

**FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KEBERADAAN
BAKTERI LEPTOSPIRA PADA AIR DAN TIKUS DI DAERAH
RAWAN BANJIR KOTA MAKASSAR**

***FACTORS AFFECTING THE EXISTENCE OF LEPTOSPIRA
BACTERIA IN WATER AND RAT IN THE MAKASSAR CITY
FLOOD-PRONE AREAS***

MUHAMMAD RIFALDI ANWAR

K012181075



**PROGRAM STUDI MAGISTER KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2020

**FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KEBERADAAN
BAKTERI LEPTOSPIRA PADA AIR DAN TIKUS DI DAERAH
RAWAN BANJIR KOTA MAKASSAR**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

**Program Studi
Kesehatan Masyarakat**

Disusun dan diajukan oleh

Muhammad Rifaldi Anwar

Kepada

**PROGRAM STUDI MAGISTER KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

TESIS

**FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KEBERADAAN
BAKTERI LEPTOSPIRA PADA AIR DAN TIKUS DI DAERAH
RAWAN BANJIR KOTA MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh :

MUHAMMAD RIFALDI ANWAR

Nomor Pokok K012181075

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis

Pada tanggal 13 Agustus 2020

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**MENYETUJUI
KOMISI PENASEHAT,**


Dr. Syamsuar, SKM., M.Kes., M.Sc.PH
Ketua


dr. Rizalinda, M.Sc., Ph.D
Anggota


Ketua Program Studi
Kesehatan Masyarakat


Dr. Masni, Apt., MSPH

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Rifaldi Anwar
Nim : K012181075
Program Studi : Kesehatan Masyarakat

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dengan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika pedoman penulisan tesis.

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

Makassar, Agustus 2020

Yang menyatakan

Muhammad Rifaldi Anwar

PRAKATA

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Alhamdulillah rabbil alamin, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan hasil penelitian ini yang berjudul “**Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keberadaan Bakteri *Leptospira* Pada Air dan Tikus Di Daerah Rawan Banjir Kota Makassar**”.

Harapan penulis, semoga hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu referensi yang baik untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat pada umumnya. Penulis menyadari bahwa penulisan hasil penelitian ini masih banyak kesalahan serta keterbatasan, baik dari segi isi maupun penulisannya. Namun berkat bantuan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan hasil penelitian ini dengan baik dan tepat waktu.

Oleh karena itu penulis dengan setulus hati mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada bapak **Dr. Syamsuar Manyullei, SKM.,M.Kes.,M.Sc.PH** selaku pembimbing I, dan ibu **dr. Rizalinda, M.Sc.,Ph.D** sebagai pembimbing II, atas bimbingan dan arahan yang telah diberikan kepada penulis sejak penyusunan proposal hingga akhir penyusunan hasil penelitian ini, **Prof. Anwar Daud, SKM.,M.Kes, Prof. Anwar Mallongi, SKM.,M.Sc.,Ph.D** dan **Dr. Healthy Hidayanty, SKM.,M.Kes** selaku penguji yang telah memberikan saran agar mendapatkan hasil yang lebih baik.

Rasa syukur yang tidak ternilai penulis ucapkan kepada kedua orang tua, ayahanda Anwar Hamid dan ibunda Yuliana atas kasih sayang, perhatian,

pengorbanan, limpahan materi dan doa yang tiada hentinya dipanjatkan untuk mengiringi langkah penulis, demi kesehatan dan keselamatan dalam menempuh jenjang pendidikan hingga penyelesaian hasil penelitian ini.

Selanjutnya, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, MA, selaku rektor Unhas yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti program Pascasarjana di Universitas Hasanuddin.
2. Dr. Aminuddin Syam, SKM.,M.Kes.,M.Med.Ed, selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat beserta seluruh dosen dan staf yang telah memberikan bantuan fasilitas serta bimbingan selama penulis mengikuti pendidikan.
3. Dr. Masni, Apt, MSPH, selaku ketua program studi Pascasarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat beserta seluruh staf yang telah banyak membantu penulis selama mengikuti pendidikan.
4. Dr. Erniwati Ibrahim, SKM.,M.Kes selaku ketua Departemen Kesehatan Lingkungan beserta seluruh dosen Departemen Kesehatan Lingkungan atas bantuannya dalam memberikan arahan, bimbingan, ilmu pengetahuan selama penulis mengikuti pendidikan.
5. dr. Darmawali Handoko, M.Epid selaku Kepala Kantor Kesehatan Pelabuhan Kelas I Makassar beserta seluruh staf yang telah mengizinkan dan membantu penulis untuk menggunakan peralatan laboratorium di Kantor Kesehatan Pelabuhan Kelas I Makassar.

6. Rumah Sakit Pendidikan Universitas Hasanuddin yang telah memberikan izin untuk melakukan pemeriksaan *PCR*, khususnya pak Syafri bagian Laboratorium Mikrobiologi yang telah banyak membantu dalam pemeriksaan sampel *PCR*.
7. Pihak pemerintah Kota Makassar; Badan Kesatuan Bangsa dan Politik, Kecamatan Biringkanaya, Kelurahan Paccerakkang beserta bapak/ibu RT/RW yang telah memberikan bantuan selama penelitian dilapangan.
8. Teman-teman yang telah membantu proses penelitian ini berjalan lancar, Budi Utama, Hermansyah, Muh. Kamil, Richard, Rahmat Hidayat, Sutaman Raba, dan yang lainnya yang tidak sempat peneliti sebutkan satu persatu, terima kasih atas segala bantuannya.
9. Teman-teman seperjuangan Magister Kesehatan Masyarakat khususnya Jurusan Kesehatan Lingkungan dengan segala kenangan, bantuan, kekompakan, kebersamaan selama mengikuti pendidikan.
10. Terima kasih kepada semua pihak yang turut membantu.

Semoga Allah SWT membalasnya dengan sesuatu yang lebih baik lagi, Aamiin. Terima kasih, *Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*.

Makassar, Agustus 2020

Muhammad Rifaldi Anwar

ABSTRAK

MUHAMMAD RIFALDI ANWAR. *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keberadaan Bakteri Leptospira Pada Air dan Tikus Di Daerah Rawan Banjir Kota Makassar* (Dibimbing oleh **Syamsuar Manyullei** dan **Rizalinda Sjahril**).

Kasus leptospirosis di Indonesia meningkat drastis pada tahun 2018 sebanyak 895 kasus dengan jumlah kematian akibat leptospirosis pada tahun 2018 sebanyak 148 jiwa. Faktor risiko ditemukan pada lebih dari setengah kejadian leptospirosis termasuk kondisi lingkungan, keberadaan hewan pengerat, pembuangan air limbah, fasilitas pembuangan sampah, riwayat kontak dengan tikus, keberadaan sungai, dan sejarah banjir. Ditemukannya tikus yang positif mengandung bakteri *Leptospira* pada daerah pasca banjir di Indonesia. Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kondisi lingkungan dengan keberadaan bakteri *Leptospira* pada air dan tikus di daerah rawan banjir.

Penelitian ini adalah penelitian analitik dengan pendekatan *cross sectional*. Data diperoleh dengan cara observasi jenis tikus, proses pembedahan dan pengambilan ginjal tikus, perhitungan *success trap*, dan observasi kondisi lingkungan. Uji statistik dengan *fisher exact* digunakan untuk mengetahui hubungan kondisi lingkungan dengan keberadaan bakteri *Leptospira* pada air dan tikus.

Hasil penelitian ini ditemukan 100% *Mus musculus*, 53,3% *Rattus norvegicus*, 22,2% *Rattus tanezumi*, dan 28,6% air selokan yang terinfeksi bakteri *Leptospira*. Hasil penelitian menunjukkan keberadaan selokan yang airnya tergenang (0,000), keberadaan genangan air selian selokan (0,026), keberadaan sampah diselokan (0,005), keberadaan sampah selain diselokan (0,007), tercium bau urin tikus (0,049), dan pH air tergenang yang optimum (0,001) dengan nilai $p < 0,05$. Kepada masyarakat Kelurahan Paccerrakkang khususnya daerah rawan banjir agar senantiasa menjaga kondisi lingkungan dan membersihkan lingkungan yang diduga sebagai habitat tikus serta selokan yang airnya tergenang.

Kata Kunci : Tikus, Air, Rawan banjir, Lingkungan, Bakteri *Leptospira*



ABSTRACT

MUHAMMAD RIFALDI ANWAR. *Factors Affecting The Existence Of Leptospira Bacteria In The Water and Rats In Flood Prone Areas In Makassar City* (Supervised by **Syamsuar Manyullei** and **Rizalinda Sjahril**).

Cases of leptospirosis in Indonesia increased dramatically in 2018 by 895 cases with the number of deaths due to leptospirosis in 2018 of 148 people. Risk factors were found in more than half of leptospirosis events including environmental conditions, the presence of rodents, waste water disposal, waste disposal facilities, history of contact with rats, presence of rivers, and history of flooding. The finding of positive mice containing *Leptospira* bacteria in post-flood areas in Indonesia. Therefore this study aims to determine the relationship of environmental conditions with the presence of *Leptospira* bacteria in water and rats in flood-prone areas.

This research is an analytic study with cross sectional approach. Data obtained by observing the type of rat, the process of surgery and taking rats, rats calculation of success traps, and observation of environmental conditions. Statistical tests with fisher exact were used to determine the relationship of environmental conditions with the presence of *Leptospira* bacteria in water and rats.

The results of this study found 100% *Mus musculus*, 53,3% *Rattus norvegicus*, 22,2% *Rattus tanezumi*, and 28,6% of sewage water infected with *Leptospira* bacteria. The results showed the presence of sewers with stagnant water (0,000), presence of standing water other than sewers (0,026), presence of sewage waste (0,005), presence of waste other than ditches (0,007), smell of rat urine (0,049), and pH of stagnant water the optimum (0,001) with a p-value < 0,05. To the Paccerakkang village community, especially flood-prone areas, to always maintain environmental conditions and cleaning the environment suspected of being a habitat for rats and stagnant water.

Keywords : Rat, Water, Flood prone area, Environment, *Leptospira* bacteria



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	11
C. Tujuan Penelitian.....	11
D. Manfaat Penelitian.....	12
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tinjauan Umum tentang Vektor Tikus.....	14
B. Tinjauan Umum tentang Air.....	28

C. Tinjauan Umum tentang Bakteri <i>Leptospira</i>	29
D. Tinjauan Umum tentang Leptospirosis.....	34
E. Tinjauan Umum tentang Metode Polymerase Chain Reaction	41
F. Tabel Sintesa penelitian.....	47
G. Kerangka Teori.....	49
H. Kerangka Konsep.....	51
I. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif.....	52

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian.....	54
B. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	54
C. Populasi dan Sampel.....	55
D. Pengumpulan Data.....	63
E. Instrumen Penelitian.....	63
F. Prosedur Kerja.....	66
G. Analisis Data.....	73
H. Pengolahan dan Penyajian Data.....	74
I. Etika Penelitian.....	74

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Lokasi Penelitian.....	75
B. Hasil Penelitian.....	76
C. Pembahasan.....	91
D. Keterbatasan Penelitian.....	119

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan..... 120

B. Saran..... 121

DAFTAR PUSTAKA..... 122

LAMPIRAN..... 132

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Sintesa penelitian.....	46
2. Definisi operasional dan kriteria objektif.....	51
3. Alat yang digunakan untuk pengambilan sampel air.....	63
4. Alat dan bahan yang digunakan untuk menangkap dan membedah tikus	64
5. Jenis tikus yang tertangkap menurut morfologi tikus di daerah rawan Kota Makassar	77
6. Jenis tikus yang tertangkap menurut jenis kelamin di daerah rawan banjir Kota Makassar	79
7. Jenis tikus yang tertangkap menurut lokasi perangkap di daerah rawan banjir Kota Makassar.....	79
8. Hubungan kondisi lingkungan yang mempengaruhi keberadaan bakteri <i>Leptospira</i> pada tikus di daerah rawan banjir Kota Makassar	81
9. Hasil uji regresi logistik hubungan kondisi lingkungan yang mempengaruhi keberadaan bakteri <i>Leptospira</i> pada tikus di daerah rawan banjir Kota Makassar	83
10. Kondisi lingkungan yang mempengaruhi keberadaan tikus di daerah rawan banjir Kota Makassar	84
11. keberadaan bakteri <i>Leptospira</i> pada air di daerah rawan banjir Kota makassar.....	86
12. Keberadaan bakteri <i>Leptospira</i> pada tikus di daerah rawan banjir Kota Makassar	89
13. Kondisi lingkungan yang mempengaruhi keberadaan tikus di daerah rawan banjir Kota Makassar	81

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Skema <i>PCR</i>	43
2. Kerangka teori.....	49
3. Kerangka konsep.....	50
4. Peta lokasi penelitian.....	56
5. Peta lokasi titik pemasangan perangkat tikus.....	57
6. Peta lokasi titik pemasangan perangkat tikus.....	58
7. Peta lokasi titik pemasangan perangkat tikus.....	59
8. Peta lokasi titik pengambilan sampel air.....	60
9. Peta lokasi titik pengambilan sampel air.....	61
10. Peta lokasi titik pengambilan sampel air.....	62
11. Pemasangan perangkat tikus di bawah pepohonan.....	133
12. Pemasangan perangkat tikus di tempat penyimpanan gabah.....	133
13. Proses identifikasi tikus.....	134
14. Proses pembedahan tikus.....	134
15. Proses pengambilan sampel air.....	135
16. Proses pengukuran pH air.....	135
17. Preparasi sampel ginjal tikus.....	136
18. Pengkodean tabung sampel <i>PCR</i>	136

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Dokumentasi penelitian.....	133
2. Lembar observasi penelitian.....	137
3. Pencatatan hasil identifikasi tikus.....	139
4. Titik koordinat pemasangan perangkat tikus.....	140
5. Lembar observasi pengambilan sampel air.....	141
6. Hasil pemeriksaan <i>PCR</i> sampel air dan tikus.....	142
7. Hasil analisis uji <i>chi square</i> hubungan kondisi lingkungan dengan keberadaan bakteri <i>Leptospira</i> pada tikus.....	143
8. Hasil analisis uji regresi logistik hubungan kondisi lingkungan dengan keberadaan bakteri <i>Leptospira</i> pada tikus.....	154
9. Kode etik penelitian.....	156
10. Izin penelitian.....	157

DAFTAR SINGKATAN

C.I	: Confidence interval
DNA	: Deoxyribo Nucleic Acid
GPS	: Global Positioning System
gr	: Gram
IgM	: Immunoglobulin M
Kb	: Kilobyte
Km	: Kilometer
MAT	: Microscopic Agglutination Test
mm	: Milimeter
OR	: Odds ratio
p	: Nilai signifikan
PCR	: Polimerase Chain Reaction
pH	: Power of hydrogen
RDT	: Rapid Diagnostic Test
RNA	: Ribonukleat
SPGT	: Serum Glutamic Pyruvic Transaminase
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
μ l	: Mikroliter
μ m	: Mikrometerp

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Tikus memiliki distribusi luas dan ditemukan dalam kisaran suhu dan zona curah hujan yang sangat luas. Termasuk daerah gersang yang mendapat curah hujan sedikitnya 100 mm per tahun hingga daerah yang sangat luas yang menerima sebanyak 8350 mm per tahun. Sejarah hidup tikus dicirikan oleh pergantian populasi yang cepat dan memungkinkan perpindahan yang cepat ke daerah baru. Pada skala luas, jumlah spesies *Rattus* asli tertinggi di pulau New Guinea, diikuti oleh Australia, daratan Asia Tenggara, dan Sulawesi, baik tikus hitam (*Rattus-rattus*) dan tikus got (*Rattus norvegicus*). *Rattus rattus* umumnya dijumpai di daerah hutan dan perkotaan di mana habitatnya telah terganggu oleh manusia (Grant R. et al., 2003).

Di daerah perkotaan, *Rattus-rattus* akan sering menempati bangunan, bersarang di rongga dinding dan atap. *Rattus norvegicus* ditemukan pada selokan dan lebih suka bergerak di antara saluran air dan celah-celah batu. Kedua spesies tikus adalah genera omnivora yang mudah menyesuaikan kebiasaan makan mereka dengan jenis makanan yang tersedia. Tikus merupakan hewan pengerat yang dapat menjadi perantara penularan penyakit dan merugikan

kehidupan manusia karena merupakan hewan pengganggu (Grant R. et al., 2003; Setyaningrum, 2016).

Tikus dapat menjadi reservoir beberapa patogen penyebab penyakit pada manusia. Diantaranya penyakit leptospirosis, pes, typhus, salmonellosis, penyakit chagas, Q-fever dan juga beberapa penyakit cacing seperti *angiostrongyliasi* dan *schistosomiasis*, akan tetapi penyakit yang terjadi akibat air seni tikus adalah leptospirosis (Omudu et al., 2010; Rahdar et al., 2015).

Banyak spesies mamalia berperan sebagai reservoir leptospirosis akan tetapi tikus merupakan reservoir utama. Jenis tikus yang tersebar luas di dunia dan berhubungan dengan penularan leptospirosis yaitu, *Rattus norvegicus*, *Rattus tanezumi*, dan *Mus musculus* (Wang & He, 2013). Bakteri *Leptospira* pertama kali diisolasi dari ginjal dan urin tikus hitam (*Rattus-rattus*) (Benacer et al., 2016b; Desvars et al., 2012). Bakteri *Leptospira* akan menetap di dalam ginjal tikus sebagai infeksi kronik dan dapat bertahan selama tikus tersebut hidup tanpa menyebabkan sakit (Loan et al., 2015).

Lingkungan yang terkontaminasi urin tikus yang telah terinfeksi bakteri *Leptospira* merupakan titik sentral penularan leptospirosis. Selama badai atau hujan lebat, air seni hewan di tanah atau di permukaan lain dapat mengalir ke air banjir, aliran sungai, air yang tergenang dan sumber air alami lainnya juga dapat terkontaminasi (Centers for Disease Control and Prevention, 1961; Loan et al., 2015).

Leptospirosis dianggap sebagai penyakit tular vektor atau zoonosis yang muncul dengan dampak global dan distribusi penyakit masih meluas pada tingkat yang memprihatinkan. Leptospirosis merupakan penyakit akibat bakteri *Leptospira*. Sumber infeksi yang terjadi pada manusia biasanya akibat adanya kontak langsung atau tidak langsung dengan urin hewan yang terinfeksi atau secara tidak langsung oleh tanah dan air menanggapi jaringan hewan yang terinfeksi, menelan makanan dan air yang terkontaminasi. Kehadiran kelembaban merupakan faktor penting bagi kelangsungan hidup patogen ini di lingkungan (Bharti et al., 2003; Cosson et al., 2014; World Health Organization, 2009).

Leptospirosis adalah penyakit yang dipengaruhi oleh kelembaban tinggi dan suhu yang hangat memungkinkan bakteri *Leptospira* bertahan hidup dengan waktu yang lama pada lingkungan. Hujan deras dan banjir, juga meningkatkan kejadian leptospirosis. Pada perkotaan, didorong oleh faktor-faktor seperti kemiskinan dan kepadatan penduduk (terutama di daerah kumuh perkotaan yang semakin padat penduduknya) serta infrastruktur sanitasi yang tidak memadai (Costa et al., 2015; Koay et al., 2004).

Leptospirosis memiliki distribusi kasus di seluruh dunia. insiden infeksi manusia lebih tinggi pada daerah tropis daripada di daerah beriklim sedang tetapi penularan terjadi di negara industri dan berkembang (Bharti et al., 2003). Leptospirosis adalah penyakit

zoonosis yang muncul dengan lebih dari 1 juta kasus per tahun secara global (Adler et al., 2011). Telah diakui sebagai penyakit menular yang muncul kembali, khususnya di negara tropis dan subtropis (Bharti et al., 2003). Peningkatan yang mencolok dalam jumlah kasus yang dilaporkan dan frekuensi wabah telah dilaporkan di Asia Tenggara (Thailand, India, Malaysia, dan Indonesia) dan juga Amerika Tengah dan Selatan (Victoriano et al., 2009; Mendoza, 2010).

Di beberapa negara endemik Leptospirosis di Asia Tenggara, penyakit ini dikaitkan dengan bahaya pekerjaan, meskipun laporan epidemiologi juga menunjukkan hubungan yang berkaitan dengan daerah perumahan. Namun, ada sedikit informasi tentang spesies reservoir lainnya, khususnya peran hewan peliharaan dan/atau ternak (Cook et al., 2016; Dechet et al., 2012; Thayaparan et al., 2013).

Jumlah kasus manusia di seluruh dunia tidak dilaporkan dengan baik, dan sebagai akibat dari kurangnya pelaporan di banyak wilayah di dunia, prevalensi leptospirosis di daerah tropis bervariasi dari 0,1 hingga 10 per 100.000 penduduk, dengan tingkat fatalitas kasus rata-rata 10%. Ada kemungkinan bahwa 100 atau lebih dari 100.000 dapat terinfeksi selama wabah atau di daerah berisiko tinggi (Socolovschi et al., 2011; World Health Organization, 2003). Leptospirosis dinyatakan sebagai penyakit yang dilaporkan di semua wilayah Australia sejak tahun 1988. Queensland dan Victoria

mencatat insiden tertinggi, dengan insidensi tahunan rata-rata pada manusia adalah 1,0 per 100.000 penduduk (Tulsiani et al., 2010).

Wilayah Asia Tenggara, tercatat memiliki insiden tertinggi, dipengaruhi oleh faktor sosial budaya, pekerjaan, perilaku, dan lingkungan. Leptospirosis telah menjadi endemik di India sejak awal abad ke-20 dan terkait baik dengan musim hujan dan kondisi sanitasi yang buruk (Sharma et al., 2006; Vijayachari et al., 2004). Di Filipina, daerah perkotaan dan pedesaan mencatat wabah biasanya selama musim topan (Juli-Oktober) (Yanagihara et al., 2007). Thailand mencatat laporan tentang penyakit leptospirosis mengalami peningkatan drastis dalam jumlah kasus dengan insiden 0,3 per 100.000 di tahun 1995, yang memuncak pada tahun 2000 menjadi 23,7 per 100.000 populasi, wabah ini berhubungan dengan musim hujan (World Health Organization, 2009).

Di Malaysia, kasus pada manusia pertama kali dilaporkan pada tahun 1925. Sejak itu, Leptospirosis menjadi penyebab zoonosis yang paling penting dari mortalitas di Malaysia, kedua setelah Demam Berdarah. Kasus leptospirosis secara klinis di Malaysia dengan 7,8 hingga 12,5 kasus untuk setiap 100.000 penduduk (Benacer et al., 2016b; Picardeau et al., 2014; Tan et al., 2016).

Indonesia pada tahun 2018 terdapat tujuh provinsi yang melaporkan adanya kasus leptospirosis, yaitu Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta, Jawa Timur, Banten, dan Maluku. Kasus

leptospirosis meningkat drastis pada tahun 2018 sebanyak 895 kasus. Ada lima provinsi yang mengalami peningkatan kasus leptospirosis, yaitu ; Jakarta, Jawa Tengah, Yogyakarta, dan Banten. Sejak tahun 2009 sampai dengan tahun 2018 terjadi fluktuasi jumlah kasus leptospirosis. Jumlah kematian akibat leptospirosis pada tahun 2018 dengan jumlah kasus meninggal 148 jiwa (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018).

Terlepas dari besarnya dan beratnya penyakit leptospirosis, penyakit ini masih dianggap sebagai zoonosis yang diabaikan dan tidak dilaporkan (Bharti et al., 2003; Garba et al., 2017). Di Indonesia, leptospirosis sering dikaitkan dengan penyakit yang secara klinis tidak terlihat, terlalu sulit untuk diagnosis secara pasti atau salah diagnosis sebagai demam berdarah atau penyakit endemik lainnya, fasilitas laboratorium untuk melakukan tes konfirmasi juga masih kurang dan diagnosis yang relatif tidak mudah diakses serta kurang cepat. (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2012).

Faktor risiko ditemukan pada lebih dari setengah kejadian leptospirosis termasuk kondisi lingkungan, keberadaan hewan pengerat, pembuangan air limbah, fasilitas pembuangan sampah, riwayat kontak dengan tikus, penggunaan alat pelindung diri, keberadaan hewan peliharaan yang berisiko, keberadaan sungai, dan sejarah banjir (Fajriyah et al., 2017).

Sulawesi Selatan terdapat daerah yang berisiko tinggi terkontaminasi bakteri *Leptospira*, yaitu di daerah Wajo pada Desa Wiringpalannae dan Mattirotappareng yang merupakan daerah rawan banjir. Hal tersebut ditinjau dari aspek lingkungan. Risiko kesehatan lingkungan yang dimaksud yaitu penggunaan sumber air permukaan, sungai, jarak sumber air, kualitas fisik air tidak memenuhi persyaratan kesehatan, tidak adanya saluran pembuangan air limbah dan tidak adanya tempat sampah rumah tangga. Peluang untuk paparan bahaya kesehatan lingkungan adalah kebiasaan tidak mencuci tangan dengan sabun (Syamsuar et al., 2018).

Penelitian awal tentang isolasi *Leptospira* dari air di Malaysia dimulai pada tahun 1970. Penelitian *Leptospira* patogenik dalam Air di Malaysia, ditemukan 28 dari 121 sampel air positif *Leptospira* menggunakan pemeriksaan *polimerase chain reaction (PCR)* (Benacer, Who, Zain, Amran, & Thong, 2013). Variasi genetik *Leptospira* yang diisolasi dari tikus yang ditangkap di Yogyakarta Indonesia, ada 99 tikus yang diteliti dengan sampel DNA diperoleh dari jaringan ginjal tikus. Deteksi *Leptospira* dengan menggunakan *PCR* menunjukkan positif pada 25 sampel. Ada 6 sampel yang dikonfirmasi sebagai *Leptospira* patogenik dengan menggunakan *PCR* standar (Sumanta et al., 2015).

Penelitian yang dilakukan oleh Sholichah & Rahmawati, (2017) mengenai sebaran infeksi *Leptospira* patogenik pada tikus dan

cecurut di daerah pasca banjir Kabupaten Pati dan endemis Boyolali. Di peroleh hasil bahwa 7 dari 17 sampel tikus positif *Leptospira* di Desa Bakaran Kulon Pati, 2 dari 39 sampel tikus positif *Leptospira* di Desa Sindon Boyolali dan 27 dari 52 sampel tikus positif *Leptospira* di Desa Jeron Boyolali menggunakan pemeriksaan *PCR*.

Empat spesies patogen yang diketahui endemik di Asia Tenggara; *Leptospira interrogans*, *L. kirschneri*, *L. weilii*, dan *L. borgpetersenii*. Melihat keragaman *Leptospira* patogen dan reservoir hewan sangat penting untuk memahami penularan penyakit leptospirosis. Identifikasi serovar lokal juga akan memungkinkan diagnosis laboratorium yang lebih efisien dari kasus leptospirosis pada manusia (Tan et al., 2016; Cosson et al., 2014; Benacer et al., 2016a). Bakteri *Leptospira Icterohaemorrhagiae javanica* dan *Leptospira Cynopteri* merupakan serogroup dari kelompok *Leptospira* patogen yang ditemukan pada tikus dan diketahui virulen bagi manusia (Syamsuar et al., 2018).

Kota Makassar merupakan ibukota Provinsi Sulawesi Selatan. Makassar merupakan kota metropolitan terbesar di kawasan Indonesia timur, memiliki wilayah seluas 199,26 Km² dan jumlah penduduk lebih dari 1,6 juta jiwa. Di lihat dari skala nasional Kota Makassar terletak di lingkaran pasifik dan berfungsi sebagai pintu gerbang ke kawasan Asia Pasifik. Pada skala regional merupakan kota utama di Provinsi Sulawesi Selatan dan sekitarnya. Dimana

segala aktivitas berada di kota tersebut, tanpa terkecuali pemukiman penduduk yang semakin hari mengalami peningkatan. Seiring dengan meningkatnya wisatawan, perdagangan, dan migrasi, maka kemungkinan terjadinya penularan penyakit melalui lingkungan yang tidak sehat semakin besar. Penularan penyakit dapat disebabkan oleh binatang amupun vektor penyakit yang terbawa oleh aliran air (Ikmal, 2014; Sulasmi, 2017).

Kota Makassar termasuk kota besar dengan jumlah penduduk yang terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Hal ini akan membawa dampak pada peningkatan kebutuhan lahan dan permintaan akan pelayanan prasaranan kota yang dapat berdampak pada menurunnya kualitas lingkungan seperti degradasi lingkungan serta bencana alam seperti banjir pada saat musim penghujan (Ikmal, 2014).

Berdasarkan data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (2018) Kota Makassar. Ada empat kecamatan seperti Kecamatan Manggala, Tamalanrea, Panakukang, dan Biringkanaya, yang dianggap rawan banjir akibat cuaca ekstrem dengan intensitas hujan tinggi yang terjadi sejak akhir tahun 2018 sampai awal 2019. Kecamatan yang tergenang air yakni Kecamatan Manggala, meliputi jalan Tamangapa Raya III, Kampung Bontoa, Kampung Romang Tangaya, Kampung Kajang Kelurahan Tamangapa, Perumnas Antang

blok 8 dan 10, kompleks Pemda, kompleks IDI Kelurahan Manggala, serta perumahan Swadaya Mas Kelurahan Batua.

Kecamatan Biringkanaya seperti pada Kelurahan Paccerakkang, diantaranya BTN Mangga Tiga, perumahan Kodam III, BTN Nusa Harapan serta Kampung katimbang pada Kelurahan Katimbang. Kecamatan Tamalanrea meliputi, Bumi Tamalanrea Permai, BTN Nusa Harapan Permai Kelurahan Tamalanrea Indah, Perumahan Bung Permai, BTN Antara, BTN Hamsi Kelurahan Tamalanrea Jaya. Kecamatan Panakukang, yakni Asrama Polisi Panaikang, dan BTN Citra Tallo Permai serta beberapa wilayah di Kecamatan Tamalate (Badan Penanggulangan Bencana Daerah, 2018).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perlu dilakukan identifikasi bakteri *Leptospira* pada air dan tikus di daerah rawan banjir, mengingat belum adanya referensi penelitian tersebut di Kota Makassar, sebagai upaya pengawasan dan pengendalian terjadinya penularan bakteri *Leptospira* dari tikus ke manusia di Kota Makassar.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka peneliti dapat merumuskan masalah sebagai berikut: "Hubungan kondisi lingkungan yang mempengaruhi keberadaan bakteri *Leptospira* pada air dan tikus di daerah rawan banjir Kota Makassar".

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dijabarkan sebagai berikut :

1. Tujuan Umum

Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi keberadaan bakteri *Leptospira* pada air dan tikus di daerah rawan banjir Kota Makassar.

2. Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus yang ingin dicapai adalah sebagai berikut :

- a. Untuk mengidentifikasi jenis tikus yang tertangkap di daerah rawan banjir Kota Makassar
- b. Untuk mengetahui gambaran keberhasilan penangkapan tikus (*Succes Trap*) di daerah rawan banjir Kota Makassar
- c. Untuk menganalisis hubungan kondisi lingkungan yang mempengaruhi keberadaan bakteri *Leptospira* pada air dan tikus di daerah rawan banjir Kota Makassar
- d. Untuk mengetahui keberadaan bakteri *Leptospira* pada air di daerah rawan banjir Kota Makassar
- e. Untuk mengetahui keberadaan bakteri *Leptospira* pada tikus di daerah rawan banjir Kota Makassar
- f. Untuk mengetahui kondisi lingkungan yang mempengaruhi keberadaan tikus di daerah rawan banjir Kota Makassar.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat Ilmiah

Penelitian ini diharapkan bisa menjadi bahan pelajaran sekaligus menjadi referensi bagi peneliti lainnya mengingat kurangnya penelitian terkait identifikasi bakteri *Leptospira* yang dilaksanakan di Kota Makassar ataupun sebagai acuan untuk dilakukannya penelitian dalam menindaklanjuti hasil dari penelitian ini.

2. Manfaat Institusi

Dapat menjadi salah satu sumber informasi bagi Dinas Kesehatan Kota dan Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan dalam pengambilan keputusan atau kebijakan terkait penanganan masalah vektor tikus.

3. Manfaat Praktis

Menambah pengalaman dalam hal pemeriksaan bakteri *Leptospira* pada air dan tikus serta menambah pengetahuan mengenai penyakit tular vektor khususnya leptospirosis.

4. Manfaat bagi Masyarakat

Penelitian ini dapat memberi wawasan kepada seluruh masyarakat Kota Makassar mengenai leptospirosis agar dapat

waspada dan melakukan tindakan pencegahan terkait penyakit ini, khususnya di daerah rawan banjir Kota Makassar.

E. Ruang Lingkup Penelitian

1. Lingkup Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-April 2020.

2. Lingkup Lokasi

Penelitian ini dilakukan di wilayah Kecamatan Biringkanaya yaitu Kelurahan Paccerakkang Kota Makassar.

3. Lingkup Sasaran

sasaran dari penelitian ini adalah air yang tergenang dan tikus di wilayah Kecamatan Biringkanaya yaitu Kelurahan Paccerakkang Kota Makassar.

4. Lingkup Materi

Materi penelitian ini membahas tentang bakteri *Leptospira* pada air dan tikus di daerah rawan banjir Kelurahan Paccerakkang Kota Makassar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Tentang Vektor Tikus

Tikus merupakan hewan pengerat (*Rodentia*) yang lebih dikenal sebagai hama bagi tanaman pertanian, perusak barang di gudang, dan hewan pengganggu yang menjijikkan di perumahan. Tikus komensal adalah tikus yang hidup di dekat tempat tinggal atau kegiatan manusia. Tikus merupakan hal yang penting untuk diperhatikan sebagai penular penyakit (Breed & Ford, 2007).

Tikus merupakan binatang yang termasuk dalam *ordo Rodentia*, *sub ordo Myormorpa*, *famili muridae*. *Famili Muridae* merupakan famili dominan dari *ordo Rodentia* karena memiliki daya reproduksi yang tinggi, pemakan segala macam makanan, dan mudah untuk beradaptasi dengan lingkungan baru (Sitepu, 2017).

1. Klasifikasi Tikus

Tikus di klasifikasikan sebagai berikut (Ningsih, 2009) :

Filum	: <i>Chordata</i>
Subfilum	: <i>Vertebrata</i>
Ordo	: <i>Rodentia</i>
Famili	: <i>Muridae</i>
Genus	: <i>Rattus, Mus, dan Bandicota</i>
Species	: a. <i>Bandicota indica</i> (tikus wirok)

- b. *Rattus norvegicus* (tikus riul/got)
- c. *Rattus tanezumi* (tikus rumah)
- c. *Rattus-rattus* (tikus hitam)
- d. *Rattus tiomanicus* (tikus pohon)
- e. *Rattus argentiventer* (tikus sawah)
- f. *Rattus exulans* (tikus ladang)
- g. *Mus musculus* (mencit rumah)
- h. *mus caroli* (tikus ladang)

Ada beberapa spesies tikus yang ditemukan diseluruh dunia, namun hanya beberapa genera tikus yang ditemukan di Indonesia, diantaranya :

1. *Bandicota*

Tikus ini dikenal sebagai tikus wiwok, dibandingkan dengan tikus lainnya, tikus ini lebih besar ukuran tubuhnya. Sering dijumpai di persawahan kering atau kebun serta padang rumput dekat pantai, serta kadang ditemukan dipekarangan rumah. Tikus ini sangat mengganggu manusia karena membuat lubang dimana saja. Ciri khas dari *Bandicota indica* yaitu tidak adanya rambut pengawal, konsistensi rambut kasar, dan rambut tumbuh di tengah punggung berukuran lebih panjang daripada rambut bagian tubuh lainnya, sehingga ujungnya mencapai pangkal ekor bila direbahkan ke belakang. Bobot *Bandicota indica* bisa mencapai 1 Kg atau lebih, Mammae =2+2, dengan panjang badan 210-345 mm (Marbawati & Ismanto, 2011).

2. *Mus*

Tikus ini dikenal sebagai mencit rumah atau tikus piti karena ukurannya yang kecil. Mencit menempati habitat rumah, padang rumput, kebun, dan persawahan. Di persawahan *Mus caroli* membuat lubang di tanah, sedangkan *Mus musculus* di rumah tidak membuat lubang, melainkan bersarang di dalam laci, lemari dengan bahan sarang berupa sobekan kertas atau kain. Mencit bersifat teresterial, tidak suka memanjat. Panjang badan dan kepala 59-121 mm, ekor 63-100 mm, bobot 8-18 gram, dan mammae = 3+2. *Mus musculus* adalah jenis tikus introduksi Eropa yang sekarang penyebarannya meluas ke seluruh dunia. Sedangkan *Mus castaneus* berasal dari Asia Tenggara, *Mus caroli* tersebar di Jawa, Sumatera, Taiwan dan Asia Timur. (Marbawati & Ismanto, 2011).

3. *Niviventer*

Tikus ini dapat dijumpai di hutan primer maupun sekunder, dan juga semak belukar. Dicitrakan oleh ekornya yang panjang antara 125-140 mm. penuh rambut pendek yang memanjang pada ujung ekor dan dwiwarna. Warna permukaan atas umumnya coklat sampai kemerahan dengan rambut pengawal bentuk duri yang kaku. Panjang badan dan kepala 106-163 mm, ekor 143-211 mm, kaki belakang 23-34 mm, bobot 53-100 gram, dan mammae = 1+2. Bersifat nokturnal dan teresterial serta dapat memanjat pojon yang tidak tinggi (Marbawati & Ismanto, 2011).

4. *Rattus*

Tikus ini dicirikan dengan rambut pengawal yang berbentuk duri pipih kecuali *Rattus norvegicus*. Tikus ini banyak sekali jenisnya, ada lima spesies yaitu, tikus rumah (*Rattus tanezumi*), tikus belukar (*Rattus tiomanicus*) tikus polynesia (*Rattus exulans*), tikus got (*Rattus norvegicus*), dan tikus sawah (*Rattus argentiventer*) (Marbawati & Ismanto, 2011).

Beberapa perilaku tikus, diantaranya :

1. Pola makan, pemakan segala, sangat bervariasi, diantaranya; padi, umbi-umbian, kacang-kacangan, rerumputan, serangga, siput, ikan kecil dan lainnya. Mampu memanfaatkan beragam pakan saat pakan melimpah cenderung memilih pakan favoritnya. Pakan baru tidak segera dimakan melainkan hanya dicicipi terlebih dahulu, dan apabila tidak membahayakan akan segera dihabiskan. Makan ditempat tertentu, suka membawa pakan ke sarang, kanibalisme terjadi saat kelangkaan pakan yang parah, kebutuhan pakan 10-15% dari bobot tubuhnya.
2. Bersarang, ada beberapa tipe sarang yaitu, teresterial, bersarang di lubang dalam tanah, arboreal, pangkal pelepah daun, dan pepohonan.
3. Perkembangbiakan, umur tikus hanya 1-2 tahun, satu tahun sepasang induk tikus mampu menghasilkan 2000 ekor keturunan, masa bunting sekitar tiga minggu, jarak antara siklus birahi singkat

hanya satu minggu, masa menyusui 8-24 hari, jumlah cindil per kelahiran rata-rata 8-14 ekor. Pada saat periode puncak masa reproduksi 92% tikus bunting dijumpai sedang menyusui anaknya, kecepatan berkembangbiak sesuai kondisi lingkungannya.

4. Berpindah tempat, kadang tikus berpindah tempat secara bersama-sama. Dapat terjadi migrasi musiman jika kekurangan pakan, dan migrasi bencana banjir, kekeringan, dan gempa.
5. Mengerat atau *gnawing*, aktivitas mengerat merupakan upaya untuk mengurangi laju pertumbuhan gigi seri, menimbulkan kerusakan/kerugian, misalnya di bidang pertanian.

Menurut Marbawati & Ismanto (2011), beberapa ciri morfologi dan anatomi dari tikus diantaranya :

1. Ciri kuantitatif

- a. Panjang total (PT) : panjang dari ujung ekor sampai ujung hidung, diukur dalam posisi tubuh lurus, dan terlentang.
- b. Panjang badan dan kepala (BK) : panjang total dikurangi panjang ekor.
- c. Panjang kaki belakang (KB) : diukur dari ujung tumit sampai ujung jari kaki terpanjang.
- d. Panjang telinga (T) : diukur dari pangkal telinga ke titik yang terjauh di daun telinga.
- e. Bobot tubuh (B) : diukur menggunakan timbangan digital.

2. Ciri kualitatif

- a. Rambut pengawal, rambut tikus yang berukuran lebih panjang daripada rambut bawah. Rambut pengawal ada yang berbentuk duri, ada juga yang tidak. Rambut pengawal bentuk duri biasanya pangkal melebar dan ujungnya menyempit. Konsistensi rambut pengawal bentuk duri bisa halus, bisa kasar, dan kaku seperti pada sebagian anggota *Niviventer*. Pada *Rattus tanezumi* rambut pengawal bentuk duri tidak kaku.
- b. Warna rambut, perlu diperhatikan apakah warna rambut punggung dan perut berbeda nyata atau tidak seperti pada tikus rumah (*Rattus tanezumi*). Tikus riul (*Rattus norvegicus*) antara warna rambut perut dan punggung tidak berbeda nyata, sedangkan pada tikus belukar (*Rattus tiomanicus*) dan tikus sawah (*Rattus argentiventer*) warna punggung dan perut berbeda nyata. Warna rambut perut ada yang putih bersih seperti pada *Rattus tiomanicus*, ada yang abu-abu seperti pada *Mus musculus*, *Rattus exulans*, *Rattus tanezumi* dan *Rattus norvegicus*.
- c. Rumus puting susu atau mammae, angka depan menunjukkan jumlah pasangan puting susu yang ada di dada, angka belakang menunjukkan pasangan puting susu yang ada di

perut. Sebagai contoh rumus puting susu *Rattus tanezumi*,
 $M=2+3$.

- d. Warna ekor, beberapa jenis tikus memiliki warna permukaan bawah dan atas tidak sama, seperti pada sebagian besar *Niviventer*.
- e. Gigi seri atas, warna dan bentuk gigi seri. Ada tiga macam bentuk gigi seri yaitu, *prodont* apabila sumbu gigi seri menghadap ke depan. *Opisthodont* apabila sumbu gigi seri menghadap ke belakang. *Orthodont* apabila sumbu gigi seri arahnya tegak. *Foramina incisivum*, posisi terhadap geraham depan, beberapa jenis tikus *foramina incisivum* mencapai geraham depan seperti pada semua anggota *Rattus*.

2. Tanda-tanda Keberadaan Tikus

Ada tidaknya kehidupan tikus di suatu tempat dapat diketahui dari beberapa tanda (Suratman, 2006) :

a. Kotoran tikus

Kotoran tikus dapat ditemui di sepanjang jalan tikus yang dilaluinya, tumpukan barang, dan lainnya. Kotoran baru kelihatan mengkilap, lunak/basah, dan warnanya kehitaman. Kotoran lama, keras dan kering warnanya memudar/kelabu dan hancur kalau ditekan. Kotoran tikus *Rattus norvegicus* berbentuk gelondong dan biasanya bergerombol. Kotoran *Rattus rattus* bentuknya mirip sosis dan letaknya berpencar. Tiap jam tikus

selalu mengeluarkan kotorannya dan dalam kurung waktu 24 jam, jumlah kotoran tikus yang dikeluarkan sekitar 25-150 butir. Jumlah kotoran ini dapat digunakan sebagai petunjuk kepadatan tikus disuatu tempat. Besar dan bentuk kotoran tikus juga dapat menjadi patokan untuk membedakan spesies tikus.

b. Bekas jalan

Tikus akan menggunakan jalan yang sama dari tempat bersarang ke tempat mencari makanan dan sebaliknya. Karena tikus berjalan antara dinding dan lantai atau antara pipa-pipa, dan dinding, maka jelas terlihat bekas jalan tersebut berminyak dan adanya bulu tikus yang menempel.

c. Bekas tapak kaki

Bekas tapak kaki akan jelas terlihat pada tempat-tempat yang berdebu atau pada tempat yang becek. Bekas tapak kaki yang mencolok menunjukkan aktivitas tikus yang masih baru

d. Bekas gigitan

Tikus menggigit semua benda atau barang. Bekas gigitan tersebut terlihat berserakan disekitarnya. Gigitan tikus bertujuan membuat jalan/lubang, mengunyah, menggigit makanan, dan mengasah gigi agar tajam.

f. Lubang tikus

Lubang ini jelas pada dinding bangunan atau lantai di sekeliling bangunan. Di luar bangunan, lubang biasanya

ditemukan di pematang sawah, didalam tanah, dibawah tumbuh-tumbuhan, dan didalam semak belukar. Pada lubang yang masih baru, terlihat tanah yang baru disisihkan.

g. Tanda-tanda lain

Untuk mengetahui adanya suatu kehidupan tikus di suatu tempat, tentu saja apabila dapat melihat langsung keberadaan tikus tersebut, bau tikus, bekas urin, sarang, dan bekas makanan tikus yang berserakan.

Menurut Ningsih (2009) lingkungan yang mempengaruhi keberadaan tikus adalah sebagai berikut :

1. Lingkungan Fisik

a. Keberadaan sungai

Keberadaan sungai atau badan air dapat menjadi media penularan leptospirosis secara tidak langsung. Kontaminasi air dari urin atau jaringan tubuh hewan yang terinfeksi bakteri *Leptospira* dapat menjadi sumber penularan. Terjadinya penularan melalui badan air berkaitan erat dengan kebiasaan beraktivitas disekitar badan air/sungai. Kotoran yang berasal dari hewan yang mengandung bakteri dapat hanyut dalam sungai yang biasa menjadi sumber kontaminasi pada sumur atau mata air yang tidak terlindungi.

b. Keberadaan parit atau selokan yang airnya tergenang

Parit atau selokan menjadi tempat yang sering dijadikan tikus sebagai tempat tinggalnya dan sering dilalui oleh hewan-hewan lainnya. Sehingga parit ini dapat menjadi media untuk menularkan penyakit leptospirosis. Peran parit atau selokan sebagai media penularan penyakit leptospirosis ketika terjadi banjir dan terdapat bakteri *Leptospira*.

c. Keberadaan genangan air

Air tergenang seperti yang selalu ditemui di negeri-negeri beriklim sedang pada penghujung musim panas. Air yang mengalir lambat, memainkan peran penting dalam penularan penyakit leptospirosis. Tetapi di hutan belantara yang airnya mengalir deras pun dapat merupakan sumber infeksi. Biasanya yang mudah terjangkit penyakit leptospirosis adalah usia produktif dengan karakteristik tempat tinggal yang merupakan daerah padat penduduk. Banyak pejamu reservoir, lingkungan yang sering tergenang air maupun lingkungan kumuh. Tikus biasanya kencing di genangan air. Lewat genangan air tersebut bakteri *Leptospira* akan masuk ke tubuh manusia.

d. Keberadaan Sampah

Adanya kumpulan sampah dirumah dan sekitarnya akan menjadi tempat yang disenangi tikus. Kondisi sanitasi yang

buruk, seperti adanya kumpulan sampah dan kehadiran tikus merupakan faktor determinan kasus leptospirosis. Adanya kumpulan sampah disekitar rumah maupun sampah yang berada diselokan dijadikan indikator dari kehadiran tikus.

e. Ketersediaan bahan pangan terjangkau oleh tikus

Salah satu hal mengapa tikus tinggal di rumah atau sekitar kehidupan manusia adalah karena tikus dapat mengambil bahan pangan yang ada. Kemudahan tikus mendapatkan makanan akan menyebabkan tikus menyukai tempat tinggal (rumah). Bahan pangan misalnya, kelapa yang sudah dikupas, makanan matang yang tidak ditutup, beras yang tempat penyimpanannya dapat dijangkau tikus.

f. Kondisi tempat pengumpulan sampah

Tikus senang berkeliaran di sekitar tempat pembuangan sampah untuk mencari sisa makanan. Kondisi tempat penampungan sampah yang terbuka menjadi salah satu faktor keberadaan tikus.

2. Lingkungan Kimia

pH air merupakan salah satu faktor risiko lingkungan abiotik yang mempengaruhi kehidupan tikus, pH air yang optimal untuk perkembangbiakan bakteri *Leptospira* adalah 6,2-8,0.

3. Lingkungan Biologi

a. Populasi tikus di dalam dan sekitar rumah

Tikus merupakan hewan liar yang seringkali ditemukan di sekitar manusia. Kehadiran tikus dalam berbagai kehidupan manusia dianggap sangat mengganggu sehingga manusia berupaya dengan segala daya mempelajari perilaku tikus. Infeksi bakteri *Leptospira* pada inang reservoir terpelihara secara alami dengan penularan secara vertikal dan horizontal. Secara vertikal, leptospirosis ini akan diturunkan dari induk ke anaknya. Sementara secara horizontal, penularan terjadi dari tikus ke manusia atau tikus ke tikus. Inang reservoir alami dapat membawa strain bakteri *Leptospira* di ginjal dan mengkontaminasi air seninya dalam periode waktu lama.

Keberadaan hewan peliharaan sebagai hospes perantara bakteri *Leptospira* juga terdapat pada binatang peliharaan seperti anjing, lembu, kerbau, maupun binatang liar seperti tikus, musang, dan tupai. Di dalam tubuh binatang tadi yang bertindak sebagai hospes reservoir, mikroorganisme *Leptospira* hidup di dalam ginjal dan dikeluarkan melalui air kemih.

b. *Success trap*

Success trap adalah persentase tikus yang tertangkap oleh perangkap, dihitung dengan cara jumlah tikus yang

tertangkap dibagi dengan jumlah perangkap yang dipasang dikalikan 100%. Keberhasilan penangkapan tikus dilihat dari hasil *success trap* yang dinyatakan dengan rumus berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan Nomor 50 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan untuk vektor dan binatang pembawa penyakit serta pengendaliannya, sebagai berikut :

$$\text{Success Trap} = \frac{\text{Jumlah tikus yang tertangkap}}{\text{Jumlah perangkap}} \times 100\%$$

Rumus berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan No. 50 Tahun 2017

B. Tinjauan Umum Tentang Air

Air memainkan peran penting bagi kehidupan manusia. Air dapat mempengaruhi kesehatan jika air yang digunakan terkontaminasi dengan zat pencemar yang melebihi nilai ambang batas (Facci, 2014). Air adalah faktor pengendali penting atas kesehatan makhluk hidup. Air berperan penting dalam kehidupan mikroorganisme serta penyebaran bahan atau zat buangan padatan dan cairan (Notohadiprawiro, 2006).

Penyakit leptospirosis terjadi ketika spesies patogen ditransmisikan ke dalam aliran darah manusia melalui kontak langsung dengan urin yang terkontaminasi dari reservoir hewan atau secara tidak langsung oleh air yang terkontaminasi bakteri *Leptospira*

(Benacer et al., 2013). *Leptospira* patogen sebagian besar ditularkan melalui lingkungan yang tidak kotor, di mana *Leptospira* bertahan selama berbulan-bulan dalam kondisi hangat dan lembab (Viau & Boehm, 2011). Untuk memahami perubahan dinamis dalam epidemiologi leptospirosis, isolasi *Leptospira* tidak hanya dari manusia dan hewan tetapi juga air memainkan peran penting terhadap penularan leptospirosis (Saito et al., 2013).

C. Tinjauan Umum Tentang Bakteri *Leptospira*

Penyebab leptospirosis adalah bakteri dari genus *Leptospira* yang mencakup sembilan spesies patogen (*Leptospira interrogans*, *L. kirschneri*, *L. kmetyi*, *L. borgpeterseni*, *L. santarosai*, *L. noguchii*, *L. weilii*, *L. alexanderi*, dan *L. alstoni*) (Levett, 2019). Menurut David (2012) dalam buku Medical Microbiology, beberapa tinjauan tentang *Leptospira*, diantaranya :

1. Klasifikasi Bakteri *Leptospira*

Keluarga *Leptospiraceae* termasuk dalam ordo *Spirochaetales* dan dapat dibagi lagi menjadi tiga genus : *Leptospira*, *Leptonema* dan *Turneriella*. Hanya *Leptospira spp.* dianggap sebagai patogen bagi hewan dan manusia. Genus *Leptospira* pada awalnya dibagi menjadi dua kelompok; *Leptospira interrogans sensu lato* (strain patogen) dan *biflexa sensu lato* (strain saprofit). Kedua kelompok ini berbeda dalam kebutuhan nutrisi dan sifat fenotipiknya. Sebagai

contoh, pertumbuhan strain patogen dihambat oleh analog purin 8-azaguanine sedangkan strain *saprophytic* tumbuh secara normal di hadapan senyawa ini. Demikian, tidak seperti *L. interrogans*, *L. biflexa* dapat tumbuh pada suhu rendah (11-13 ° C). Klasifikasi genotipik telah ditetapkan 20 spesies *Leptospira* :

- a. Sembilan spesies patogen (*Leptospira interrogans*, *L. Kirsechneri*, *L. borgpeterseni*, *L. santarosai*, *L. noguchii*, *L. weilii*, *L. alexanderi*, *L. alstoni*, dan *L. kmetyi*)
- b. Enam spesies saprofitik (*Leptospira biflexa*, *L. wolbachii*, *L. meyeri*, *L. vanthiellii*, *L. terpstrae*, dan *L. yanagawae*)
- c. Lima spesies perantara (*Leptospira inadai*, *L. broomii*, *L. fainei*, *L. wolffii*, dan *L. licerasiae*), yang berasal dari patogenisitas tidak jelas.

Leptospira secara serologis diklasifikasikan dalam serovar, didefinisikan atas dasar heterogenitas struktural dalam komponen karbohidrat dari *lipopolysaccharide* (LPS). Lebih dari 200 patogen yang berbeda saat ini dikenali. Klasifikasi genetik *Leptospira* tidak berkorelasi dengan klasifikasi fenotipik karena serovar dari serogrup yang sama dapat didistribusikan di antara spesies yang berbeda. Namun, klasifikasi serologis masih banyak digunakan karena menyediakan informasi yang berguna untuk penyelidikan klinis atau epidemiologis.

Urutan *DNA* lengkap dari strain yang termasuk dalam dua spesies patogen, *Leptospira interrogans* dan *Leptospira borgpetersenii*, dan satu spesies saprofitik, *Leptospira biflexa*, telah ditentukan dan ini harus memberikan wawasan tentang mekanisme molekuler kelangsungan hidup dan persistensi *Leptospira* di inang dan lingkungan.

2. Morfologi Bakteri *Leptospira*

Panjang *Leptospira* berkisar antara sekitar 6 dan 20 μm , tetapi hanya berdiameter sekitar 0,1 μm , yang memungkinkan mereka melewati filter yang menahan sebagian besar bakteri lain. *Leptospira* adalah Gram-negatif, tetapi mempunyai efek buruk. *Leptospira* dapat divisualisasikan dengan pewarnaan giemsa, deposisi perak, metode antibodi neon atau mikroskop elektron. Bakteri ini sangat tipis sehingga paling baik dilihat dengan mikroskop lapangan gelap, sejenis mikroskop cahaya yang menghasilkan benda-benda cerah dengan latar belakang gelap. *Leptospira* memiliki bentuk sel heliks dengan satu atau kedua ujungnya tampak terpikat dan *Leptospira* berputar dengan cepat di sekitar sumbu panjangnya.

Leptospira spp. memiliki struktur membran ganda yang terdiri dari membran sitoplasma, periplasma dan membran luar yang mengandung *lipopolysaccharide* (LPS) dan banyak lipoprotein terkait membran adalah target utama untuk respon imun inang. Dua

endoflagella dengan ujung bebasnya ke arah tengah bakteri, terletak di ruang periplasmik antara dinding sel dan dibungkus di sekitar dinding sel. Setiap flagel melekat pada badan basal yang terletak di kedua ujung sel. Flagela memiliki struktur yang mirip dengan bakteri lain dan bertanggung jawab atas motilitas, tetapi mekanisme yang terlibat dalam gerakan cepat mereka tidak sepenuhnya dipahami.

Leptospira terbunuh dengan cepat oleh pengeringan, pH ekstrem dan zat antibakteri yang terjadi secara alami pada susu manusia dan sapi. *Leptospira* rentan terhadap konsentrasi klorin yang rendah dan terbunuh oleh suhu di atas 40 °C (setelah sekitar 10 menit pada 50 °C dan dalam 10 detik pada 60 °C).

Lingkungan optimal untuk hidup dan berkembangbiaknya *Leptospira* adalah kondisi lembab, suhu sekitar 25°C, serta pH mendekati netral (pH sekitar 7) merupakan keadaan yang selalu ditemui di negeri-negeri tropis sepanjang tahun. Pada musim panas dan musim gugur, pada keadaan tersebut *Leptospira* dapat bertahan hidup sampai berminggu-minggu. Udara yang kering, sinar matahari yang cukup, serta pH di luar range 6,2-8,0 merupakan suasana yang tidak optimal bagi kehidupan dan pertumbuhan *Leptospira*. Jenis *Leptospira* patogen ternyata tidak mampu hidup di air asin lebih dari beberapa jam, tetap strain

Leptospira nonpatogen (saprofit) yaitu *Leptospira biflexa* berhasil di isolasi dari air laut (Suratman, 2006).

3. Metabolisme Bakteri *Leptospira*

Leptospira membutuhkan kondisi aerobik atau mikro-aerofilik untuk pertumbuhan. Sumber nitrogen, fosfat, kalsium, magnesium, dan zat besi yang memadai (sebagai senyawa hem atau ion besi) sangat penting. *Leptospira* dapat menggunakan asam lemak sebagai sumber energi utama mereka, tetapi tidak dapat mensintesis asam lemak rantai panjang dengan 15 atau lebih atom karbon. Spesies patogen membutuhkan keberadaan asam lemak tak jenuh untuk memanfaatkan asam lemak jenuh. Vitamin B1 (thiamin) dan B12 (cyanocobalamin) juga penting dan penambahan biotin dibutuhkan untuk pertumbuhan beberapa strain (David et al., 2012).

Pertumbuhan optimal spesies patogen dalam kultur terjadi pada 28-30°C pada pH 7.2-7.6. *Leptospira* tumbuh lambat dengan waktu perkembangan sekitar 20 jam : koloni terlihat setelah 3-4 minggu pada media padat, sedangkan saprofit tumbuh lebih cepat (koloni terlihat setelah satu minggu). Media kultur umumnya tidak mengandung agen selektif karena *Leptospira* mungkin sensitif terhadap mereka, jadi harus berhati-hati untuk menghindari kontaminasi bakteri atau jamur pada saat inokulasi dan selama periode inkubasi yang berkepanjangan (David et al., 2012).

D. Tinjauan Umum Tentang Leptospirosis

Istilah 'Leptospirosis' digunakan untuk menggambarkan semua infeksi pada manusia dan hewan, terlepas dari presentasi klinis atau jenis *Leptospira* yang terlibat. Tidak ada pola penyakit spesifik-serovar, meskipun beberapa serovar cenderung menyebabkan penyakit yang lebih parah dari pada yang lain. Di masa lalu banyak nama (demam berdarah epidemi paru, demam Fort Bragg, penyakit Weil, demam musim gugur) digunakan untuk menggambarkan presentasi klinis tertentu atau untuk mencerminkan gambaran epidemiologis pekerjaan, geografis, musiman atau lainnya dari penyakit leptospirosis. Karena itu, berbagai presentasi penyakit tidak dihargai dan bahkan sekarang infeksi leptospira mungkin tidak dicurigai kecuali pasien memiliki penyakit parah klasik yang melibatkan hati dan ginjal. Beberapa laporan menunjukkan bahwa infeksi pada manusia dengan beberapa serovar ditemukan dalam kasus yang jarang terjadi, menyebabkan aborsi (David et al., 2012).

1. Patogenesis Leptospirosis

Patogenesis leptospirosis tidak sepenuhnya dipahami, tetapi vaskulitis yang mengakibatkan kerusakan sel endotel pembuluh darah kecil mungkin merupakan patologi utama yang mendasarinya. Infeksi didapat melalui kontak langsung atau tidak langsung dengan urin, jaringan atau sekresi yang terinfeksi. Menelan atau menghirup *Leptospira* tidak dianggap menimbulkan

risiko dan penyebaran antar manusia sangat jarang. *Leptospira* umumnya masuk melalui area kecil kerusakan pada kulit atau melalui selaput lendir. Ada kemungkinan bahwa mereka juga dapat melewati kulit yang tergenang air, meskipun ini mungkin bukan rute utama infeksi (David et al., 2012).

2. Gambaran Klinis Leptospirosis

Biasanya, gejala akut berkembang 5-14 hari setelah infeksi, walaupun jarang masa inkubasinya bisa singkat 2-3 hari atau selama 30 hari. Infeksi muncul dengan penyakit seperti influenza yang ditandai dengan timbulnya sakit kepala mendadak, nyeri otot, terutama pada otot-otot punggung bagian bawah dan betis, demam, dan kadang-kadang kekakuan. Suffusi konjungtiva dan ruam kulit dapat terlihat pada beberapa kasus (David et al., 2012).

Selama fase bakteremia yang berlangsung 7-8 hari setelah timbulnya gejala, leptospira menyebar melalui darah ke banyak jaringan, termasuk otak. Dalam kasus yang parah penyakit sering mengikuti perjalanan bifasik: fase bakterimia diikuti oleh fase 'kekebalan', dengan munculnya antibodi dan menghilangnya leptospira dari darah. Pada fase ini pasien dapat menunjukkan tanda-tanda pemulihan selama beberapa hari sebelum demam, kekakuan, sakit kepala parah dan meningisme. Pendarahan dapat terjadi, bersama dengan tanda dan gejala penyakit kuning dan gangguan ginjal (David et al., 2012).

Dalam beberapa kasus leptospirosis, manifestasi infeksi paru dominan. Pasien dapat datang dengan batuk, sesak napas atau hemoptisis. Dalam kasus yang parah, sindrom gangguan pernapasan dewasa dan perdarahan paru dapat terjadi dan menyebabkan kematian. Pada penyakit fulminasi parah, pasien dapat meninggal dalam beberapa hari pertama sakit, tetapi dengan pengobatan yang tepat prognosisnya bisa baik. Banyak kematian di seluruh dunia disebabkan oleh kegagalan untuk memberikan manajemen pemeriksaan yang memadai, terutama dalam kaitannya dengan pemeliharaan fungsi ginjal. Umumnya, pasien dalam 2-6 minggu baik tetapi beberapa membutuhkan hingga tiga bulan untuk pulih sepenuhnya. Di beberapa pasien, gejalanya menetap selama berbulan-bulan, tetapi tidak ada pembawaan leptospira jangka panjang atau penyakit kronis yang secara konklusif ditunjukkan pada manusia (David et al., 2012).

Manifestasi klinis leptospirosis bervariasi mulai dari yang ringan seperti, demam, sakit kepala, dan sakit perut. Sedangkan gejala yang berat, seperti gagal ginjal, kegagalan fungsi hati, pendarahan paru, bahkan kematian. Banyak kasus leptospirosis yang tidak dilaporkan karena sulitnya diagnosa klinis dan mahalnya biaya pemeriksaan laboratorium (Bharti et al., 2003; Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018).

Terdapat tiga kriteria yang ditetapkan dalam mendefinisikan kasus leptospirosis, yaitu sebagai berikut (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2019) :

1. Kasus suspek

Demam akut dengan atau tanpa sakit kepala, disertai nyeri otot, lemah (*malaise*), dan ada riwayat terpapar dengan lingkungan yang terkontaminasi atau aktifitas yang merupakan faktor risiko leptospirosis dalam kurun waktu dua minggu. Faktor risiko tersebut antara lain :

- a. Kontak dengan air yang terkontaminasi bakteri *Leptospira* atau urin tikus saat terjadi banjir
- b. Kontak dengan sungai atau danau dalam aktivitas mandi, mencuci atau bekerja di tempat tersebut
- c. Kontak dengan persawahan ataupun perkebunan yang berkaitan dengan pekerjaan, dan tidak menggunakan alas kaki
- d. Kontak erat dengan binatang, seperti babi, sapi, kambing, anjing yang dinyatakan terinfeksi *Leptospira*
- e. Terpapar atau bersentuhan dengan bangkai hewan, cairan infeksius hewan seperti cairan kemih, placenta, cairan amnion, dan lainnya

- f. Menangani *specimen* hewan atau manusia yang diduga terinfeksi leptospirosis dalam suatu laboratorium atau tempat lainnya
- g. Pekerjaan atau melakukan kegiatan yang berisiko kontak dengan sumber infeksi, seperti dokter hewan, tim penyelamat, tentara, pemburu, toko hewan, perkebunan, pertanian, tambang, serta pendaki gunung.

2. Kasus probable

Dinyatakan probable merupakan saat di mana kasus supek memiliki dua gejala klinis di antara tanda-tanda berikut :

- a. Nyeri betis
- b. Ikterus atau jaundice merupakan kondisi medis yang ditandai dengan menguningnya kulit dan sklera (bagian putih pada bola mata)
- c. Manifestasi pendarahan
- d. Sesak nafas
- e. Oliguria atau anuria, yakni ketidakmampuan untuk buang air kecil
- f. Aritmia jantung
- g. Batuk dengan atau tanpa hemoptisis, dan
- h. Ruam kulit

Selain itu memiliki gambaran laboratorium; a) trombositopenia <100.000 sel/mm; b) leukositosis dengan

neutropilia >80%, c) kenaikan jumlah bilirubin total >2 gr atau peningkatan SGPT, amilase, lipase, dan creatin phosphokinase; d) penggunaan *rapid diagnostic test* (RDT) untuk mendeteksi *immunoglobulin M* (IgM) anti *Leptospira*.

3. Kasus konfirmasi

Dinyatakan sebagai kasus konfirmasi di saat kasus probable disertai salah satu dari gejala berikut :

- a. Isolasi bakteri *Leptospira* dari spesimen klinik
- b. Hasil *Polymerase Chain Reaction* (PCR) positif, dan
- c. Sero konversi *Microscopic Agglunation Test* (MAT) dari negatif menjadi positif.

3. Pengendalian Leptospirosis

Dengan lebih dari 200 serovar patogen yang diketahui, masing-masing dapat menginfeksi berbagai hewan yang bisa menjadi pembawa jangka panjang yang mampu menginfeksi orang lain, dengan kemampuan organisme untuk bertahan hidup dalam waktu lama di lingkungan, pencegahan atau pemberantasan lengkap leptospirosis tidak mudah dilakukan. Di bagian dunia di mana prevalensi infeksi manusia pada kelompok tertentu tinggi, skema imunisasi manusia selektif mungkin bermanfaat jika tersedia vaksin yang sesuai. Profilaksis antimikroba dengan doksisisiklin mungkin bermanfaat dalam situasi pajanan berisiko tinggi di mana bantuan medis tidak tersedia (David et al.,2012).

Imunisasi massal ternak domestik akan mencegah penyakit klinis pada hewan dan mengurangi risiko infeksi pada manusia. Agar sepenuhnya efektif, vaksin tidak hanya harus melindungi terhadap penyakit pada hewan tetapi juga mencegah pembentukan kondisi pembawa dan pelepasan leptospira yang hidup dalam urin. Penting juga bahwa vaksin mengandung antigen yang mewakili serovar yang beredar, karena perlindungan hanya optimal terhadap komponen-komponen vaksin. Vaksin saat ini hanya melindungi 1-2 tahun hewan ternak. Kesadaran akan leptospirosis melalui edukasi dokter, pengusaha dan masyarakat umum telah membantu mengembangkan praktik atau prosedur yang lebih aman di tempat kerja (David et al.,2012).

Risiko tertular leptospirosis sangat dapat dikurangi dengan tidak berenang atau mengarungi air yang mungkin terkontaminasi dengan urin hewan, atau menghilangkan kontak dengan hewan yang berpotensi terinfeksi. Pakaian pelindung atau alas kaki harus digunakan oleh mereka yang terpapar air atau tanah yang terkontaminasi karena pekerjaan atau kegiatan rekreasi (Centers for Disease Control and Prevention, 1961).

Langkah-langkah untuk mengurangi populasi hewan pengerat di sekitar aktivitas manusia, seperti membuang sampah, terutama limbah makanan, dan pencegahan akses tikus ke dalam bangunan adalah yang paling penting. Langkah-langkah sederhana

untuk mengurangi risiko tertular infeksi juga mencakup menutup luka dan lecet dengan plester tahan air dan mengenakan alas kaki pelindung sebelum tersentuh ke permukaan air (World Health Organization, 2003).

4. Pengobatan Leptospirosis

Leptospirosis diobati dengan antibiotik, beberapa manfaat jika dimulai dalam waktu 4 hari sejak timbulnya penyakit, dan lebih disukai dalam waktu 24-48 jam, seperti *doksisiklin* atau *penisilin*, yang harus diberikan pada awal perjalanan penyakit. Antibiotik intravena diperlukan untuk orang dengan gejala yang lebih parah. Pada penyakit parah, *benzylpenicillin intravena* adalah obat pilihan. Untuk infeksi yang lebih ringan, pemberian amoksisilin oral selama 7-10 hari adalah tepat. Pasien yang alergi terhadap penisilin dapat diobati dengan eritromisin. Nilai perawatan antibiotik mungkin terlalu tinggi dan beberapa percobaan telah dilakukan. Namun, manajemen suportif untuk mempertahankan fungsi jaringan dan organ, seperti pemeliharaan sementara fungsi ginjal dengan dialisis, mungkin menyelamatkan jiwa (David et al., 2012).

E. Tinjauan Umum Tentang Metode *Polymerase Chain Reaction*

(PCR)

Bakteri *Leptospira* memiliki tiga jenis RNA ribosom yaitu 5S, 16S, dan 23S *rRNA*. Diantara ketiganya, gen 16S *rRNA* adalah penanda molekuler yang paling sering digunakan. 16S *rRNA* adalah

blok bangunan dari sub unit 30S, yang paling penting untuk diterjemahkan. Gen 26S *rRNA* adalah yang paling umum digunakan dan diterima untuk mempelajari hubungan genetik antara bakteri. Gen 16S *rRNA* dari *Leptospira* dapat dideteksi menggunakan standar reaksi rantai polimerase (*PCR*). Deteksi dapat dilakukan dengan menggunakan set primer, menargetkan gen 16S *rRNA* (Sumanta et al., 2015a).

PCR adalah teknik molekuler yang paling berkembang hingga saat ini, dan memiliki berbagai aplikasi klinis yang sudah terpenuhi, dan potensial, termasuk deteksi patogen spesifik atau spektrum luas, evaluasi infeksi baru yang muncul, pengawasan, deteksi dini agen biothreat, dan profil resistensi antimikroba (Yang & Rothman, 2004).

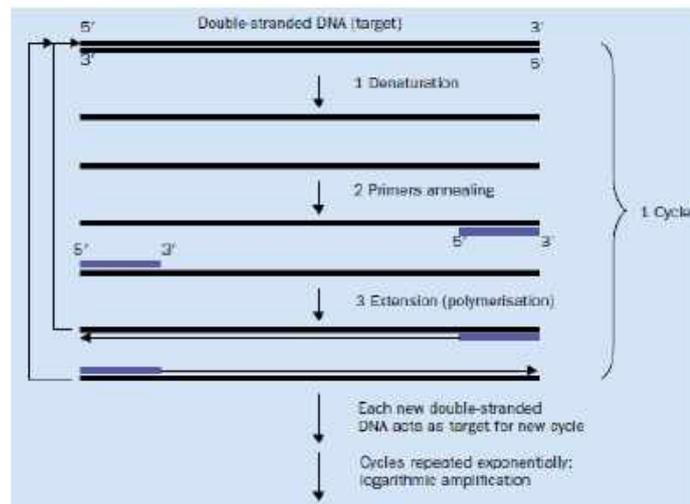
PCR adalah metode penguatan segmen spesifik *DNA* leptospiral, misalnya dalam sampel klinis seperti darah, ke tingkat yang dapat dideteksi. *PCR* dapat dengan cepat mengkonfirmasi diagnosis pada fase awal penyakit. Dengan demikian, keberadaan leptospira dikonfirmasi dengan mendeteksi dan mengidentifikasi segmen spesifik dari *DNA Leptospira* (Centers for Disease Control and Prevention, 1961).

Keuntungan utama dari teknologi berbasis molekuler, seperti *PCR* standar dan waktu sebenarnya, adalah sensitivitasnya yang tinggi. Validitas data *PCR* tergantung pada kontrol yang digunakan dalam pengujian. Selain itu, persiapan bahan genetik dari sampel

biologis merupakan langkah penting karena sampel ini mungkin mengandung inhibitor *PCR*, yang dapat menghasilkan hasil negatif palsu (Rodrigues et al., 2014).

Beberapa protokol *PCR* untuk deteksi *DNA Leptospira* dalam materi klinis telah dikembangkan sejak 1990. Berbagai urutan telah ditargetkan, termasuk gen 16S rRNA; gen LipL32, yang mengkode lipoprotein membran leptospiral utama; gen LipL32, yang mengkode lipoprotein membran leptospiral utama yang merupakan faktor virulensi penting (Rodrigues et al., 2014).

Reaksi *PCR* berlangsung dalam *thermocycler*. Setiap siklus *PCR* terdiri dari tiga langkah utama: (1) denaturasi *DNA* templat menjadi *DNA* untai tunggal; (2) primer-primer yang diurutkan dengan urutan target pelengkap; dan (3) perluasan primer melalui polimerisasi *DNA* untuk menghasilkan salinan baru dari *DNA* target. Pada akhir setiap siklus, *DNA* yang baru disintesis bertindak sebagai target baru untuk siklus berikutnya. Selanjutnya, dengan mengulangi siklus beberapa kali, amplifikasi logaritmik dari *DNA* target terjadi (Yang & Rothman, 2004).



Gambar 1. Skema *PCR* (Yang & Rothman, 2004).

1. Komposisi *PCR*

PCR konvensional biasanya dilakukan dalam volume 10-100 μL . Deoksinukleosida trifosfat (dATP, dCTP, dGTP, dan dTTP) pada konsentrasi masing-masing 200 μM , 10 hingga 100 pmol masing-masing primer, termasuk garam, buffer, dan *DNA* polimerase yang sesuai. Banyak produsen telah memasukkan buffer reaksi dengan *DNA* polimerase, dan ini terbukti akurat untuk proses *PCR*. Dengan perkembangan nanoteknologi, ada kecenderungan untuk miniaturisasi reaksi *PCR*. Reaksi *PCR* telah dilaporkan telah berhasil dilakukan dalam microchamber 86-pL (Dennis & Chan, 2006).

2. Langkah-langkah *PCR*

Proses *Polymerase Chain Reaction* (*PCR*) melibatkan beberapa tahap yaitu sebagai berikut (Dennis & Chan, 2006) :

a. *Denaturasi*

Penyebab umum *PCR* gagal adalah denaturasi target *DNA* yang tidak memadai. Denaturasi biasanya menggunakan suhu denaturasi awal 94°C selama 8 menit. Untuk siklus berikutnya, 94°C selama 1-2 menit biasanya memungkinkan. Karena target siklus *PCR* terutama produk dari *DNA genom*, telah disarankan bahwa suhu denaturasi dapat diturunkan setelah sepuluh siklus pertama untuk menghindari denaturasi termal yang berlebihan. Waktu paruh aktivitas polimerase *DNA* lebih dari dua jam pada 92,5°C, 40 menit pada 95°C, dan lima menit pada 97,5°C.

b. *Primer Annealing* (Penempelan primer)

Suhu dan lamanya waktu yang diperlukan untuk penempelan primer tergantung pada komposisi basa dan panjang serta konsentrasi primer. Menggunakan primer dengan basis 18-30 panjang dengan sekitar 50% konten GC dan langkah penempelan 55 °C selama 1-2 menit adalah awal yang baik. Pada pasangan templat primer tertentu, perbedaan dalam suhu penempelan sekecil 1-2°C akan membuat perbedaan antara amplifikasi spesifik dan non spesifik. Jika suhu penempelan > 60°C, dimungkinkan untuk menggabungkan langkah penempelan dan ekstensi bersama menjadi siklus *PCR* dua langkah.

c. *Primer Extension* (Pemanjangan Primer)

Perpanjangan primer biasanya dilakukan pada 72°C, yang dekat dengan suhu optimum Taq polimerase. Waktu perpanjangan satu menit umumnya cukup untuk produk yang panjangnya hingga dua kb. Waktu ekstensi yang lebih lama (misalnya tiga menit) dapat membantu dalam beberapa siklus pertama untuk memperkuat target jumlah salinan yang rendah, atau pada siklus berikutnya ketika konsentrasi produk melebihi konsentrasi enzim.

F. Sintesa Penelitian

Tabel 1. Sintesa Penelitian

No.	Nama dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
1	Benacer et al., 2013	Pathogenic and saprophytic <i>Leptospira</i> species in water and soils from selected urban sites in Peninsular Malaysia	Pulsed-field gel electrophoresis analysis	Penelitian <i>Leptospira</i> Patogenik dalam Air dan Tanah di Malaysia, ditemukan 28 dari 121 sampel air positif leptospira dan 7 dari 30 sampel tanah positif leptospira menggunakan pemeriksaan <i>Polymerase Chain Reaction</i> (PCR)
2	Sumanta et al., 2015a	Genetic variation of <i>Leptospira</i> isolated from rats caught in Yogyakarta Indonesia	Penelitian observasional dengan desain cross sectional.	Di Yogyakarta-Indonesia, 99 sampel DNA dari tikus yang dimasukkan dalam penelitian ini. Deteksi <i>Leptospira</i> dengan menggunakan real time-PCR mengungkapkan 25 sampel positif untuk <i>Leptospira</i> patogen dan hanya 6 sampel yang dapat dideteksi menggunakan PCR standar.
3	Kawaguchi et al., 2008	Seroprevalence of leptospirosis and risk factor analysis in flood	Analisis multivariat menggunakan model regresi logistik	Prevalensi leptospirosis dan analisis faktor risiko di daerah pedesaan rawan banjir Provinsi Khammouane, Laos menyatakan

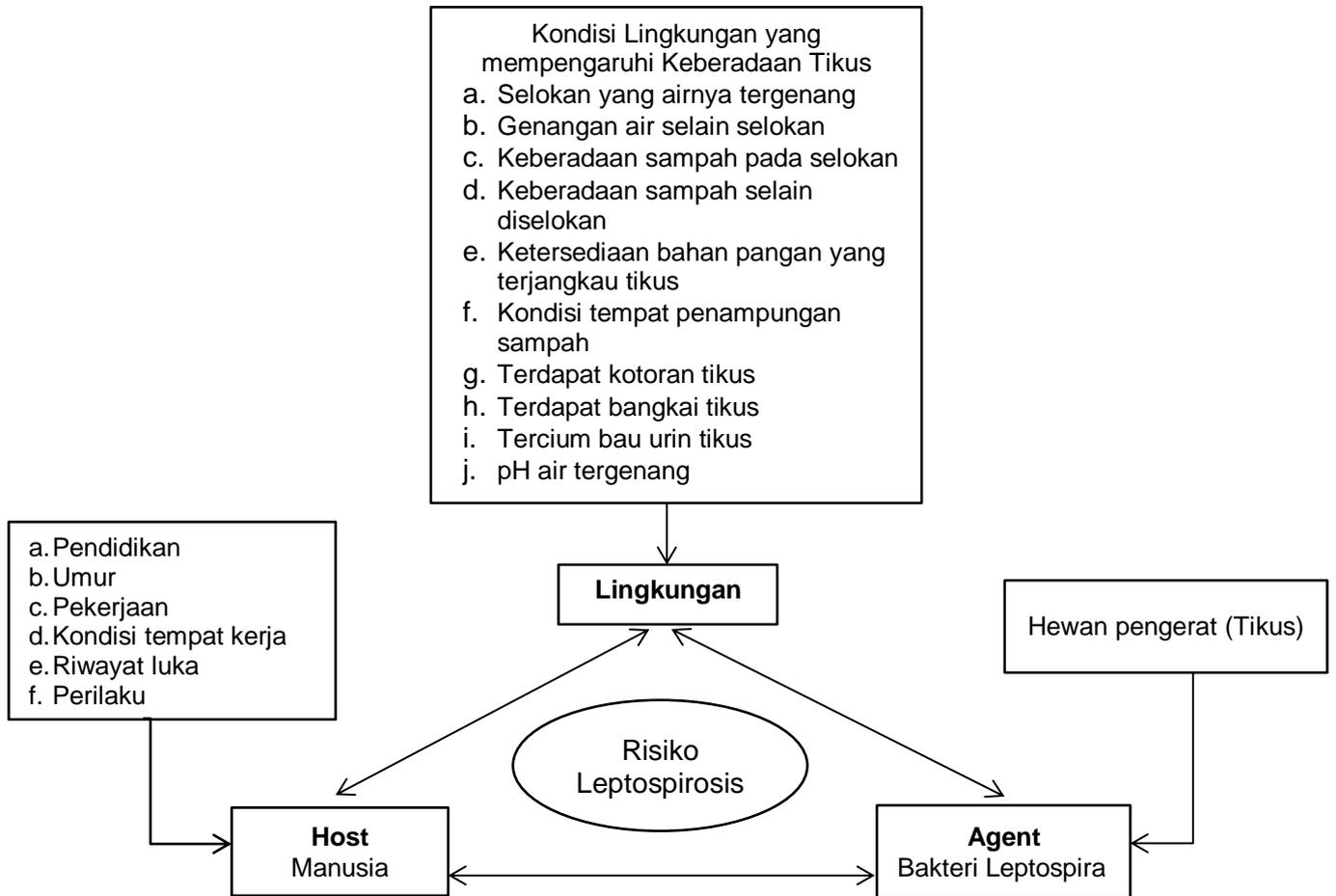
No.	Nama dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
		Prone rural areas in Lao PDR		bahwa dari 406 sampel serum yang diuji, 97 (23,9%) adalah seropositif untuk antibodi terhadap <i>Leptospira</i> .
4	Riska Auliya, 2014	Hubungan antara strata PHBS tatanan rumah tangga dan sanitasi rumah dengan kejadian leptospirosis	Penelitian deskriptif dengan rancangan kasus kontrol	Hasil penelitian di kecamatan Candisari Semarang, menunjukkan bahwa ada hubungan antara kondisi selokan ($p=0,001$), keberadaan tikus ($p=0,001$), keberadaan genangan air ($p=0,001$), sarana pembuangan limbah ($p=0,003$), dan sarana pembuangan sampah ($p=0,002$) dengan kejadian leptospirosis
5	Teguh Prihantoro & Arum, 2017	Karakteristik dan kondisi lingkungan rumah penderita leptospirosis di wilayah kerja puskesmas Pengandan	Penelitian deskriptif dengan rancangan studi kasus	Hasil penelitian di wilayah kerja Puskesmas Pengandan menunjukkan kondisi selokan buruk (100%), terdapat tikus (100%), rumah berjarak ≤ 500 m terhadap TPS (90%) mempengaruhi kejadian leptospirosis
6	Sholichah & Rahmawati, 2017	Sebaran infeksi <i>Leptospira</i> patogenik pada tikus dan cecurut di daerah pasca banjir Kabupaten Pati dan endemis Boyolali	Penelitian observasional dengan desain cross sectional	Jenis tikus yang ditemukan pada Kabupaten Pati dan endemis Boyolali, diantaranya terinfeksi oleh bakteri <i>Leptospira</i> yaitu <i>Rattus tanezumi</i> , <i>Rattus norvegicus</i> , <i>Rattus Argentiventer</i> dan <i>Suncus Murinus</i>

G. Kerangka Teori

Konsep segitiga epidemiologi yang dikolaborasikan dengan teori-teori lain (Ana Erviana, 2014; Lau & Jagals, 2012; Ningsih, 2009), epidemiologi leptospirosis dipengaruhi oleh beberapa komponen yaitu *host* (penjamu), *agent* (penyebab), dan *environment* (lingkungan). Penyebab penyakit leptospirosis adalah bakteri *Leptospira*.

Agent atau penyebab dari penyakit leptospirosis adalah bakteri *Leptospira*. Hewan yang bisa menularkan bakteri *Leptospira* adalah hewan pengerat (tikus). Keberadaan tikus dipengaruhi oleh komponen lingkungan seperti: keberadaan parit atau selokan yang airnya tergenang, keberadaan genangan air, keberadaan sampah, ketersediaan bahan pangan yang terjangkau tikus kondisi tempat penampungan sampah, kotoran tikus, bangkai tikus, tercium bau urin tikus dan pH air yang tergenang.

Bakteri *Leptospira* yang dibawa oleh tikus dapat masuk ke dalam tubuh manusia secara tidak langsung melalui air yang mengakibatkan terjadinya penyakit leptospirosis. Masuknya bakteri *Leptospira* ini ke tubuh manusia (*host*) dipengaruhi oleh beberapa komponen *host* yaitu; pendidikan, umur, pekerjaan, kondisi tempat kerja, riwayat luka dan perilaku. Adapun epidemiologi kejadian leptospirosis dapat digambarkan sebagai berikut :

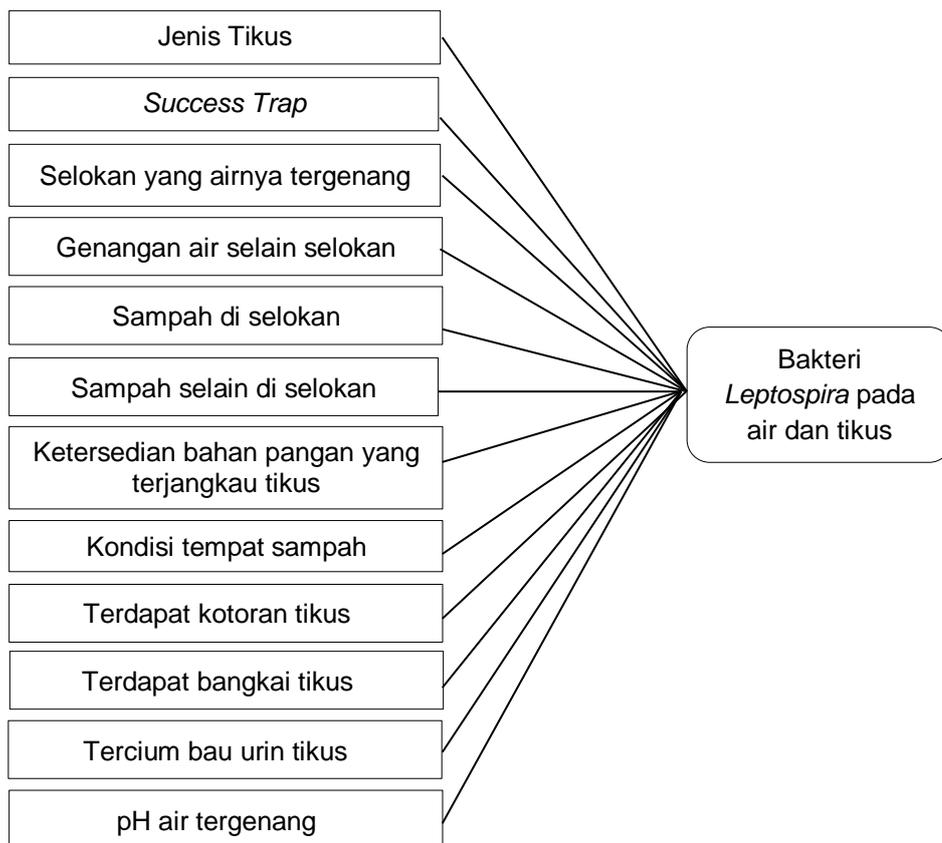


Gambar 2. Kerangka Teori

Sumber : Modifikasi dari Konsep Segitiga Epidemiologi (Ana, 2014; Lau & Jagals, 2012; Ningsih, 2009).

H. Kerangka Konsep

Berdasarkan kerangka teori yang telah dijabarkan diatas, maka terbentuk kerangka konsep. Hubungan antara variabel independen dan variabel dependen digambarkan dalam skema dibawah ini :



Keterangan :

- Variabel Independen
- Variabel Dependen

Gambar 3. Kerangka Konsep

Sumber: Modifikasi Kerangka Konsep (Ana, 2014; Lau dan jagals, 2012; Ningsih, 2009).

I. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Tabel 2. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

No	Variabel	Definisi Operasional	Pengukuran	Skala	Parameter	Kriteria Objektif
1	Bakteri <i>Leptospira</i>	Bakteri <i>Leptospira</i> pada ginjal tikus dan air yang tergenang pada daerah rawan banjir di Kelurahan Paccerakkang Kota Makassar	PCR	Nominal	1. Ada 2. Tidak Ada	1. Ada jika hasil pemeriksaan PCR + 2. Tidak ada jika hasil pemeriksaan PCR –
2	Jenis Tikus	Jenis tikus yang tertangkap berdasarkan kriteria identifikasi tikus	Identifikasi tikus berdasarkan standar operasional pengendalian vektor	Nominal	1. <i>Rattus Norvegicus</i> 2. <i>Rattus Tanezumi</i> 3. <i>Mus Musculus</i>	1. <i>Rattus Norvegicus</i> jika memenuhi syarat berdasarkan kriteria identifikasi tikus. 2. <i>Rattus Tanezumi</i> jika memenuhi syarat berdasarkan kriteria identifikasi tikus. 3. <i>Mus Musculus</i> jika memenuhi syarat berdasarkan kriteria identifikasi tikus.
3	<i>Succes Trap</i>	Keberhasilan penangkapan tikus pada daerah rawan banjir di Kelurahan Paccerakkang Kota Makassar	Jumlah tikus yang didapat dibagi jumlah perangkap dikalikan 100%.	Nominal	1. Padat >1 2. Tidak padat <1	1. Padat jika >1% 2. Tidak padat jika <1% (Permenkes RI Nomor 50 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan untuk vektor dan binatang pembawa penyakit serta pengendaliannya)

No	Variabel	Definisi Operasional	Pengukuran	Skala	Parameter	Kriteria Objektif
4	Selokan yang airnya tergenang	Keberadaan selokan yang airnya tergenang disekitar pemasangan perangkap tikus	Observasi	Nominal	1. Ada 2. Tidak Ada	1. Ada jika memenuhi kriteria observasi 2. Tidak ada jika tidak memenuhi kriteria observasi
5	Genangan air selain selokan	Keberadaan genangan air selain di selokan sekitar pemasangan perangkap tikus	Observasi	Nominal	1. Ada 2. Tidak Ada	1. Ada jika memenuhi kriteria observasi 2. Tidak ada jika tidak memenuhi kriteria observasi
6	Sampah diselokan	Keberadaan sampah diselokan sekitar pemasangan perangkap tikus	Observasi	Nominal	1. Ada 2. Tidak Ada	1. Ada jika memenuhi kriteria observasi 2. Tidak ada jika tidak memenuhi kriteria observasi
7	Sampah selain diselokan	Keberadaan sampah selain diselokan sekitar pemasangan perangkap tikus	Observasi	Nominal	1. Ada 2. Tidak Ada	1. Ada jika memenuhi kriteria observasi 2. Tidak ada jika tidak memenuhi kriteria observasi
8	Ketersediaan bahan pangan yang terjangkau tikus	Ketersediaan bahan pangan yang terjangkau tikus disekitar pemasangan perangkap tikus	Observasi	Nominal	1. Ada 2. Tidak Ada	1. Ada jika memenuhi kriteria observasi 2. Tidak ada jika tidak memenuhi kriteria observasi
9	Kondisi tempat sampah	Kondisi tempat penampungan sampah disekitar lokasi pemasangan perangkap tikus	Observasi	Nominal	1. Terbuka 2. Tertutup	1. Terbuka jika memenuhi kriteria observasi 2. Tertutup jika memenuhi kriteria observasi

No	Variabel	Definisi Operasional	Pengukuran	Skala	Parameter	Kriteria Objektif
10	Terdapat kotoran tikus	Terdapat kotoran tikus disekitar lokasi pemasangan perangkap tikus	Observasi	Nominal	1. Ada 2. Tidak Ada	1. Ada jika memenuhi kriteria observasi 2. Tidak ada jika tidak memenuhi kriteria observasi
11	Terdapat bangkai tikus	Terdapat bangkai tikus disekitar lokasi pemasangan perangkap tikus	Observasi	Nominal	1. Ada 2. Tidak Ada	1. Ada jika memenuhi kriteria observasi 2. Tidak ada jika tidak memenuhi kriteria observasi
12	Tercium bau urin tikus	Tercium bau urin tikus disekitar lokasi pemasangan perangkap tikus	Observasi	Nominal	1. Ada 2. Tidak Ada	1. Ada jika memenuhi kriteria observasi 2. Tidak ada jika tidak memenuhi kriteria observasi
13	pH air tergenang	Pengukuran pH air pada air yang tergenang disekitar pemasangan perangkap tikus	pH meter	Nominal	1. Optimum 2. Tidak optimum	1. Optimum jika pH 6,2 – 8.0 2. Tidak optimum jika <6,2 dan >8.0