherichia coli dan Salmonella typhi’, Journal of Indonesian Medical Laboratory and Science, 4(1), pp. 25–36. Available at: <https://doi.org/10.53699/joimedlabs.v4i1.143>
- Verma, J., Sourirajan, A. and Dev, K. (2022) ‘Bacterial diversity in 110 thermal hot springs of Indian Himalayan Region (IHR)’, 3 Biotech, 12(9), p. 238. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13205-022-03270-8>.
- Wahyuni, S., Muin, H. and Zarkasyi, R. (2022) ‘Identifikasi Protozoa pada Air Kolam Renang’, Jurnal Sulolipu : Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat, 22(2), p. 2022. Available at: <https://journal.poltekkesmks.ac.id/ojs2/index.php/Sulolipu/article/view/2935/1997>
- Zhang, F.-Q., Liu, J. and Chen, X.-J. (2023) ‘Comparative analysis of bacterial diversity in two hot springs in Hefei, China’, Scientific Reports, 13(1), p. 5832. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-32853-5>.