

**TESIS**

**PENILAIAN RISIKO KUANTITATIF MIKROBA BAKTERI *ESCHERICHIA COLI* PADA MAKANAN DI KANTIN RSUD KOTA KENDARI  
TAHUN 2020**

***QUANTITATIVE RISK ASSESSMENT OF THE MICROBIAL  
ESCHERICHIA COLI BACTERIA IN FOOD IN THE KENDARI CITY  
RSUD CANTEEN IN 2020***

**ISMILIANI SAFLIA**

**K012181064**



**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2020**

**Penilaian Risiko Kuantitatif Mikroba Bakteri *Escherichia coli* pada  
Makanan di Kantin RSUD Kota Kendari  
Tahun 2020**

**Tesis**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

**Program Studi  
Ilmu Kesehatan Masyarakat**

Disusun dan Diajukan Oleh

**ISMILIANI SAFLIA**

**Kepada**

**SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2020**

## TESIS

**PENILAIAN RISIKO KUANTITATIF MIKROBA BAKTERI  
ESCHERICHIA COLI PADA MAKANAN DI KANTIN RSUD KOTA  
KENDARI TAHUN 2020**

Disusun dan diajukan oleh :

**ISMILIANI SAFLIA**

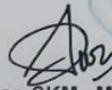
Nomor Pokok K012181064

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis

Pada tanggal 27 November 2020

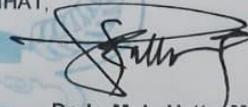
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**MENYETUJUI  
KOMISI PENASIHAT,**



**Prof. Anwar, SKM., M.Sc., Ph.D.**

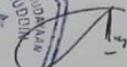
Ketua



**Dr. Ir. Muh. Hatta, M.Si.**

Anggota

**Ketua Program Studi  
Kesehatan Masyarakat**

  
**Dr. Masni, Apt., MSPH**

### PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : ISMILIANI SAFLIA

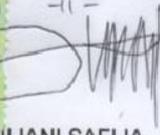
NIM : K012181064

Program Studi : Ilmu Kesehatan Masyarakat / Kesehatan Lingkungan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi perbuatan tersebut.

Makassar, November 2020

Yang Menyatakan

  
  
ISMILIANI SAFLIA

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala limpahan kasih karunia, berkat dan tuntunan-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan draft proposal tesis dengan judul "*Penilaian Risiko Kuantitatif Mikroba Bakteri Escherichia coli pada Makanan di Kantin RSUD Kota Kendari*" sebagai syarat dalam menyelesaikan pendidikan di Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin. Teriring salam dan shalawat, semoga tercurahkan kepada teladan dan junjungan kita Rasulullah Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan orang-orang yang senantiasa istiqamah mengikuti jalan dakwahnya hingga akhir zaman.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang tak terhingga penulis sampaikan kepada ayahanda dan ibunda tercinta, La Saafi, S.Pd dan Wa Ode Jamalia yang tidak hentinya memberikan pengorbanan dan perhatian baik moril maupun materi, dalam mendidik, membesarkan dan memotivasi penulis. Terima kasih juga penulis berikan kepada saudara-saudariku Astaty Safliya dan Usfar Adam Safliya serta seluruh keluarga yang selalu memberi motivasi kepada penulis untuk segera menyelesaikan studinya.

Peneliti menyadari bahwa tesis ini tidak akan dapat diselesaikan tanpa bimbingan dari dosen pembimbing dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Anwar, S.KM.,M.Sc.,Ph.D selaku dosen pembimbing akademik dan pembimbing I yang telah membimbing, memberikan saran dan masukan dalam penyusunan proposal ini.
2. Dr. Ir. Muh. Hatta, M.Si selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing, memberikan saran dan masukan dalam penyusunan proposal ini.
3. Bapak Prof. dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc., Ph.D., Bapak Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel.,M.Kes., Bapak Yahya Thamrin, SKM.,M.Kes, MOHS, Ph.D., selaku dosen penguji yang juga telah memberikan masukan serta arahan guna penyempurnaan penulisan tesis ini.
4. Ibu Dr. Hj. Erniwati Ibrahim, SKM, M.Kes, selaku Ketua Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin beserta seluruh staff (Kak Tika), atas segala bantuan yang telah diberikan selama penulis mengikuti pendidikan di Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin, khususnya di departemen Kesehatan Lingkungan.
5. Para Dosen Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Program Studi S2 Ilmu Kesehatan Masyarakat yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman yang sangat berharga selama penulis mengikuti pendidikan di Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.

6. Direktur RSUD Kota Kendari beserta seluruh staff dan pengunjung kantin yang telah memberikan kemudahan dalam mengakses data awal dan memberikan izin untuk melakukan penelitian.
7. Teman-teman Pascasarjana Ilmu Kesehatan Masyarakat Departemen Kesehatan Lingkungan yang selalu setia menjadi teman untuk berdiskusi dan bertukar pikiran
8. Sahabat-sahabatku yang selalu mendukung penulis selama proses penyusunan tesis.

Penulis menyadari bahwa thesis ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan. Tidak lupa penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya jika ada salah dan khilaf selama proses penyusunan thesis ini.

Akhir kata, Allah tiada Tuhan melainkan Dia, Yang hidup kekal lagi terus-menerus mengurus makhluk-Nya. Semoga segala apa yang telah dilakukan dalam thesis ini menjadikan penulis pribadi yang lebih baik lagi. Aamiin.

Makassar, November 2020

**Ismiliani Safli**

## ABSTRAK

**ISMILIANI SAFLIA.** “*Penilaian Risiko Kuantitatif Mikroba Bakteri Escherichia Coli Pada Makanan*” (Dibimbing oleh **Anwar Mallongi** dan **Muh Hatta**)

Makanan adalah semua substansi yang dibutuhkan oleh tubuh terkecuali obat-obatan, air. Salah satu kasus penyakit yang bersumber dari makanan biasa disebut *foodborne disease* diakibatkan oleh mikroba patogen yang mengkontaminasi makanan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis besar risiko kuantitatif bakteri *Escherichia coli* pada makanan di kantin RSUD Kota Kendari.

Penelitian ini adalah observasional dengan desain Cross Sectional dan pendekatan *Quantitative Microbial Risk Assessment* (QMRA). Wawancara dan pemeriksaan makanan di laboratorium dilakukan pada 36 jenis makanan pagi dan siang. Untuk melihat keberadaan bakteri dan risiko bakteri *Escherichia coli* pada makanan pagi dan siang hari berdasarkan data analisis dan perhitungan *Quantitative Microbial Risk Assessment* (QMRA).

Hasil penelitian menunjukkan bakteri *Escherichia coli* terdapat pada makanan pagi dan siang hari yakni pada tahu, ayam, sayur, minuman teh. Karakterisasi risiko bakteri pada responden akibat konsumsi makanan pagi dan siang hari, bahwa  $P_{ill} = 3,5 \times 10^{-1}$  berarti bahwa sampel makanan positif bakteri *Escherichia coli* memiliki risiko tinggi yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia seperti diare dan gangguan kesehatan lainnya. Kepada masyarakat sebaiknya membatasi mengkonsumsi makanan di tempat yang kondisi tempat makan tidak bersih secara fisik.

**Kata Kunci:** QMRA, Escherichia Coli, Karakterisasi Risiko, Diare



## ABSTRACT

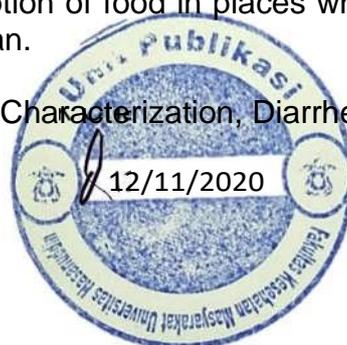
**ISMILIANI SAFLIA.** *Quantitative Microbial Risk Assessment of Escherichia Coli Bacteria in Food.* (Supervised by **Anwar Mallongi** and **Muh Hatta**).

Food is all substances that are needed by the body except medicine, water. One of the cases of disease originating from food, commonly called foodborne disease, is caused by pathogenic microbes that contaminate food. This study aims to analyze the quantitative risk of Escherichia coli bacteria in food at the Kendari City Hospital canteen.

This study was an observational study with a cross sectional design and a Quantitative Microbial Risk Assessment (QMRA) approach. Interviews and laboratory food examinations were carried out on 36 types of food in the morning and afternoon. To see the presence of bacteria and the risk of Escherichia coli bacteria in morning and afternoon meals based on data analysis and calculation of the Quantitative Microbial Risk Assessment (QMRA).

The results showed that Escherichia coli was found in morning and afternoon foods, namely tofu, chicken, vegetables and tea drinks. Characterization of the risk of bacteria in respondents due to consumption of food in the morning and during the day, that  $Pill = 3.5 \times 10^{-1}$  means that positive food samples of Escherichia coli bacteria have a high risk of causing health problems in humans such as diarrhea and other health problems. The community should limit their consumption of food in places where the conditions for eating are not physically clean.

**Keywords:** QMRA, Escherichia Coli, Risk Characterization, Diarrhea



**DAFTAR ISI**

SAMPUL	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian	8
D. Manfaat Penelitian	9
E. Hipotesa Penelitian	10
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Tinjauan Umum Tentang Bakteri Escherichia Coli	11
B. Tinjauan Umum Tentang Bakteri Dalam Makanan	19
C. Tinjauan Umum Tentang Makanan	28
D. Tinjauan Umum Tentang Rumah Sakit	33
E. Tinjauan Umum Tentang Quantitative Microbial Risk Assessment	39
F. Tabel Sintesa	45
G. Kerangka Teori	51
H. Kerangka Konsep	53

I. Definisi Operasional	54
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
A. Desain Penelitian	57
B. Waktu dan Lokasi Penelitian	57
C. Populasi dan Sampel	58
D. Metode Pengambilan dan Pemeriksaan Sampel	58
E. Metode Pengumpulan Data	69
F. Metode Pengolahan Data	70
G. Penyajian Data	74
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	75
B. Hasil Penelitian	
1. Jumlah Bakteri Pada Makanan Pagi dan Siang Hari	77
2. Gambaran Sanitasi Lingkungan, Sanitasi Makanan Serta Hygiene Personal Penjamah Makanan	86
3. Penilaian Analisis Resiko Mikroba Kuantitatif (QMRA)	87
4. Karakterisasi Resiko	102
C. Pembahasan	
1. Jumlah Bakteri Pada Makanan Pagi dan Siang Hari	105
2. Gambaran Sanitasi Lingkungan, Sanitasi Makanan Serta Hygiene Personal Penjamah Makanan	110
3. Penilaian Analisis Resiko Mikroba Kuantitatif (QMRA)	116
4. Karakterisasi Resiko	121
D. Keterbatasan Penelitian	122
<b>BAB V PENUTUP</b>	
A. Simpulan	124
B. Saran	125
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

### Tabel

1	pH minimal mikroorganisme	23
2	Penelitian – penelitian terkait	45
3	Definisi Operasional	54
4	Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin, Umur, Pendidikan terakhir di kantin RSUD Kota Kendari Tahun 2020	76
5	Distribusi Responden Berdasarkan Frekuensi Konsumsi Makanan di Kantin RSUD Kota Kendari tahun 2020	78
6	Distribusi Volume Konsumsi Pada Setiap Sampel Makanan Dan Minuman Di Kantin Rsud Kota Kendari Tahun 2020	79
7	Distribusi Keberadaan Bakteri Pada Makanan Pagi Hari Dan Siang Hari Di Kantin Rsud Kota Kendari Tahun 2020	79
8	Distribusi Jumlah Koloni Dan Jenis Bakteri Menggunakan Media <i>Lactose Broth (Lb)</i> Sampel Makanan Pagi Pada Hari Pertama di Kantin RSUD Kota Kendari Tahun 2020	80
9	Distribusi Jumlah Koloni Dan Jenis Bakteri Menggunakan Media <i>Lactose Broth (Lb)</i> Sampel Makanan Pagi Pada Hari Kedua di Kantin RSUD Kota Kendari Tahun 2020	81
10	Distribusi Jumlah Koloni Dan Jenis Bakteri Menggunakan Media <i>Lactose Broth (Lb)</i> Sampel Makanan Pagi Pada Hari Ketiga di Kantin RSUD Kota Kendari Tahun 2020	82
11	Distribusi Jumlah Koloni Dan Jenis Bakteri Menggunakan Media <i>Lactose Broth (Lb)</i> Sampel Makanan Siang Pada Hari Pertama di Kantin RSUD Kota Kendari Tahun 2020	83
12	Distribusi Jumlah Koloni Dan Jenis Bakteri Menggunakan Media <i>Lactose Broth (Lb)</i> Sampel Makanan Siang Pada Hari Kedua di Kantin RSUD Kota Kendari Tahun 2020	84
13	Distribusi Jumlah Koloni Dan Jenis Bakteri Menggunakan Media <i>Lactose Broth (Lb)</i> Sampel Makanan Siang Pada Hari	84

	Ketiga di Kantin RSUD Kota Kendari Tahun 2020	
14	Analisis Uji Anova Jumlah Bakteri	86
15	Distribusi Observasi Sanitasi Lingkungan, Sanitasi Makanan dan Higiene Penjamah Makanan di Kantin RSUD Kota Kendari Tahun 2020	87
16	Distribusi Responden Berdasarkan Gangguan Kesehatan Setelah Mengkonsumsi Makanan di Kantin RSUD Kota Kendari 2020	88
17	Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Gangguan Kesehatan Setelah Mengkonsumsi Makanan di Kantin RSUD Kota Kendari Tahun 2020	88
18	Distribusi Probabilitas Infeksi Per Hari ( $P_{inf/hari}$ ) Bakteri <i>Escherichia coli</i> Akibat Konsumsi Makanan Pagi pada Hari Pertama di Kantin RSUD Kota Kendari Tahun 2020	91
19	Distribusi Probabilitas Infeksi Per Hari ( $P_{inf/hari}$ ) Bakteri <i>Escherichia coli</i> Akibat Konsumsi Makanan Siang pada Hari Pertama di Kantin RSUD Kota Kendari Tahun 2020	91
20	Distribusi Probabilitas Infeksi Per Hari ( $P_{inf/hari}$ ) Bakteri <i>Escherichia coli</i> Akibat Konsumsi Makanan Pagi pada Hari Kedua di Kantin RSUD Kota Kendari Tahun 2020	92
21	Distribusi Probabilitas Infeksi Per Hari ( $P_{inf/hari}$ ) Bakteri <i>Escherichia coli</i> Akibat Konsumsi Makanan Siang pada Hari Kedua di Kantin RSUD Kota Kendari Tahun 2020	93
22	Distribusi Probabilitas Infeksi Per Hari ( $P_{inf/hari}$ ) Bakteri <i>Escherichia coli</i> Akibat Konsumsi Makanan Pagi pada Hari Ketiga di Kantin RSUD Kota Kendari Tahun 2020	93
23	Distribusi Probabilitas Infeksi Per Hari ( $P_{inf/hari}$ ) Bakteri <i>Escherichia coli</i> Akibat Konsumsi Makanan Siang pada Hari Ketiga di Kantin RSUD Kota Kendari Tahun 2020	94
24	Probabilitas Infeksi Tahunan ( $P_{inf.annual}$ ), serta <i>Probability of</i>	96

	<i>illness</i> ( $P_{iii}$ ) Bakteri <i>Escherichia coli</i> pada Makanan Pagi pada Hari Pertama, Keduadan Ketiga di Kantin RSUD Kota Kendari Tahun 2020	
25	Distribusi Probabilitas Infeksi Tahunan ( $P_{inf.annual}$ ), serta <i>Probability of illness</i> ( $P_{iii}$ ) Bakteri <i>Escherichia coli</i> pada Makanan Siang pada Hari Pertama, Kedua, dan Hari Ketiga di Kantin RSUD Kota Kendari Tahun 2020	97
26	Distribusi <i>Probability of Death</i> Pada Responden yang Mengonsumsi Makanan Pagi pada Hari Pertama, Hari Kedua, Hari Ketiga di Kantin RSUD Kota Kendari. Tahun 2020	99
27	Distribusi <i>Probability of Death</i> Pada Responden yang Mengonsumsi Makanan Siang pada Hari Pertama, Hari Kedua, Hari Ketiga di Kantin RSUD Kota Kendari. Tahun 2020	101
28	Distribusi Karakterisasi Risiko Bakteri <i>Escherichia coli</i> Akibat Konsumsi Makanan pada Pagi Hari dan Siang Hari di Kantin RSUD Kota Kendari Tahun 2020	103

**DAFTAR GAMBAR****Gambar**

- |                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 1. Bakteri <i>Escherichia coli</i> | 13 |
| 2. Kerangka Teori Penelitian       | 51 |
| 3. Teori Simpul                    | 52 |
| 4. Kerangka Konsep Penelitian      | 53 |

## DAFTAR LAMPIRAN

### Lampiran

1. Kuesioner Penelitian
2. Lembar Observasi
3. Dokumentasi Kegiatan
4. Hasil Pemeriksaan Laboratorium
5. Analisis SPSS
6. Surat Permintaan Data Awal
7. Surat Izin Penelitian
8. Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Makanan adalah semua substansi yang dibutuhkan oleh tubuh terkecuali obat-obatan, air, serta substansi-substansi lain yang digunakan dalam pengobatan. Makanan yang dikonsumsi oleh tubuh harus memiliki kualitas yang baik dengan memperhatikan keamanan pangan agar terhindar dari berbagai penyakit. Salah satu kasus penyakit yang bersumber dari makanan biasa disebut *foodborne disease*. *Foodborne disease* atau biasa dikenal dengan penyakit bawaan makanan saat ini menjadi permasalahan yang paling banyak dijumpai di masyarakat. *Foodborne disease* diakibatkan oleh mikroorganisme atau mikroba patogen yang mengkontaminasi makanan. Penyakit tersebut biasanya terjadi pada kalangan bayi, anak, lansia, dan mereka yang kekebalan tubuhnya terganggu (WHO, 2010).

Penyakit yang disebabkan oleh bawaan makanan saat ini menjadi penyebab salah satu kasus kematian terbanyak di Negara-negara maju maupun Negara berkembang. Berdasarkan data WHO, terdapat 600 juta orang (hampir 1 dari 10) di dunia jatuh sakit setelah makan makanan yang terkontaminasi bakteri dan 42 juta meninggal setiap tahunnya (WHO, 2017). Di Cina, National Healthy and Family Komisi Perencanaan (NHFPC) melaporkan bahwa pada tahun 2015

terdapat 5.926 orang mengalami keracunan pada makanan dan penyebab utama keracunan makanan adalah patogen penyakit bawaan makanan (Yao Lan., *et al.* 2017).

Di Negara Amerika Serikat juga dilaporkan oleh *The Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) bahwa ditemukan 31 jenis patogen bawaan makanan yang mengakibatkan sekitar 9,4 juta penyakit, 56.000 orang dirawat di rumah sakit, dan 1.300 kematian setiap tahunnya. Dari 31 patogen terkenal ini, *Escherichia coli* merupakan jenis bakteri yang paling banyak dipelajari pada model dalam memahami perilaku bakteri (Xu et al., 2016).

*Escherichia coli* merupakan bakteri gram negatif yang pada umumnya ditemukan didalam usus manusia yang biasanya mengkontaminasi air atau makanan. *E.coli* ditemukan dalam makanan atau minuman yang tidak higienis yang masuk kedalam tubuh manusia dan dapat menyebabkan gejala seperti kolera, diare dan berbagai macam penyakit pencernaan lainnya. Sebagian besar juga strain *Escherichia coli* hidup tidak berbahaya di usus dan jarang menyebabkan penyakit pada individu yang sehat(Kurniadi, et al., 2013).

*Escherichia coli* banyak ditemukan pada berbagai macam makanan nabati maupun hewani yang terkontaminasi. Prevalensi keberadaan *E.coli* pada makanan di belahan dunia berbeda-beda. Prevalensi tertinggi sebesar 98% di India. Sementara di Amerika 40%

pada sayuran maupun pada daging, serta di maroko sebesar 48% (Pang Hao *et al.* 2017).

Penyakit bawaan makanan oleh bakteri ini dapat berupa intoksifikasi atau infeksi. Intoksifikasi melalui makanan disebabkan oleh adanya toksin bakteri yang terbentuk di dalam makanan pada saat bakteri bermultiplikasi, sedangkan infeksi melalui makanan disebabkan oleh masuknya bakteri ke dalam tubuh melalui makanan yang terkontaminasi dan tubuh memberikan reaksi terhadap bakteri tersebut (Arlita, *et al.* 2014). Penyakit yang paling umum terjadi akibat mengonsumsi makanan yang telah terkontaminasi patogen seperti penyakit diare, gastroenteritis, dan berbagai penyakit bawaan makanan lainnya (Malcolm *et al.*, 2018).

Diare merupakan salah satu penyebab kematian terbanyak di dunia. Berdasarkan data WHO tahun 2012 terdapat 1,5 juta atau 2,7% dari seluruh kematian yang disebabkan oleh diare. Banyaknya jumlah kasus kematian tersebut disebabkan oleh masih banyaknya warga dunia yang hidup di bawah garis kemiskinan dengan kondisi sanitasi yang sangat buruk (WHO, 2014). Di Indonesia kasus diare pada tahun 2018 sebanyak 4.504.524 penderita atau 62,93%. Insiden diare semua umur secara nasional adalah 270/1.000. Dengan penderita diare tertinggi berada di Provinsi Nusa Tenggara Barat sebesar 75,88%. Sementara Untuk wilayah Sulawesi tenggara penderita diare sebanyak 39,99% (Ditjen P2P Kemenkes RI, 2019).

Faktor sanitasi dasar dan perilaku hygiene perorangan, sanitasi makanan menjadi faktor pemicu tetapi sekaligus juga menjadi kunci utama pengendalian penyakit diare. Sanitasi makanan menjadi salah satu hal yang penting di perhatikan baik yang terdapat di rumah makan, kantin sekolah-sekolah, restoran maupun di kantin rumah sakit. Makanan selain mengandung nilai gizi juga merupakan media untuk dapat berkembangbiaknya mikroba atau kuman akibat kontaminasi dari berbagai sumber yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan seperti diare (Sofiana, E., 2012).

Kantin RSUD Kota Kendari merupakan merupakan salah satu kantin yang terdapat di rumah sakit tersebut yang memiliki banyak pengunjung. Pengunjung kantin rumah sakit rata-rata mengkonsumsi makanan pada waktu sarapan pagi dan makan siang. Kantin tersebut menyediakan berbagai jenis makanan prasmanan yang paling banyak dikonsumsi diantaranya adalah nasi, sayur, tahu, ayam, ikan serta minuman teh. Di dalam makanan yang ada di kantin tersebut tidak menutup kemungkinan terdapat bakteri patogen yang dapat menimbulkan risiko gangguan kesehatan. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Inggit Sri Dewi, dkk (2016) yang meneliti tentang keberadaan bakteri pada makanan siap saji di kantin Rumah Sakit X yang menunjukkan bahwa terdapat salah satu indikasi bakteri yang di temukan pada sampel makanan yang diuji yang apabila dikonsumsi dapat menyebabkan gangguan kesehatan.

Penelitian lain juga dilakukan oleh Chang W, et.al (2015) yang menunjukkan bahwa terdapat bakteri *Escherichia coli* pada makanan tahu dan daging ayam yang memiliki risiko tinggi menyebabkan gangguan kesehatan. Chiraporn, et.al (2016) juga melakukan penelitian yang menunjukkan bahwa terdapat bakteri *Escherichia coli* pada makanan tahu dengan risiko tinggi. Penelitian lain yang dilakukan oleh Lopez et.al (2015) yang menunjukkan bahwa terdapat bakteri pada daging ayam, sayuran yang menimbulkan gejala penyakit diare setelah mengkonsumsi makanan tersebut.

Berdasarkan data Ditjen P2P Kemenkes RI (2019), jumlah kasus diare di Provinsi Sulawesi Tenggara sebesar 39,99%. Penyakit diare merupakan tiga besar penyakit yang ada di kota kendari. Tingginya presentase angka kejadian diare tersebut menjadi penting untuk dilakukan analisis risiko microbial khususnya untuk memperkirakan seberapa besar risiko yang disebabkan oleh konsumsi makanan di kantin RSUD Kota Kendari.

*Quantitative Microbial Risk Assessment* (QMRA) adalah kerangka kerja dan pendekatan yang memberikan informasi dan data dengan model matematika untuk mengatasi penyebaran agen mikroba melalui paparan lingkungan, dan untuk mengkarakterisasi sifat dari hasil patogen yang merugikan (CAMRA, 2013). QMRA biasanya digunakan untuk mengevaluasi risiko keamanan pangan, karena menggunakan pendekatan logis dan terstruktur untuk menilai besaran

risiko akibat mengonsumsi makanan tertentu. Pendekatan QMRA juga saat ini menjadi metode yang mulai berkembang pesat secara sistematis dengan cara menggabungkan informasi yang tersedia pada pajanan serta dosis-respon untuk memperkirakan beban penyakit akibat pajanan dari bakteri (Membré and Boué, 2018).

*Quantitative Microbial Risk Assessment* pada penelitian ini digunakan untuk memperkirakan besaran risiko kasus penyakit bawaan makanan yang disebabkan dari patogen *Escherichia coli* terhadap orang yang mengonsumsi makanan di kantin RSUD Kota Kendari. Dengan hasil pendekatan tersebut diharapkan dapat menjadi acuan bagi pemerintah maupun penjamah makanan untuk menjaga serta meningkatkan kualitas makanan yang disajikan. Selain itu, dengan adanya pendekatan tersebut diharapkan dapat menurunkan kasus penyakit bawaan makanan.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Pang et al. (2017) yang meneliti tentang *Quantitative Microbial Risk Assessment* untuk *Escherichia coli* pada selada segar. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa konsumsi selada segar yang telah terkontaminasi *Escherichia coli* sebesar  $9,9 \times 10^{-8}$ , dengan persentil 5 dan persentil 95 sebesar  $29 \times 10^{-13}$  dan  $8,8 \times 10^{-9}$ . Serta menyebabkan rata-rata penyakit sebesar 1.812 kasus penyakit per tahun di Amerika Serikat. Hal tersebut menunjukkan bahwa konsumsi selada segar memiliki risiko terhadap kesehatan manusia.

Penelitian lain juga dilakukan oleh Andreas Kiermeier, *et al* (2015) yang meneliti bakteri *E.coli* pada makanan cepat saji dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa *E.coli* terdapat pada daging yang dikonsumsi dengan prevalensi 49,6 kejadian penyakit akibat bakteri tersebut. Hal itu dikarenakan proses masak yang kurang matang sehingga menimbulkan gangguan kesehatan.

Berdasarkan data di atas terkait bahaya dari infeksi patogen *Escherichia coli* pada makanan maka diperlukan perhitungan analisis risiko mikroba kuantitatif untuk melihat besar risiko penyakit yang disebabkan oleh bakteri patogen tersebut. Dengan memperkirakan besar risiko dapat ditimbulkan oleh pathogen tersebut, agar dapat menentukan solusi yang tepat agar dapat mengurangi risiko yang membahayakan kesehatan manusia.

## **B. Rumusan Masalah**

Penyakit yang sering muncul yang disebabkan oleh microbial adalah penyakit diare. Kasus diare di Indonesia pada tahun 2019 mencapai 4.504.524 penderita atau 62,93%. Insiden diare semua umur secara nasional adalah 270/1.000. Untuk di Sulawesi Tenggara sendiri, pada tahun 2019 penyakit diare merupakan tiga besar penyakit yang mencapai angka sebesar 39,99% (Kemenkes, 2019).

Di RSUD Kota Kendari, kasus diare pada tahun 2018 mencapai 255 (81%) dan pada tahun 2019 mengalami peningkatan menjadi 396 kasus, dengan jumlah kunjungan pasien sebanyak 69.200 jiwa pada

tahun 2018 dan 73.339 jiwa pada tahun 2019. Dari data tersebut Dari data tersebut dapat dilihat bahwa pada tahun 2019 kejadian diare mengalami kenaikan jumlah kasus dan tidak menutup kemungkinan kasus tersebut akan meningkat lagi pada tahun 2020. Sehingga diperlukan manajemen risiko untuk menekan angka kejadian penyakit diare.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana risiko kuantitatif bakteri *Escherichia coli* pada makanan di kantin RSUD Kota Kendari? ”

### **C. Tujuan Penelitian**

#### **1. Tujuan Umum**

Tujuan umum dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis besar risiko kuantitatif bakteri *Escherichia coli* pada makanan di kantin RSUD Kota Kendari terhadap gangguan kesehatan masyarakat.

#### **2. Tujuan Khusus**

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk menganalisis jumlah bakteri *Escherichia coli* yang terdapat pada makanan pagi dan siang hari yang dijual di kantin RSUD Kota Kendari.
- b. Untuk melihat gambaran faktor sanitasi lingkungan, sanitasi makanan, serta higiene personal penjamah makanan pada kantin RSUD Kota Kendari.

- c. Untuk menganalisis *Probability of infection / day* ( $P_{inf/day}$ ), *Probability of infection annual* ( $P_{inf.annual}$ ), *Probability of illness* ( $P_{ill}$ ), serta *Probability of death* dari konsumsi makanan di kantin RSUD Kota Kendari.
- d. Untuk mengetahui karakterisasi risiko penyakit yang disebabkan oleh *Escherichia coli* dari konsumsi makanan pagi dan siang hari yang dijual di kantin RSUD Kota Kendari.

#### **D. Manfaat Penelitian**

##### 1. Manfaat Praktis

Memberikan informasi kepada pihak RSUD Kota Kendari dalam rangka mengantisipasi terjadinya kasus *foodborne disease* yang berasal dari kontaminasi bakteri disebabkan oleh buruknya hygiene dan sanitasi rumah makan dan para penjamah makanan.

##### 2. Manfaat Ilmu Pengetahuan

- a. Sebagai informasi untuk menambah pengetahuan khususnya konsumen yang sering mengonsumsi makanan-makanan yang terdapat di kantin tentang risiko kesehatan akibat mengonsumsi makanan yang terkontaminasi bakteri khususnya bakteri *Escherichia coli*.
- b. Sebagai tambahan informasi dan pengembangan materi dalam bidang ilmu *Quantitative Microbial Risk Assessment* (QMRA) pada makanan untuk mengantisipasi dampak kesehatan yang lebih besar akibat pencemaran biologis pada makanan.

### 3. Manfaat Bagi Peneliti

Sebagai pengalaman bagi peneliti yang sangat berharga dalam rangka memperluas pengetahuan dan mengasah kemampuan dalam menganalisis suatu permasalahan kesehatan dimasyarakat.

### 4. Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.  $H_0$  : Terdapat risiko kuantitatif bakteri *Escherichia coli* pada makanan yang dijual pada pagi hari di kantin RSUD Kota Kendari.

$H_a$ : Tidak Terdapat risiko kuantitatif bakteri *Escherichia coli* pada makanan yang dijual pada pagi hari di kantin RSUD Kota Kendari.

2.  $H_0$  : Terdapat risiko kuantitatif bakteri *Escherichia coli* pada makanan yang dijual pada siang hari di kantin RSUD Kota Kendari.

$H_a$ : Tidak Terdapat risiko kuantitatif bakteri *Escherichia coli* pada makanan yang dijual pada siang hari di kantin RSUD Kota Kendari.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Tinjauan Umum Tentang Bakteri *Escherichia coli*

##### 1. Definisi Bakteri *Escherichia coli*

*Escherichia coli* merupakan bakteri komensal yang dapat bersifat patogen, bertindak sebagai penyebab utama morbiditas dan mortalitas diseluruh dunia (Tenailon *et al.*, 2010). *E. coli* merupakan bakteri yang bisa hidup pada lingkungan yang berbeda. Bakteri ini dapat ditemukan di tanah, air, tanaman, hewan, dan manusia (Berg 2004; Bhunia 2008; Manning 2010).

Bakteri *E. coli* merupakan merupakan bakteri Gram negatif, bentuk batang, memiliki ukuran 2,4 mikro 0,4 hingga 0,7 mikro, bergerak, tidak berspora, positif pada tes indol, glukosa, laktosa, sukrosa. *E. coli* termasuk family *Enterobacteriaceae*, bentuknya batang atau koma, terdapat tunggal atau berpasangan dalam rantai pendek. (Whittam., *et al*, 2011).

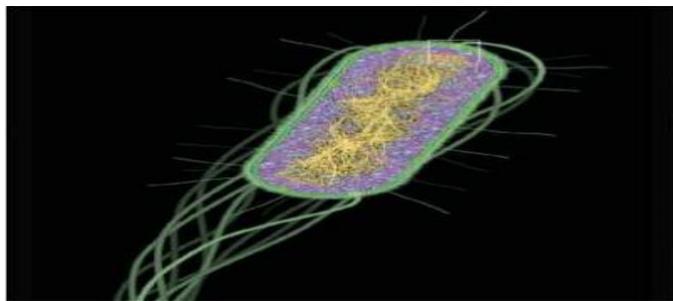
*Escherichia coli* merupakan bakteri batang gram negatif, tidak berspora, motil berbentuk flagel peritrik, berdiameter  $\pm 1,1 - 1,5 \mu\text{m} \times 0,2 - 0,6 \mu\text{m}$ . *E. coli* dapat bertahan hidup dimedium sederhana menghasilkan gas dan asam dari glukosa dan memfermentasi laktosa. Pergerakan bakteri ini motil, tidak motil, dan peritrikus, ada yang bersifat aerobik dan anaerobik fakultatif (Elfidasari *et al.* 2011).

*Escherichia coli* tumbuh pada suhu antara 10-40°C, dengan suhu optimum 37°C. pH optimum untuk pertumbuhannya adalah pada 7,0-7,5, pH minimum pada 4,0 dan maksimum pada pH 9,0. Nilai aw minimum untuk pertumbuhan *Escherichia coli* adalah 0,96. Bakteri ini relatif sangat sensitif terhadap panas dan dapat diinaktifkan pada suhu pasteurisasi makanan atau selama pemasakan makanan. *Escherichia coli* merupakan flora normal di dalam saluran pencernaan hewan dan manusia yang mudah mencemari air, sehingga kontaminasi bakteri ini pada makanan biasanya berasal dari kontaminasi air yang digunakan. Kontaminasi pada alat-alat yang digunakan dalam industri pengolahan pangan berasal dari air yang digunakan untuk mencuci yang menandakan praktek sanitasi yang kurang baik (Supardi dan Sukanto, 1999:189).

Bakteri *E. coli* adalah satu jenis spesies utama bakteri gram negatif fakultatif anaerobic yang mempunyai alat gerak berupa flagel dan tersusun dari sub unit protein yang disebut flagelin, yang mempunyai berat molekul rendah dengan ukuran diameter 12-18 nm dan dengan panjang 12 nm, kaku dan berdiameter lebih kecil dan tersusun dari protein, pili dapat berfungsi sebagai jalan pemindahan DNA saat konjugasi. Selain itu, mempunyai kapsul atau lapisan lendir yang merupakan polisakarida tebal dan air yang melapisi permukaan luar sel (Ikmalia, 2008).

*E. coli* merupakan bakteri Gram negatif dan tidak berbentuk spora. *E. coli* bersifat katalase positif, oksidasi negatif, dan fermentatif. *E. coli* termasuk bakteri mesofilik dengan suhu pertumbuhannya dari 7 °C sampai 50 °C dan suhu optimum sekitar 37 °C (Adams dan Moss, 2008).

## 2. Klasifikasi Bakteri *Escherichia coli*



(Sumber: Goodsell, 2009)

**Gambar 1. Bakteri *Escherichia coli***

Bakteri *Escherichia coli* yang dikenal dalam dunia kesehatan dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Todar, 2008):

Kingdom : *Bacteria*  
 Divisio : *Proteobacteria*  
 Kelas : *Gamma Proteobacteria*  
 Ordo : *Enterobacteriales*  
 Famili : *Enterobacteriaceae*  
 Genus : *Escherichia coli*

## 3. Morfologi Bakteri *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* adalah bakteri fakultatif anaerobik yang berbentuk batang, tidak berkapsul, dan dapat bergerak aktif.

*Escherichia coli* umumnya secara normal hidup terdapat dalam alat pencernaan manusia. Bakteri *Escherichia coli* berbentuk batang pendek dengan ukuran 0,4-0,7 miumeter x 1,4 miumeter sehingga bakteri ini merupakan bakteri kokobasil. Sebagian besar bakteri *Escherichia coli* memiliki gerak positif, dan beberapa *strain* memiliki kapsul. Pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* terjadi pada suhu 10-40°C dan 37°C pada suhu optimal. Beberapa kategori *Escherichia coli* terdiri dari *Escherichia coli* enteropatogenik, *Escherichia coli* enterotoksigenik dan *Escherichia coli* Enteroinasif. Bakteri *Escherichia coli* dalam perpindahannya melalui tiga perantara yaitu (Restianida, 2018) :

- 1) Antar orang ke orang,
- 2) Melalui makanan-minuman yang tidak dimasak sempurna,
- 3) Melalui binatang yang telah terinfeksi bakteri *Escherichia coli* kemudian menyebarkan ke makanan atau minuman yang dikonsumsi oleh manusia.

#### 4. Patogenitas

Bakteri *E. coli* adalah salah satu bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya kontaminasi *feces* dan kondisi sanitasi yang tidak baik terhadap air, makanan, dan minuman. *E. coli* menjadi patogen jika jumlah bakteri dalam saluran pencernaan meningkat atau berada di luar usus, menghasilkan enterotoksin sehingga menyebabkan terjadinya beberapa infeksi yang

berasosiasi dengan enteropatogenik kemudian menghasilkan enterotoksin pada sel epitel. Manifestasi klinik infeksi oleh *E. coli* bergantung pada tempat infeksi dan tidak dapat dibedakan dengan gejala infeksi yang disebabkan oleh bakteri lain (Ismail 2012).

Patogenesis dan gejala klinik yang paling umum terjadi untuk bakteri *Escherichia coli* yakni penyakit diare. Penyakit diare akut yang disebabkan oleh bakteri *Escherichia coli* dapat diklasifikasikan berdasarkan sifat-sifat virulensinya yaitu (Bunsal et al., 2015, Amaliyah, 2017) :

a. *Escherichia coli* enteropatogenik (EPEC)

*Escherichia coli* enteropatogenik merupakan penyebab diare akut pada bayi yang baru lahir sampai pada yang berumur 2 tahun. Masa inkubasi *Escherichia coli* enteropatogenik menginkubasi selama 1-6 hari, sesingkat 12-36 jam. Bakteri ini melekat pada usus dan mengubah kapasitas absorpsi usus menyebabkan muntah, diare, nyeri abdomen serta demam. Selain itu, bakteri ini mengeluarkan cairan yang berbau spesifik seperti semen. Dalam usus halus, bakteri ini membentuk koloni tetapi tidak memproduksi toksin dan tidak menembus dinding usus. Infeksi ini dapat menyebabkan diare cair yang biasanya sembuh sendiri tetapi terkadang menyebabkan infeksi kronis.

b. *Escherichia coli* enterotoksigenik (ETEC)

*Escherichia coli* enterotoksigenik merupakan penyebab diare pada anak-anak yang lebih besar dan pada orang dewasa. Selain itu bakteri ini dapat menyebabkan kolera, yang dapat memproduksi dua jenis enterotoksin yakni toksin yang labil terhadap panas dan toksin yang stabil terhadap panas. Efeknya pada kesehatan diperantarai oleh enterotoksin. Gejalanya meliputi diare (yang berkisar dari diare afebril ringan sampai dengan diare yang banyak tanpa darah atau mukus), kram abdomen serta muntah, yang kadang-kadang menimbulkan dehidrasi dan syok.

c. *Escherichia coli* enteroinvasif (EIEC)

Bakteri jenis *Escherichia coli* enteroinvasif ini menyebabkan diare yang disertai dengan darah. Bakteri ini dapat menembus sel mukosa usus besar, sehingga dapat menimbulkan kerusakan jaringan mukosa dan menyebabkan ditemukannya eritrosit dan leukosit dalam tinja penderita. Gejalanya meliputi demam, nyeri abdomen yang hebat, muntah dan diare cair (pada < 10% kasus, tinjanya mengandung darah dan mukus).

d. *Escherichia coli* enterohemoragik (EHEC)

*Escherichia coli* enterohemoragik adalah merupakan bakteri *Escherichia coli* yang dapat memproduksi verotoksin. Masa inkubasi untuk penyakit ini 3-8 hari dengan median 4 hari.

Infeksi yang ditimbulkan dari bakteri enterohemoragik dapat dikenali melalui beberapa gejala yaitu orang yang bersangkutan mengalami kram perut serta diare, yang mungkin juga disertai dengan pendarahan. Gejala dari *Escherichia coli* enterohemoragik dapat juga berupa demam dan muntah-muntah. Infeksi tersebut dapat menimbulkan komplikasi yang menyebabkan kematian seperti sindrom uremik hemolitik pada sekitar 10% penderita, khususnya pasien anak dan usia lanjut.

e. *Escherichia coli* enteroagregatif

Bakteri jenis ini *Escherichia coli* enteroagregatif dapat menyebabkan diare akut dan diare kronik. Untuk bakteri jenis ini masih sangat sedikit yang diketahui tentang faktor-faktor virulensinya.

5. Cara Penularan Bakteri *Escherichia coli*

Bakteri *E. coli* merupakan bagian dari mikrobiota normal saluran pencernaan yang dapat berpindah dari satu tempat ketempat lainnya, seperti dari tangan ke mulut atau dengan pemindahan pasif lewat minuman yang terkontaminasi dengan bakteri tersebut. Berbagai makanan dan minuman yang dikonsumsi manusia dalam kehidupan sehari-hari tidak lepas dari keberadaan bakteri di dalamnya. Namun, jika makanan dan minuman tersebut diolah secara higienis, mungkin bakteri didalamnya masih memiliki batas toleransi untuk dikonsumsi,

terutama bakteri patogen penyebab penyakit. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) keberadaan *E.coli* pada bahan pangan makanan dan minuman berjumlah 0 (nol) koloni dalam 100 ml air (Elfidasari et al. 2011).

#### 6. Pengobatan Bakteri *Escherichia coli*

Berdasarkan Brooks (2012), tidak ada pengobatan spesifik tunggal untuk infeksi *E. coli*. Namun, infeksi oleh *E. coli* dapat diobati menggunakan sulfonamida, ampisilin, sefalosporin, kloramfenikol, tetrasiklin dan aminoglikosida tetapi sensitivitasnya bervariasi dan uji sensitivitas antibiotik di laboratorium sangat penting dilakukan. Namun, aminoglikosida kurang baik diserap oleh gastrointestinal, dan mempunyai efek beracun pada ginjal.

#### 7. Pencegahan Bakteri *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* dapat menginfeksi korbannya melalui makanan yang dikonsumsi. Dalam hal ini, penyebab sakitnya seseorang adalah akibat masuknya bakteri patogen ke dalam tubuh melalui makanan yang telah tercemar oleh bakteri. Menurut Amaliyah (2017) hal-hal yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya keracunan makanan yang diakibatkan bakteri patogen adalah :

##### a. Mencegah secara higiene, yaitu:

- 1) Mencuci tangan sebelum dan setelah menangani atau mengolah makanan

- 2) Mencuci tangan setelah dari toilet
  - 3) Mencuci bahan makanan dengan menggunakan air mengalir
  - 4) Teliti dalam memilih bahan makanan yang dimakan tanpa diolah, misalnya buah dan sayuran
  - 5) Pemilihan bahan makanan yang baik pada waktu membeli, melihat dari tekstur bahan makanan itu, baik dari bentuk warna maupun aromanya
- b. Mencegah secara sanitasi, yaitu:
- 1) Mencuci dan membersihkan peralatan masak serta perlengkapan makan sebelum dan setelah digunakan dengan air mengalir
  - 2) Mencuci bersih semua alat-alat masak termasuk talenan setelah dipakai, terutama setelah memotong daging
  - 3) Menjaga area tempat mengolah atau meracik makanan dari serangga dan hewan lainnya
  - 4) Meletakkan atau menyajikan makanan ditempat yang bersih dan dalam keadaan tertutup agar tidak dihindangi lalat atau serangga yang merupakan pembawa bibit yang memproduksi racun misalnya bakteri

## **B. Tinjauan Umum Tentang Bakteri dalam Makanan**

Bakteri adalah organisme uniseluler yang umumnya mempunyai ukuran 0,5-1,0 sampai 2,0-10 mm dan mempunyai tiga bentuk

morfologi yaitu bulat (*cocci*), batang (*bacilli*), dan kurva (*comma*). Bakteri dapat membentuk gerombol dan rantai (dua atau lebih) atau tetrad. Bakteri dapat motil atau nonmotil. Materi sitoplasma diselubungi dinding sel pada permukaan dan membran bawah dinding. Nutrisi dan bentuk molekul atau ion ditransportasi dari lingkungan melalui membran (mengandung komponen energi) dengan beberapa mekanisme spesifik (Sopandi & Wardah, 2014).

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba dalam makanan

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba dalam makanan meliputi (Nurmaini, 2004).:

- a. Faktor intrinsik, merupakan sifat fisik, kimia dan struktur yang dimiliki oleh bahan pangan tersebut, seperti kandungan nutrisi dan pH bagi mikroba.
- b. Faktor ekstrinsik, yaitu kondisi lingkungan pada penanganan dan penyimpanan bahan pangan seperti suhu, kelembaban, susunan gas di atmosfer.
- c. Faktor implisit, merupakan sifat-sifat yang dimiliki oleh mikroba itu sendiri.
- d. Faktor pengolahan, karena perubahan mikroba awal sebagai akibat pengolahan bahan pangan, misalnya pemanasan, pendinginan, radiasi, dan penambahan pengawet

## 2. Faktor yang Mendukung Perkembang Biakan Bakteri pada Makanan

Ada beberapa faktor yang juga dapat mendukung perkembangbiakan bakteri pada makanan diantaranya:

### a. Temperatur

Pertumbuhan mikroba secara langsung bergantung pada bagaimana suhu mempengaruhi enzim-enzim seluler. Dengan suhu yang meningkat, aktifitas enzim meningkat hingga konfigurasi tiga dimensi molekul-molekul tersebut hilang karena denaturasi proteinnya. Disisi lain, bila suhu diturunkan menuju titik beku, terjadi inaktivasi enzim dan metabolisme seluler berkurang secara bertahap. Pada 0°C, reaksi-reaksi biokimia berhenti pada kebanyakan sel (Cappuccino dan Sherman, 2013).

### b. pH Lingkungan

Pertumbuhan dan kelangsungan hidup mikroorganisme sangat dipengaruhi oleh pH lingkungan dan seluruh bakteri serta mikroorganisme lainnya memiliki kebutuhan pH yang berbeda. Kebutuhan pH yang spesifik menunjukkan adaptasi organisme terhadap lingkungan alaminya. Sebagai contoh, bakteri enterik mampu bertahan hidup dalam rentang pH yang luas, yang merupakan karakteristik habitat alaminya, yaitu sistem pencernaan. Disisi lain, parasit darah bakteri hanya

dapat menolerir rantang pH yang sempit kira-kira 7,4 (Cappuccino dan Sherman, 2013).

Rentang pH spesifik untuk bakteri adalah antara 4 dan 9, dengan pH yang optimum antara pH 6,5 hingga 7,5. Karena lingkungan yang netral atau mendekati netral umumnya menguntungkan bagi pertumbuhan mikroorganismenya, pH media laboratorium sering diatur hingga kira-kira 7 (Cappuccino dan Sherman, 2013).

Bakteri sebagai kelompok organisme hidup, dapat tumbuh pada seluruh rentang suhu antara -5°C hingga 80°C. Meskipun demikian, setiap spesies membutuhkan rentang yang lebih sempit yang ditentukan oleh sensitivitas panas sistem-sistem enzimnya (Cappuccino dan Sherman, 2013).

Tabel 1. Tabel pH Minimal Mikroorganismenya

<b>Organisme</b>	<b>pH minimal</b>
<i>Salmonella typhi</i>	4,5
<i>Escherichia coli</i>	4,4
Khamir	2,5
Jamur	1,5-2,0

(Sumber: Gaman dan Sherrington, 1994)

Penggolongan makanan berdasarkan pH-nya adalah sebagai berikut (Fardiaz, 1992):

- 1) Makanan berasam rendah, yaitu makanan yang mempunyai pH di atas 5,3 misalnya jagung, daging, ikan dan susu.
- 2) Makanan berasam sedang, yaitu makanan yang mempunyai pH 5,3 sampai diatas 4,5 misalnya bayam, asparagus, bit, dan waluh kuning.
- 3) Makanan asam, yaitu makanan yang mempunyai pH 4,5 sampai diatas 3,7 misalnya tomat, pear, dan nenas.
- 4) Makanan berasam tinggi, yaitu makanan yang mempunyai pH 3,7 atau kurang, misalnya buah-buahan yang tergolong asam (misalnya berries) dan acar-acaran (termasuk sayur asin dan *sauerkraut*).

c. Waktu

Laju perbanyakan bakteri bervariasi menurut spesies dan kondisi pertumbuhannya. Pada kondisi optimal, hampir semua bakteri memperbanyak diri dengan pembelahan biner sekali setiap 20 menit. Untuk beberapa bakteri, memiliki waktu generasi, yaitu selang waktu antara pembelahan, dapat mencapai 12 menit. Jika waktu generasinya 20 menit, pada kondisi yang cocok sebuah sel dapat menghasilkan beberapa juta sel selama 7 jam (Gaman dan Sherrington, 1994).

Waktu yang diperlukan oleh sel bakteri untuk membelah diri disebut waktu pembelahan (*generation time* atau *doubling*

*time*), di mana waktu pembelahan ini antara bakteri yang satu dengan bakteri yang lainnya berbeda. Umumnya waktu pembelahan bakteri antara 1-3 jam, tetapi ada bakteri yang memiliki *doubling time* 24 jam atau lebih. Pada keadaan yang baik, waktu pembelahan tersebut dapat lebih pendek yaitu sekitar 20 menit, misalnya didapatkan pada bakteri *E.coli* (Tim Mikrobiologi FK Unibraw, 2003).

d. Makanan

Semua mikroorganisme memerlukan nutrisi yang akan menyediakan (Gaman dan Sherrington, 1994):

- 1) Energi, biasanya diperoleh dari substansi mengandung karbon.
- 2) Nitrogen untuk sintesis protein.
- 3) Vitamin dan yang berkaitan dengan faktor pertumbuhan.
- 4) Mineral.

Beberapa organisme heterotrof yang tidak dapat atau kehilangan kemampuan untuk mensintesis berbagai komponen nitrogen organik, membutuhkan komponen tersebut untuk pertumbuhannya. Sebaliknya, jasad renik lain seperti *Echerichia coli* dan *Enteribacter aerogenes*, khamir, dan kapang dapat tumbuh dengan baik pada medium yang hanya mengandung glukosa sebagai sumber nutrisi organik (Fardiaz, 1992).

e. Kelembaban

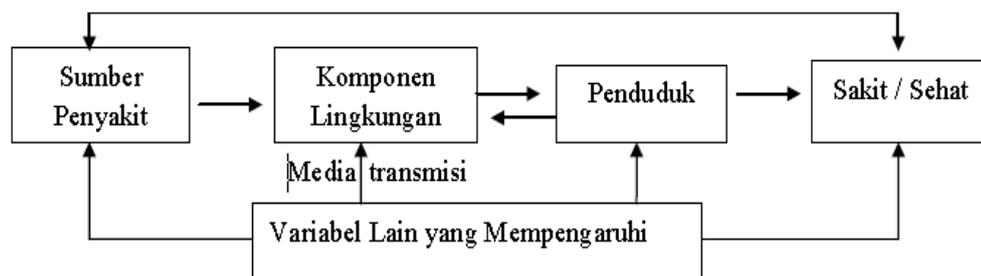
Mikroorganisme, seperti halnya semua organisme memerlukan air untuk mempertahankan hidupnya. Banyaknya air dalam pangan, yang tersedia untuk digunakan, dapat didiskripsikan dengan istilah aktivitas air ( $A_w$ ). Air murni memiliki  $A_w = 1,0$ . Aktivitas air untuk hampir semua pangan segar adalah 0,99, tetapi dapat diturunkan dengan substansi terlarut seperti gula dan garam. Bakteri biasanya memerlukan air lebih banyak daripada khamir dan jamur (Gaman dan Sherrington, 1994).

f. Oksigen

Tersedianya oksigen dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme. Bakteri diklasifikasikan menjadi empat kelompok menurut keperluan oksigennya (Gaman dan Sherrington, 1994).

- 1) *Aerob obligat* hanya dapat tumbuh jika terdapat persediaan oksigen yang banyak.
- 2) *Aerob fakultatif*, tumbuh dengan baik jika oksigen cukup, tetapi juga dapat tumbuh secara anaerob.
- 3) *Anaerob obligat* hanya dapat tumbuh jika tidak ada oksigen.
- 4) *Anaerob fakultatif*, tumbuh sangat baik jika tidak ada oksigen. Tetapi mereka juga dapat tumbuh secara aerob.

Keberadaan bakteri pada makanan didukung oleh adanya *agent* sebagai sumber, lingkungan sebagai media, perilaku dari manusia (perilaku pemajanan, dan kemudian hingga terjadinya kejadian penyakit. Hal ini sesuai dengan Teori Simpul yang dipaparkan oleh Achmadi (2008) seperti yang dijelaskan berikut.



**Gambar 2. Teori Simpul**

Mengacu kepada gambaran skematik di atas, maka patogenesis penyakit dapat diuraikan ke dalam 4 (empat) simpul, yakni :

1. Simpul 1: sumber penyakit

Sumber penyakit adalah titik mengeluarkan agent penyakit. Agent penyakit adalah komponen lingkungan yang dapat menimbulkan gangguan penyakit melalui kontak secara langsung atau melalui media perantara (yang juga komponen lingkungan). Berbagai agent penyakit yang baru maupun lama dapat dikelompokkan ke dalam tiga kelompok besar, yaitu:

- a. Mikroba, seperti virus, amuba, jamur, bakteri, parasit, dan lain-lain.
- b. Kelompok fisik, misalnya kekuatan radiasi, energi kebisingan, kekuatan cahaya.

c. Kelompok bahan kimia toksik, misalnya pestisida, Merkuri, Cadmium, CO, H<sub>2</sub>S dan lain-lain.

Sumber penyakit adalah titik yang secara konstan maupun kadang-kadang mengeluarkan satu atau lebih berbagai komponen lingkungan hidup tersebut di atas.

2. Simpul 2: media transmisi penyakit

Adal lima komponen lingkungan yang lazim kita kenal sebagai media transmisi penyakit, yaitu air, udara, tanah/pangan, binatang/serangga, manusia/langsung. Media transmisi tidak akan memiliki potensi penyakit jika di dalamnya tidak mengandung bibit penyakit atau agent penyakit.

3. Simpul 3: perilaku pemajanan (*behavioural exposure*)

*Agent* penyakit dengan atau tanpa menumpang komponen lingkungan lain, masuk ke dalam tubuh melalui satu proses yang kita kenal dengan hubungan interaktif. Hubungan interaktif antara komponen lingkungan dengan penduduk berikut perilakunya, dapat diukur dalam konsep yang disebut sebagai perilaku pemajanan atau *behavioural exposure*. Perilaku pemajanan adalah jumlah kontak antara manusia dengan komponen lingkungan yang mengandung potensi bahaya penyakit (*agent* penyakit). Masing-masing agent penyakit yang masuk ke dalam tubuh dengan cara-cara yang khas.

Ada 3 jalan masuk kedalam tubuh manusia, yakni :

- a. Sistem pernafasan
  - b. Sistem pencernaan
  - c. Masuk melalui permukaan kulit
4. Simpul 4: kejadian penyakit

Kejadian penyakit merupakan *outcome* hubungan interaktif penduduk dengan lingkungan yang memiliki potensi bahaya gangguan kesehatan. Seseorang dikatakan sakit kalau salah satu maupun bersama mengalami kelainan dibandingkan dengan rata-rata penduduk lainnya.

### **C. Tinjauan Umum Tentang Makanan**

#### **1. Definisi Makanan**

Makanan adalah kebutuhan pokok yang harus dipenuhi oleh manusia. Makanan tidak hanya dituntut cukup dari segi zat gizi dan memenuhi kebutuhan manusia, tetapi juga harus aman ketika dikonsumsi (Handayani & Werdiningsih, 2010). Makanan adalah kebutuhan pokok manusia yang diperlukan setiap saat dan memerlukan pengolahan yang baik dan benar agar bermanfaat bagi tubuh. Produk makanan atau pangan adalah segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati atau air, baik yang diolah maupun tidak diolah yang diperuntukkan untuk makanan atau minuman bagi konsumsi manusia (Saparinto & Hidayati, 2010).

## 2. Hygiene dan Sanitasi Makanan

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1096/MENKES/PER/VI/2011 tentang persyaratan hygiene sanitasi jasaboga, bahwa hygiene sanitasi makanan merupakan suatu upaya untuk mengendalikan faktor makanan, orang, tempat dan perlengkapan yang dapat dan mungkin dapat menimbulkan penyakit atau gangguan kesehatan (Permenkes, 2011).

Sanitasi makanan ditujukan untuk membebaskan makanan dan minuman dari segala bahaya yang dapat mengganggu kesehatan, mulai dari makanan itu sebelum diproduksi, selama dalam proses pengolahan, pengangkutan, penyimpanan, sampai pada penyajian/pendistribusian sehingga makanan dan minuman tersebut siap dikonsumsi (Rakhmawati, 2015).

Tujuan hygiene sanitasi makanan dan minuman (Oginawati, 2008):

- a. Menjamin keamanan dan kebersihan makanan
- b. Mencegah penularan wabah penyakit
- c. Mencegah beredarnya produk makanan yang merugikan masyarakat
- d. Mengurangi tingkat kerusakan atau pembusukan pada makanan
- e. Melindungi konsumen dari kemungkinan terkena penyakit yang disebarkan oleh perantara-perantara makanan

Menurut keputusan menteri kesehatan No. 1096/MENKES/PER/V/2011 tentang persyaratan higiene penjamah makanan sebagai berikut :

- a. Tidak merokok
- b. Tidak makan atau mengunyah
- c. Tidak memakai perhiasan, kecuali cincin kawin yang tidak berhias (polos).
- d. Tidak menggunakan peralatan dan fasilitas yang bukan untuk keperluannya.
- e. Selalu mencuci tangan sebelum bekerja, setelah bekerja dan setelah keluar dari toilet /jamban.
- f. Selalu memakai pakaian kerja yang bersih yang tidak dipakaidi luar tempat kerja.
- g. Tidak banyak berbicara dan selalu menutup mulut pada saat batuk atau bersin dengan menjauhi makanan atau keluar dari ruangan.
- h. Tidak menyisir rambut di dekat makanan yang akan dan telah diolah.

### 3. Prinsip Sanitasi Makanan

Prinsip hygiene dan sanitasi makanan dan minuman (KemenKes RI, 2011):

- a. Pemilihan Bahan Makanan

Kualitas bahan makanan yang baik dapat dilihat melalui ciri-ciri fisik dan mutunya dalam hal ini bentuk, warna, kesegaran, bau dan lainnya. Perlindungan terhadap bahan baku dari bahaya- bahaya bahan kimia dan atau pertumbuhan mikroorganisme pathogen dan pembentuk toksin selama transportasi dan penyimpanan bahan baku mutlak diperhatikan. Bahan-bahan yang dimakan dalam keadaan mentah harus diangkut dan disimpan terpisah dari bahan baku lain dan bahan-bahan yang bukan bahan pangan. Mencegah pertumbuhan mikroorganisme pathogen pembentuk toksin dengan mengatur lama waktu simpan, suhu dan aktifitas air dari bahan baku (Purwawidjaja, 1995).

b. Penyimpanan Bahan Makanan

Tidak semua makanan langsung dikonsumsi, tetapi sebagian mungkin disimpan baik dalam skala kecil maupun skala besar seperti di gudang. Tempat penyimpanan atau gudang harus memenuhi persyaratan sanitasi berikut pertama adalah tempat penyimpanan dibangun sedemikian rupa sehingga binatang seperti hewan pengerat dan serangga tidak bersarang. Kedua adalah jika akan menggunakan rak, harus disediakan ruang untuk kolong agar mudah membersihkannya. Ketiga, suhu udara dalam gudang tidak lembab untuk mencegah tumbuh jamur. Memiliki sirkulasi dan pencahayaan yang cukup serta

dinding bagian bawah harus lengkung tidak bersudut (Winarno, 2004).

c. Pengolahan Makanan

Pengolahan makanan adalah proses perubahan bentuk dari bahan mentah menjadi makanan siap santap. Proses pengolahan makanan harus memenuhi persyaratan sanitasi terutama berkaitan dengan kebersihan dapur, peralatan masak, dan penjamah makanan (Winarno, 2004).

d. Penyimpanan Makanan

Makanan yang telah diolah disimpan ditempat yang memenuhi persyaratan sanitasi, dalam almari atau pendingin. Tujuannya adalah mengurangi dan mencegah terjadinya kontak langsung dengan udara bebas yang akan mempermudah terjadinya kontaminasi. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut yaitu makanan yang disimpan harus diberi tutup, tersedia tempat khusus untuk menyimpan makanan, makanan tidak boleh disimpan dekat dengan saluran air, dan apabila disimpan diruangan terbuka hendaknya tidak lebih dari 6 jam dan ditutup agar terhidar dari serangga dan binatang lain. Serta lemari penyimpanan sebaiknya tertutup dan tidak berada tanpa kaki penyangga karena tikus, kecoa dan hewan lainnya akan sangat mudah menjangkaunya.

## **D. Tinjauan Umum Tentang Rumah Sakit**

### **1. Defenisi Rumah Sakit**

Rumah sakit dalam bahasa Inggris disebut hospital. Kata hospital berasal dari kata bahasa latin hospital yang berarti tamu. Secara lebih luas kata itu bermakna menjamu para tamu. Memang menurut sejarahnya, hospital atau rumah sakit adalah suatu lembaga yang bersifat kedermawanan (charitable), untuk merawat pengungsi atau memberikan pendidikan bagi orang-orang yang kurang mampu atau miskin, berusia lanjut, cacat, atau para pemuda (Kemenkes RI, 2012).

Sakit menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.5/Menkes/pos15/2005 adalah, "Rumah Sakit adalah suatu sarana upaya kesehatan dari pemerintah maupun swasta yang menyelenggarakan kegiatan pelayanan kesehatan serta dapat dimanfaatkan untuk pendidikan tenaga kesehatan dan penelitian. Rumah sakit menurut Undang-Undang Nomor 44 Tahun 2009 adalah institusi pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yang menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1204/MENKES/SK/X/2004 bahwa rumah sakit adalah sarana pelayanan kesehatan, tempat berkumpulnya orang sakit maupun orang yang sehat.

Rumah sakit merupakan salah satu subsistem pelayanan kesehatan menyelenggarakan dua jenis pelayanan untuk masyarakat yaitu pelayanan kesehatan dan administrasi, Pelayanan kesehatan mencakup pelayanan medic, pelayanan penunjang medic, rehabilitasi medik dan pelayanan perawatan, pelayanan tersebut dilaksanakan melalui unit gawat darurat, unit rawat jalan dan unit rawat inap (Muninjaya, 2004).

Rumah Sakit adalah sarana kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan secara merata dengan mengutamakan upaya penyembuhan penyakit dan pemulihan kesehatan, yang dilaksanakan secara serasi dan terpadu dengan upaya peningkatan kesehatan dan pencegahan penyakit dalam suatu tatanan rujukan, serta dapat dimanfaatkan untuk pendidikan tenaga dan penelitian. Rumah sakit juga merupakan institusi yang dapat memberi keteladanan dalam budaya hidup bersih dan sehat serta kebersihan lingkungan (Kepmenkes RI, 2009).

## 2. Jenis – Jenis Rumah Sakit

Jenis-jenis Rumah Sakit di Indonesia secara umum ada lima, yaitu Rumah Sakit Umum, Rumah Sakit Khusus atau Spesialis, Rumah Sakit Pendidikan dan Penelitian, Rumah Sakit Lembaga atau Perusahaan, dan Klinik (Haliman & Wulandari, 2012). Berikut penjelasan dari lima jenis Rumah Sakit tersebut :

### a. Rumah Sakit Umum

Rumah Sakit Umum, biasanya Rumah Sakit Umum melayani segala jenis penyakit umum, memiliki institusi perawatan darurat yang siaga 24 jam (Ruang gawat darurat). Untuk mengatasi bahaya dalam waktu secepat-cepatnya dan memberikan pertolongan pertama. Di dalamnya juga terdapat layanan rawat inap dan perawatan intensif, fasilitas bedah, ruang bersalin, laboratorium, dan sarana-prasarana lain.

b. Rumah Sakit Khusus atau Spesialis

Rumah Sakit Khusus atau Spesialis dari namanya sudah tergambar bahwa Rumah Sakit Khusus atau Rumah Sakit Spesialis hanya melakukan perawatan kesehatan untuk bidang-bidang tertentu, misalnya, Rumah Sakit untuk trauma (trauma center), Rumah Sakit untuk Ibu dan Anak, Rumah Sakit Manula, Rumah Sakit Kanker, Rumah Sakit Jantung, Rumah Sakit Gigi dan Mulut, Rumah Sakit Mata, Rumah Sakit Jiwa, Rumah Sakit Bersalin, dan lain-lain.

c. Rumah Sakit Pendidikan dan Penelitian

Rumah Sakit ini berupa Rumah Sakit Umum yang terkait dengan kegiatan pendidikan dan penelitian di Fakultas Kedokteran pada suatu Universitas atau Lembaga Pendidikan Tinggi.

d. Rumah Sakit Lembaga atau Perusahaan

Rumah sakit ini adalah Rumah Sakit yang didirikan oleh suatu lembaga atau perusahaan untuk melayani pasien-pasien yang merupakan anggota lembaga tersebut.

e. Klinik

Klinik merupakan tempat pelayanan kesehatan yang hampir sama dengan Rumah Sakit, tetapi fasilitas medisnya lebih.

3. Fungsi Rumah Sakit

Menurut Undang-Undang tentang rumah sakit nomor 44 tahun 2009. Pasal 5 fungsi rumah sakit adalah sebagai berikut:

- a. Penyelenggaraan pelayanan pengobatan dan pemulihan kesehatan sesuai dengan standar pelayanan rumah sakit;
- b. Pemeliharaan dan peningkatan kesehatan perorangan melalui pelayanan kesehatan yang paripurna tingkat kedua dan ketiga sesuai kebutuhan medis;
- c. Penyelenggaraan pendidikan dan pelatihan sumber daya manusia dalam rangka peningkatan kemampuan dalam pemberian pelayanan kesehatan; dan
- d. Penyelenggaraan penelitian dan pengembangan serta penapisan teknologi bidang kesehatan dalam rangka peningkatan pelayanan kesehatan dengan memperhatikan etika ilmu pengetahuan bidang kesehatan;

Peraturan Menteri Kesehatan tahun 2010 No.340/Menkes/Per/III/2010 dalam Bab III yang menyatakan:

Berdasarkan fasilitas dan kemampuan pelayanan, Rumah Sakit Umum diklasifikasikan menjadi:

- a. Kelas A adalah Rumah Sakit dengan fasilitas dengan kemampuan paling sedikit 4 (empat) Pelayanan Medik Spesialis Dasar, 5 (lima) Pelayanan Spesialis Penunjang Medik, 12 (dua belas) Pelayanan Medik Spesialis Lain, dan 13 (tiga belas) Pelayanan Medik Sub Spesialis.
  - b. Kelas B adalah Rumah Sakit dengan fasilitas paling sedikit 4 (empat) Pelayanan Medik Spesialis Dasar, 4 (empat) Pelayanan Spesialis Penunjang Medik, 8 (delapan) Pelayanan Medik Spesialis Lain, dan 2 (dua) Pelayanan Medik Sub Spesialis.
  - c. Kelas C adalah Rumah Sakit yang minimum harus mempunyai kemampuan pelayanan medik paling sedikit 4 (empat) Pelayanan Medik Spesialis Dasar, 4 (empat) Pelayanan Spesialis Penunjang Medik.
  - d. Kelas D adalah Rumah Sakit yang mempunyai kemampuan pelayanan medik paling sedikit 2 (dua) Pelayanan Medik Spesialis Dasar.
4. Jenis Pelayanan di Rumah Sakit

Dalam Undang-Undang RI No. 44 tahun 2009, bahwa Rumah Sakit adalah institusi pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yang menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan

dan gawat darurat, komponen pelayanan di Rumah Sakit mencakup 20 pelayanan sebagai berikut:

- a. Administrasi dan manajemen
- b. Pelayanan medis
- c. Pelayanan gawat darurat
- d. Pelayanan kamar operasi
- e. Pelayanan intensif
- f. Pelayanan perinatal resiko tinggi
- g. Pelayanan keperawatan
- h. Pelayanan anastesi
- i. Pelayanan radiologi
- j. Pelayanan farmasi
- k. Pelayanan laboratorium
- l. Pelayanan rehabilitasi medis
- m. Pelayanan gizi
- n. Pelayanan rekam medis
- o. Pengendalian infeksi di Rumah Sakit
- p. Pelayanan sterilisasi sentral
- q. Keselamatan kerja
- r. Pemeliharaan sarana
- s. Pelayanan lain
- t. Perpustakaan

## **E. Tinjauan Umum Tentang Quantitative Microbial Risk Assessment (QMRA)**

WHO (2004) mendefinisikan analisis risiko sebagai proses yang dimaksudkan untuk menghitung atau memprakirakan risiko pada suatu organisme sasaran, sistem atau subpopulasi, termasuk identifikasi ketidakpastian-ketidakpastian yang menyertainya, setelah terpajan oleh agent tertentu, dengan memerhatikan karakteristik yang melekat pada penyebab (agent) yang menjadi perhatian dan karakteristik sistem sasaran yang spesifik.

Analisis risiko adalah alat yang berharga dalam pengelolaan masalah keamanan pangan mikroba dan dapat memberikan pendekatan sistematis bagi otoritas pengawas dan industri makanan untuk mengendalikan risiko yang ditimbulkan oleh patogen dalam komoditas pangan tertentu. Analisis risiko terdiri dari tiga elemen: penilaian risiko, manajemen risiko dan komunikasi risiko. Penilaian risiko adalah bagian ilmiah dari proses dimana bahaya diidentifikasi dan risiko yang ditimbulkan oleh bahaya tertentu (mis. Patogen) dihitung. Prinsip-prinsip penilaian risiko termasuk empat tahap yang terlibat (identifikasi bahaya, penilaian paparan, karakterisasi bahaya dan karakterisasi risiko) diuraikan oleh *Codex Alimentarius Commission* (Codex and WHO, 2007).

Analisis risiko kesehatan lingkungan merupakan penilaian atau penaksiran risiko kesehatan yang bisa terjadi di suatu waktu pada

populasi berisiko. Metoda sangat cocok dipakai untuk kajian dampak lingkungan terhadap kesehatan masyarakat (Djafri, 2014).

Penilaian risiko mikroba kuantitatif (QMRA) didefinisikan sebagai kerangka kerja dan pendekatan yang membawa informasi dan data bersama dengan model matematika untuk mengatasi penyebaran agen mikroba melalui paparan lingkungan, dan untuk mengkarakterisasi sifat dari hasil yang merugikan (CAMRA, 2013).

Dalam *Microbial Risk Assessment Guideline*, dijelaskan langkah-langkah membuat manajemen risiko mikroba yaitu, dengan merumuskan masalah dalam konteks yang luas (*planning and scoping*), menganalisis risiko (*risk assessment*), menentukan pilihan prioritas risiko (*risk characterization*), membuat keputusan yang tepat, mengambil tindakan untuk melaksanakan keputusan dan melakukan evaluasi terkait efektivitas tindakan yang diambil (EPA, 2012)

#### 1. Perencanaan dan pelingkupan (Planning and scoping)

Perencanaan dan pelingkupan adalah proses yang mendefinisikan tujuan dan ruang lingkup penilaian risiko dan memfokuskan masalah dan pendekatan yang terlibat dalam melakukan penilaian. Tujuan dan ruang lingkup yang diartikulasikan dengan jelas memberikan landasan yang kuat untuk penilaian di kemudian hari pada keberhasilan penilaian risiko dan untuk karakterisasi risiko yang efektif. Proses perencanaan dan

pelingkupan menjabarkan petunjuk bagaimana penilaian risiko akan dilakukan. Perencanaan dan pelingkupan meliputi :

- a. Menentukan tujuan penilaian
  - b. Menentukan ruang lingkup analisis dan hasil yang dibutuhkan
  - c. Menyetujui peserta, peran, dan tanggung jawab
  - d. Menyetujui kedalaman penilaian dan pendekatan analitis (mis., Apakah penilaian risiko mencakup pemodelan statis atau dinamis)
  - e. Menyetujui sumber daya yang tersedia dan jadwal penilaian risiko
  - f. Merumuskan masalah
  - g. Mengembangkan model konseptual
  - h. Membangun rencana analisis
  - i. Mengidentifikasi opsi manajemen risiko awal yang tersedia
2. Identifikasi bahaya (*Hazard Identification*)

Identifikasi bahaya dan karakterisasi bahaya (HI / HC) adalah komponen kunci dari penilaian risiko. Di HI, agen mikrobiologi yang menimbulkan efek pada kesehatan, diidentifikasi dan didefinisikan dalam konteks epidemiologi, pengawasan, klinis, mikroba (spesifik agen), dan informasi lingkungan (termasuk meteorologi dan geografis). HC berfokus pada mikroorganisme tertentu dan mekanisme potensial atau interaksi interaksi host-patogen, virulensi, patogenisitas, dan respons dosis. Kondisi meteorologi dan

geografis berdampak pada ketekunan dan kemampuan menular agen mikroba di lingkungan dan mempengaruhi tingkat paparan potensial melalui makanan dan air.

### 3. Penilaian Dosis-Respon

Penilaian dosis-respons dalam MRA bertujuan untuk menggambarkan hubungan antara dosis patogen yang terpapar individu atau populasi dan kemungkinan efek kesehatan yang merugikan (mis., Infeksi, penyakit, kematian).

Model D-R eksponensial,  $\beta$ -Poisson D-R, dan  $\beta$ -binomial D-R telah banyak digunakan dalam menggambarakan dosis respon untuk penilaian risiko. Model D-R eksponensial (Persamaan 1) adalah model D-R yang paling sederhana yang mengasumsikan bahwa distribusi patogen antara dosis adalah acak dan mengikuti distribusi Poisson dengan rumus sebagai berikut :

$$P_{\text{inf/hari}} = 1 - e^{(-r.d)}$$

Keterangan :

$P_{\text{inf/hari}}$  = probabilitas infeksi per hari,

$e$  = paparan patogen ( $e = C \times V$ ), dimana  $C$  adalah jumlah konsentrasi patogen dalam makanan dan  $V$  adalah volume makanan yang tertelan (gram).

$r$  = parameter infektivitas (0,0042),

$d$  = dosis yang dicerna/konsentrasi patogen (ookista/hari)

#### 4. Penilaian Paparan

Penilaian paparan adalah upaya menentukan rute, frekuensi, durasi, dan besarnya (jumlah) paparan terhadap bahaya mikroba dalam suatu populasi. Rute paparan yang relevan dengan bahaya mikroba tertentu tergantung pada situasi dan dipengaruhi oleh sifat-sifat yang melekat pada mikroorganisme dan inang potensial. Sumber paparan dapat berasal dari peristiwa, kegiatan, atau lokasi alami atau antropogenik yang menghasilkan atau melepaskan bahaya mikroba. Perhitungan analisis risiko mikroba dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Rumus untuk mengetahui risiko infeksi dalam satu tahun,

$$P_{\text{inf.annual}} = 1 - (1 - P_{\text{inf/day}})^n$$

Keterangan :

$P_{\text{inf.annual}}$  = probabilitas infeksi tahunan dan bervariasi dari (0,1) di mana 0 berarti tidak ada risiko infeksi dan 1 berarti risiko infeksi tertentu.

$n$  = jumlah eksposur dalam satu tahun

Selanjutnya dilakukan perhitungan risiko penyakit pertahun bagi seorang individu menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_{\text{ill}} = P_{\text{inf.annual}} \times P_{\text{ill/inf}}$$

Dimana :

Pill adalah kemungkinan penyakit yang terjadi karena infeksi pertahun. Pill/inf (*E. coli*) = 0,35 dan Pill/inf (*Salmonella*) = 0,19 (Machdar et al., 2013).

Rumus untuk mengetahui risiko kematian per tahun,

$$P_{\text{year}} = 1 - (1 - P_i)^{365}$$

#### 5. Karakterisasi Risiko

Karakterisasi risiko adalah tahapan akhir dari penilaian risiko. Karakterisasi risiko dilakukan untuk mengkarakterisasi risiko infeksi atau penyakit yang terkait dengan konsumsi produk tertentu yang terinfeksi patogen. Jika nilai  $P_{\text{inf/day}} / \text{Pill} > 10^{-6}$  (misalnya  $10^{-5}$ ) maka dinyatakan dengan risiko tinggi, jika nilai  $P_{\text{inf/day}} / \text{Pill} < 10^{-6}$  (misalnya  $10^{-7}$ ) maka dinyatakan dengan risiko rendah. Adapun jika nilai  $P_{\text{inf/day}} / \text{Pill} = 10^{-6}$  maka dinyatakan dengan risiko sedang.

## F. Tabel Sitsa

Tabel 2. Penelitian-Penelitian Terkait

No	Judul Jurnal	Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
1	Quantitative Microbial Risk Assessment for <i>Escherichia coli</i> O157:H7 in Fresh-Cut Lettuce	2017	Untuk mengembangkan model QMRA dalam mengendalikan risiko potensial terkait dengan pathogen bawaan makanan pada selada yang segar yang terkontaminasi <i>E.colidi</i> Amerika serikat.	Prevalensi dan konsentrasi <i>E. coli</i> O157: H7 di sepanjang rantai produksi dari pertanian hingga dikonsumsi dimasukkan dalam model QMRA	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa <i>Probability of illness</i> per sajian dari konsumsi selada segar yang terkontaminasi <i>Escherichia coli</i> sebesar $9,9 \times 10^{-8}$ , dengan persentil 5 dan persentil 95 sebesar $29 \times 10^{-13}$ dan $8,8 \times 10^{-9}$
2	First step in using molecular data for microbial food safety risk assessment; hazard identification of <i>Escherichia coli</i> O157:H7 by coupling genomic data with in vitro adherence to human epithelial cells	2015	Untuk melakukan penilaian risiko keamanan pangan mikroba dan mengidentifikasi bahaya <i>Escherichia coli</i> O157: H7	Identifikasi bahaya <i>Escherichia coli</i> dengan menggabungkan genetik (polimorfisme nukleotida tunggal; SNPs untuk <i>Escherichia coli</i> (STEC) penghasil toksin Shiga dengan data fenotipik (kepatuhan in vitro terhadap epitel sel sebagai proxy untuk	Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pemetaan urutan individu ke genom menghasilkan identifikasi dari 27.980 SNP di antara set total 38 jenis uji. Serta Adhesi fraksional dari strain STEC O157 menjadi sel Caco-2 sangat bervariasi dengan distribusi frekuensi rata-rata 0,16, median 0,11

				virulensi)	
3	Analysis of <i>Escherichia coli</i> Existence Factors in Street Food at Primary School in Nggrogot Distrct	2019	untuk mengetahui faktor-faktor yang paling dominan di antara faktor-faktor lain, yaitu sanitasi lingkungan, peralatan sanitasi, kebersihan pribadi penjamah makanan, kondisi bahan baku makanan, kondisi penyimpanan makanan, dan kondisi penyajian makanan dengan adanya E. Coli	Metode kuantitatif dengan pendekatan cross sectional dengan menggunakan instrumen lembar observasi dan hasil tes laboratorium	Hasil menunjukkan bahwa faktor-faktor yang paling berpengaruh di antara faktor-faktor lain dengan adanya bakteri <i>E.coli</i> pada camilan dan makanan yaitu sanitasi lingkungan, kebersihan pribadi penanganan makanan, kondisi bahan baku makanan, kondisi penyimpanan makanan, kondisi penyajian makanan.
4	Risk of Shiga Toxigenic <i>Escherichia coli</i> O157:H7 Infection from Raw and Fermented Milk in Sokoto Metropolis, Nigeria	2018	Untuk menyelidiki keberadaan Shiga Escherichia coli penghasil racun O157: H7 di produk susu yang dijual	Penelitian ini menggunakan metode cross sectional dan menggunakan uji Exact Fisher dalam menentukan hubungan antara isolat E. coli O157: H7 dan jenis susu (mentah dan fermentasi).	Hasil penelitian menunjukkan bahwa Prevalensi keseluruhan <i>E. Coli</i> O157: H7 adalah 1,92% (5/260) dan proporsi positif untuk sampel susu mentah dan fermentasi masing-masing adalah 1,86% (3/160) dan 2,0% (2/100).
5	Factors Affecting Microbial Load and Profile of Potential Pathogens and	2016	Untuk mengidentifikasi bakteri potensial pembusukkan makanan yang	Penelitian ini menggunakan analisis deskriptif menggunakan uji	Keberadaan bakteri potensial diantaranya <i>E.coli</i> , <i>Enterococcus sp</i> , <i>Pseudomonas spp</i> , <i>Proteus sp</i> ,

	Food Spoilage Bacteria from Household Kitchen Tables		mengakibatkan penyakit bawaan makanan	spss dan uji laboratorium	dan <i>S. aureus</i> secara signifikan dipengaruhi oleh penggunaan penutup makanan plastik, penggunaan spons/handuk serbaguna untuk membersihkan, dan penggunaan talenan serta waktu pengumpulan sampel
6	Distribution of virulence factors in ESBL-producing <i>Escherichia coli</i> isolated from the environment, livestock, food and humans	2016	Untuk mengidentifikasi faktor virulensi pada <i>Escherichia coli</i> penghasil ESBL yang diisolasi dari lingkungan, ternak, makanan dan manusia	Perbandingan proporsi gen virulensi dan proporsi 161 klon endemik dalam 162 sumber yang dilakukan dengan uji exact Fisher	Potensi 298 waduk <i>E. coli</i> patogen, penghasil ESBL di lingkungan, hewan, makanan dan 299 manusia. <i>E. coli</i> yang menyimpan faktor virulensi yang memprediksi uropatogenik terdeteksi 300 di seluruh sumber yang dianalisis. Secara keseluruhan, 82% dari isolat diuji positif untuk satu atau lebih 301 faktor virulensi.
7	Logistic Regression Analysis of <i>Escherichia Coli</i> Contaminants on the Tofu Water in Lowokwaru Market Malang City	2018	Untuk mengetahui pengaruh kontaminan <i>escherichia coli</i> terhadap tahu	Survei analitik dengan pendekatan cross sectional dengan simple random sampling	Hasil menunjukkan bahwa sanitasi makanan terhadap cemaran <i>e coli</i> didapatkan nilai signifikan 0,032 ( $\alpha = 0,05$ ) sehingga ditolak $H_0$ maka ada pengaruh kebersihan dan sanitasi makanan terhadap pencemaran <i>escherichia coli</i> . Nilai

					r square sebesar 0,434 berarti kebersihan dan sanitasi makanan dan penyajian dan pemrosesan tahu mempengaruhi kontaminasi escherichia coli sebesar 43,4%.
8	Prevalence, antimicrobial resistance and multiple-locus variable-number tandem-repeat analysis profiles of diarrheagenic <i>Escherichia coli</i> isolated from different retail foods	2017	Untuk mengidentifikasi keberadaan bakteri <i>E.coli</i> pada berbagai jenis makanan	Perbedaan antara strain DEC yang diisolasi dari sumber makanan yang berbeda diuji signifikansi dengan melakukan Uji Chi-squared dengan Fisher's Exact Probability Test.	Prevalensi bakteri <i>E.coli</i> tertinggi pada unggas (100%), 27 diikuti oleh babi (54%), daging sapi (28%, 9/32), buah-buahan dan sayuran (12%), ikan (6,6%)
9	The Hurdle Approach—A Holistic Concept for Controlling Food Safety Risks Associated With Pathogenic Bacterial Contamination of Leafy Green Vegetables. A Review	2018	Untuk mengetahui wabah penyakit yang disebabkan oleh berbagai tanaman sayuran berdaun hijau yang disebabkan patogen bawaan makanan dari <i>Escherichia coli</i>	Menggabungkan Pendekatan pengurain dan pendekatan restaur	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi dari dua pendekatan tersebut dapat mengurangi risiko adanya mikroba pada sayuran berdaun hijau.
10	Pemeriksaan mikrobiologi sampel makanan Di rsud dr. Soetomo Surabaya	2015	Mendeskripsikan upaya keamanan makanan di RSUD Dr. Soetomo Surabaya	penelitian observasional deskriptif dengan menggunakan instrument hasil tes laboratorium	Hasil menunjukkan bahwa pemeriksaan sampel alat makan tidak memenuhi syarat dengan hasil 0,39 kol/cm <sup>3</sup> di

					IRNA Palembang 2 dan 15 kol/cm <sup>3</sup> di IRNA Cendana. angka kuman pada pemeriksaan alat makan belum sesuai dengan Permenkes RI No. 1096 tahun 2011 tentang Higiene Sanitasi Jasaboga.
11	Hubungan Personal Higiene dan Fasilitas Sanitasi dengan Kontaminasi <i>Escherichia Coli</i> Pada Makanan di Rumah Makan Padang Kota Manado Dan Kota Bitung	2015	Untuk menganalisis hubungan personal hygiene penjamah makanan, sanitasi tempat pengolahan makanan, penyediaan air bersih, pengelolaan sampah, dan penyimpanan makanan dengan kontaminasi <i>E. Coli</i> pada makanan.	Rancangan penelitian ini bersifat analitik dengan pendekatan secara cross sectional.	Hasil menunjukkan bahwa empat variabel yang ada hubungan dengan kontaminasi <i>Escherichia coli</i> yaitu personal hygiene penjamah makanan, tempat pengolahan makanan, pengelolaan sampah, penyimpanan makanan sedangkan variabel penyediaan air tidak memenuhi syarat. Variabel yang paling dominan berpengaruh terhadap kontaminasi <i>E. coli</i> adalah personal hygiene penjamah makanan.
12	Studi Kontaminasi Makanan di Instalasi Gizi dan Kantin Rumah Sakit X Kota Bandung	2018	Untuk mengetahui angka kontaminasi bakteri pada makanan di RS X Kota Bandung	Penelitian kuantitatif dengan cross sectional design, dengan menggunakan instrument	Hasil menunjukkan bahwa Kontaminasi <i>E. Coli</i> pada makanan tahun 2015 di pantry sebanyak 3 kasus (4,4%), 7 kasus (7%) yaitu 6

				hasil laboratorium.	kasus di pantry dan 1 kasus di kantin tahun 2016, sebanyak 3 kasus (2,9%) di Instalasi Gizi tahun 2017.
13	Phenotypic and genotypic characterization of antimicrobial resistant <i>Escherichia coli</i> isolated from ready-to-eat food in Singapore using disk diffusion, broth microdilution and whole genome sequencing methods	2019	Untuk menentukan adanya resistensi antimikroba (AMR) dari <i>Escherichia coli</i> yang diisolasi dari makanan siap saji (RTE) yang dijual di tempat makanan eceran di singapura	Menggunakan metode uji broth microdilution dan uji difusi disk dengan alat Microscan Neg Mic Panel Type 40	Dari 99 <i>E.coli</i> isolat pada hidangan daging ayam (n=77), itik dan hidangan jenis ikan (n=22) melalui uji difusi disk terdapat 24,2% resisten terhadap antimikroba. Pada uji broth microdilution terdapat 62,5% yang menunjukkan adanya isolat antimikroba (AMR) <i>E.coli</i> dalam makanan siap saji.
14	Population-based study evaluating and predicting the probability of death resulting from thyroid cancer among patients with papillary thyroid microcarcinoma	2019	Mengevaluasi dan memprediksi kemungkinan kematian akibat kanker tiroid di antara pasien dengan mikrokarsinoma tiroid papiler	Menggunakan metode uji analisis gray	Probabilitas kematian 5 tahun, 10 tahun, dan 20 tahun akibat karsinoma tiroid masing-masing adalah 0,3%, 0,6%, dan 1,4%. Usia saat diagnosis, jenis kelamin, ekstensi tumor, dan keterlibatan kelenjar getah bening terkait dengan kejadian kumulatif kematian

## G. Kerangka Teori

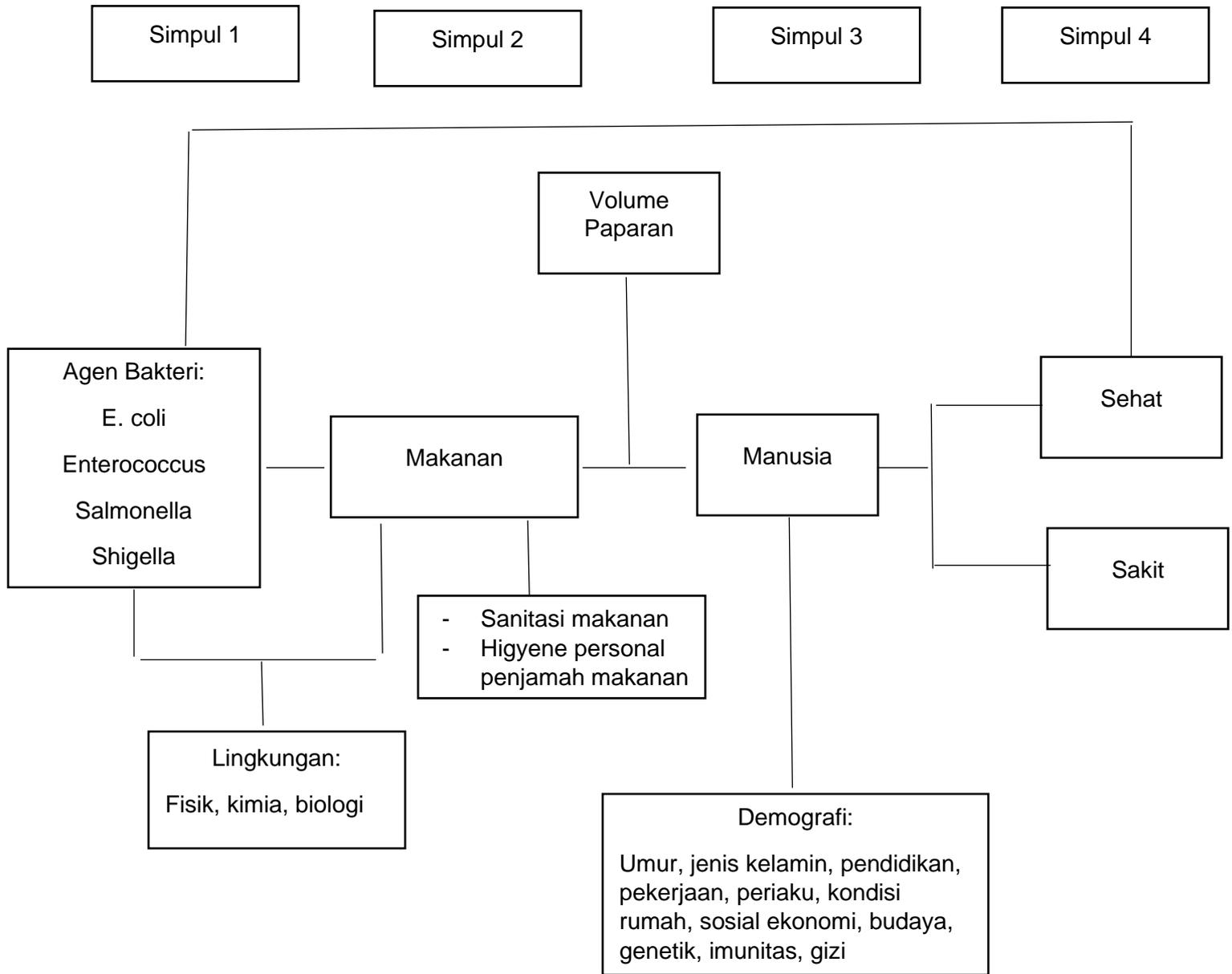
Landasan teori penelitian ini mengacu pada teori simpul yang menjelaskan bahwa kejadian penyakit berbasis lingkungan disebabkan oleh empat simpul (Achmadi, 2010).

Simpul 1 yaitu sumber penyakit adalah titik mengeluarkan *agent* penyakit. *Agent* penyakit adalah komponen lingkungan yang dapat menimbulkan gangguan penyakit melalui kontak secara langsung atau melalui media perantara (juga komponen lingkungan). *Agent* penyakit dikelompokkan menjadi 3 kelompok besar yaitu kelompok mikroba, kelompok fisik (kebisingan, kekuatan cahaya, dan lainnya), dan kelompok bahan kimia (logam-logam berat dan lainnya).

Simpul 2 yaitu media transmisi penyakit adalah komponen-komponen yang berfungsi dalam memindahkan *agent* penyakit ke dalam tubuh manusia. Ada lima komponen yang termasuk sebagai media transmisi penyakit, yaitu: udara, air, tanah/pangan, binatang/serangga, manusia/langsung.

Simpul 3 yaitu perilaku pemajanan adalah jumlah kontak antara manusia dengan komponen lingkungan yang mengandung potensi bahaya penyakit.

Simpul 4 yaitu kejadian penyakit merupakan *outcome* hubungan interaktif antara penduduk dengan lingkungan yang memiliki potensi bahaya gangguan kesehatan. Adapun kerangka teori penelitian dijelaskan sebagai berikut.

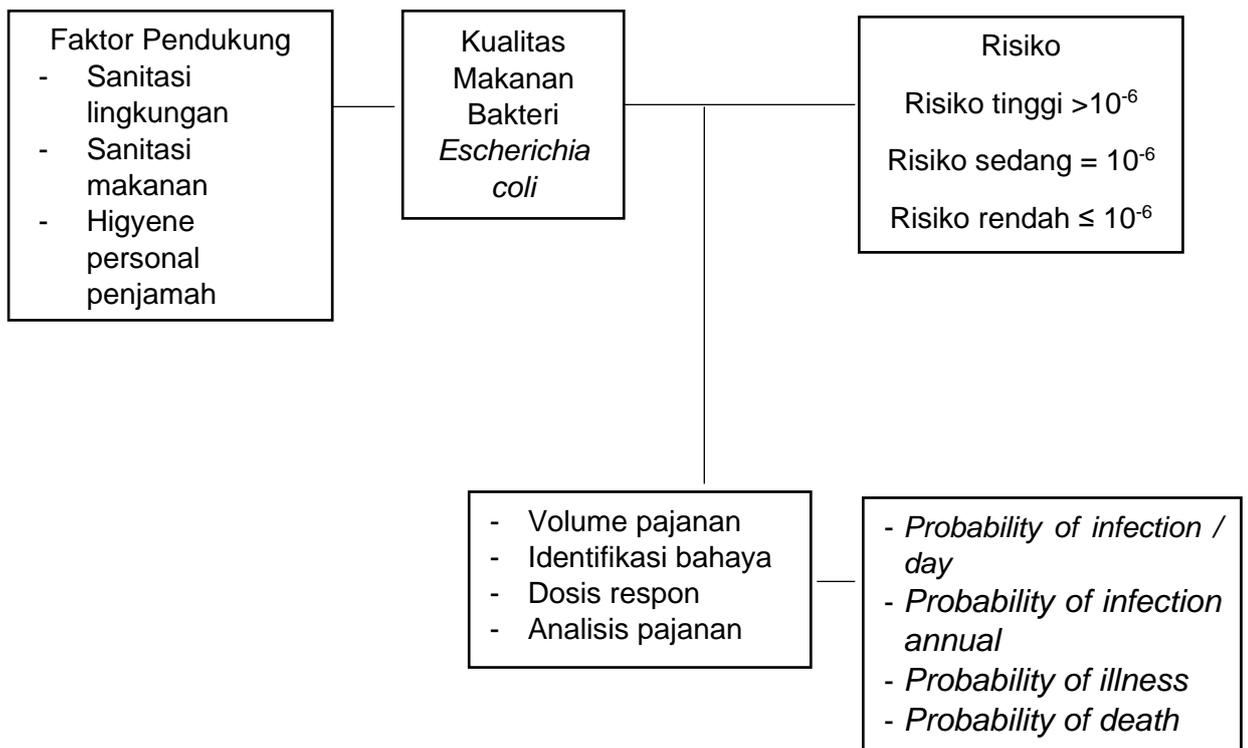


Sumber : Modifikasi Teori Simpul Achmadi (2010)

Gambar 3. Kerangka Teori

## H. Kerangka Konsep

Berdasarkan tinjauan pustaka dan teori simpul yang diuraikan sebelumnya, maka disusunlah kerangka konsep *Quantitative Microbial Risk Assessment (QMRA)* bakteri *Escherichia coli* pada makanan di kantin RSUD Kota Kendari. Sesuai kerangka teori yang ada di atas disederhanakan sesuai dengan tujuan penelitian menjadi kerangka konsep dibawah ini:



Gambar 4. Kerangka Konsep

## I. Definisi Operasional

Definisi operasional variabel adalah pengertian variabel (yang diungkap dalam definisi konsep) tersebut, secara operasional, praktik, dan nyata dalam lingkup obyek penelitian/ obyek yang diteliti. Adapun variabel yang diteliti dalam penelitian ini sebagai berikut.

Tabel 3. Definisi Operasional

No	Variabel	Defenisi	Metode	Alat Ukur	Hasil Ukur
1	Jumlah Bakteri <i>Escherichia coli</i>	Bakteri <i>Escherichia coli</i> yang ditemukan pada makanan di kantin RSUD Kota Kendari	Pemeriksaan Laboratorium (Metode MPN)	Inkubator	Jumlah Bakteri <i>Escherichia coli</i> (Numerik)
2	Sanitasi Lingkungan	Kondisi kantin terdiri dari kebersihan bagian dapur, kebersihan bagian ruang makan, pencahayaan, ketersediaan SPAL dari dapur.	Observasi	Lembar Checklist	1. Memenuhi syarat 2. Tidak memenuhi syarat
3	Sanitasi Makanan	Kondisi makanan mulai dari penyimpanan makanan, pengolahan makanan, hingga proses penyajian	Observasi	Lembar Checklist	1. Memenuhi syarat 2. Tidak memenuhi syarat

		makanan			
4	Higiene personal penjamah makanan	Kebiasaan penjamah makanan dalam menjaga kebersihan dirinya selama proses pengolahan makanan hingga penyajian makanan	Observasi	Lembar Checklist	1. Memenuhi syarat 2. Tidak memenuhi syarat
5	Identifikasi bahaya	Survei beberapa penyakit yang terjadi pada lokasi penelitian dengan mengidentifikasi/mengumpulkan beberapa data terkait kondisi kesehatan masyarakat.	Wawancara Responden	Kuesioner	Data jumlah kejadian diare pada penderita yang terjadi di wilayah tersebut
6	Analisis dosis-respon -	Menghitung probabilitas infeksi harian ( $P_{inf/day}$ ) yang disebabkan oleh paparan mikroba yang masuk ke dalam tubuh	Menggunakan Rumus	-	Angka <i>Probability of Illness/ day</i> (kemungkinan penyakit yang terjadi perhari)
7	Analisis pajanan	Menghitung probabilitas infeksi pertahun ( $P_{inf.annual}$ ) dan kemungkinan penyakit yang terjadi pertahun ( $P_{ill}$ ) yang disebabkan oleh	Menggunakan Rumus	-	Angka <i>Probability of Illness Annual</i> (kemungkinan penyakit yang terjadi pertahun)

		paparan mikroba yang masuk ke dalam tubuh			
8	Karakterisasi risiko	Kemungkinan penyakit yang terjadi setahun (Pill) dikategorikan menurut besar risikonya	Mengkategorikan Besar Risiko	-	Risiko rendah, jika Pill < $10^{-6}$ Risiko sedang, jika Pill = $10^{-6}$ Risiko tinggi, jika Pill > $10^{-6}$
9	Volume konsumsi	Jumlah atau banyaknya makanan yang dikonsumsi oleh responden perhari	Menimbang Makanan	Timbangan Makanan	Jumlah Volume Makanan