

TESIS
ANALISIS RISIKO MIKROBA DAN FAKTOR-FAKTOR
KONTAMINASI *ESCHERICHIA COLI* DAN *SALMONELLA* PADA
NASI CAMPUR DI RUMAH MAKAN PELABUHAN JAYAPURA

MICROBIAL RISK ANALYSIS AND FACTORS *ESCHERICHIA COLI*
AND *SALMONELLA* CONTAMINATION IN MIXED RICE AT
JAYAPURA PORT RESTAURANT

Disusun oleh
HETTY SETYO RINI
K012211066



PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023

**ANALISIS RISIKO MIKROBA DAN FAKTOR-FAKTOR KONTAMINASI
ESCHERICHIA COLI DAN *SALMONELLA* PADA NASI CAMPUR DI RUMAH
MAKAN PELABUHAN JAYAPURA.**

**Tesis
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister**

**Program Studi S2
Ilmu Kesehatan Masyarakat**

**Disusun dan diajukan oleh:
HETTY SETYO RINI**

Kepada

**PROGRAM STUDI S2 ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS RISIKO MIKROBA DAN FAKTOR-FAKTOR KONTAMINASI
ESCHERICHIA COLI DAN *SALMONELLA* PADA NASI CAMPUR
DI RUMAH MAKAN PELABUHAN JAYAPURA

Disusun dan diajukan oleh

HETTY SETYO RINI
K012211066

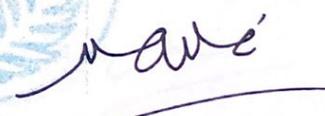
Telah dipertahankan di hadapan Panitia ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin pada tanggal 10 Agustus 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,


Prof. Anwar, S.KM., M.Sc., Ph.D
NIP. 19740816 199903 1 002


Dr. Hasnawati Amqam, SKM., M.Sc
NIP. 19760418 200501 2 001


Dekan Fakultas
Kesehatan Masyarakat


Prof. Sukri Palutturi, SKM., M.Kes., M.Sc., PH., Ph.D
NIP. 19720529 200112 1 001


Ketua Program Studi S2
Ilmu Kesehatan Masyarakat


Prof. Dr. Ridwan, SKM., M.Kes., M.Sc., PH.
NIP. 19671227 199212 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hetty Setyo Rini
NIM : K012211066
Program studi : Ilmu Kesehatan Masyarakat
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

**ANALISIS RISIKO MIKROBA DAN FAKTOR-FAKTOR KONTAMINASI
ESCHERICHIA COLI DAN *SALMONELLA* PADA NASI CAMPUR
DI RUMAH MAKAN PELABUHAN JAYAPURA.**

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

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

Makassar, 08 Agustus 2023

Yang menyatakan



Hetty Setyo Rini

PRAKATA

Puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas Taufiq dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan usul “Analisi Risiko Mikroba dan Faktor-Faktor Kontaminasi *Escherichia coli* dan *Salmonella* pada Nasi campur di Rumah Makan Pelabuhan Jayapura”, sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan Magister Kesehatan Masyarakat peminatan Kesehatan Lingkungan pada Program Studi Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.

Ucapan terimakasih tak terhingga kepada orang tua yaitu ibu Rasikem atas doa, semangat, materi yang diperlukan demi kesuksesan hidup selama penulis menempuh pendidikan. Karya ini juga dipersembahkan untuk bapak Marwan Budiyanto (alm) atas tauladan yang diberikan semasa hidup serta saudari Henny Sesanti Budi Hastuty, SKM., M.Kes (alm) atas motivasinya selama hidup dan arahan untuk memilih dalam melanjutkan Pendidikan pada Universitas Hasanuddin Makassar.

Peneliti menyadari bahwa tesis ini tidak akan dapat diselesaikan tanpa bimbingan dari dosen pembimbing dan bantuan dari berbagai pihak, dengan segala hormat penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Anwar Mallongi, SKM.,M.Sc.,Ph.D dan Dr. Hasawati Amqam,SKM.,M.Sc, selaku dosen pembimbing anggota yang telah

membimbing, memberikan saran dan masukan dalam penyusunan tesis ini

2. Prof. Dr. Anwar Daud, SKM.,M.Kes, Prof. Dr. Lalu Muhammad Saleh, SKM.,M.Kes dan Prof. Sukri Palutturi,SKM.,M.Kes.,M.Sc.,Ph.D selaku dosen penguji yang juga telah memberikan masukan serta arahan guna penyempurnaan penulisan tesis ini
3. Prof. Dr. Ridwan, SKM.,M.Kes.,M.Sc.,PH selaku ketua program studi Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.
4. Dr. Erniwati Ibrahim,SKM.,M.Kes selaku Ketua Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin beserta seluruh Dosen dan staff, atas segala bantuan yang telah diberikan selama penulis mengikuti pendidikan di Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin, khususnya di departemen Kesehatan Lingkungan.
5. Bapak dr. Bambang Budiman selaku Kepala Balai Kekarantinaan Kelas I Jayapura beserta staf yang atas ijin yang diberikan dalam meempuh penddikan dan melakukan penelitian di wilayah kerja Pelabuhan Jayapura.
6. Direktur Politeknik Kesehatan Kemenkes Jayapura khususnya Kepala Unit Laboratorium terpadu Ibu Since Kadiwaru, SKM beserta Staf yang telah membantu selama penelitian
7. Seluruh Dosen beserta staf program sudi magister Ilmu Kesehatan Masyarakat

8. Bapak Abd. Rahman K, ST selaku admin prodi magister Ilmu Kesehatan Masyarakat atas segala bantuannya dalam proses pengurusan berkas.
9. Rekan-rekan Magister Kesehatan Masyarakat khususnya pemintan Kesehatan lingkungan angkatan 2021 atas kerjasama dan kerjasamanya yang selalu memberikan motivasi, semangat dan kekompakan kepada penulis selama menempuh pendidikan.
10. Semua pihak yang membantu terciptanya karya ini dan yang tidak dapat disebutkan namanya satu per satu.

Semoga Allah SWT berkenan atas bantuan yang diberikan kepada penulis. Dan marilah kita selalu berada di bawah perlindungannya, agar kita dapat memenuhi tugas kita dengan sebaik-baiknya. Amin

Makassar, Agustus 2023

Hetty Setyo Rini

ABSTRAK

HETTY SETYO RINI, *Analisis Risiko Mikroba dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kontaminasi Escherichia coli dan Salmonella pada Nasi Campur di Rumah Makan Pelabuhan Jayapura* (dibimbing oleh **Anwar Mallongi dan Hasnawati Amqam**)

Escherichia coli dan *Salmonella* merupakan dua jenis mikroorganisme yang sering ditemukan pada makanan dan dapat menyebabkan penyakit pada manusia. Untuk itu diperlukan perhitungan analisis risiko mikroba kuantitatif untuk melihat besar risiko penyakit yang disebabkan oleh bakteri patogen tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis risiko mikroba dan faktor-faktor yang mempengaruhi kontaminasi pada nasi campur *Escherichia coli* dan *Salmonella* pada nasi campur di rumah makan.

Desain penelitian ini adalah *cross sectional* dan QMRA. Variabel yang diteliti adalah sanitasi rumah makan, kepadatan lalat, *personal hygiene* penjamah pangan, dan nasi campur, sedangkan responden untuk analisis risiko adalah pengunjung rumah makan. Sampel subjek sebanyak 80 responden dan sampel objek sebanyak 10 sampel. Identifikasi mikroba menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) dan SSA dilanjutkan dengan uji biokimia, kemudian di analisis dengan Kuantitatif Risiko Mikroba.

Hasil penelitian menunjukkan nasi campur pada rumah makan di Pelabuhan Jayapura 80% terkontaminasi oleh bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella*. Ditemukan konsentrasi tertinggi untuk *Escherichia coli* terbanyak 10 CFU/g dan *Salmonella* sebanyak 209 CFU/g. Penilaian risiko kuantitatif mikroba *Escherichia coli* dalam kategori risiko rendah ($<10^{-6}$) sedangkan *Salmonella* dalam kategori risiko tinggi ($>10^{-6}$). Faktor-faktor sanitasi rumah makan 20% tidak memenuhi syarat, kepadatan lalat 40% tidak memenuhi syarat, dan *personal hygiene* 60% tidak baik, hasil uji statistik menunjukkan faktor-faktor tersebut tidak mempengaruhi kontaminasi *Escherichia coli* dan *Salmonella* pada nasi campur di rumah makan Pelabuhan Jayapura ($p > 0,05$). Konsumsi nasi campur di rumah makan Pelabuhan Jayapura dapat berisiko tinggi mengalami gangguan kesehatan yang disebabkan oleh *Salmonella*. Disarankan untuk meningkatkan pengawasan dalam proses pengolahan makanan untuk mengurangi kontaminasi bakteri dan tidak menimbulkan masalah kesehatan di kemudian hari.

Kata Kunci : QMRA, *Escherichia coli*, *Salmonella*, Nasi Campur



ABSTRACT

HETTY SETYO RINI, *Microbial Risk Analysis and Factors Influencing Escherichia coli and Salmonella Contamination in Mixed Rice at Jayapura Harbor Restaurant* (supervised by **Anwar Mallongi** and **Hasnawati Amqam**)

Escherichia coli and *Salmonella* are two types of microorganisms that are often found in food and can cause disease in humans. For this reason, it is necessary to calculate a quantitative microbial risk analysis to see the magnitude of the risk of disease caused by these pathogenic bacteria. The purpose of this study was to analyze microbial risk and the factors that influence contamination of *Escherichia coli* and *Salmonella* mixed rice in mixed rice at restaurants.

Cross-sectional and QMRA study designs were used. Restaurant patrons served as the responders for the risk study, and the variables were restaurant sanitation, fly density, food handler personal hygiene, and mixed rice. There are 80 respondents in the subject sample and 10 samples in the object sample. Biochemical testing and the Most Probable Number (MPN) and SSA methods of microbial identification are followed by Quantitative Microbial Risk analysis.

Results showed that 80% of mixed rice in restaurants in Jayapura Port was contaminated with *Escherichia coli* and *Salmonella*. The highest concentration was found for *Escherichia coli*, 10 CFU/g and *Salmonella*, 209 CFU/g. Quantitative risk assessment of *Escherichia coli* is in the low risk category ($<10^{-6}$) while *Salmonella* is in the high risk category ($>10^{-6}$). Factors of restaurant sanitation 20% did not meet the requirements, fly density 40% did not meet the requirements, and personal hygiene 60% was not good, statistical test results showed these factors did not affect *Escherichia coli* and *Salmonella* contamination in mixed rice in Port restaurants Jayapura ($p > 0.05$). Consuming mixed rice at Jayapura Port restaurants can have a high risk of experiencing health problems caused by *Salmonella*. It is recommended to increase supervision in the food processing process to reduce bacterial contamination and not cause health problems in the future.

Keywords : QMRA, *Escherichia coli*, *Salmonella*, Mixed Rice



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iii
PRAKATA	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR ISTILAH	x
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	9
C. Tujuan Penelitian.....	9
D. Manfaat Penelitian.....	11
BAB II.....	13
TINJAUAN PUSTAKA.....	13
A. Tinjauan Umum.....	13
1. Tinjauan Umum <i>Escherichia coli</i>	13
2. Tinjauan Umum <i>Salmonella</i>	21
3. Tinjauan Umum Nasi Campur.....	23
4. Tinjauan Umum Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kontaminasi <i>Escherichia coli</i> dan <i>Salmonella</i> pada Nasi Campur	31
a. Sanitasi Rumah Makan.....	32
b. <i>Personal Hygiene</i> Penjamah Pangan	41
c. Lalat.....	46
5. Tinjauan Umum Penyakit Bawaan Makanan	49
6. Tinjauan Umum tentang MRA.....	55

B. Kerangka Teori.....	59
C. Kerangka Konsep.....	62
D. Hipotesis.....	62
E. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif.....	63
F. Tabel Sintesa	67
BAB III.....	73
METODE PENELITIAN.....	73
A. Jenis Penelitian	73
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	73
C. Populasi dan Sampel Penelitian.....	74
D. Alat, Bahan, Cara Kerja.....	76
E. Pengumpulan Data.....	88
F. Pengolahan dan Analisis Data	88
G. Penyajian Data	93
H. Etik Penelitian.....	94
BAB IV	95
HASIL DAN PEMBAHASAN	95
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	95
B. Hasil Penelitian.....	96
C. Pembahasan	118
D. Keterbatasan Penelitian	130
BAB V	132
A. Simpulan	132
B. Saran.....	133
DAFTAR PUSTAKA	135
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Definisi Operasional (DO) dan Kriteria Objektif (KO)	63
Tabel 2. Sintesa Artikel	67
Tabel 4.1. Distribusi Responden Pengunjung Rumah Makan Pelabuhan Jayapura Berdasarkan Jenis Kelamin, Umur, Pendidikan	98
Tabel 4.2. Distribusi Penjamah Pangan di Rumah Makan Pelabuhan Jayapura	99
Tabel 4. Distribusi Keberadaan Bakteri pada Nasi Campur di Rumah Makan Pelabuhan Jayapura.....	100
Tabel 4.4. Distribusi Jumlah Koloni dan Jenis Bakteri Menggunakan Media EMB pada Nasi campur di Rumah Makan Pelabuhan Jayapura	102
Tabel 4.5 Distribusi Jumlah Koloni dan Jenis Bakteri Menggunakan Media SSA pada Nasi campur di Rumah makan Pelabuhan Jayapura	103
Tabel 4.6. Frekuensi Konsumsi Nasi Campur oleh Responden di Rumah Makan Pelabuhan Jayapura	104
Tabel 4.7. Distribusi Volume Konsumsi pada Setiap Rumah makan di Rumah Makan Pelabuhan	104
Tabel 4.8 Distribusi Responden Berdasarkan Gangguan Kesehatan Setelah Mengonsumsi Nasi campur di Rumah makan Pelabuhan Jayapura	106
Tabel 4.9. Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Gangguan Kesehatan setelah Mengonsumsi Nasi campur di Rumah makan Pelabuhan Jayapura	106
Tabel 4.10. Distribusi Probabilitas Infeksi Perhari (Pinf/hari) Bakteri Escherichia coli akibat Konsumsi Nasi Campur di Rumah Makan Pelabuhan Jayapura	108

Tabel 4.11. Distribusi Probabilitas Infeksi Perhari ($P_{inf}/hari$) Bakteri Salmonella sp. akibat Konsumsi Nasi Campur di Rumah Makan Pelabuhan Jayapura	109
Tabel 4.12. Distribusi Probabilitas Infeksi Tahunan ($P_{inf.annual}$) Bakteri Escherichia coli dan Salmonella Akibat Konsumsi Nasi Campur pada Rumah Makan Pelabuhan Jayapura	110
Tabel 4.13. Distribusi Probability of Illness (Pill) akibat Konsumsi Nasi Campur pada Rumah Makan Pelabuhan Jayapura	111
Tabel 4.14. Karakterisasi Risiko Bakteri Escherichia coli dan Salmonella Akibat Konsumsi Nasi Campur pada Rumah Makan Pelabuhan Jayapura	113
Tabel 4.15. Distribusi Hasil Sanitasi Rumah Makan, Personal Hygiene Penjamah Pangan dan Kepadatan Lalat di Rumah Makan Pelabuhan Jayapura	115
Tabel 4.16. Hubungan Sanitasi Rumah Makan, Personal Hygiene Penjamah Pangan dan Kepadatan Lalat dengan Kontaminasi Escherichia coli pada Nasi Campur di Rumah Makan Pelabuhan Jayapura	116
Tabel 4.17. Hubungan Sanitasi Rumah Makan, Personal Hygiene Penjamah Pangan dan Kepadatan Lalat dengan Kontaminasi Salmonella pada Nasi Campur di Rumah Makan Pelabuhan Jayapura	117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peranan makanan/minuman dalam penularan patogen melalui jalur fekal-oral.	32
Gambar 2. Teori Simpul.....	53
Gambar 3. Kerangka Teori	61
Gambar 4. Kerangka Konsep.....	62
Gambar 5. Peta Lokasi Penelitian.....	96

DAFTAR ISTILAH

APM	: Angka Paling Mungkin
BGLB	: Brilliant Green Lactosa Broth
CFU	: Coloni Forming Unit
EMB	: Eosin Methylen Blue
LB	: Lactose Broth
LT	:Labil Toxin
MPN	: Most Propable Number
MRVP	: Methyl Red Voges Proskauer
Permenkes	: Peraturan Menteri Kesehatan
PMK	: Peraturan Menteri Kesehatan
QMRA	: Quanttative Microbial Risk Assesment
SSA	: Salmonella Shigela Agar
ST	: Stable Toxin

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penyakit bawaan makanan merupakan salah satu permasalahan kesehatan yang paling banyak dijumpai pada zaman modern, terdapat berbagai jenis penyakit bawaan makanan yang menyerang negara berkembang antara lain gastroenteritis *Escherichia coli*, salmonellosis, shigelosis, demam tifoid dan paratifoid, bruselosis, kolera, amoebiasis dan poliomieltis. Menurut perkiraan 70% kasus penyakit diare terjadi karena makanan yang terkontaminasi (World Health Organization, 2006). Secara global, satu dari 10 kematian pada anak-anak dibawah lima tahun disebabkan oleh diare, dengan kejadian di sub-Sahara Afrika dan Asia Tenggara (Chola et al., 2015)

Di Amerika Serikat, pertahun diperkirakan penyakit bawaan makanan khususnya diare sebanyak 48 juta kasus, menyebabkan lebih dari 128.000 orang dirawat di rumah sakit dan kematian sebanyak 3.000 orang. Kasus infeksi makanan khususnya akibat bakteri *Escherichia coli* yaitu pada bulan Oktober tahun 2022 ditemukan 20 orang terinfeksi dan 5 diantaranya dirawat di rumah sakit setelah mengonsumsi falavel beku, dan 7 orang terinfeksi serta 6 diantaranya dirawat di rumah sakit setelah mengonsumsi daging giling, sebelumnya pada bulan September tahun 2022 ditemukannya 109 orang yang terinfeksi dan 52 diantaranya

dirawat di rumah sakit setelah mengonsumsi roti lapis (*sandwich*) pada sebuah restoran siap saji di Amerika khususnya pada negara bagian Indiana, Michigan, Ohio, and Pennsylvania diketahui dimana sumber bakteri *Escherichia coli* adalah selada romaine (Centers of Diseases and Prevention, 2022).

Salmonella menempati urutan kedua atau bahkan yang pertama dari keracunan makanan di seluruh dunia (Lee et al., 2015). Badan Standardisasi Nasional Indonesia (Standar 3 Nasional Indonesia 7388: 2009) mensyaratkan *Salmonella* tidak boleh mengontaminasi 25 mg sampel makanan (Hayati and Rohman, 2017). Diperkirakan 94 juta kasus gastroenteritis yang disebabkan oleh spesies *Salmonella* terjadi secara global setiap tahun, dan diantaranya, hampir 80 juta kasus adalah bawaan makanan. Di Amerika Serikat, lebih dari satu juta kasus diperkirakan terjadi setiap tahun. Semua kelompok umur rentan, tetapi gejalanya paling parah pada orang tua, bayi, dan orang sakit. Masa inkubasi untuk penyakit ini biasanya antara 12 hingga 36 jam setelah mengonsumsi makanan atau air yang terkontaminasi (Haas et al., 2014).

Pada tahun 2022 terdapat KLB akibat *Salmonella* di Eropa dengan 196 kasus, Sembilan belas kasus dirawat di rumah sakit dan lima kasus mengalami septikemia, satu kasus di Inggris meninggal. Berdasarkan wawancara kasus dari Finlandia dan Inggris, produk ayam siap saji. (ECDC,2022). Wabah akibat kontaminasi *Salmonella* juga pernah

terjadi di Beijing China selama tiga hari pada Maret 2021 dengan 225 dari 324 pengunjung yang makan di kantin menunjukkan gejala gastrointestinal. Semua pasien mengalami diare dan demam tinggi, disertai sakit perut, mual, dan muntah. Dua puluh strain *Salmonella* enteritidis ditemukan, termasuk 19 dari sampel pasien, dan satu dari sisa nasi goreng telur. Investigasi epidemiologis dan tes laboratorium memastikan bahwa wabah tersebut terkait dengan nasi goreng telur yang kurang matang. Pasien termasuk 223 laki-laki dan dua perempuan, dan usia rata-rata sedikit lebih tua dari 24 tahun. Masa inkubasi terpendek adalah satu jam, terpanjang adalah 38,5 dan rata-rata lebih dari 14 jam

Di Indonesia kasus infeksi akibat *Escherichia coli* dilaporkan terjadi di dusun Puntukringin, desa Gerdu kecamatan Karangpandan kabupaten Karanganyar terdapat 55 orang yang menunjukkan gejala terinfeksi setelah mengkonsumsi oseng kacang dan tempe. (Handayani, 2021)

Pada tahun 2017 berdasarkan data dari Direktorat Kesehatan Lingkungan dan *Public Health Emergency Operation Center* (PHEOC) Kementerian Kesehatan (Kemenkes) mencatat KLB keracunan pangan berjumlah 163 kejadian, 7132 kasus dengan *Case Fatality Rate (CFR)* 0,1%. Kecenderungan kejadian KLB keracunan pangan sebagian besar masih bersumber dari pangan siap saji. Berdasarkan jenis pangan,

umumnya yang menjadi penyebab KLB keracunan pangan berasal dari masakan rumah tangga (36%) (Biro Komunikasi dan Pelayanan Masyarakat, 2018).

Berdasarkan laporan BPOM tahun 2015-2017 diketahui bahwa insiden keracunan pangan paling banyak disebabkan oleh bakteri patogen yaitu 65% pada tahun 2016, 58,4% pada tahun 2017 dan 66% pada tahun 2018 (Arisanti, et al 2018). Di kota Jayapura pada tahun 2021 terdapat 44 kasus keracunan yang disebabkan oleh pangan (44 kasus) (Profil Balai POM, 2021)

Penyakit Diare merupakan penyakit endemis yang berpotensi menimbulkan Kejadian Luar Biasa (KLB) dan masih menjadi penyumbang angka kematian di Indonesia terutama pada balita. Hasil Riset Kesehatan Dasar tahun 2018 memperlihatkan prevalensi diare untuk semua kelompok umur sebesar 8%, balita sebesar 12,3 %, dan pada bayi sebesar 10,6%. (Riskesdas, 2018) Sementara pada *Sample Registration System* tahun 2018, diare tetap menjadi salah satu penyebab utama kematian pada neonatus sebesar 7% dan pada bayi usia 28 hari sebesar 6% (Balai POM, 2021). Pada tahun 2021 berdasarkan data dari Puskesmas Hamadi yaitu terdekat dengan pelabuhan Jayapura terdapat 483 kasus diare di wilayah kerjanya (Puskesmas Hamadi 2021).

Makanan merupakan sumber energi dan gizi bagi manusia untuk melaksanakan aktivitasnya sehari-hari. Tanpa makanan, manusia tidak

memiliki tenaga untuk bisa melaksanakan berbagai rutinitasnya setiap hari. (Departemen Kesehatan RI, 2004). Makanan merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia, saat ini mengatasi rasa lapar bukanlah tujuan utama mengkonsumsi pangan namun konsumen juga untuk memenuhi kebutuhan zat-zat gizi untuk menjaga kesehatan tubuh. Tidak sempatnya banyak orang dalam menyiapkan makanan yang akan dikonsumsi menyebabkan ketergantungan pada tempat pengelolaan pangan seperti restoran, rumah makan, kantin dan warung makan yang menyediakan kebutuhan akan pangan. (Purnawijayanti, 2001)

Persentase tempat pengelolaan pangan (TPP) yang memenuhi syarat sesuai standar pada tahun 2021 di Provinsi Papua baru mencapai 56,2% (Profil Kesehatan, 2021). Tempat pengelolaan pangan yang meliputi restoran, rumah makan, kantin dan warung makan memiliki potensi yang cukup besar untuk menimbulkan gangguan kesehatan atau penyakit bahkan keracunan akibat pangan (Kemenkes,2020).

Kontaminasi *Escherichia coli* pada makanan dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu lingkungan, air, vector dan jari tangan (World Health Organization,2006). Permasalahan kesehatan khususnya masalah *personal hygiene* dan sanitasi makanan merupakan masalah yang sangat kompleks, kondisi *personal hygiene* penjamah makanan sangat mempengaruhi kebersihan dan kesehatan makanan yang diolahnya ketidakmampuan dalam menjaga *personal hygiene* akan

menyebabkan seseorang mudah mengalami infeksi dan penyakit kulit, karena berkaitan dengan bakteri, jamur dan virus (Nildawati, 2020).

Hasil penelitian Abidin pada tahun 2021 menunjukkan bahwa terdapat faktor sanitasi makanan berhubungan keberadaan *Escherichia coli* ($p=0,03$), terdapat hubungan yang signifikan antara perilaku higienis dan keberadaan *Escherichia coli* ($p=0,046$) serta hasil uji laboratorium menunjukkan 6 (9,1%) dari 33 sampel makanan dari Warmindo positif terkontaminasi *Escherichia coli*. (Abidin et al., 2021). Penelitian Rahmayani pada tahun 2019 menunjukkan hasil bahwa faktor higiene penjamah berhubungan signifikan ($p<0,05$) dengan adanya kontaminasi *Escherichia coli* pada jajanan (Rahmayani, 2019). Penelitian Ihda Farihatun Nisa pada tahun 2019 menunjukkan bahwa *personal hygiene* penjamah makanan ($p=0,003$) merupakan faktor yang paling mempengaruhi keberadaan *Escherichia coli* pada makanan jajanan. (Nisa, 2019). Faktor lalat sebagai vektor dalam menyebarkan *Escherichia coli* hasil penelitian Nazi Nur Faudiyah menunjukkan sampel lalat 6% positif terdapat bakteri *Escherichia coli*. (Faudiyah, 2020).

Pelabuhan sebagai gerbang dalam proses angkut penumpang yang naik turun, bongkar muat barang serta perdagangan antar pulau dan provinsi memberikan manfaat yaitu selain membuka lapangan pekerjaan untuk pekerja Pelabuhan juga mendorong tingkat konsumsi masyarakat sehingga menimbulkan peluang usaha khususnya bagi masyarakat yang tinggal di sekitar Pelabuhan (Adam, 2015). Pelabuhan

Jayapura merupakan pelabuhan utama di ibukota Provinsi Papua dimana pada tahun 2021 terdapat 629 kapal datang dan 623 kapal berangkat dengan jumlah penumpang datang sebanyak 85.191 orang dan penumpang berangkat 72.718 orang (KKP Jayapura,2021).

Untuk memenuhi kebutuhan akan makanan maka para penumpang tersebut akan mengonsumsi makanan yang dijual pada tempat pengelolaan makanan khususnya rumah makan di sekitar Pelabuhan, diketahui jumlah rumah makan sebanyak 10 tempat dengan jumlah pengunjung sebanyak 245 orang. (KKPJayapura, 2022). Pada tahun 2018 diketahui bahwa masih ditemukan *Escherichia coli* pada sampel makanan yang diperiksa (KKP Jayapura,2018). Selain pada sampel makanan *Escherichia coli* juga ditemukan pada sampel air bersih yang diperiksa yaitu sebanyak 73% dari sampel yang diperiksa. (KKP Jayapura, 2019)

Nasi merupakan merupakan makanan yang diminati oleh pengunjung tempat pengelolaan pangan khususnya rumah makan. Nasi putih dikatakan makanan pokok bagi masyarakat di Asia, Asia Tenggara, dan khususnya Indonesia. Nasi putih merupakan makanan pokok yang paling banyak dikonsumsi oleh penduduk Indonesia (Widodo, 2020), sedangkan nasi campur digemari karena lengkap dalam penyajiannya terdiri atas nasi, sayur dan lauk (Lily,2003).

Pada penelitian Nichols, et al tahun 1999 sebanyak 4.162 sampel nasi matang diperiksa, di mana 47% adalah sampel tempat

penjualan (siap makan) dan 46% adalah sampel yang disimpan sebelum dimasak (7% sampel status memasak nasi tidak dicatat), didapatkan hasil satu persen dari sampel tempat penjualan mengandung *Esherichia coli* pada $\geq 10^2$ CFU/g atau lebih. Secara signifikan lebih banyak sampel beras yang disimpan sebelum dimasak memiliki tingkat kontaminasi yang lebih tinggi dengan *Esherichia coli* $\geq 10^2$ CFU/g dibandingkan dengan nasi yang dimasak di tempat penjualan. *Esherichia coli* $\geq 10^2$ CFU/g terdapat pada 9% beras yang dimasak sebelumnya dibandingkan dengan 1% pada sampel tempat penjualan (P,0,0005). (Nichols et al, 1999).

Berdasarkan penelitian identifikasi *Salmonella* pada nasi goreng di kereta didapatkan hasil dari dua puluh tiga (23) koloni yang ditemukandari 8 (delapan) sampel nasi goreng diidentifikasi sebagai *Salmonella*. Hal ini menunjukkan bahwa nasi goreng tidak diproses dengan baik. (Srianta, 2003). Sedangkan hasil investigasi pada media lanjut ditemukan ada 4 sampel dari 15 sampel nasi goreng di rumah makan positif mengandung *Salmonella* (Ruriani, 2010)

Pada penelitian Ziku tahun 2017 diketahui bahwa makanan nasi campur di sekitar Pasar Badung tidak sesuai standar dan hanya 8.3% makanan nasi campur yang memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh Dirjen POM Nomor: 03726/B/SK/VII/89. (Ziku, 2017).

Berdasarkan data di atas terkait bahaya dari infeksi patogen *Escherichia coli* dan *Salmonella* pada makanan diperlukan perhitungan analisis risiko mikroba kuantitatif untuk melihat besar risiko penyakit yang disebabkan oleh bakteri patogen tersebut beserta faktor-faktor kontaminasi pada nasi campur. Memperkirakan besar risiko yang akan muncul dapat diketahui atau dapat disusun upaya untuk mengantisipasi risiko tersebut agar masyarakat dapat terbebas dari berbagai penyakit yang ditimbulkan dari lingkungan sekitarnya.

B. Rumusan Masalah

Bagaimana risiko mikroba dan faktor-faktor kontaminasi *Escherichia coli* dan *Salmonella* pada nasi campur di rumah makan Pelabuhan Jayapura.

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Untuk menganalisis risiko mikroba dan faktor-faktor kontaminasi *Escherichia coli* dan *Salmonella* pada nasi campur di rumah makan Pelabuhan Jayapura.

2. Tujuan Khusus

- a. Menganalisis bakteri *Eschericia coli* dan *Salmonella* yang mengontaminasi nasi campur di rumah makan Pelabuhan Jayapura
- b. Mengetahui besarnya risiko infeksi perhari/ *Probability of infection/day* ($P_{inf/day}$) dari konsumsi nasi campur di rumah makan Pelabuhan Jayapura
- c. Mengetahui besarnya risiko infeksi tahunan/ *Probability of infection annual* ($P_{inf.annual}$) dari konsumsi nasi campur di rumah makan Pelabuhan Jayapura
- d. Mengetahui kemungkinan terjadinya risiko penyakit/ *Probability of illness* (P_{ill}), dari konsumsi nasi campur di rumah makan Pelabuhan Jayapura
- e. Mengetahui karakterisasi risiko penyakit yang disebabkan oleh *Eschericia coli* dan *Salmonella* dari konsumsi nasi campur di rumah makan Pelabuhan Laut Jayapura
- f. Menganalisis sanitasi rumah makan, *personal hygiene* penjamah pangan dan kepadatan lalat di rumah makan Pelabuhan Jayapura
- g. Menganalisis hubungan antara sanitasi rumah makan, *personal hygiene* penjamah pangan dan kepadatan lalat dengan kontaminasi *Eschericia coli* dan *Salmonella* pada nasi campur di rumah makan Pelabuhan Jayapura

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Ilmiah

- a. Sebagai informasi bagi konsumen yang sering mengonsumsi makanan-makanan yang terdapat di rumah makan tentang risiko kesehatan akibat mengonsumsi makanan yang terkontaminasi bakteri khususnya bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella*
- 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 pada makanan khususnya *Escherichia coli* dan *Salmonella*
- c. Memberikan informasi terkait faktor-faktor yang kontaminasi bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella* pada makanan khususnya nasi campur

2. Manfaat bagi Institusi

Menjadi bahan masukan bagi instansi terkait di lingkungan Pelabuhan yaitu Balai Kekarantinaan Kesehatan Kelas I Jayapura, Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan dan Dinas Kesehatan kota Jayapura untuk menyusun perencanaan dan evaluasi pelaksanaan program pencegahan dan pengendalian penyakit khususnya di wilayah Pelabuhan.

3. Manfaat bagi Peneliti

Dapat mengaplikasikan ilmu kesehatan masyarakat yang telah didapatkan terkait penerapan hygiene sanitasi makanan dan analisis risiko mikroba.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum

1. Tinjauan Umum *Escherichia coli*

a. Karakteristik

Escherichia coli merupakan salah satu bakteri *Coliform* dalam famili Enterobacteriaceae, pertama kali diisolasi pada tahun 1885. Enterobacteriaceae merupakan bakteri *enteric* atau bakteri yang dapat bertahan di dalam saluran pencernaan. *Escherichia coli* berbentuk batang dengan ukuran berkisar antara 1,0-1,5 μm x 2,0-6,0 μm , bersifat gram negatif, fakultatif anaerob, tidak membentuk spora dan merupakan flora alami pada usus mamalia (Yang dan Wang, 2014)

Escherichia coli dibagi menjadi 3 (tiga) kelompok besar berdasarkan interaksinya dengan hostnya, yaitu non pathogen (komensal), pathogen saluran pencernaan dan patogen di luar saluran pencernaan. *Escherichia coli* dapat hidup dan bertahan pada tingkat keasaman tinggi dalam tubuh manusia, di luar tubuh dapat menyebar melalui feses. Secara fisiologi memiliki kemampuan untuk bertahan hidup pada kondisi lingkungan yang sulit, dan dapat hidup dengan baik pada air tawar, air laut atau di tanah. Kemampuan bertahan hidup selama pendinginan

dan pembekuan telah terbukti menjadikan *Escherichia coli* toleran terhadap kondisi kering. *Escherichia coli* memiliki waktu untuk membelah diri menjadi dua kali lipat atau regenerasi selama 30-87 menit, suhu optimum bagi pertumbuhan adalah 37°C dengan waktu regenerasi tersingkat selama 30 menit. (Rahayu, 2018)

b. Patogenitas

Escherichia coli umumnya tidak berbahaya, namun apabila memperoleh tambahan gen virulensi dari mikroorganisme lain melalui mekanisme perpindahan gen (transformasi), perpindahan plasmid (konjugasi) atau perpindahan gen melalui bakteriofage (transduksi) akan berubah menjadi bakteri patogen. Patogenitas adalah kemampuan suatu organisme untuk menimbulkan penyakit. *Escherichia coli* patogen pertama kali teridentifikasi pada tahun 1935 sebagai penyebab diare. Berdasarkan patogenitasnya *Escherichia coli* dikelompokkan ke dalam 6 (enam) jenis yaitu:

1) Enterotoksigenik *Escherichia coli* (ETEC)

Merupakan penyebab diare tidak hanya pada manusia tetapi juga pada hewan. Apabila masuk ke dalam sistem pencernaan ETEC akan menempel pada sel-sel yang melapisi mukosa usus halus, setelah itu ETEC akan memproduksi enterotoksin yang terdiri dari dua jenis yaitu

yang tidak tahan panas (*heat labile toxin*) dan yang tahan panas (*heat stabile toxin*).

Enterotoksigenik ETEC ditularkan melalui rute fecal-oral, penularan ETEC umumnya terjadi karena pangan maupun air yang terkontaminasi. Strain ini dikenal menyebabkan *traveler diarrhea* bagi wisatawan. Diare dapat bertahan hingga 19 hari dan umumnya tidak disertai demam, timbulnya penyakit dapat terjadi 8 sampai 44 jam setelah konsumsi makanan yang terkontaminasi ETEC.

2) Enteropatogenik *Escherichia coli* (EPEC)

Karakteristik utama EPEC adalah kemampuannya untuk menginduksi luka pada saluran pencernaan dengan cara merusak mikrofili usus. EPEC dibagi menjadi dua subgroup yaitu EPEC tipikal dan EPEC atipikal yang membedakan adalah faktor pelekatan berupa plasmid.

EPEC merupakan penyebab diare yang umumnya terjadi pada negara-negara berkembang. Pada orang dewasa ditandai dengan diare berat, mual, muntah, kram perut, sakit kepala, demam dan menggigil. Waktu timbulnya penyakit 17-72 jam dengan durasi penyakit 6 jam sampai 3 hari. EPEC dapat menyebabkan penyakit yang berkembang pada manusia ketika ditransmisikan oleh air yang terkontaminasi feses.

3) Enterohemoragik *Escherichia coli* (EHEC)

EHEC merupakan kelompok *Escherichia coli* yang dapat menyebabkan diare atau colitis berdarah pada manusia yang dapat berujung pada sindrom hemolitik uremik (*Hemolytic Uremic Syndrom/ HUS*). HUS adalah penyebab dari gagal ginjal akut pada anak-anak dan kematian pada orang dewasa dengan tingkat kematian 50%. EHEC dikenal juga sebagai penghasil toksin Shiga (STEC) dapat disebut sebagai *Escherichia coli* penghasil Verositol toksin (VTEC). Tipe ini adalah yang paling sering terdengar di berita terkait dengan wabah bawaan makanan. (Medical Illustration of *Escherichia coli* Bacteria *Escherichia Coli* (E. Coli) What Are E. Coli?, 2016)

Strain *Escherichia coli* O104:H4 penghasil toksin Shiga merupakan penyebab wabah besar di Eropa pada tahun 2011. STEC yang paling umum diidentifikasi di Amerika Utara adalah *Escherichia coli* O157:H7 (sering disingkat menjadi *Escherichia coli* O157 atau bahkan hanya "O157"). (Centers of Diseases and Prevention, 2022).

EHEC ditransmisikan melalui rute *fecal-oral* dengan transmisi pangan yang berasal dari hewan (daging, susu yang tidak dipasteurisasi) atau sayuran yang telah terkontaminasi. EHEC mampu menyebabkan luka pada usus dengan mengikis mikrovili.

4) Enteroinvasif *Escherichia coli* (EIEC)

EIEC cukup berbeda dengan *Escherichia coli* lainnya tetapi identik dengan shigellosis yaitu infeksi disebabkan penetrasi bakteri dan kerusakan mukosa usus. Gejala yang ditimbulkan antara lain menggigil, demam, sakit kepala, nyeri otot, kram perut dan diare. Penyakit dapat muncul 8 - 24 jam setelah konsumsi makanan atau air yang mengandung EIEC, penularan umumnya berasosiasi dengan air atau pangan yang terkontaminasi feses serta penularan *person to person*. Kasus infeksi EIEC cukup rendah dibandingkan dengan kasus *Escherichia coli* lainnya. EIEC memiliki kemampuan untuk menginvasi sel jaringan kolon, kemampuan ini disebabkan oleh adanya faktor virulensi spesifik berupa plasmid invasi. Ketika berada di dalam sel EIEC menggandakan diri kemudian menuju sitoplasma dan menginvasi sel di sampingnya.

5) Enteroagregatif *Escherichia coli* (EAEC)

EAEC merupakan penyebab diare akut pada anak-anak serta penyebab *traveller diarrhea* kedua setelah ETEC. EAEC dapat menyebabkan inflamasi akibat infeksi, orang yang terinfeksi akan mengalami diare disertai dengan darah serta lendir. Diare berlangsung selama 14 hari, penularan bersifat *fecal-oral*. EAEC berpotensi bertahan pada pangan dengan pH rendah seperti saus tomat, dapat juga bertahan pada sereal, serta keju yang tidak dipasteurisasi.

6) Difusi Adheren *Escherichia coli* (DAEC)

Patogenitas DAEC belum terlalu banyak dikaji, diketahui merupakan penyebab diare pada anak-anak usia 18 bulan sampai dengan 5 tahun, sedangkan pada orang dewasa tidak menimbulkan gejala (asimtomatik).

c. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan

Beberapa faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan *Escherichia coli* meliputi suhu, aktivitas air, pH, dan tersedianya oksigen. (World Health Organization, 2006)

1) Suhu

Escherichia coli dapat tumbuh pada range temperatur 7°C - 50°C dengan suhu optimum untuk pertumbuhannya adalah 37°C. *Escherichia coli* dapat mati dengan

pemasakan makanan pada temperatur 70°C.

2) Aktivitas Air

Bakteri umumnya tumbuh dan berkembang biak hanya dalam media dengan nilai aktivitas air tinggi. *Escherichia coli* dapat berkembang biak pada makanan dengan nilai aktivitas air minimum 0,95.

3) Derajat keasaman (pH)

Escherichia coli dapat hidup di lingkungan makanan yang asam pada pH dibawah 4,4 atau disebut dengan bakteri asidofilik (pH optimal serendah 3,0).

4) Ketersediaan Oksigen

Escherichia coli termasuk bakteri gram negatif yang bersifat anaerob fakultatif (bakteri dapat tumbuh pada keadaan aerob dan anaerob), sehingga *Escherichia coli* yang muncul di daerah infeksi seperti abses abdomen dengan cepat mengkonsumsi seluruh persediaan oksigen dan mengubah metabolisme anaerob, menghasilkan lingkungan yang anaerob dan menyebabkan bakteri anaerob yang muncul dapat tumbuh dan menimbulkan penyakit.

d. Dampak

Bahaya *Escherichia coli* antara lain dapat menyebabkan:

- 1) Gastroenteritis taraf sedang sampai parah
- 2) Diare akut,
- 3) Sintitis yaitu peradangan pada selaput lendir kandung kemih
- 4) *Hemolytic Uremic Syndrom* (HUS) dapat menyebabkan gagal ginjal.

e. Prevalensi pada pangan

Kasus kejadian keracunan pangan yang pernah dilaporkan diantaranya susu segar, daging sapi mentah, buah-buahan dan sayuran mentah, keju, jus apel. Di Indonesia prevalensi *Escherichia coli* pada produk pangan hewani khususnya daging sapi dan daging ayam diidentifikasi cukup tinggi. (Rahayu,2019)

Escherichia coli dapat berasal dari bahan baku yang terkontaminasi sejak awal dan tidak hilang selama proses pengolahan atau disebabkan adanya kontaminasi silang setelah pengolahan atau dapat juga disebabkan penanganan yang salah selama distribusi. Pertumbuhan mikroba pathogen dapat terjadi selama distribusi dan penyimpanan, penangananyang tidak tepat dan kebocoran. (Rahayu, 2019)

2. Tinjauan Umum *Salmonella*

a. Karakteristik

Pertama kali ditemukan tahun 1885 pada tubuh babi oleh Theobald Smith, namun dinamai *Salmonella* dari Daniel Edward Salmon, ahli patologi Amerika. *Salmonella* terdiri lebih dari 2000 serotipe yang menyebabkan beberapa macam penyakit seperti tifoid, paratifoid, dan penyakit *foodborne*. Semua serotipe ini bersifat patogen bagi manusia dan dapat menyebabkan serangkaian gejala mulai dari gastroenteritis ringan hingga penyakit parah atau kematian (Hartari, 2018). Rute penularannya adalah fekal-oral, setiap makanan atau air yang terkontaminasi dengan feses dapat mentransmisikan organisme ke inang baru. Mungkin 90% dari semua kasus adalah bawaan makanan (Haas et al., 2014).

Salmonella berkembang biak dengan cara membelah diri, dan mudah tumbuh pada medium sederhana. Struktur sel terdiri dari inti (nukleus), sitoplasma, dan dinding sel, merupakan bakteri batang lurus (*bacillus*), gram negatif, tidak berspora, bergerak dengan flagel berbentuk dan dapat berbentuk berupa rantai filamen panjang ketika berada pada suhu ekstrim yaitu 4°C - 8°C atau pada suhu 45°C dengan kondisi pH 4,4 atau 9,4. Panjang rata-rata

Salmonella berkisar 2 μm - 5 μm dengan lebar 0,8 μm – 1,5 μm . Bakteri ini bersifat fakultatif anaerob, tidak tahan terhadap kadar garam tinggi dan akan mati jika berada pada media dengan kadar garam di atas 9%. (Pratiwi, 2017).

b. Patogenitas

Salmonella dapat menimbulkan keracunan (*Salmonella food poisoning*), dengan gejala-gejala seperti mual-mual, muntah, sakit perut, sakit kepala, kedinginan, demam, dan diare (Sudargoet al., 2018). Selain keracunan, penyakit lain yang dapat disebabkan oleh bakteri *Salmonella* adalah penyakit gastroenteritis. Penyakit usus terjadi dengan penetrasi organisme *Salmonella* dari lumen usus ke lapisan usus dimana terjadi peradangan dan enterotoksin diproduksi. Gejala langsung termasuk mual, muntah, kram perut, diare, demam, dan sakit kepala. Gejala akut dapat berlangsung selama 1-7 hari atau dapat diperpanjang, tergantung pada faktor inang dan karakteristik regangan individu. Pada wabah, tingkat fatalitas kasus adalah 0,1% dari orang yang terkena dampak. (Haas et al., 2014).

c. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan

1) Suhu

Salmonella hidup pada suhu 5°C - 45°C dengan suhu optimum 35°C - 37°C

2) Derajat Keasaman

Salmonella dapat bertahan pada pH 4,4 atau 9,4 dan akan mati pada pH di bawah 4,1

3) Ketersediaan Oksigen

Bakteri ini bersifat fakultatif anaerob *Salmonella* tidak tahan terhadap kadar garam tinggi dan akan mati jika berada pada media dengan kadar garam di atas 9%.

d. Dampak

1) Keracunan

2) Gastroenteritis

3) Penyakit usus

4) Meningitis

5) Miokarditis

6) Pankreatitis

3. Tinjauan Umum Nasi Campur

Sebagian besar penduduk dunia khususnya Asia, menggunakan nasi sebagai sumber utama karbohidrat dalam menu sehari-hari mereka. Nasi sebagai makanan pokok biasanya disajikan dengan lauk pauk untuk melengkapi rasa

dan juga melengkapi kebutuhan gizi seseorang. Nasi bisa diolah dengan bahan makanan lain menjadi masakan baru, seperti nasi goreng, nasi kuning, atau nasi uduk. (Lutpiatina, 2020).

Nasi adalah makanan pokok hasil olahan beras yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Nasi mengandung energi sebesar 176 kilo kalori, protein 3,3 gram, karbohidrat 0 gram, lemak, 0 gram, kalsium 4,9 miligram, fosfor 0 miligram, dan zat besi 0 miligram. Selain itu di dalam Nasi juga terkandung vitamin A sebanyak 0 IU, vitamin B1 0 miligram dan vitamin C 0 miligram. Hasil tersebut didapat dari melakukan penelitian terhadap 100 gram nasi, dengan jumlah yang dapat dimakan sebanyak 100 %. (Mukti et al, 2018)

Nasi campur adalah masakan khas Indonesia. Makanan ini terdiri dari nasi putih yang dihidangkan dengan berbagai jenis lauk pauk. Lauk yang digunakan adalah sambal goreng, abon, serundeng, tahu goreng, ikan goreng, ayam goreng, telur dan lain- lainnya tergantung dari warung atau rumah makan yang menyajikannya nasi campur bisa memiliki variasi tersendiri. Masakan ini juga sering dijual dalam bungkus kertas atau daun pisang. (Lily, 2003)

Nasi campur juga dikenal sebagai nasi rames atau sega campur, s'go tjampur di Jawa, mengacu pada hidangan

Indonesia berupa sesendok nasi putih disertai dengan porsi kecil dari sejumlah hidangan lainnya, yang meliputi daging, sayuran, kacang tanah, telur, dan krupuk udang goreng. (Freeth,2007).

Tergantung pada asalnya, penjual nasi campur mungkin menyajikan beberapa lauk pauk, termasuk sayuran, ikan, dan daging. Ini adalah makanan pokok dari Indonesia dan populer di Malaysia, Singapura, Brunei, dan Thailand Selatan, juga Belanda melalui ikatan kolonialnya dengan Indonesia. Bentuk serupa yang disebut chanpurū ada di Okinawa. (Cecilia, 2009).

Nasi campur adalah hidangan dapat dengan mudah ditemui di berbagai tempat di Indonesia dengan variasi regional. Tidak ada aturan pasti, resep, atau definisi tentang apa yang membuat nasi campur, karena orang Indonesia dan sebagian besar orang Asia Tenggara umumnya mengonsumsi nasi kukus yang dikelilingi lauk- pauk yang terdiri dari sayuran dan daging. Akibatnya, pertanyaan tentang asal atau resep menjadi kabur. Namun nasi campur umumnya dianggap sebagai nasi kukus yang dikelilingi dengan hidangan yang mungkin terdiri dari sayuran dan daging, disajikan dalam porsi pribadi, berbeda dengan tumpeng yang disajikan dalam porsi kolektif yang lebih besar yang disajikan dalam jamuan makan kolonial yang mewah. (Freeth,2007)

Ada beberapa variasi lokal di seluruh Asia Tenggara dari Jawa, Bali, Semenanjung Malaya, Kalimantan, Sulawesi, dan Kolonial Indonesia hingga nasi campur versi Tionghoa Indonesia. Mitra Minangkabau serupa disebut nasi padang dan menonjol terutama di wilayah Sumatera. Dalam kebanyakan kasus, nasi campur mengacu secara khusus pada nasi versi Indonesia dan Malaysia dengan bermacam-macam lauk-pauk. Di Indonesia, ini mengacu pada segala jenis nasi yang dikelilingi oleh berbagai hidangan. Di Malaysia, istilah ini lebih spesifik merujuk pada nasi campur Melayu. (Cecilia, 2009).

Nasi yang dimasak dari beras biasa memerlukan waktu pemasakan 20-30 menit sampai tingkat kematangan yang dapat diterima. Di masyarakat saat ini terdapat dua metode pemasakan nasi yaitu pemasakan dengan metode tradisional dan metode *rice cooker*. Menanak nasi dengan metode tradisional dilakukan dengan dua tahapan yaitu tahapan pengaronan (perebusan) dan tahapan pengukusan. Pada tahap pengaronan beras dengan sejumlah air tertentu direbus beberapa saat, kemudian pemasakan dilanjutkan dengan tahapan pengukusan sampai selesai, sedangkan pada metode *rice cooker* hanya dilakukan satu tahapan dimana beras dan air dengan perbandingan tertentu dimasak dalam *rice cooker*. Terdapat jenis beras yang mempunyai ciri khas yaitu butir-butir

berasnya dibuat porous (berpori-pori) sehingga air panas atau uap lebih cepat masuk ke dalamnya yang mengakibatkan waktu menjadimasak menjadi jauh lebih cepat. (Subarna et al, 2005).

Dalam prosesnya mengolah beras menjadi nasi dibutuhkan air yang digunakan dalam proses:

1) Pencucian

Dilakukan untuk menghilangkan kotoran yang masih tersisa berupa debu ataupun sisa sekam yang tidak tersortir. Pencucian dilakukan dengan menggunakan air secara, sehingga diperoleh beras yang benar-benar bersih dari segala macam kotoran.(Hadawiyah, 2018)

2) Perendaman

Terdapat metode yang melakukan perendaman beras sebelum dimasak, hal ini dilakukan air air terserap dalam beras dan mempercepat proses pemasakan. (Hadawiyah, 2018).

3) Pengaronan

Penambahan air bertujuan untuk menghasilkan nasi yang bertekstur baik dan membantu dalam proses pemasakan nasi. Penentuan volume air yang terserap dalam beras dilakukandengan cara berat beras setelah dicuci dikurangi berat 3 beras sebelum dicuci, sehingga

volume air yang akan digunakan untuk memasak nasi dikurangi dengan volume air yang terserap dalam beras, untuk jenis beras tertentu seperti beras merah volume air yang digunakan lebih banyak. (Hadawiyah, 2018).

Pengaronan adalah proses merebus beras setengah matang untuk kemudian dikukus (KBBI, 2022). Pengaronan dilakukan sampai air terserap sernua dan dihentikan sebelum ada bagian yang gosong pada permukaan panci atau wajan pengaronan. Untuk memberi kesempatan pemanasan dan penyerapan air ke dalam beras diperlukan waktu pengaronan sekitar 6 sampai 10 menit (Subarna et al, 2005).

4) Pengukusan

Air digunakan untuk menghasilkan uap air yang dapat mematangkan beras menjadi nasi. Pemasakan dengan cara pengukusan memerlukan waktu sekitar 40 sampai 50 menit hingga pati semua tergelatinisasi dan nasi benar-benar matang. Dalam pemasakan menggunakan *rice cooker*, setelah pemanasan utama secara otomatis berhenti diperlukan waktu sekitar 15 menit pemanasan dengan wattage kecil. Perbedaan penambahan air dengan rasio air dan beras pada pemasakan dengan menggunakan *rice cooker* maupun dengan metode

tradisional menghasilkan perbedaan penampakan, kepuh-puhan dan tekstur nasi. (Subarna et al, 2005).

5) Pembilasan

Salah satu metode memasak nasi untuk mengurangi kadar gula adalah dengan cara setelah nasi matang (lampu pada *rice cooker* berubah warna), nasi dibiarkan selama 10 menit dan dicuci dengan air dingin (nasi biasa), sedangkan untuk modifikasi setelah dicuci dengan dingin nasi disimpan pada suhu 4°C selama 24 jam. (Nurdin et al, 2016). Proses pencucian nasi setelah dimasak dapat menyebabkan kontaminasi bakteri yang terdapat dalam air khususnya *Escherichia coli* pada nasi.

Nasi yang diolah dengan menggunakan metode memasak yang berbeda (kukus, kombinasi (liwet-kukus), *microwave*, *rice cooker*, presto) memberikan pengaruh yang nyata terhadap kandungan kadar air nasi. Kadar air dan total populasi mikroba memiliki korelasi positif yang sangat kuat. Metode pemasakan dengan urutan tertinggi pada metode *microwave* (3.02 log₁₀CFU/ml), presto (2.94 log₁₀CFU/ml), *ricecooker* (2.83 log₁₀CFU/ml), kombinasi (2.4 log₁₀CFU/ml) dan kukus (2.08 log₁₀CFU/ml). (Millenia, 2020)

Nasi dapat menjadi sumber keracunan makanan

karena terkontaminasi patogen berbahaya. Pada umumnya keracunan makanan dapat disebabkan oleh bakteri kontaminan seperti *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, golongan *Salmonella* (kecuali *Salmonella typhi*), *Shigella*, *Vibrio*, *Escherichia coli*, *Campylobacter*, *Yersinia enterocolitis*, *Clostridium* (Lutpiatina, 2020)

Nasi yang dimasak pertama kali diketahui sebagai penyebab keracunan makanan pada tahun 1971 melalui kontaminasi dengan *Bacillus cereus*, namun pada penelitian Nichols, et al tahun 1999 sebanyak 4.162 sampel nasi matang diperiksa, di mana 47% adalah sampel tempat penjualan (siap makan) dan 46% adalah sampel yang disimpan sebelum dimasak (7% sampel status memasak nasitidak dicatat), didapatkan hasil satu persen dari sampel tempatpenjualan mengandung *Esherichia coli* pada $\geq 10^2$ CFU/g atau lebih(Nichols, 1999).

Secara signifikan lebih banyak sampel beras yang disimpan sebelum dimasak memiliki tingkat kontaminasi yang lebih tinggi dengan *Esherichia coli* $\geq 10^2$ CFU/g dibandingkan dengan nasi yang dimasak di tempat penjualan. *Esherichia coli* $\geq 10^2$ CFU/g terdapat pada 9%

beras yang dimasak sebelumnya dibandingkan dengan 1% pada sampel tempat penjualan ($P,0,0005$). (Nichols et al, 1999).

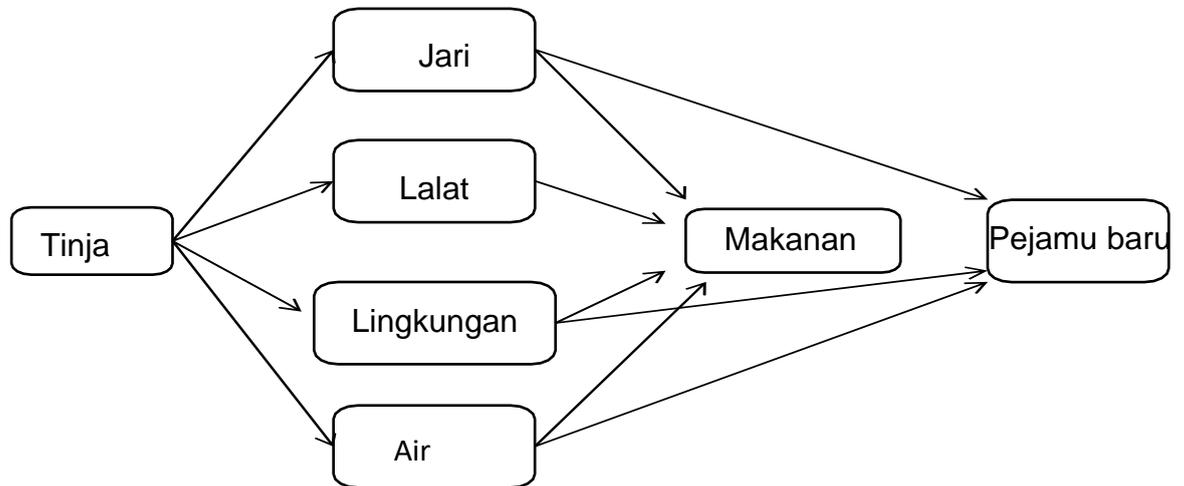
Pada penelitian Ziku tahun 2017 diketahui bahwa makanan nasi campur di sekitar Pasar Badung tidak sesuai standar dan hanya 8.3% makanan nasi campur yang memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh Dirjen POM Nomor: 3726/B/SK/VII/89. (Ziku, 2017).

Di Indonesia regulasi terkait keberadaan *Escherichia coli* padapangan telah diatur dalam Permenkes Nomor 23 Tahun 2023 tentang pelaksanaan PP Nomor 6 tentang kesehatan lingkungan yang mensyaratkan bahwa angka bakteri pada pangan adalah $<3,6$ MPN/gr atau $<1,1$ CFU/g.

4. Tinjauan Umum Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kontaminasi *Escherichia coli* dan *Salmonella* pada Nasi Campur

Bakteri *Escherichia coli* pathogen dan *Salmonella* yang menginfeksi usus kemudian keluar dari tubuh manusia maupun hewan dalam bentuk feses dapat menyebar melalui air, lingkungan, lalat dan jari tangan mengkontaminasi makanan sehingga dapat menyebabkan penyakit bawaan makanan pada orang yang mengonsumsinya. (World Health Organization, 2006)

Alur masuknya *Escherichia coli* dan *Salmonella* pada makanan menurut WHO tahun 2006 adalah sebagai berikut :



Gambar 1

Peranan makanan/minuman dalam penularan patogen melalui jalur fekal-oral. (WHO, 2006)

Dari gambar di atas diketahui bahwa lingkungan (sanitasi rumah makan), jari tangan (*personal hygiene* penjamah pangan), air dan lalat merupakan faktor-faktor yang dapat menyebabkan makanan terkontaminasi oleh *Escherichia coli* dan *Salmonella*. Pada penelitian ini mengambil sanitasi rumah makan, *personal hygiene* penjamah pangan dan lalat yang mempengaruhi kontaminasi *Escherichia coli* pada nasi campur.

a. Sanitasi Rumah Makan

Sanitasi makanan merupakan usaha-usaha pengawasan yang ditujukan terhadap faktor lingkungan yang merupakan mata rantai penularan penyakit yang berhubungan dengan lingkungan. (World Health Organization, 2006)

Higiene sanitasi makanan dan minuman adalah upaya mengendalikan faktor makanan, orang, tempat dan perlengkapannya yang dapat atau mungkin dapat menimbulkan penyakit atau gangguan kesehatan agar pangan aman dikonsumsi (Depkes,2003).

Tempat Pengolahan Pangan siap saji yang selanjutnya disebut Tempat Pengelolaan Pangan (TPP) adalah sarana produksi untuk menyiapkan, mengolah, mengemas, menyimpan, menyajikan dan/atau mengangkut pangan olahan siap saji baik yang bersifat komersial maupun non komersial. TPP yang menjadi sasaran prioritas pengawasan dan pembinaan adalah TPP komersial, yaitu usaha penyediaan pangan siap saji yang memperdagangkan produknya secara rutin, yaitu jasa boga/katering, restoran, rumah makan, TPP tertentu dan Depot Air Minum (DAM), gerai pangan jajanan, gerai pangan jajanan keliling, dapur gerai pangan jajanan, dan

sentra gerai pangan jajanan/kantin. (Permenkes No 14, 2021)

Rumah makan golongan A1 merupakan rumah makan yang menyatu dengan rumah/tempat tinggal (contoh warung tegal/warteg, rumah makan padang rumahan) dan menggunakan dapur rumah tangga dengan fasilitas permanen atau semi permanen. Penentuan sanitasi rumah makan ditentukan dengan menggunakan formular inspeksi Kesehatan lingkungan rumah makan golongan A1 terdiri dari 3 (tiga) area, yaitu :

1) Area luar

Lokasi bebas banjir, bebas dari pencemaran bau/ asap/ debu/kotoran, bebas dari sumber vector dan binatang pembawa penyakit, tidak bocor (kedap air) dan mudah dibersihkan.

2) Area pelayanan konsumen

a) Area ruang makan konsumen bersih

b) Dinding ruang makan bersih

c) ventilasi udara baik, memiliki

d) Tempat sampah yang tertutup rapat, tidak ada tumpukan sampah dan frekuensi pembuangan teratur,

e) Tempat atau area makan konsumen bersih dan mudah dibersihkan, utuh/rata, kedap air

- f) Peralatan yang digunakan untuk penyajian (piring, sendok, panci dan lainnya) bersih, utuh, aman bagi Kesehatan, tara pangan (*food grade*)
- g) Pangan yang tidak dikemas harus disajikan dengan penutup (tudung saji) atau di dalam lemari *display* yang tertutup
- h) Pangan segar yang langsung dikonsumsi seperti buah potong dan salad disimpan dalam suhu yang aman yaitu di bawah 5°C (lemari pendingin) atau di wadah bersuhu dingin/ (*coolbox*)
- i) Pangan siap saji berkuah disimpan dalam kondisi panas dengan suhu di atas 60°C (wadah dengan pemanas)
- j) Pangan matang yang mudah rusak dan disimpan pada suhu ruang dikonsumsi maksimal 4 jam setelah dimasak, jika masih akan dikonsumsi harus dilakukan pemanasan ulang
- k) Tidak ada vektor dan binatang pembawa penyakit atau hewan peliharaan berkeliaran di area ini
- l) Personel yang menyentuh uang saat melayani pembayaran, tidak menyentuh pangan secara langsung sebelum melakukan cuci tangan atau menggunakan hand sanitizer.

3) Area dapur/ penyiapan pangan

a) Umum

- i. Tersedia akses ke sumber air yang aman
- ii. Tersedia akses jamban/toilet yang mudah diakses
- iii. Tersedia tempat pencucian peralatan dan bahan pangan, yang menggunakan air mengalir dan Pencucian tidak dilakukan di area sumber kontaminasi (kamar mandi, jamban, kamar mandi umum, sungai, atau air permukaan seperti danau, dan lainnya)
- iv. Tersedia tempat cuci tangan, dengan air mengalir dan sabun cuci tangan
- v. Tersedia tempat sampah yang tertutup
- vi. Tersedia tempat penyimpanan pangan yang bersih terlindung dari bahan kimia, serta vektor dan binatang pembawa penyakit
- vii. Tersedia tempat penyimpanan peralatan yang bersih terhindar dari vektor dan binatang pembawa penyakit
- viii. Tempat penyimpanan bukan merupakan jalur akses ke kamar mandi atau jamban
- ix. Tidak ada vektor dan binatang pembawa penyakit atau hewan peliharaan berkeliaran di area ini

- x. Bahan kimia (insektisida dan lainnya) tidak disimpan bersebelahan dengan bahan pangan
 - xi. Lantai rata dan mudah dibersihkan
 - xii. Memiliki ventilasi udara, dengan bahan kuat dan tahan lama, Jika terbuka, memiliki kasa anti serangga yang mudah dilepas dan dibersihkan, jika menggunakan *exhaust* atau *air conditioner* maka kondisi terawat, berfungsi dan bersih
- b) Pemilihan dan penyimpanan bahan pangan
- i. Bahan pangan mutu baik, utuh dan tidak rusak
 - ii. Bahan baku pangan dalam kemasan memiliki label, terdaftar atau ada izin edar, tidak kadaluarsa, kemasan tidak rusak (menggelembung, bocor, penyok atau berkarat)
 - iii. Pangan yang disimpan di kulkas dengan kondisi bersih, tersusun rapi sesuai jenis pangan (matang di atas dan mentah di bawah), tidak terlalu padat
 - iv. Bahan pangan disimpan terpisah dan dikelompokkan menurut jenisnya dalam wadah yang bersih, dan tara pangan (*food grade*), disimpan pada suhu yang tepat sesuai jenisnya, tidak terdapat bahan pangan yang kadaluarsa, tertutup untuk

mencegah akses vektor dan binatang pembawa penyakit

- c) Persiapan dan pengolahan/ pemasakan makanan
- i. Pencahayaan cukup terang
 - ii. Bahan pangan yang akan digunakan dibersihkan dan dicuci dengan air mengalir sebelum dimasak
 - iii. Melakukan *thawing*/ pelunakan pangan dengan benar
 - iv. Pangan dimasak dengan suhu yang sesuai dan matang sempurna
 - v. Personil yang bekerja pada area ini sehat dan bebas penyakit menular, menggunakan APD, berkuku pendek, bersih dan tidak memakai pewarna kuku, selalu mencuci tangan dengan sabun dan air mengalir sebelum dan secara berkala saat mengolah pangan, Tidak menggunakan perhiasan dan aksesoris lain (cincin, gelang, bros dan lain-lain) ketika mengolah pangan, pada saat mengolah pangan tidak merokok, . Tidak bersin atau batuk di atas pangan langsung, tidak meludah sembarangan, tidak mengunyah makanan/permen, tidak menggaruk-garuk atau menyentuh anggota badan yang kotor dan kemudian langsung

menyentuh pangan, mengambil pangan matang menggunakan sarung tangan atau alat bantu (contoh sendok, penjepit makanan), jika terluka maka luka ditutup dengan perban/sejenisnya dan ditutup penutup tahan air dan kondisi bersih, melakukan pemeriksaan kesehatan minimal 1 (satu) kali dalam setahun, penjamah pangan sudah mendapat penyuluhan keamanan pangan siap saji.

- d) Peralatan termasuk meja tempat pengolahan
- i. Peralatan untuk pengolahan pangan bahan kuat, tidak berkarat, tara pangan (*food grade*), bersih sebelum digunakan, setelah digunakan kondisi bersih dan kering, berbeda untuk pangan matang dan pangan mentah, peralatan masak/ makan sekali pakai tidak dipakai ulang dan *food grade*
 - ii. Alat pengering peralatan seperti lap/kain majun selalu dalam kondisi bersih dan diganti secara rutin untuk menghindari kontaminasi silang
 - iii. Peralatan pembersih tidak menyebabkan kontaminasi silang (tidak boleh menggunakan sapu ijuk atau kemoceng).

e) Penyajian pangan matang

- i. Pangan matang yang mudah rusak harus sudah dikonsumsi 4 (empat) jam setelah matang
- ii. Pangan matang panas dijaga pada suhu $> 60^{\circ}\text{C}$
- iii. Pangan matang dingin dijaga pada suhu $< 5^{\circ}\text{C}$
- iv. Pangan segar yang langsung dikonsumsi seperti buah potong dan salad disimpan dalam suhu yang aman yaitu di bawah 5°C (lemari pendingin) atau di wadah bersuhu dingin/ (*coolbox*)
- v. Jika menggunakan es batu yang dicampur dengan pangan matang, maka es batu harus dibuat dari air yang memenuhi standar kualitas air minum/air yang sudah diolah/dimasak
- vi. konsumsi dan suhu penyimpanan tidak boleh dikonsumsi
- vii. Air untuk minum memenuhi standar kualitas air minum/air yang sudah diolah/dimasak
- viii. Tempat yang digunakan untuk menyajikan pangan piring, gelas, sendok dan sedotan yang digunakan bersih dan tara pangan

f) Pengemasan pangan matang

Pengemasan dilakukan secara higiene (personel cuci tangan dan menggunakan sarung tangan dengan

kondisi baik) dan Pengemasan pangan matang harus dalam wadah tertutup dan tara pangan (*food grade*)

Dalam sanitasi makanan dikenal enam prinsip (*six principles of food sanitation*) yaitu :

- a. Kebersihan alat-alat makanan (*cleanliness of food utensils/equipment*)
- b. Cara penyimpanan makanan (*food storage*)
- c. Cara pengolahan makanan (*food production*), terdiri dari :
 - 1) Kebersihan dapur (*kitchen sanitation*),
 - 2) Kebersihan pengolahan (*method of food processing*),
 - 3) Kesehatan individu penjamah makanan (*food handler's individual health*)
- d. Cara penyimpanan dingin (*food refrigeration*)
- e. Cara pengangkutan makanan (*food transportation*)
- f. Cara penyajian makanan (*food serving*) (Nussy, 2021).

b. *Personal Hygiene* Penjamah Pangan

Hygiene adalah upaya kesehatan dengan cara memelihara dan melindungi kebersihan individu (Depkes, 2005). Definisi lain dari *hygiene* adalah suatu upaya pencegahan penyakit yang menitik beratkan pada usaha

kesehatan perorangan atau manusia beserta lingkungan di sekitar orang tersebut berada (widyawati et al, 2020). *Personal hygiene* atau higiene perorangan adalah cermin kebersihan dari individu yang mengarah pada kebersihan pribadi, hygiene perorangan adalah upaya pencegahan terhadap penyakit yang mengganggu Kesehatan (Depkes,2010).

Penjamah pangan adalah setiap orang yang menangani atau kontak secara langsung dengan pangan, peralatan memasak, peralatan makan, dan/atau permukaan yang kontak dengan pangan (Permenkes No 14, 2021). Penjamah pangan profesional bertanggungjawab atas proses pengolahan pangan yang aman bagi konsumen, akan tetapi banyak penjamah makanan yang tidak pernah mengikuti pendidikan dan pelatihan khusus penjamah pangan.(World Health Organization, 2006).

Higiene perorangan penjamah pangan merupakan salah satu faktor yang mendukung prinsip hygiene dan sanitasi dalam penyelenggaraan makanan. Higiene penjamah pangan merupakan perilaku bersih, aman, dan sehat dari penjamah makanan untuk mencegah terjadinya kontaminasi pada makanan dalam setiap proses mulai dari

persiapan bahan makanan sampai dengan penyajian. Dalam proses pengolahan makanan, peran dari penjamah makanan sangatlah besar peranannya. Penjamah makanan mempunyai peluang untuk menularkan penyakit. Banyak infeksi yang ditularkan melalui penjamah makanan, antara lain *Escherichia coli* dapat ditularkan dari kuku yang tidak bersih, *Staphylococcus aureus* ditularkan melalui hidung dan tenggorokan, kuman *Clostridium perfringens*, *Streptococcus*, *Salmonella* dapat ditularkan melalui kulit, oleh sebab itu penjamah makanan harus selalu dalam keadaan sehat dan terampil. (Nildawati, 2020)

Perilaku penjamah makanan di antaranya dapat menentukan kualitas dari produk yang dihasilkan. Kasus penyakit karena makanan sering terjadi karena pada umumnya makanan dipersiapkan dan disajikan dengan hygiene dan sanitasi yang buruk. Kondisi tersebut disebabkan karena kurangnya pengetahuan dari penjual tentang hygiene dan sanitasi yang akan menyebabkan makanan mengandung bakteri dalam jumlah yang cukup banyak, mengandung racun bakteri atau mengandung bahan kimia berbahaya atau terkontaminasi. (Nildawati, 2020).

Prinsip higiene perorangan adalah sebagai berikut :

1) Mengetahui sumber pencemaran

a) Sumber pencemaran berasal dari tubuh manusia

Sumber cemaran antara lain mulut, hidung, telinga , mata,dan isi perut.

b) Sumber cemaran lain

Cemaran dapat berasal dari luka terbuka pada kulit, bisul,nanah, rambut rontok

c) Sumber cemaran akibat perilaku

Perilaku penjamah yang dapat mencemari makanan antara lain tangan dan kuku yang kotor, batuk, bersin, percikan air liur, menggunakan perhiasan, mencicipi makanan dengan cara menjilat alat yang digunakan kembali.

2) Sumber karena ketidaktahuan

Terjadinya pemakaian bahan makanan yang dapat menimbulkan bahaya namun digunakan karena ketidaktahuan juga dapat menjadi sumber pencemaran, misalnya :

a) Pemakaian bahan rusak atau berkualitas rendah

b) Tidak dapat membedakan bahan makanan

c) Tidak mengetahui pewarna untuk makanan

d) Pemakaian bahan palsu

Persyaratan penjamah makanan pada tempat
pengelolaan pangan (Permenkes No 14,2021)

- 1) Penjamah pangan sudah mendapat penyuluhan keamanan pangan
- 2) Melakukan pemeriksaan kesehatan minimal 1 (satu) kali dalam setahun
- 3) Sehat dan bebas dari penyakit menular
- 4) Menggunakan APD (celemek, masker, *hairnet*)
- 5) Berkuku pendek, bersih dan tidak memakai pewarna kuku
- 6) Selalu mencuci tangan dengan sabun dan air mengalir sebelum dan berkala saat mengolah pangan
- 7) Tidak menggunakan perhiasan dan aksesoris lain (cincin, gelang, bros dan lain-lain) saat mengolah pangan
- 8) Tidak merokok
- 9) Tidak bersin atau batuk di atas pangan langsung
- 10) Tidak meludah sembarangan
- 11) Tidak mengunyah makanan/ permen
- 12) Tidak menggaruk-garuk atau menyentuh badan yang kotor kemudian langsung menyentuh bahan pangan
- 13) Mengambil pangan matang menggunakan sarung tangan atau alat bantu (contoh sendok, penjepit makanan)

14) Jika terluka maka luka ditutup dengan perban/ sejenisnya dan ditutup dengan penutup tahan air dan kondisi bersih.

Pada penelitian Rahmayani, et al tahun 2019, hasil penelitian menunjukkan bahwa higiene penjamah, penyimpanan bahan pengolahan dan penyajian makanan/minuman berhubungan signifikan ($p < 0,05$) dengan adanya kontaminasi *Escherichia coli* pada jajanan (Rahmayani, 2019).

c. Lalat

Lalat termasuk dalam ordo *Diptera*, dengan sub ordo *Cyclorrapha*. lebih dari 116.000 jenis spesies di seluruh dunia, diantaranya tidak berbahaya terhadap kesehatan masyarakat. Lalat merupakan jenis insekta yang lebih bergerak aktif menggunakan sayap daripada menggunakan kakinya. Hal tersebut berpengaruh pada daerah jelajah lalat yang cukup luas. Wilayah permukiman banyak ditemukan berbagai jenis lalat yaitu *Muscidae* (berbagai jenis lalat rumah, lalat kandang, dan lalat tanduk), *Calliphoridae* (berbagai jenis lalat hijau) dan *Sarcophagidae* (berbagai jenis lalat daging) (Sucipto, 2021).

Lalat merupakan species yang berperan dalam masalah kesehatan masyarakat yaitu sebagai vektor penularan penyakit. Lalat dapat menyebarkan kuman dari sampah ke orang atau makanan. Lalat dapat menularkan patogen yang dapat mengakibatkan penyakit pada manusia atau hewan, diantaranya adalah tipoid, kolera, disentri, antraks, diare. Salah satu penyebab diare adalah tercemarnya makanan dan minuman oleh bakteri yang dibawa oleh lalat. Lalat dianggap mengganggu karena kesukaannya hinggap di tempat-tempat yang lembab dan kotor, seperti sampah. Jika makanan yang dihinggapi lalat tercemar oleh mikroorganisme baik bakteri, protozoa, telur/larva, cacing atau bahkan virus yang dibawa dan dikeluarkan dari mulut lalat dan bila dimakan oleh manusia, maka dapat menyebabkan penyakit diare (Andriani, 2017).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi STIKes ICMe Jombang, dari 50 sampel lalat hijau (*Chrysomya megacephala*) ditemukan tiga sampel (18%) positif bakteri *Vibrio cholerae*, sedangkan sampel lainnya terkontaminasi oleh bakteri *Echerichia coli* (6%) dan (76%) terdapat bakteri *Salmonella sp.* (Nazim, 2020)

Penelitian Agasta pada tahun 2018 menunjukkan adanya kontaminasi bakteri *Escherichia coli* pada lalat *Musca domestica* di pasar Mrican Kota Kediri dengan prosentase keberadaan bakteri *Escherichia coli* sebesar 67% (Agasta, 2018). Hasil penelitian Ayu Augista tahun 2019 menunjukkan jumlah *Escherichia coli* tertinggi pada *Musca domestica* di TPST Mulyoagung sebesar 217×10^3 CFU/ml dan jumlah terendah pada *Drosophilla, sp* di pemukiman penduduk sebesar 13×10^2 CFU/ml (Augista, 2019).

Hasil dari penelitian Safitri et al tahun 2017 di dapatkan bakteri *Staphylococcus*, *Escherichia coli*, *Salmonella spp* dan *Shigella spp* pada eksoskeleton tiga spesies lalat dominan, yaitu *Musca domestica*, *Chrysomya megacephala*, dan *Sarcophaga haemorrhoidalis* (Safitri et al, 2017).

Pada tahun 2021 diketahui hasil pengukuran kepadatan lalat di rumah makan masih terdapat kepadatan lalat yang tidaksesuai dengan Permenkes No 50 tahun 2017 (kepadatan <2), yaitu dalam kategori sedang (kepadatan 3 - 5) sebanyak 30% dan kategori tinggi (kepadatan 6 – 20) sebanyak 5% (KKP Jayapura, 2021).

5. Tinjauan Umum Penyakit bawaan Makanan

Menurut Food Standards Agency (FSA), ada hampir 900.000 kasus keracunan makanan setiap tahun. Gaya hidup yang berubah dalam beberapa tahun terakhir mengakibatkan ketergantungan yang meningkat pada makanan siap saji, lebih banyak makan di luar daripada memasak, kesibukan mengakibatkan waktu untuk menyiapkan dan memasak makanan semakin sedikit. Kebiasaan inilah yang menjadi penyebab meningkatnya jumlah kasus keracunan makanan. Selain itu, faktor lingkungan juga mempengaruhi tingkat pencemaran. Makanan yang disiapkan dalam kondisi dan lingkungan yang tidak menguntungkan menyiratkan insiden keracunan makanan yang lebih tinggi daripada yang lain. Keracunan makanan lebih sering terjadi di negara berkembang daripada di negara maju. Keadaan ini disebabkan oleh perbedaan tingkat sanitasi antara negara maju dan negara berkembang (Lutpiatina, 2020).

Penyakit yang ditimbulkan oleh makanan dapat digolongkan menjadi 2 yaitu infeksi dan intoksikasi.

a. Infeksi

Infeksi terjadi apabila setelah mengonsumsi makanan atau minuman yang mengandung mikroorganisme patogen hidup, mikroorganisme hidup tersebut kemudian akan

berkembang di dalam tubuh dan kemudian menimbulkan gejala-gejala penyakit yang disebut dengan waktu inkubasi. Waktu inkubasi dari infeksi oleh makanan lebih panjang dari waktu inkubasi peracunan makanan, hal ini disebabkan karena mikroorganisme tersebut memerlukan waktu untuk tumbuh dan berkembang biak dalam tubuh.

Mikroorganisme yang paling banyak menimbulkan infeksi adalah dari kelompok bakteri seperti *Escherichia coli*, *Salmonella, sp*, *Clostridium perfringens*, *Shigella, sp*, *Vibrio parahaeolyticus*, sedangkan jenis makanan yang sering terkontaminasi adalah makanan yang berasal dari kelompok berasam rendah seperti daging, ikan, telur, susu dan produknya.

b. Intoksikasi

Peracunan makanan terjadi apabila di dalam makanan terdapat racun, baik racun kimiawi maupun intoksikasi. Bakteri akan tumbuh pada pangan dan memproduksi toksin jika pangan ditelan. Intoksikasi merupakan keracunan pangan yang disebabkan oleh produk toksik bakteri patogen sehingga toksin tersebut menyebabkan gejala penyakit. Contoh bakteri yang dapat menyebabkan intoksikasi antara lain *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*,

Pseudomonas cocovenans.

Di seluruh dunia, hasil survei terhadap KLB penyakit bawaan makanan menunjukkan bahwa sebagian besar kejadian tersebut disebabkan penanganan makanan yang dapat menyebabkan kontaminasi mikroorganisme dan/ atau disertai dengan bertahan atau bertumbuhnya mikroorganisme itu. Kontaminasi oleh mikroorganisme disebabkan oleh penggunaan peralatan yang terkontaminasi, kontaminasi oleh orang yang terinfeksi, penggunaan bahan pangan mentah yang terkontaminasi, kontaminasi silang, penambahan zat kimia toksik atau penggunaan bahan pangan yang mengandung toksikan alam.

Bertahan hidupnya mikroorganisme dapat disebabkan oleh pemanasan yang tidak memadai dan pemasakan yang tidak memadai. Penyakit bawaan makanan atau *foodborne diseases* disebabkan oleh agen penyakit yang masuk ke dalam tubuh melalui konsumsi makanan yang terkontaminasi, biasanya bersifat toksik maupun infeksius. (World Health Organization, 2006)

Salah satu media transmisi penting yang membawa agen dari sumber menuju "*population at risk*" adalah pangan atau makanan. Makanan itu sendiri, sering kali akibat dari

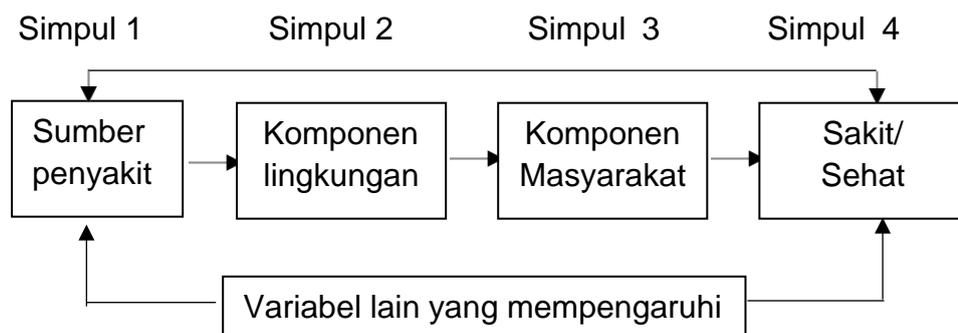
proses pertanian, transportasi, pengolahan pangan hingga siap saji memiliki potensi tercemar dari berbagai komponen yang tidak dikehendaki, baik bahan kimia organik maupun anorganik, mikroorganisme maupun bahan radiaktif.

Food contaminant berupa mikroorganisme yang berada pada bahan pangan terutama pascapanen, penyimpanan maupun proses pengemasan, distribusi sampai dengan penyajian misalnya jamur, bakteri, bagian serangga, dan hewan misal rambut dan kencing tikus. Penyakit akibat pertumbuhan bakteri disebut *food infection*, kontaminasi bakteri pada umumnya adalah *Staphylococcus aureus*, *clostridium botulinum*, *clostridium perfringens*, *bacillus cereus*, *vibrio para haemolyticus*, *vibrio cholerae*, *shigella species*, *Salmonella species*, dan *Escherichia coli* (Umar fahri, 2013)

Keracunan makanan kerap kali disebabkan pencemaran oleh mikroba, termasuk bakteri. gejala yang sering dijumpai berupa pusing kepala, sebagian kasus disertai dengan demam misalnya demam tifoid (*thypus fever*) yang disebabkan oleh *Salmonella typhy* dan mual sampai muntah-muntah dan diare yang disebabkan oleh *Escherichia coli*. Penyebab pencemaran makanan antara lain penggunaan peralatan dapur (talenan) dan peletakan

makanan yang bersebelahan dengan bahan makanan dalam lemari pendingin (Anies, 2018)

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 (2010) seperti yang dijelaskan berikut :



Gambar 2
Teori Simpul

Dari skema di atas, maka patogenesis penyakit dapat diuraikan kedalam 4 (empat) simpul, yakni :

a. Simpul 1 Sumber Penyakit

Sumber penyakit adalah titik mengeluarkan agen penyakit. Agen penyakit adalah komponen lingkungan yang dapat menimbulkan gangguan penyakit melalui kontak secara langsung atau melalui media perantara (yang juga komponen lingkungan). Agen penyakit dapat

dikelompokkan ke dalam tiga kelompok besar, yaitu mikroba (virus, amuba, jamur, bakteri, parasite), fisik (radiasi, kebisingan, cahaya), bahan kimia toksik (pestisida, merkuri, cadmium, karbon monoksida, dan lain-lain)

b. Simpul 2 media transmisi penyakit

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

c. Simpul 3 Perilaku Pemajanan (*behavioural exposure*)

Agent penyakit dapat 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). Cara masuknya agent penyakit ke dalam tubuh dengan cara-cara yang khas, yaitu sistem pernafasan,

sistem pencernaan, dan permukaan kulit.

d. Simpul 4 kejadian penyakit

Kejadian penyakit merupakan hasil dari 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.

6. Tinjauan Umum tentang MRA

Microbial risk assessment (MRA) adalah kerangka kerja atau mekanisme yang memungkinkan data ilmiah kuantitatif ditafsirkan dalam konteks perkiraan hasil kesehatan untuk mendukung manajemen keselamatan. (World Health Organization, 2016).

Microbial risk assessment adalah alat yang esensial untuk memahami, mengurangi, dan mencegah risiko yang disebabkan oleh mikroorganisme berbahaya. MRA merupakan metode penilaian risiko yang akurat dan kredibel untuk mengatasi risiko saat ini dan dimasa depan terkait dengan kontaminasi udara, air, tanah dan makanan oleh bakteri, jamur, protozoa, virus beserta racunnya. (Mallongi, 2021)

Penilaian risiko mikroba kuantitatif (QMRA) adalah aplikasi model matematika paparan dan dosis untuk

memprediksi kemungkinan hasil buruk akibat paparan patogen. (Gurian, 2017). QMRA merupakan pendekatan pemodelan yang mengintegrasikan data terkait paparan mikroba dan hubungan efek Kesehatan manusia dengan tujuan mengkaji dampak potensial/ risiko Kesehatan dari paparan mikroorganisme yang berbahaya. (Whelan et al, 2017).

QMRA digunakan untuk memperkirakan risiko penyakit bawaan makanan yang diberikan variabel seperti konsentrasi patogen, tingkat konsumsi produk, dan data dosis-respons untuk populasi yang terpapar. Aplikasi QMRA digunakan untuk tujuan keamanan pangan dalam rangkaian terbatas sumber daya yang dapat membantu dalam mengelola risiko kesehatan masyarakat dari patogen bawaan makanan (Kundu et al., 2018).

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).

a. Identifikasi bahaya (*Hazard Identification*)

Identifikasi bahaya yang merupakan komponen kunci dari penilaian risiko sehingga pada tahapan identifikasi bahaya, bakteri yang menjadi agen penyakit akan diidentifikasi. (EPA,2012)

Identifikasi bahaya merupakan komponen kunci dari penilaian risiko. Dalam proses identifikasi bahaya, agen mikrobiologi yang dapat merugikan kesehatan akan diidentifikasi dan didefinisikan dan berfokus pada mikroorganisme tertentu dan mekanisme potensial yang dapat menyebabkan gangguan dan kemampuan mikroorganisme dalam menimbulkan efek bahaya atau dikenal dengan istilah interaksi host-bakteri, virulensi, patogenitas dan dosis-respon. Kondisi meteorologi dan geografis lingkungan dapat mempengaruhi persistensi dan penyebaran agen mikroba dalam lingkungan dan mempengaruhi tingkat paparan potensial.

b. Penilaian Dosis-respon

Dosis-respon ditujukan untuk karakterisasi matematis dari hubungan antara dosis yang diberikan dan kemungkinan infeksi atau penyakit atau kematian pada populasi yang terpajan. Model dosis-respons sebagian besar didasarkan pada data eksperimental.

Mikroorganisme ukur dalam dosis yang secara rutin digunakan untuk menghitung mikroba spesifik di laboratorium, seperti jumlah koloni pada media agar untuk bakteri, jumlah plak dalam kultur sel untuk virus, dan jumlah mikroskopis langsung dari kista / ookista untuk protozoa.

Meskipun terdapat keterbatasan dalam estimasi dosis ini, metode yang digunakan mirip dengan yang digunakan untuk mendeteksi mikroorganisme yang sama dalam sampel lingkungan. Rute paparan alami digunakan: konsumsi langsung, melalui inhalasi, atau kontak (Haas et al., 2014)

c. Penilaian Paparan

Penilaian paparan adalah upaya untuk menentukan ukuran dan sifat populasi yang terpapar dan rute, konsentrasi, dan distribusi mikroorganisme dan durasi paparan. Tujuan dari penilaian pajanan adalah untuk memperkirakan besarnya dan frekuensi pajanan untuk masing-masing patogen referensi melalui jalur paparan yang diidentifikasi dan kejadian berbahaya yang ditentukan selama perumusan masalah. Frekuensi paparan didefinisikan dalam penilaian paparan, tetapi diterapkan dalam karakterisasi risiko untuk mengukur probabilitas keseluruhan satu atau lebih infeksi / penyakit untuk interval

waktu tertentu (misalnya per tahun), karena tingkat paparan yang lebih tinggi mungkin terjadi (World Health Organization, 2016).

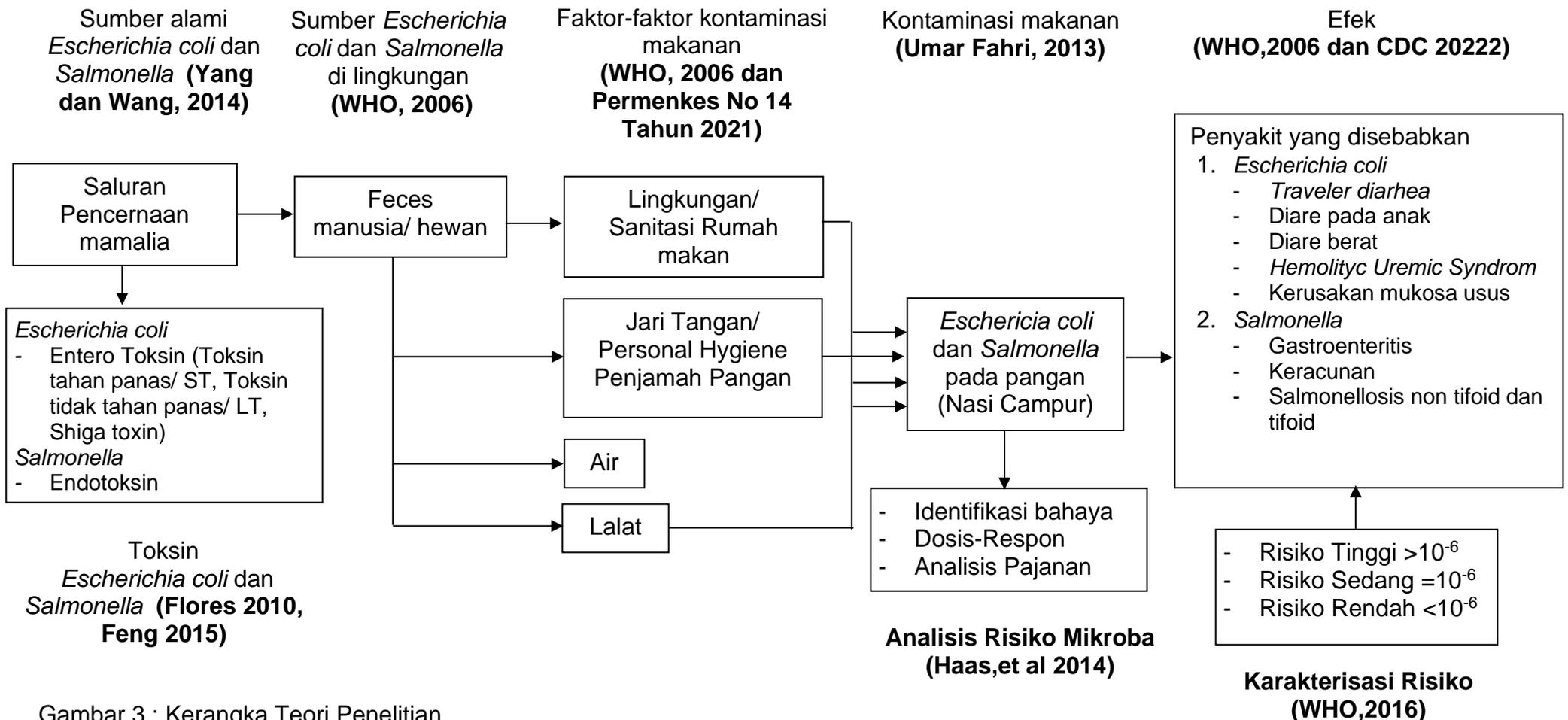
d. Karakterisasi Risiko

Dalam karakterisasi risiko, informasi dari penilaian paparan dan penilaian efek kesehatan digabungkan untuk menghasilkan ukuran risiko kuantitatif. Perhitungan yang dilakukan selama karakterisasi risiko perlu didorong oleh tujuan dan ruang lingkup penilaian, sebagaimana didefinisikan selama perumusan masalah. Saat menggabungkan informasi dari penilaian dampak paparan dan kesehatan, penting untuk mempertimbangkan konsistensi

B. Kerangka Teori

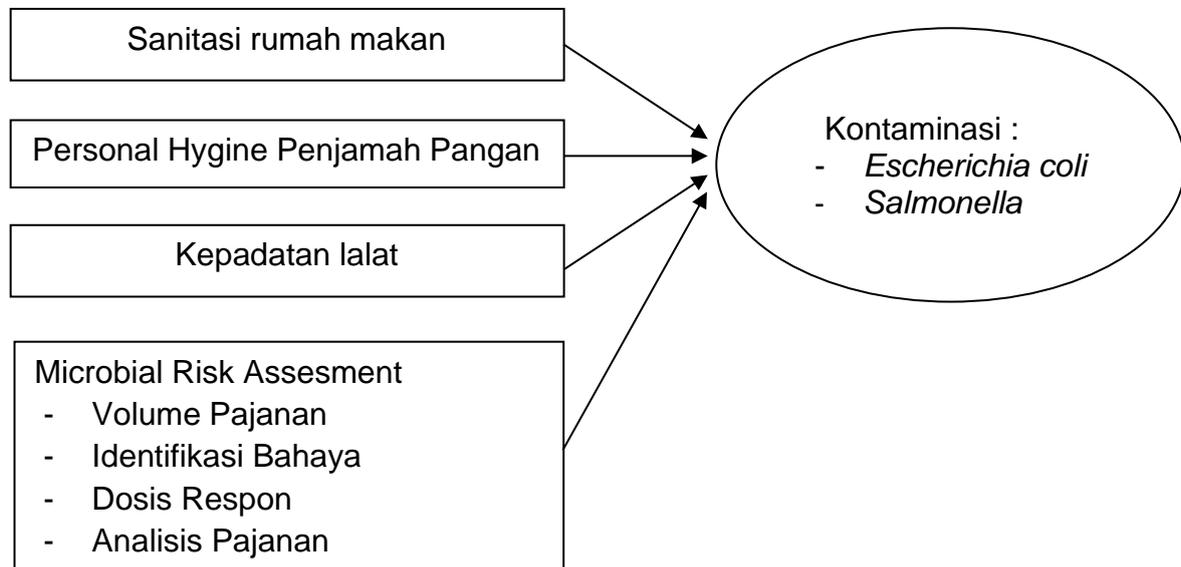
Bakteri *Escherichia coli* merupakan flora normal dalam saluran pencernaan manusia maupun hewan, sedangkan *Salmonella* dapat menginfeksi usus, bakteri-bakteri tersebut dapat menjadi sumber pencemar apabila dikeluarkan dalam bentuk feses. Faktor-faktor lingkungan (sanitasi rumah makan), jari tangan (*personal hygiene* pangan), air dan alat dapat menyebabkan kontaminasi pada nasicampur. Kejadian penyakit

berbasis lingkungan disebabkan oleh empat simpul sehingga menyebabkan penyakit bawaan makanan bagi orang yang mengonsumsinya. Gambaran teori yang termuat dalam tinjauan pustaka digambarkan dalam kerangka teori sebagai berikut:



Gambar 3 : Kerangka Teori Penelitian Mekanisme Penyakit akibat kontaminasi *Escherichia coli* dan *Salmonella* pada Nasi Campur

C. Kerangka Konsep



Keterangan

□ : Variabel Independen

○ : Variabel Dependen

Gambar 4.
Kerangka Konsep

D. Hipotesis

1. Hipotesis Nol (H₀) :

- a. Tidak ada hubungan antara sanitasi rumah makan dengan kontaminasi *Escherichia coli* dan *Salmonella* pada nasi campur di rumah makan pelabuhan Jayapura
- b. Tidak ada hubungan antara personal hygiene penjamah pangan dengan kontaminasi *Escherichia coli* dan *Salmonella* pada nasi campur di rumah makan pelabuhan laut Jayapura
- c. Tidak ada hubungan antara kepadatan lalat dengan kontaminasi *Escherichia coli* dan *Salmonella* pada nasi campur di rumah makan pelabuhan laut Jayapura

- d. Tidak ada risiko gangguan kesehatan dari *Escherichia coli* dan *Salmonella*

2. Hipotesis Alternatif (Ha)

- a. Ada hubungan antara sanitasi rumah makan dengan kontaminasi *Escherichia coli* dan *Salmonella* pada nasi campur di rumah makan pelabuhan Jayapura
- b. Ada hubungan antara personal hygiene penjamah pangan dengan kontaminasi *Escherichia coli* dan *Salmonella* pada nasi campur di rumah makan pelabuhan Jayapura
- c. Ada hubungan antara kepadatan lalat dengan kontaminasi *Escherichia coli* dan *Salmonella* pada nasi campur di rumah makan pelabuhan Jayapura
- d. Ada risiko gangguan kesehatan dari *Escherichia coli* dan *Salmonella*

E. Definisi Operasional (DO) dan Kriteria Objektif (KO)

Variabel	Definisi Operasional	Cara Pengukuran	Jenis dan Skala Data	Kriteria Objektif
Bakteri <i>Escherichia coli</i> pada nasi campur	Jumlah bakteri <i>Escherichia coli</i> pada nasi campur berdasarkan analisis laboratorium	Uji laboratorium	Nominal	Memenuhi syarat <3,6 MPN/g atau <1,1 CFU Tidak memenuhi syarat >3,6 MPN/g atau >1,1 CFU

Variabel	Definisi Operasional	Cara Pengukuran	Jenis dan Skala Data	Kriteria Objektif
Bakteri <i>Salmonella</i> pada nasi campur	Jumlah bakteri <i>Salmonella</i> pada nasi campur berdasarkan analisis laboratorium	Uji laboratorium	Nominal	Memenuhi syarat : Negatif Tidak memenuhi syarat: Positif / >1 CFU/g
Sanitasi Rumah Makan	Kondisi sanitasi rumah makan di sekitar Pelabuhan mulai dari bangunan, fasilitas sanitasi, pemilihan bahan baku sampai dengan penyajian makanan	Observasi dengan Formulir Inspeksi Kesehatan Lingkungan Rumah Makan Golongan A1	Nominal	1. Laik Hygiene Sanitasi Pangan; skor ≥ 80 2. Tidak laik Hygiene Sanitasi Pangan; skor <80 Berdasarkan Permenkes No14 Tahun 2021
<i>Personal Hygiene</i> Penjamah Pangan	Kebersihan penjamah pangan meliputi 1. Kebersihan pancaindra 2. Kebersihan kuku 3. Kebersihan kulit 4. Kebersihan tangan 5. Kebersihan rambut 6. Kebersihan pakaian kerja	menggunakan lembar observasi	Nominal	1. Baik; Skor > 65 2. Tidak baik, Skor ≤ 65
Kepadatan lalat	Rata-rata hasil pengukuran kepadatan lalat di rumah makan	Pengukuran menggunakan <i>fly grill</i>	Nominal	1. Memenuhi syarat : < 2 2. Tidak memenuhi syarat : > 2

Variabel	Definisi Operasional	Cara Pengukuran	Jenis dan Skala Data	Kriteria Objektif
				Berdasarkan Permenkes No 50 Tahun 2017
Identifikasi bahaya	Identifikasi bahaya <i>Escherichia coli</i> dan <i>Salmonella</i> pada pengunjung rumah makan yang mengonsumsi nasi campur	Wawancara menggunakan kuisisioner		Mengumpulkan informasi tentang kasus infeksi atau gangguan kesehatan yang terjadi pada pengunjung rumah makan yang mengonsumsi nasi campur di rumah makan
Volume konsumsi	Jumlah atau banyaknya makanan yang dikonsumsi oleh responden perhari	Menggunakan timbangan digital	Numerik	Volume nasi campur dalam yang dikonsumsi dalam satuan gram
Analisis dosis-respon	Probabilitas infeksi harian ($P_{inf/day}$) yang disebabkan oleh paparan mikroba yang masuk ke dalam tubuh	Menggunakan rumus	Numerik	Angka Probability of Illness/ day (kemungkinan penyakit yang terjadi perhari)
Analisis pajanan	Probabilitas infeksi pertahun ($P_{inf.annual}$) dan kemungkinan penyakit yang terjadi pertahun (Pill) yang disebabkan oleh paparan mikroba yang masuk ke dalam tubuh	Menggunakan rumus	Numerik	Angka <i>Probability of Illness Annual</i> (kemungkinan penyakit yang terjadi pertahun)

Variabel	Definisi Operasional	Cara Pengukuran	Jenis dan Skala Data	Kriteria Objektif
Karakterisasi risiko	Kemungkinan penyakit yang terjadi pertahun(Pill) dikategorikan menurut besar risikonya	Menggunakan rumus	Interval	<ol style="list-style-type: none"> 1. Risiko tinggi, jika nilai $P_{iii} > 10^{-6}$ 2. Risiko sedang, jika nilai $P_{iii} = 10^{-6}$ Risiko rendah, jika nilai $P_{iii} < 10^{-6}$

F. Tabel Sintesa

No	Peneliti (Tahun) dan Sumber Jurnal	Judul dan Nama Jurnal	Desain Penelitian	Sampel	Temuan
1	Amelia Dwi Ayu, 2020 https://repository.unhas.ac.id	Quantitative Microbial Risk Assessment (QMRA) Bakteri <i>Salmonella</i> dan <i>Escherichia coli</i> pada Ayam Lalapan di Warung Makan Sekitar Kampus Universitas Hasanuddin Kota Makassar	Quantitative Microbial Risk Assessment (QMRA)	42 responden dan 6 warung makan	semua warung makan memiliki risiko tinggi dan untuk bakteri <i>Salmonella</i> yang ditemukan pada warung makan ke-2 juga memiliki risiko tinggi.
2	Ismiliani Safliya, 2020 https://repository.unhas.ac.id	Penilaian Risiko Kuantitatif Mikroba Bakteri <i>Escherichia coli</i> Pada Makanan Di Kantin RSUD Kota Kendari Tahun 2020	Quantitative Microbial Risk Assessment (QMRA)	36 jenis makanan pagi dan siang	Pill = $3,5 \times 10^{-1}$ berarti bahwa sampel makanan positif bakteri <i>Escherichia coli</i> memiliki risiko tinggi yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia seperti diare dan gangguan kesehatan lainnya

No	Peneliti (Tahun) dan Sumber Jurnal	Judul dan Nama Jurnal	Desain Penelitian	Sampel	Temuan
3	Tifal Dakwani, 2018 https://e-journal.unair.ac.id/JKL	Higiene Sanitasi Tempat Pengelolaan Makanan (TPM) di Gudang 100 pada Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya Tahun 2018 <i>Jurnal Kesehatan Lingkungan Vol. 11 No. 1 Januari 2019 (69 - 74)</i>	<i>Cross sectional</i>	5 TPM	3 (tiga) TPM (60%) memenuhi syarat, 2 (dua) TPM (40%) tidak memenuhi syarat
4	Puspita Tri Mutiarani (2014) https://e-journal.unair.ac.id/JKL	Studi Sanitasi Kapal Kargo dan Keberadaan <i>Escherichia coli</i> pada Makanan di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya <i>Jurnal Kesehatan Lingkungan Vol. 9, No. 2 Juli 2017: 111–121</i>	<i>Cross sectional</i>	30 kapal 30 makanan	1. Risiko sanitasi rendah yaitu sebanyak 26 kapal (86,7%). Sedangkan sebagian kecil risiko sanitasi tinggi yaitu sebanyak 4 kapal (13,3%) 2. keseluruhan sampel makanan pada kapal kargo tidak terdapat bakteri <i>E.coli</i>

No	Peneliti (Tahun) dan Sumber Jurnal	Judul dan Nama Jurnal	Desain Penelitian	Sampel	Temuan
5	Yulianus Jordi Ziku, et al (2017) https://ejournal.warmadewa.ac.id/index.php/gemaagro	Tingkat Keamanan Nasi Campur Yang Dijual Di Lingkungan Pasar Badung Ditinjau Dari Aspek Mikrobiologi <i>Jurnal Gema Agro Volume. 23, Nomor 1, April 2018, pages: 01 – 10</i>	Deskriptif analitik	6 sampel	makanan nasi campur di sekitar Pasar Badung tidak sesuai standar dan hanya 8.3% makanan nasi campur yang memenuhi standaryang telah ditetapkan oleh Dirjen POM Nomor : 03726/B/SK/VII/89 tidak terdapat kontaminan Bakteri Escherichia coli pada makanan nasi campur yang di jual di lingkungan Pasar Badung Bali
6	Ihda Farihatun Nisa (2019) http://lib.unnes.ac.id/40235/	Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Keberadaan Bakteri Escherichia Coli Pada Makanan Jajanan Pedagang Kaki Lima Di Lingkungan Sekolah Dasar Kecamatan Ngronggot Kabupaten Nganjuk	cross sectional	48 sampel	Variabel yang paling dominan diantara variabel yang lain adalah personal hygiene penjamah makanan $p=0,003$.

No	Peneliti (Tahun) dan Sumber Jurnal	Judul dan Nama Jurnal	Desain Penelitian	Sampel	Temuan
7	Irmawaty Buleno, et al (2018) https://ejurnal.poltekkes-manado.ac.id/index.php/jkl/article/view/666/594	Kondisi Sanitasi dan <i>Personal Hygiene</i> Penjamah Makanan Dengan Keberadaan <i>Escherichia Coli</i> pada Peralatan Makan Di Rumah Makan Area Bandara Sam Ratulangi Manado	<i>Cross sectional</i>	5 rumah makan 25 penjamah makanan	<ol style="list-style-type: none"> 1. penyediaan air bersih 80% memenuhi syarat, 20% tidak memenuhi syarat 2. pembuangan air limbah 60% tidak memenuhi syarat, 40% memenuhi syarat, 3. tempat pencucian peralatan makan 40% memenuhi syarat, 60% tidak memenuhi syarat, 4. tempat pengolahan makanan 60% memenuhi syarat, 40% tidak memenuhi syarat, 5. personal hygiene penjamah makanan 55% tidak memenuhi syarat, 45% memenuhi syarat

No	Peneliti (Tahun) dan Sumber Jurnal	Judul dan Nama Jurnal	Desain Penelitian	Sampel	Temuan
8	Anindya Giodhani, et al (2018) https://journal.fkm.ui.ac.id/kesling	Hubungan Higiene Sanitasi Makanan dan Tingkat Kontaminasi <i>Escherichia coli</i> pada Makanan di Lokawisata Baturaden Tahun 2018 <i>Jurnal Kesehatan Lingkungan Global Volume 2 Nomor 2 Juni 2021</i>	<i>Cross sectional</i>	42 sampel makanan 42 penjamah makanan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sampel makanan 95,2% tidak memenuhi syarat karena terkontaminasi oleh <i>Escherichia coli</i>. 2. Analisis bivariat dengan <i>t-test</i> menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara kontaminasi oleh <i>Escherichia coli</i> dan pengetahuan penjamah terkait higiene sanitasi makanan (<i>p-value</i> = 0,018), sanitasi alat makan (<i>p-value</i> = 0,015), dan perilaku higiene penjamah (<i>p-value</i> = 0,032)

No	Peneliti (Tahun) dan Sumber Jurnal	Judul dan Nama Jurnal	Desain Penelitian	Sampel	Temuan
9	Togar P. Hutasoit (2018) https://journals.stikim.ac.id/jikm	Tingkat Higiene Penjamah Makanan di Pelabuhan Kelas I Medan dan Faktor yang Mempengaruhi <i>Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat Vol. 07, No. 03, September 2018</i>	Cross sectional	87 orang	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak ada hubungan antara kelompok umur, jenis kelamin, lama kerjapenjamah makanan dengan hygiene penjamah makanan. 2. Uji regresi menunjukkan faktor pengetahuan sangat berhubungan dengan hygiene penjamah makanan dengan nilai $p = 0,000$, faktor sikap dengan nilai $p = 0,000$. 3. faktor tindakan tidak berhubungan dengan hygiene penjamah makanan dengan nilai $p = 0,312$. Ada hubungan antara pengetahuan, sikap, tindakan penjamah makanan dengan hygiene penjamah makanan