

SKRIPSI

**KELIMPAHAN BAKTERI *Salmonella* PADA PERAIRAN PULAU
SAMALONA, KOTA MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh

DEVILSA DAMAYANTI

L011 19 1133



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

**KELIMPAHAN BAKTERI *Salmonella* PADA PERAIRAN PULAU
SAMALONA, KOTA MAKASSAR**

DEVILSA DAMAYANTI

L011 19 1133

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

Kelimpahan Bakteri *Salmonella* Pada Perairan Pulau Samalona, Kota
Makassar

Disusun dan diajukan oleh

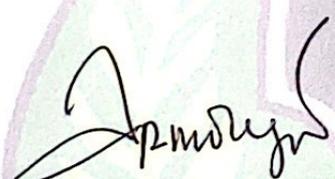
DEVILSA DAMAYANTI
L011 19 1133

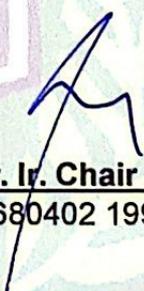
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 29 November 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,


Dr. Ir. Arniati Massinai, M.Si
NIP. 19660614 199103 2 016


Prof. Dr. Ir. Chair Rani, M.Si
NIP. 19680402 199202 1 001

Mengetahui

Ketua Program Studi,


Dr. Khairul Amri, ST., M.Sc. Stud.
NIP. 19690706 199512 1 002



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Devilsa Damayanti

NIM : L011191133

Program Studi: Ilmu Kelautan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis yang berjudul:

"Kelimpahan Bakteri *Salmonella* Pada Perairan Pulau Samalona, Kota Makassar"

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 29 November 2023

Yang Menyatakan,



Devilsa Damayanti

PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Devilsa Damayanti
NIM : L011191133
Program Studi : Ilmu Kelautan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi/Tesis/Disertasi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai author dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan Skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan skripsi ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasinya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 29 November 2023

Mengetahui,



Dr. Khairul Amri, ST., M.Sc.Stud.
NIP: 19890706 199512 1 002

Penulis,

Devilsa Damayanti
NIM: L011191133

ABSTRAK

Devilsa Damayanti. L011191133. “Kelimpahan Bakteri *Salmonella* Pada Perairan Pulau Samalona, Kota Makassar”, dibimbing oleh **Arniati Massinai** sebagai Pembimbing Utama dan **Chair Rani** sebagai Pembimbing Anggota.

Pulau Samalona merupakan destinasi pariwisata yang berada tidak jauh dari pusat Kota Makassar sehingga memudahkan wisatawan untuk berkunjung. Untuk keamanan pengunjung dari segi kesehatan, sanitasi lingkungan merupakan faktor yang sangat penting. Salah satu indikator sanitasi lingkungan dari segi mikrobiologis adalah keberadaan bakteri *Salmonella*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni hingga November 2023. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis perbedaan kelimpahan bakteri *Salmonella* beberapa lokasi di perairan Pulau Samalona, Kota Makassar, dan menganalisis keterkaitan antara parameter lingkungan di Pulau Samalona, Kota Makassar dengan kelimpahan bakteri *Salmonella*. Pengambilan sampel air menggunakan botol sampel sebanyak 100 mL dilakukan pada 2 stasiun yang berbeda dan diinokulasi dengan menggunakan metode saring pada medium *Salmonella Shigella Agar*. Perhitungan jumlah koloni menggunakan metode *Standar Plate Count*. Perbandingan kelimpahan bakteri *Salmonella* antara stasiun dianalisis dengan uji *t-student*, serta hubungan antara setiap parameter lingkungan dengan keberadaan bakteri *Salmonella* dianalisis dengan analisis korelasi kemudian parameter lingkungan yang memiliki korelasi yang kuat, dilanjutkan dengan regresi linear sederhana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelimpahan bakteri relatif tinggi pada Stasiun 1 dibandingkan pada Stasiun 2. Analisis uji *t-student* menunjukkan tidak berbeda nyata kelimpahan bakteri *Salmonella* antara Stasiun 1 dan Stasiun 2. Analisis korelasi menunjukkan bahwa parameter lingkungan yang paling memengaruhi kelimpahan bakteri adalah bahan organik total (BOT). Analisis regresi linear sederhana antara hubungan BOT dengan kelimpahan bakteri menunjukkan tingkat hubungan kuat dengan nilai $r = 0,0044$ dan membentuk korelasi positif.

Kata kunci: bakteri *Salmonella*, parameter lingkungan, Pulau Samalona, sanitasi lingkungan

ABSTRACT

Devilsa Damayanti. L011191133. "Abundance of *Salmonella* Bacteria in the Waters of Samalona Island, Makassar City", supervised by **Arniati Massinai** as the Main Supervisor and **Chair Rani** as Co-Supervisor.

Samalona Island is a tourism destination located not far from the center of Makassar City, making it easier for tourists to visit. For the safety of visitors in terms of health, environmental sanitation is a very important factor. One indicator of environmental sanitation in terms of microbiology is the presence of *Salmonella* bacteria. This research was conducted from June to November 2023. The purpose of this study was to analyze differences in the abundance of *Salmonella* bacteria in several locations in the waters of Samalona Island, Makassar City, and analyze the relationship between environmental parameters on Samalona Island, Makassar City with the abundance of *Salmonella* bacteria. Water sampling using a 100 mL sample bottle was carried out at 2 different stations and inoculated using the filter method on *Salmonella Shigella Agar* medium. Calculation of the number of colonies using the *Standard Plate Count* method. Comparison of *Salmonella* bacteria abundance between stations was analyzed by *t-student* test, and the relationship between each environmental parameter and the presence of *Salmonella* bacteria was analyzed by correlation analysis then environmental parameters that have a strong correlation, followed by simple linear regression. The results showed that the abundance of bacteria was relatively high at Station 1 compared to Station 2. The *t-student* test analysis showed no significant difference in the abundance of *Salmonella* bacteria between Station 1 and Station 2. Correlation analysis showed that the environmental parameter that most influenced bacterial abundance was total organic matter (BOT). Simple linear regression analysis between the relationship between BOT and bacterial abundance showed a strong level of relationship with an r value of 0.0044 and formed a positive correlation.

Keywords: *Salmonella* bacteria, environmental parameters, Samalona Island, environmental sanitation

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Syukur Alhamdulillah, segala puji Penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulisan skripsi dengan judul “**Kelimpahan Bakteri *Salmonella* Pada Perairan Pulau Samalona, Kota Makassar**” dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun berdasarkan data-data hasil penelitian sebagai tugas akhir untuk memperoleh gelar sarjana di Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, informasi, dan membawa kepada suatu kebaikan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat dalam skripsi ini. Oleh karena itu, Penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhirnya, kepada semua pihak yang berperan dalam penelitian ini, Penulis mengucapkan banyak terima kasih dan berharap semoga Allah SWT membalas segala budi baik, serta dapat menjadi suatu ibadah amal jariah.

Melalui Skripsi ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya sebagai bentuk penghargaan dan penghormatan kepada pihak-pihak yang telah memberikan bimbingan, bantuan, dukungan, serta doa selama melakukan penelitian dan penyelesaian skripsi. Ucapan ini penulis berikan untuk:

1. Kedua orang tua tercinta, Mursalim dan Debby Rosalina yang telah berkorban sepenuh hati, senantiasa mendoakan dan mendampingi dalam setiap proses yang telah dilewati penulis. Serta memberikan dukungan semangat dan kasih sayang untuk penulis agar menyelesaikan perkuliahan.
2. Muh. Reyhan. S adik saya tercinta yang telah menyemangati dan membantu penulis dalam menyelesaikan masa perkuliahan.
3. Ibu Dr. Ir. Arniati Massinai, M. Si. selaku pembimbing utama yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dukungan serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis sehingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Chair Rani, M. Si. selaku dosen penasehat akademik dan selaku pembimbing kedua yang selalu memberikan bimbingan dan arahan mengenai proses perkuliahan sejak menjadi mahasiswa baru hingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Bapak Drs. Sulaiman Gosalam, M.Si. dan Ibu Dr. Ir. Shinta Werorilangi, M.Sc. selaku penguji yang selalu memberi saran dan arahan hingga terselesaikannya skripsi ini.
6. Para Dosen Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu pengetahuan serta seluruh *Staff* FIKP yang telah membantu administrasi sejak mahasiswa baru hingga terselesaikannya skripsi ini.

7. Ibnu Munzir Alkhaerun yang senantiasa memastikan hal-hal baik terus menyertai penulis dan keterlibatannya dalam setiap proses yang penulis lalui serta seluruh perhatiannya kepada penulis demi terselesaikannya skripsi ini.
8. Teman-teman tercinta dari awal perkuliahan hingga akhir masa mahasiswa, Sarjana (Aulia Arwita, Dian Indri Pratiwi, Ramadani Desta Amalia, Sitti Magfirah M. Hambali, Ulfi Syamsiah) yang selama ini selalu menemani, memberi dukungan, dan segala bentuk perhatian.
9. Keluarga kecil BBM (Mahdi Hasbi, Ulfi Syamsiah, Nugraha Ali Dimiyati, Muhammad Bagas, Icmi Purnama, Muh. Akbar, Rio Edwin Patiung Randa, Tias Dwi Sampurno, Rania Wira Inshira) menemani masa-masa mahasiswa penulis dari awal perkuliahan hingga akhir masa mahasiswa.
10. Tim Penelitian Samalona (Anella Hasri Patta, Lala Saskia, Yunita Nur Fatanah) yang selalu membantu penulis selama penyusunan skripsi ini.
11. Tim Turlap Samalona yang telah memberikan waktu serta tenaga untuk membantu penulis dalam pengambilan data di lapangan.
12. Kepada Teman-teman Se-Angkatan MARIANAS19 yang selalu kebersamaan dan senantiasa memberikan motivasi kepada penulis.
13. Kepada seluruh Keluarga Mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan (KEMAJIK FIKP-UH).
14. Kepada seluruh pihak tanpa terkecuali yang namanya luput disebutkan satu persatu karena telah banyak memberikan bantuan selama penyusunan skripsi.

Semoga Allah SWT. selalu memberikan anugerah-Nya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini terdapat banyak kekurangan dan masih jauh mencapai kesempurnaan dalam arti sebenarnya, namun penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca pada umumnya. Akhir kata penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca untuk meningkatkan kemampuan penulis dalam menulis karya ilmiah.

Terima Kasih

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Makassar, 29 November 2023

Penulis



Devilsa Damayanti

BIODATA PENULIS



Devilsa Damayanti, lahir di Sungguminasa pada 28 Maret 2001. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan suami istri, **Mursalim** dan **Debby Rosalina**. Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-kanak Islam Al-Abrar pada tahun 2007, kemudian melanjutkan pendidikan di SD Inpres Bontomanai pada tahun 2007, selanjutnya meneruskan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 24 Makassar pada tahun 2013, dan menempuh pendidikan menengah atas di MAN 2 Kota Makassar pada tahun 2016. Penulis diterima sebagai Mahasiswa Baru Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin pada tahun 2019 melalui jalur SBMPTN.

Selama menjalani kehidupan kampus, penulis aktif menjadi Badan Pengurus Harian KEMA JIK FIKP-UH periode 2021-2022. Penulis juga aktif menjadi asisten Sistem Informasi Geografis dan Perbenihan Laut. Penulis juga berhasil mengikuti kegiatan Kampus Mengajar Angkatan 2 pada tahun 2021. Pada tahun 2020, penulis menjadi penerima Beasiswa BRI Smart Scholarship dan aktif mengikuti kegiatan yang diselenggarakan oleh BRI. Kemudian, pada tahun 2021-2022 penulis menjadi penerima Beasiswa Bank Indonesia dan berperan aktif selama menjadi bagian dari GenBI (Generasi Baru Indonesia) Sulawesi Selatan. Penulis juga pernah magang di Kantor Perwakilan Bank Indonesia Sulsel pada tahun 2022. Penulis secara aktif mengikuti kegiatan BALANCE UNHAS 2021 dan BALANCE UNHAS 2022 sebagai Mentor. Penulis melaksanakan rangkaian tugas akhir, yaitu Kuliah Kerja Nyata Tematik (KKNT) Gelombang 109 di Posko Desa Kanandede, Kecamatan Rongkong, Kabupaten Luwu Utara pada Desember 2022-Februari 2023 dengan tema “Kebencanaan”.

Adapun untuk memperoleh gelar sarjana ilmu kelautan, penulis melakukan penelitian yang berjudul “Kelimpahan Bakteri *Salmonella* Pada Perairan Pulau Samalona, Kota Makassar” pada tahun 2023 yang dibimbing oleh Dr. Ir. Arniati Massinai, M. Si. selaku pembimbing utama dan Prof. Dr. Ir. Chair Rani, M. Si. selaku pembimbing pendamping.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
PERNYATAAN AUTHORSHIP	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
BIODATA PENULIS	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Kegunaan.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Bioekologi Bakteri <i>Salmonella</i>	3
1. Morfologi Bakteri <i>Salmonella</i>	3
2. Reproduksi Bakteri	4
3. Habitat Bakteri.....	4
4. Parameter Lingkungan.....	6
B. Pengamatan Bakteri.....	8
1. Inokulasi Bakteri.....	8
2. Perhitungan Bakteri.....	9
III. METODE PENELITIAN	11
A. Waktu dan Tempat	11
B. Alat dan Bahan.....	11
C. Prosedur Penelitian	13
1. Persiapan Penelitian	13

2.	Penentuan Stasiun	13
3.	Pengambilan Sampel Air	13
4.	Pengukuran Parameter Lingkungan	13
D.	Analisis Sampel Bakteri	15
1.	Inokulasi.....	15
2.	Pengamatan dan perhitungan morfologi koloni.....	16
3.	Pengamatan Sel <i>Salmonella</i>	17
E.	Analisis Data.....	18
IV.	HASIL	19
A.	Gambaran Umum Lokasi.....	19
B.	Kelimpahan Bakteri <i>Salmonella</i> di Perairan Pulau Samalona.....	20
C.	Hubungan Parameter Lingkungan dengan Kelimpahan Bakteri <i>Salmonella</i> di Pulau Samalona	21
V.	PEMBAHASAN.....	24
VI.	KESIMPULAN DAN SARAN	28
A.	Kesimpulan	28
B.	Saran	28
	DAFTAR PUSTAKA.....	29
	LAMPIRAN	34

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian	12
2. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian.....	12
3. Hasil pengukuran parameter lingkungan di perairan Pulau Samalona	21
4. Hubungan parameter lingkungan dengan kelimpahan bakteri <i>Salmonella</i> di perairan Pulau Samalona.....	22

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Bakteri <i>Salmonella</i>	4
2. Peta Lokasi Penelitian di perairan Pulau Samalona, Kota Makassar	11
3. Morfologi koloni bakteri.....	16
4. Morfologi koloni bakteri <i>Salmonella</i> (lingkaran merah) pada medium <i>Salmonella Shigella Agar</i> (SSA).....	20
5. Hasil pewarnaan Gram dan morfologi sel bakteri <i>Salmonella</i> di bawah mikroskop (perbesaran 100x).....	20
6. Perbandingan kelimpahan bakteri <i>Samonella</i> pada Stasiun 1 dan Stasiun 2 di perairan Pulau Samalona	21
7. Hubungan antara kandungan BOT dan kelimpahan bakteri <i>Salmonella</i> di perairan Pulau Samalona.....	23

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1.	Konsentrasi bakteri <i>Salmonella</i> di perairan Pulau Samalona..... 35
2.	Data parameter lingkungan Pulau Samalona 35
3.	Uji <i>t-Student</i> kelimpahan bakteri <i>Salmonella</i> 36
4.	Uji regresi linear sederhana antara hubungan BOT dengan kelimpahan bakteri <i>Salmonella</i> 36

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pulau Samalona adalah salah satu pulau dalam gugusan Kepulauan Spermonde yang terletak di Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Pulau Samalona merupakan destinasi pariwisata yang potensial untuk dikembangkan mengingat letak geografisnya berada tidak jauh dari pusat Kota Makassar dengan jarak 4,2 mil sehingga memudahkan wisatawan untuk berkunjung ke destinasi tersebut. Karena hal tersebut, Pulau Samalona ramai dikunjungi oleh wisatawan baik yang berasal dari Kota Makassar, maupun dari luar daerah untuk berenang dan berendam (sebagai terapi kesehatan). Untuk keamanan pengunjung dari segi kesehatan, sanitasi lingkungan merupakan faktor yang sangat penting. Salah satu indikator sanitasi lingkungan dari segi mikrobiologis adalah kehadiran bakteri *Salmonella*.

Salmonella termasuk dalam family *Enterobacteriaceae*. Bakteri tersebut digunakan sebagai sanitasi lingkungan karena bersumber dari sisa limbah organik akibat kegiatan antropogenik seperti aktivitas perikanan, wisata dan rumah tangga di pesisir. Bakteri ini umumnya berasal dari daratan lalu terbawa menuju perairan laut dan dapat menyebabkan penyakit bagi manusia karena bersifat patogen. Salah satu penyakit yang ditimbulkan kepada manusia adalah *Salmonellosis*. Penularan penyakit *Salmonellosis* ini dengan cara melalui makanan atau minuman yang terkontaminasi bakteri *Salmonella*, dari manusia atau hewan yang terkena *Salmonellosis* serta dari pembawa (carrier) penyakit tersebut sebagai faktornya. Penyakit ini memiliki gejala berupa feses disertai dengan darah, kram perut, muntah, demam, diare dan sakit kepala (Maritsa *et al.*, 2017). Penyakit lain yang bisa ditimbulkan oleh bakteri ini adalah demam tifoid atau tipes. Penyakit ini merupakan salah satu penyakit endemik di Indonesia dan bersifat menular (Melarosa *et al.*, 2019).

Salmonella memasuki lingkungan laut melalui limbah kontaminan dari manusia, hewan ternak lewat aliran sungai atau kanal. Penggunaan wilayah pesisir yang telah terkontaminasi dengan *Salmonella* sebagai tempat penelitian dan rekreasi dapat menjadi masalah yang berkaitan dengan kesehatan masyarakat. Hasil pengamatan yang dilakukan oleh Sufardin *et al.* (2016) di perairan Pulau Barranglompo pada Oktober 2010 terdapat tiga peneliti ahli penyakit karang dari Cornell University dan James cook positif terinfeksi tifoid setelah melakukan penyelaman pada terumbu karang. Massinai *et al.*, (2019) menemukan bakteri *Salmonella* dengan konsentrasi yang relatif tinggi (sekitar 600-1000 cfu/100 mL) pada 6 lokasi permandian pantai di Kota Makassar, yaitu Pantai Bulu Gading, Pulau Kayangan, Pantai Tanjung Bayang, Pantai Akkarena, Pulau Samalona, dan Pulau Lae-lae. Kontaminasi *Salmonella* di perairan rekreasi dapat terjadi

kontak langsung dengan manusia melalui air. *The European Community Water Directive* (EEC, 1976) dalam Massinai *et al.*, (2019) menetapkan bahwa standar air mandi yaitu tidak terdeteksi adanya *Salmonella* dalam satu liter air. Belum ada batas yang diusulkan untuk konsentrasi *Salmonella* di perairan rekreasi, namun direkomendasikan bahwa *Salmonella* dapat digunakan sebagai parameter untuk membantu dalam menafsirkan hasil survei sanitasi dan mikrobiologi. Karena hampir semua spesies *Salmonella* bersifat patogen (*The Minister of National Health and Welfare*, 1992). Pulau Samalona yang dijadikan tempat wisata juga menghadirkan banyak orang yang berkunjung untuk mandi dan berenang, tidak menutup kemungkinan orang-orang tersebut terinfeksi bakteri *Salmonella*.

Pulau Samalona merupakan destinasi wisata pantai yang populer di Makassar. Banyaknya aktivitas yang dilakukan di sana dapat menimbulkan masalah tersendiri bagi lingkungan, yakni adanya limbah baik berupa kotoran manusia maupun sampah lainnya yang terbuang di sekitar perairan. Sebuah tempat tentunya perlu memenuhi syarat untuk dijadikan sebagai kawasan wisata. Maka dari itu, penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai konsentrasi bakteri *Salmonella* serta keterkaitan parameter lingkungan dengan keberadaan bakteri *Salmonella* di Pulau Samalona, Kota Makassar.

B. Tujuan dan Kegunaan

1. Menganalisis perbedaan kelimpahan bakteri *Salmonella* beberapa lokasi di perairan Pulau Samalona, Kota Makassar.
2. Menganalisis keterkaitan antara parameter lingkungan di Pulau Samalona, Kota Makassar dengan kelimpahan bakteri *Salmonella*.

Kegunaan dari penelitian ini sebagai data awal bagi peneliti selanjutnya dan sebagai salah satu informasi dasar kepada pemerintah setempat dalam pengelolaan wisata.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Bioekologi Bakteri *Salmonella*

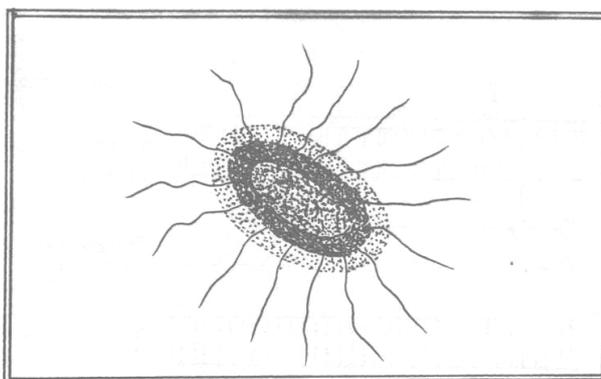
Bioekologi bakteri berasal dari kata *bios*, *oikos* dan *logos*. Kata *bios* berarti makhluk hidup, *oikos* berarti rumah atau tempat hidup, sedangkan *logos* berarti ilmu. Bakteri merupakan salah satu makhluk hidup berukuran mikroskopik yang bersifat prokariotik, uniseluler dan hidup secara berkoloni. Bioekologi bakteri bila digabungkan berarti ilmu yang mempelajari hubungan antara makhluk hidup yaitu bakteri dengan tempat hidup atau lingkungannya. Bakteri *Salmonella* pertama kali ditemukan oleh Theobald Smith pada tahun 1885 pada tubuh babi. Namun bakteri ini dinamai oleh rekannya yang bernama Daniel Edward, ahli patologi asal Amerika Serikat, yaitu Salmon (Todar, 2008).

1. Morfologi Bakteri *Salmonella*

Morfologi bakteri *Salmonella* menurut Kunarso (1987) mempunyai ciri-ciri umum sebagai berikut (**Gambar 1**): berbentuk batang atau silindris, ukurannya tergantung dari jenis bakteri (umumnya mempunyai panjang $\pm 2 \mu\text{m}$ - $3 \mu\text{m}$ dan bergaris tengah $\pm 0,3 \mu\text{m}$ - $0,6 \mu\text{m}$), tidak berspora, motil, mempunyai flagella peritrih di seluruh permukaan selnya (kecuali pada jenis bakteri *Salmonella gallinarum* dan *Salmonella pullorum*).

Struktur sel bakteri *Salmonella* terdiri atas bagian inti (nucleus), sitoplasma dan dinding sel. Dinding sel bakteri ini bersifat Gram negatif, sehingga mempunyai struktur kimia yang berbeda dengan bakteri Gram positif. Bonang (1982) mengemukakan bahwa struktur dinding sel bakteri Gram negatif mengandung 3 polimer senyawa mukokompleks yang terletak di luar lapisan peptidoglikan (murein). Ketiga polimer ini terdiri dari:

- a. Lipoprotein adalah senyawa protein yang mempunyai fungsi menghubungkan antara selaput luar dengan lapisan peptidoglikan (murein).
- b. Selaput luar adalah merupakan selaput ganda yang mengandung senyawa fosfolipid dan sebagian besar dari senyawa fosfolipid ini terikat oleh molekul-molekul lipopolisakarida pada lapisan atasnya.
- c. Lipopolisakarida adalah senyawa yang mengandung lipid yang kompleks molekul-molekul lipopolisakarida ini berfungsi sebagai penyusun dinding sel bakteri Gram negatif yang dapat menge luarkan sejenis racun (toxin) yang disebut endotoksin. Endotoksin ini dikeluarkan apabila terjadi luka pada permukaan sel bakteri Gram negatif tersebut.



Gambar 1. Bakteri *Salmonella* (Sumber: Kunarso 1987)

Susunan klasifikasi bakteri *Salmonella* secara sistematis menurut *Bergey's Manual* (Kunarso, 1987) sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
Division : Prothophyta
Class : Schizomycetes
Order : Eubacteriales
Family : Enterobacteriaceae
Genus : *Salmonella*

2. Reproduksi Bakteri

Secara umum, bakteri bereproduksi dengan cara pembelahan biner. Pembelahan biner merupakan proses reproduksi maupun perkembangbiakan baik pada bakteri maupun protozoa. Pada lingkungan yang baik bakteri dapat membelah diri tiap 20 menit (Jawetz *et al.*, 2016). Pada bakteri *Salmonella* sp. memiliki waktu pembelahan diri yang bervariasi mulai dari 21 sampai 34.8 menit (Silva *et al.*, 2009). Pembelahan ini tergantung pada cukup tidaknya nutrisi, pH, intensitas cahaya, oksigen, air, genetiknya, dan faktor pertumbuhan lainnya (Boleng, 2015).

3. Habitat Bakteri

Berdasarkan habitatnya sebagian besar bakteri *Salmonella* hidup sebagai parasit di dalam saluran pencernaan manusia, hewan ternak dan ikan, tetapi pada ikan selain dalam saluran pencernaan juga terdapat pada insang dan permukaan kulitnya. Di alam, kehidupan bakteri *Salmonella* sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan nutrisi (Rheinheimer, 1980). Selain itu, habitat bakteri *Salmonella* di perairan pantai dan estuaria umumnya dapat diisolasi dari pada perairan laut terbuka. Hal ini disebabkan karena perairan pantai dan estuaria banyak mengandung material-material organik yang berasal dari limbah domestik atau industri sebagai sumber nutrisinya. Pada umumnya bakteri *Salmonella* penyebarannya ke dalam ekosistem laut mendiami daerah estuaria

dan pantai, tetapi kehadiran bakteri tersebut di perairan laut sangat dipengaruhi oleh faktor fisik seperti arus, gelombang dan turbulensi. Selain faktor fisik juga nutrisi dan kondisi lingkungan yang sesuai sangat mendukung kehidupannya untuk berkembang biak. Bakteri *Salmonella* ini merupakan bakteri asal darat atau air tawar yang penyebarannya ke perairan laut melalui berbagai cara antara lain:

a. Aliran Sungai

Bakteri *Salmonella* yang terdapat dalam limbah domestik yang bersifat organik seperti sampah, tinja manusia atau hewan dan bangkai akan terbawa oleh aliran sungai yang akhirnya masuk ke dalam lingkungan laut. Dalam perairan laut bakteri *Salmonella* akan disebarkan oleh arus atau gelombang dan turbulensi. Beberapa jenis bakteri *Salmonella* yang berasal dari sungai dan dapat diisolasi dari perairan laut ialah *Salmonella javiana*, *Salmonella paratyphi B*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella oranienburg* dan *Salmonella arizona* (Murad, 1981).

b. Mikroflora Perairan Laut

Dalam perairan laut yang bersifat alami terdapat beberapa jenis bakteri *Salmonella* yang merupakan mikroflora perairan tersebut, di antaranya yang dapat menimbulkan penyakit ialah bakteri *Salmonella typhi*. Selain itu, juga adanya masukan bakteri *Salmonella* yang berasal dari aliran sungai ke lingkungan perairan laut, dapat menyebabkan bertambahnya jenis-jenis bakteri *Salmonella* dalam mikroflora laut. Oleh karena itu, faktor adaptasi yang kuat terhadap kadar garam dan nutrisi yang baik, sehingga bakteri *Salmonella* ini dapat hidup untuk sementara waktu.

c. Biota Laut

Kehadiran mikroorganisme yang bersifat parasit atau patogen di perairan laut seperti virus, bakteri, jamur dan protozoa sangat tergantung pada kualitas air yang didiaminya. Oleh karena itu, kualitas perairan sangat berpengaruh terhadap kehadiran mikroorganisme patogen yang dapat mengkontaminasi biota laut. Biota laut yang terkontaminasi mikroorganisme patogen dapat sebagai vektor penyebab penyakit terhadap biota laut dan juga manusia. Salah satu yang disebabkan oleh bakteri ialah bakteri *Salmonella*. Kontaminasi bakteri ini diakibatkan kontak langsung antara biota yang tercemar dengan biota lainnya yang tidak tercemar. Pengaruh saling mencemari secara bakterial antara biota dan biota serta biota dan lingkungannya disebut kontaminasi silang mikrobial atau disebut "*microbial crosscontamination*" (Ilyas, 1983).

Distribusi bakteri *Salmonella* pada ikan yang telah mati terpusat di tiga tempat yaitu permukaan kulit, insang dan isi perut. Sehingga setelah proses kematian ikan

infeksi bakteri *Salmonella* dapat menyebabkan perubahan morfologi atau pembusukan yang meliputi perubahan dalam rasa, bau, warna dan terjadi pembentukan lendir. Bonang (1982) menjelaskan bahwa pembusukan pada ikan selain oleh bakteri *Salmonella*, bakteri laut yang lain juga berpengaruh ialah *Achromobacter*, *Pseudomonas* dan *Gostridium*.

4. Parameter Lingkungan

a. Suhu

Suhu perairan laut tropis khususnya Indonesia cenderung beragam. Suhu perairan pada permukaan laut dipengaruhi oleh kondisi meteorologis seperti curah hujan, penguapan, kelembaban, suhu, kecepatan angin dan intensitas cahaya matahari (Suhana, 2018). Nontji (2005) menyatakan bahwa umumnya suhu permukaan perairan laut tropis khususnya Indonesia adalah berkisar antara 28-31°C (Hamuna *et al.*, 2018).

Bakteri mempunyai toleransi yang berbeda terhadap suhu bergantung jenis mikroorganismenya. Bakteri *Salmonella* dapat tumbuh di suhu 5°C sampai 47°C dan termasuk bakteri mesophilic yaitu bakteri yang dapat hidup pada temperatur antara 30°C sampai 37°C (Tapotubun *et al.*, 2016). Menurut Bonang (1982) menerangkan bahwa sebagian besar bakteri yang bersifat mesophilic, temperatur optimumnya adalah 30°C. Oleh karena itu, bakteri tersebut dapat hidup bebas dan bersimbiosis dengan hewan yang berdarah panas. Pada umumnya, hewan dan manusia merupakan makhluk berdarah panas, sehingga faktor tercemar oleh bakteri *Salmonella* dari makanan dan minum yang terkontaminasi akan sangat berpengaruh terhadap hospesnya. Pada ikan yang telah mati temperatur sangat berpengaruh, oleh karena itu untuk menghambat bakteri laut yang patogen harus dilakukan pencegahan dengan penurunan temperatur.

b. Potential Hydrogen (pH)

Potential Hydrogen (pH) merupakan ukuran daya aktif ion hidrogen di dalam air. Batas toleransi mikroorganisme di air terhadap pH air bervariasi dan dipengaruhi oleh banyak faktor seperti temperatur, oksigen terlarut, alkalinitas, adanya berbagai ion dan kation serta jenis organisme yang hidup di dalamnya. Kebanyakan mikroba yang terdapat di air hidup pada pH optimum 6,0-8,0, meskipun beberapa mikroba memiliki pH optimum 3,0 dan beberapa mikroba lainnya memiliki pH optimum 10,5 (Mudatsir, 2007). Nilai pH permukaan laut tropis seperti di Indonesia umumnya bervariasi antara 6,0 ± 8,5 (Rukminasar *et al.*, 2014).

Bakteri *Salmonella* sp. aktif bertumbuh pada kisaran pH 3,6 – 9,5 dan optimal 10 pada nilai pH mendekati normal yaitu 6,5–7,5 (Fatiqin *et al.*, 2019). Hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian Hanna *et al.*, (2005) yang melaporkan peningkatan pertumbuhan

bakteri *Salmonella typhi* pada pH 3,5-6 dan tumbuh optimal pada pH 6-8 serta menyimpulkan bakteri ini tidak hidup secara optimal pada kondisi asam.

c. Salinitas

Salinitas adalah kadar garam terlarut dalam air. Salinitas menggambarkan padatan total di dalam air. Salinitas perairan menggambarkan kandungan garam dalam suatu perairan. Salinitas dalam perairan dapat diartikan sebagai konsentrasi total ion-ion terlarut dalam perairan. Ion-ion yang memberikan kontribusi utama adalah natrium klorida, kalium klorida, sulfat, bikarbonat (Mudatsir, 2007). Nilai salinitas di perairan laut tropis seperti Indonesia menurut Nontji (2002) berkisar antara 28-33 ppt (Patty, 2013).

Bakteri *Salmonella* sp. hidup pada salinitas yang beragam. Jay *et al.*, (2005) menyatakan *Salmonella* sp. dapat bertahan hidup dalam perairan dengan salinitas rendah (Akbar *et al.*, 2015). Meskipun demikian Abhirosh *et al.*, (2012) menyatakan bakteri ini juga dapat bertahan hidup dengan baik dalam perairan laut yang mengalami pengenceran secara lemah atau dengan konsentrasi garam yang meningkat secara bertahap.

d. Dissolve Oxygen (DO)

Kualitas air dinyatakan dengan beberapa parameter yang salah satunya adalah oksigen terlarut. Oksigen terlarut atau disebut juga *Dissolved Oxygen* (DO) diperlukan semua makhluk hidup di bumi untuk proses pernapasan, menghasilkan energi melalui pertukaran zat pada proses pertumbuhan dan perkembangbiakan. Selain itu, oksigen juga dibutuhkan untuk pembakaran dengan oksigen pada tumbuhan organik dan proses aerobik pada tumbuhan anorganik (Yuliantari *et al.*, 2021).

Berdasarkan kebutuhannya terhadap oksigen, bakteri terbagi menjadi dua yaitu aerob dan anaerob. Bakteri aerob yaitu kelompok bakteri yang pertumbuhannya membutuhkan oksigen. Bakteri anaerob merupakan kelompok bakteri tumbuh tanpa adanya kandungan oksigen. Bakteri anaerob sendiri terbagi menjadi tiga kelompok yaitu bakteri anaerob obligat, anaerob aerotoleran dan anaerob fakultatif. Bakteri anaerob obligat adalah bakteri yang hanya tumbuh di bawah kondisi tanpa oksigen secara mutlak. Keberadaan oksigen bersifat toksik bagi sel bakteri kelompok ini. Bakteri anaerob aerotoleran merupakan bakteri yang hidup optimum tanpa oksigen namun memiliki toleransi terhadap oksigen. Kelompok bakteri anaerob fakultatif yaitu bakteri yang dapat tumbuh secara normal baik dengan adanya oksigen maupun tanpa adanya oksigen (Boleng, 2015). Kadar oksigen terlarut di perairan pesisir kota Makassar berdasarkan Suharto *et al.*, (2018) berkisar antara 6,9 mg/l hingga 7,1 mg/l. Bakteri *Salmonella* umumnya bersifat aerob atau anaerob fakultatif (Kunarso, 1987).

e. Arus

Arus merupakan pergerakan massa air secara horizontal yang dapat disebabkan oleh tiupan angin di permukaan laut, perbedaan densitas maupun adanya pengaruh pasang surut laut. Akibat dari adanya pengaruh angin, perbedaan densitas dan pasang surut maka akan terbentuk suatu pola sirkulasi arus yang khusus (Hadi dan Radjawane, 2011). Pergerakan arus dan gelombang laut seperti pasang-surut di perairan Indonesia umumnya kurang dari 1,5 m/detik, kecuali di selat-selat di antara pulau-pulau Bali, Lombok, dan Nusa Tenggara Timur, kecepatannya bisa mencapai 2,5 – 3,4 m/detik. Pasang surut terkuat yang tercatat di Indonesia adalah di Selat antara Pulau Taliabu dan Pulau Mangole di Kepulauan Sula, Propinsi Maluku Utara, dengan kecepatan 5,0 m/detik (Welly *et al.*, 2012).

Menurut Kunarso (1987) bahwa kehadiran bakteri *Salmonella* di lingkungan laut terutama di daerah estuaria atau pantai terbawa oleh arus sungai bersama-sama benda-benda partikel dan benda-benda yang tersuspensi. Oleh karena itu, perairan estuaria dan pantai lebih mudah mengisolasi bakteri *Salmonella* bila dibandingkan perairan laut terbuka (oseanik). Hal ini karena faktor nutrisi yang terkonsentrasi di daerah estuaria sehingga dapat menstimulasi perkembangbiakan bakteri *Salmonella*.

f. Bahan organik total (BOT)

Bahan Organik Total (BOT) merupakan parameter yang menggambarkan kandungan bahan organik dalam suatu perairan terdiri dari bahan organik terlarut, tersuspensi, dan koloid (Perdana *et al.*, 2013). Bahan organik total berasal dari perairan itu sendiri melalui proses pelapukan atau dekomposisi tumbuhan, sisa-sisa organisme mati dan buangan limbah baik limbah daratan seperti domestik, industri, pertanian, dan limbah peternakan ataupun sisa pakan yang dengan adanya bakteri menjadi unsur zat hara (Kristiawan *et al.*, 2014). Bakteri *Salmonella* sp. menurut Massinai *et al.*, (2019) termasuk dalam kelompok kemoorganotrof. Mikroorganisme dari kelompok ini memerlukan bahan organik sebagai sumber energi, karbon, dan elektronnya (Prayitno dan Nuril, 2017). Sehingga keberadaan bahan organik total yang tinggi juga dapat memberikan nutrisi untuk mendukung kehidupan dan perkembangbiakan bakteri *Salmonella* sp. (Massinai *et al.*, 2019).

B. Pengamatan Bakteri

1. Inokulasi Bakteri

Penanaman bakteri atau inokulasi bakteri adalah suatu metode pembiakan bakteri dengan menggunakan media selektif yang dilakukan dengan proses pemindahan biakan murni ke medium baru untuk menumbuhkan atau memperbanyak kultur murni dan

inokulasi dilakukan dalam kondisi aseptik, yakni kondisi dimana semua alat yang ada dalam hubungannya dengan medium dan pengerjaan, dijaga agar tetap steril (Febayuningrum *et al.*, 2021). Setelah preparasi sampel kemudian dilakukan inokulasi dan isolasi bakteri. Inokulasi adalah pekerjaan memindahkan mikroba dari medium lama ke medium baru. Isolasi memisahkan mikroba tersebut dari lingkungannya di alam dan menumbuhkannya sebagai biakan murni dalam medium buatan (Luklukyah *et al.*, 2019). Proses ini pada medium perlu memperhatikan ciri-ciri bakteri yang akan ditumbuhkan. Hal ini dilakukan agar teknik inokulasi bakteri tersebut pada medium dapat disesuaikan dengan ciri-ciri nya (Boleng, 2015).

Inokulasi bakteri dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain metode tuang, sebar dan saring. Metode saring (*Membrane Filter Method*) merupakan metode yang mudah dan cepat untuk mendapatkan bakteri, metode ini sangat baik digunakan pada sampel air. Metode saring menggunakan kertas saring porositas berukuran 0,45 µm dengan diameter berukuran 47 mm. Sampel air di masukkan ke dalam botol filtrasi yang telah dilapisi dengan kertas saring. Setelah itu sampel disaring menggunakan pompa vakum hingga habis, hasil saringan yang terdapat pada kertas saring dipindahkan ke atas cawan petri selanjutnya dimasukkan ke dalam inkubator hingga agak mengering, setelah itu di pindahkan kedalam cawan petri yang telah terisi medium dan dimasukkan ke dalam inkubator untuk mendorong pertumbuhan bakteri.

2. Perhitungan Bakteri

Perhitungan jumlah bakteri merupakan salah satu cara yang dilakukan untuk bisa mengetahui berapa banyak koloni bakteri yang terdapat pada suatu media, baik itu koloni sel yang hidup maupun koloni sel bakteri yang mati. Metode perhitungan bakteri terbagi menjadi dua yaitu langsung dan tidak langsung. Perhitungan jumlah bakteri langsung menentukan jumlah bakteri secara keseluruhan. Sedangkan, perhitungan bakteri tidak langsung digunakan untuk menentukan jumlah bakteri yang hidup saja (Rosmania dan Fitri, 2020). Metode perhitungan koloni bakteri salah satunya menggunakan hitungan cawan (*Total Plate Count*). Metode ini pada dasarnya adalah metode yang digunakan untuk menumbuhkan sel-sel mikroba hidup pada media agar sel tersebut dapat hidup dengan baik dan membentuk koloni yang dapat dilihat secara langsung dengan mata tanpa menggunakan mikroskop (Tyas *et al.*, 2018).

Perhitungan jumlah koloni bakteri dilakukan dengan menggunakan metode hitungan cawan atau *Standar Plate Count* (SPC) yaitu menandai koloni bakteri dengan memberi tanda titik menggunakan spidol non permanen agar tidak terjadi pengulangan hitungan (Cappuccino dan Sherman, 1987; Sufardin *et al.*, 2016). Perhitungan jumlah koloni bakteri dilakukan dengan metode hitungan cawan. Mengambil cawan yang

ditumbuhi oleh bakteri lalu dihitung secara manual pada koloni yang terlihat, selanjutnya bakteri dihitung dengan menggunakan rumus (EPA, 1978) :

$$\text{Jumlah } \textit{Salmonella} \text{ per 100 mL} = \frac{\text{Jumlah koloni (CFU)}}{\text{Volume sampel yang disaring (mL)}} \times 100 = \text{CFU per 100 mL}$$