

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Leptospirosis adalah penyakit yang disebabkan oleh bakteri patogen *Leptospira interrogans* dari golongan *Spirochaeta*, yang ditularkan dari hewan ke manusia (*zoonosis*). Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Leptospira sp.* yang bersifat aerob, berbentuk spiral, dan bergerak aktif (Md-Lasim dkk., 2021). Leptospirosis merupakan *zoonosis* dengan penyebaran paling luas di dunia. Insidennya lebih tinggi di negara beriklim hangat dibandingkan dengan negara beriklim sedang, karena bakteri leptospira memiliki masa hidup yang lebih panjang dalam kondisi hangat dan lembab (Gemala dkk., 2022). Leptospirosis menjadi isu kesehatan global karena angka kejadian yang dilaporkan di banyak negara masih tergolong rendah (Ginting & Indarjo, 2022).

Bakteri *Leptospira sp.* dapat bertahan hidup selama beberapa bulan dalam air yang menggenang. Kondisi air yang tergenang dapat menjadi media penularan tidak langsung untuk penyakit Leptospirosis jika air tersebut terkontaminasi dengan urine tikus yang terinfeksi oleh bakteri *Leptospira sp.* (Wijaya dkk., 2023). Genus *Leptospira* saat ini terdiri dari dua jenis, yaitu sekitar 12 spesies yang bersifat patogen dan 4 spesies yang bersifat saprofit atau non-infeksius, dengan lebih dari 250 serovar yang bersifat patogen (Wunder dkk., 2021). Bakteri *Leptospira* dapat masuk ke tubuh manusia melalui kulit yang terluka atau melalui membran mukosa. Manusia yang terinfeksi leptospirosis bisa mengalami gejala mulai dari ringan, seperti flu, hingga kondisi serius seperti gagal ginjal dan hati, gangguan paru-paru, bahkan kematian (Nugroho dkk., 2023).

World Health Organization (WHO) menyatakan bahwa insiden penyakit Leptospirosis di dunia bervariasi, dengan angka kejadian di Afrika mencapai 95,5/100.000 penduduk, Pasifik Barat 66,4/100.000 penduduk, Amerika 12,5/100.000 penduduk, Asia Tenggara 4,8/100.000 penduduk, dan Eropa 0,5/100.000 penduduk. Sebagian besar kasus yang dilaporkan menunjukkan gejala parah dengan tingkat kematian lebih dari 10%, diperkirakan sekitar 1,03 juta kasus dan 58.900 kematian di seluruh dunia setiap tahunnya (Zelindrah dkk., 2023). Menurut laporan *International Leptospirosis Society* (ILS) pada tahun 2019, Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat insiden Leptospirosis yang cukup tinggi. Setelah Cina dan India, Indonesia menempati posisi ketiga di dunia dalam hal mortalitas atau angka kematian tertinggi akibat penyakit Leptospirosis. Angka kematian (CFR) Leptospirosis di Indonesia tergolong tinggi, berkisar antara 2,5% hingga 16,45% dengan rata-rata 7,1%. Pada pasien berusia >50 tahun, angka kematian dapat mencapai 56% (Ginting & Indarjo, 2022).

Menurut Profil Kesehatan Republik Indonesia tahun 2021, pada tahun 2017 tercatat 940 kasus leptospirosis dengan 236 kematian (tingkat kematian

3,9%). Pada tahun 2018 dilaporkan 894 kasus dengan 150 kematian (CFR 5,96%), diikuti oleh 920 kasus dengan 122 kematian (CFR 7,54%) pada tahun 2019. Pada tahun 2020, terdapat 1.170 kasus dengan 126 kematian (CFR 9,14%) dan pada tahun 2021 tercatat 734 kasus dengan 64 kematian (CFR 11,47%). Selama lima tahun terakhir, tingkat morbiditas menunjukkan tren yang tidak stabil. Sembilan provinsi, yaitu Banten, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Jawa Timur, Maluku, Sulawesi Selatan, dan Kalimantan Utara melaporkan kasus Leptospirosis (Safitri dkk., 2023).

Pada tahun 2020, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Manyullei dkk, terdapat 11 sampel positif bakteri *Leptospira* dengan menggunakan uji MAT. Penelitian tersebut dilakukan di Makassar, Kecamatan Manggala di tiga puskesmas yaitu Puskesmas Antang, Puskesmas Batua, dan Puskesmas Bangkala (Manyullei, Amqam, dkk., 2021). Kemudian di tahun yang sama, wabah leptospirosis terjadi di wilayah Kabupaten Pangkep, khususnya di beberapa desa di Kecamatan Ma'rang. Kejadian ini menjadi ancaman serius dan menarik perhatian Pemerintah Kabupaten Pangkep karena jumlah kasus leptospirosis terus meningkat dari hari ke hari. Menurut data dari Dinas Kesehatan Kabupaten Pangkep, telah ditemukan 15 kasus, dengan 3 orang meninggal dunia di Kecamatan Ma'rang, khususnya di Desa Pitue (Sanaky, 2021).

Gejala leptospirosis mirip dengan penyakit infeksi lainnya seperti influenza, meningitis, hepatitis, demam dengue, demam berdarah dengue, dan demam akibat virus lainnya. Gejala klinis leptospirosis terbagi dalam tiga fase, yaitu fase leptospiremia, fase imun, dan fase penyembuhan. Pada fase leptospiremia, penderita akan mengalami demam tinggi yang muncul mendadak disertai menggigil, sakit kepala, nyeri otot, hiperestesia pada kulit, mual, muntah, diare, bradikardi relatif, ikterus, dan injeksi siliar mata. Fase ini berlangsung selama 4 – 9 hari dan diakhiri dengan hilangnya gejala klinis untuk sementara (Manyullei, Amqam, dkk., 2021).

Diagnosis leptospirosis pada manusia dapat dilakukan pada tiga tahap, yaitu fase akut, fase transisi dari akut ke imun, dan fase imun. Pada fase akut, diagnosis dilakukan dengan membiakkan bakteri *Leptospira sp.* dari sampel darah, urine, atau cairan serebrospinal. Diagnosis leptospirosis dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu *suspect*, *probable*, dan *definitive*. Untuk membuktikan diagnosis dan mengidentifikasi penyebab leptospirosis, terdapat berbagai metode pemeriksaan mikrobiologi, seperti MAT (*Microscopic Agglutination Test*), ELISA (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*), RDT (*Rapid Diagnostic Test*), dan PCR (*Polymerase Chain Reaction*) (Ningsih & Wahid, 2022).

Metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR) memiliki keunggulan dalam diagnosis leptospirosis, beberapa di antaranya yaitu metode ini memberikan sensitivitas yang tinggi, mampu mendeteksi jumlah DNA bakteri yang sangat kecil, sehingga meningkatkan kemungkinan identifikasi infeksi pada tahap awal. Selain itu, metode ini juga memiliki spesifisitas yang tinggi, karena dapat

dirancang untuk mengenali urutan genetik spesifik dari bakteri *Leptospira*, sehingga mengurangi risiko hasil positif palsu yang disebabkan oleh mikroorganisme lain. Kecepatan proses pengujian menjadi keunggulan lain dari metode PCR, hasil pengujian dapat diperoleh dalam waktu yang relatif singkat, berbeda dengan metode kultur lain yang biasanya memerlukan waktu berhari-hari. Kemampuan PCR untuk mendeteksi infeksi pada fase awal, sebelum antibodi terbentuk, memungkinkan intervensi medis yang lebih cepat dan efektif. Selain itu, metode PCR dapat digunakan untuk menganalisis beberapa sampel secara bersamaan, memberikan efisiensi yang tinggi dalam konteks epidemiologis. Metode ini juga mampu mendeteksi berbagai serovar *Leptospira* (Ningsih & Wahid, 2022).

Leptospirosis terjadi secara alami akibat interaksi antara agen penyebab penyakit, inang (pejamu), dan lingkungan. Kondisi lingkungan dengan sanitasi yang buruk cenderung meningkatkan risiko terjadinya leptospirosis (Jahja & Drew, 2024). Lingkungan tempat tinggal memiliki pengaruh besar terhadap keberadaan dan akses tikus terhadap sumber makanan dan air. Beberapa faktor lingkungan yang dapat memengaruhi populasi tikus termasuk di antaranya kehadiran predator, suhu, pencahayaan, ketersediaan sarang, kelembaban udara, kondisi tempat pembuangan sampah yang tidak memadai, saluran pembuangan yang buruk, riwayat banjir, serta genangan air di sekitar rumah. Penyakit Leptospirosis dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti lingkungan yang terkontaminasi oleh *Leptospira sp.*, area permukiman yang kumuh, kondisi tempat pembuangan sampah yang buruk, dan tingginya populasi tikus di sekitar permukiman (Husni & Tawaf, 2020).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Ginting & Indarjo, 2022), didapatkan hasil perhitungan uji statistik antara keberadaan genangan air di sekitar rumah dengan kejadian Leptospirosis menunjukkan hasil bahwa tidak ada hubungan antara keberadaan genangan air dengan kejadian Leptospirosis. Hasil tersebut berbeda dengan hasil penelitian yang didapatkan oleh Andriani & Sukendra (2020), dimana penelitian ini menunjukkan adanya hubungan antara keberadaan genangan air dan kejadian leptospirosis, karena terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok yang terpapar dan tidak terpapar. Dalam kelompok terpapar, 66,7% responden memiliki genangan air di rumah, sedangkan pada kelompok tidak terpapar, angkanya hanya 29,8%. Selisih persentase antara kedua kelompok ini adalah 36,9%.

Makassar merupakan ibu kota Provinsi Sulawesi Selatan yang memiliki sejumlah kawasan rawan banjir. Salah satu wilayah yang tergolong rawan banjir adalah Kecamatan Manggala. Berdasarkan laporan tahunan Dinas Kesehatan Kota Makassar tahun 2018, Kecamatan Manggala termasuk dalam daerah yang memiliki kerentanan tinggi terhadap bencana banjir. Kondisi banjir yang berulang setiap tahun menimbulkan potensi masalah kesehatan masyarakat, salah satunya meningkatnya risiko penularan leptospirosis (Manyullei, Amqam, dkk., 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh Rohmah dkk pada tahun 2024 di Kabupaten Bantul menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara kejadian banjir dengan peningkatan kasus Leptospirosis. Penelitian tersebut menggunakan data curah hujan dan kejadian banjir selama empat tahun terakhir (2020 – 2023) yang dibandingkan dengan data insidensi leptospirosis dari Dinas Kesehatan setempat. Hasil uji korelasi menunjukkan bahwa setiap peningkatan frekuensi banjir berkaitan dengan peningkatan kasus leptospirosis sebesar 24,6%, hal ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan pascabanjir berperan penting terhadap penyebaran penyakit Leptospirosis (Rohmah dkk., 2024).

Kecamatan Manggala merupakan daerah endemis banjir, sehingga sangat relevan untuk menilai faktor risiko lingkungan yang berkaitan dengan penularan leptospirosis. Kepadatan penduduk di wilayah tersebut memperbesar kemungkinan terjadinya interaksi langsung antara masyarakat dengan lingkungan yang terkontaminasi, seperti genangan air, saluran pembuangan, maupun sampah terbuka. Data kesehatan setempat menunjukkan bahwa kasus leptospirosis berpotensi tidak dilaporkan secara optimal, sehingga diperlukan kajian yang lebih mendalam untuk memahami kondisi riil di lapangan (Manyullei, Amqam, dkk., 2021).

Fokus pada pasien suspek leptospirosis sangat penting karena penyakit Leptospirosis dikenal sebagai salah satu penyakit infeksi tropis yang terabaikan (*neglected tropical disease*). Proses diagnosis leptospirosis seringkali sulit dilakukan di layanan primer, mengingat gejala klinis tidak spesifik dan mirip dengan penyakit lainnya. Akibatnya, deteksi penderita sering tidak maksimal, baik karena kesalahan diagnosis maupun kurangnya pemeriksaan laboratorium konfirmasi. Kondisi ini berdampak langsung pada keterlambatan penanganan pasien, yang pada kasus berat dapat meningkatkan risiko komplikasi serius hingga kematian.

Berdasarkan uraian di atas, maka dianggap perlu untuk mengkaji bagaimana gambaran kondisi sanitasi lingkungan pasien suspek Leptospirosis di wilayah Puskesmas Antang Perumnas, Kecamatan Manggala sebagai wilayah rawan banjir.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka peneliti merumuskan masalah sebagai berikut: “Bagaimana kondisi sanitasi lingkungan dan uji PCR serum darah pasien suspek Leptospirosis di wilayah Puskesmas Antang Perumnas Tahun 2025?”

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Untuk mendeskripsikan kondisi sanitasi lingkungan dan hasil uji PCR serum darah pasien suspek Leptospirosis di wilayah Puskesmas Antang Perumnas tahun 2025.

1.3.2. Tujuan Khusus

1. Untuk mendeskripsikan keberadaan genangan air di sekitar rumah pasien suspek Leptospirosis di wilayah Puskesmas Antang Perumnas.
2. Untuk mendeskripsikan media akses tikus masuk ke dalam rumah pasien suspek Leptospirosis di wilayah Puskesmas Antang Perumnas.
3. Untuk mendeskripsikan keberadaan sampah berserakan di sekitar rumah pasien suspek Leptospirosis di wilayah Puskesmas Antang Perumnas.
4. Untuk mendeskripsikan ketersediaan air bersih di rumah pasien suspek Leptospirosis di wilayah Puskesmas Antang Perumnas.
5. Untuk mendeskripsikan kondisi tempat sampah di rumah pasien suspek Leptospirosis di wilayah Puskesmas Antang Perumnas.
6. Untuk mendeskripsikan kondisi selokan di rumah pasien suspek Leptospirosis di wilayah Puskesmas Antang Perumnas.
7. Untuk mendeskripsikan kondisi SPAL di rumah pasien suspek Leptospirosis di wilayah Puskesmas Antang Perumnas.
8. Untuk mendeskripsikan riwayat banjir di rumah pasien suspek Leptospirosis di wilayah Puskesmas Antang Perumnas.
9. Untuk mendeskripsikan hasil uji serum darah melalui uji PCR pada pasien dengan gejala suspek Leptospirosis di wilayah Puskesmas Antang Perumnas.

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Ilmiah

Hasil penelitian ini dapat memberikan sumbangan pemikiran atau menambah informasi bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang kesehatan terkait uji PCR serum darah dalam penegakan diagnosis leptospirosis dan kondisi sanitasi lingkungan di wilayah Puskesmas Antang Perumnas tahun 2025.

1.4.2. Manfaat Institusi

Hasil penelitian ini dapat menjadi bahan bacaan untuk penelitian selanjutnya dan dapat menambah pengetahuan mahasiswa/i S1 Kesehatan Masyarakat khususnya departemen Kesehatan Lingkungan.

1.4.3. Manfaat Praktis

1. Bagi Puskesmas

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan masukan bagi puskesmas dalam menilai uji PCR serum darah dalam penegakan diagnosis leptospirosis dan kondisi sanitasi lingkungan di wilayah Puskesmas Antang Perumnas tahun 2025.

2. Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan acuan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai uji PCR serum darah

dalam penegakan diagnosis leptospirosis dan kondisi sanitasi lingkungan di wilayah Puskesmas Antang Perumnas tahun 2025.

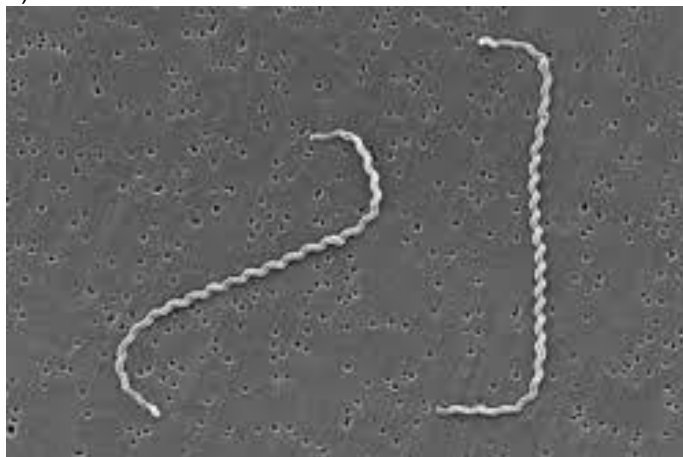
3. Bagi Masyarakat

Masyarakat terutama yang berada di wilayah rawan banjir diharapkan dapat lebih mengetahui faktor-faktor lingkungan yang dapat memengaruhi kejadian *Leptospira*.

1.5. Kajian Teori

1.5.1. Tinjauan Umum Tentang Bakteri *Leptospira* sp.

Bakteri *Leptospira* sp. merupakan bakteri helix yang fleksibel dan bergerak aktif, pergerakannya berotasi atau berputar pada sumbu longitudinal. Ujung bakteri *Leptospira* berbentuk lengkung seperti mata pancing. Bakteri ini tidak dapat dilihat dengan mikroskop cahaya biasa, harus menggunakan mikroskop medan gelap atau *Dark Field Microscope* (DFM). Ukuran bakteri *Leptospira* sangat kecil, panjangnya berkisar antara 6 – 20 μm dengan ketebalan sekitar 0,1 μm (Handayani dkk., 2023). Bakteri *Leptospira* biasanya berkembang biak di dalam ginjal dan dapat dikeluarkan melalui urine penderita. Seseorang yang pernah terinfeksi bakteri *Leptospira* tetap berisiko untuk terinfeksi kembali karena terdapat banyak serovar dari bakteri *Leptospira* (Kementerian Kesehatan RI, 2024).



Gambar 1.1 Bakteri *Leptospira*

Sumber: Wikipedia

Membran luar *Leptospira* mengandung berbagai protein permukaan yang berperan dalam proses infeksi dan interaksi dengan sistem imun. Salah satu protein dominan adalah LipL32, yang berfungsi sebagai antigen utama dalam respon imun inang. LipL32 banyak digunakan sebagai biomarker untuk diagnosis maupun kandidat vaksin dalam penelitian-penelitian terbaru. Selain itu, karakteristik biokimia *Leptospira* menunjukkan bahwa bakteri ini bersifat aerobik obligat. Kemampuan adaptasi lingkungan membuatnya dapat bertahan di luar tubuh inang, khususnya di air atau tanah lembap, sehingga memperbesar potensi penularan melalui jalur lingkungan. Hal ini menjelaskan mengapa

leptospirosis sering meningkat kasusnya setelah terjadinya banjir atau musim hujan lebat.

Genus *Leptospira* termasuk ke dalam filum *Spirochaetes* dengan ciri khas bentuk spiral halus dan kemampuan motilitas tinggi. Secara tradisional, klasifikasi *Leptospira* didasarkan pada serovar, namun perkembangan biologi molekuler dan genomik telah merevolusi pendekatan taksonomi. Saat ini, klasifikasi modern menggunakan analisis *Whole Genome Sequencing* (WGS) dan pendekatan *phylogenomics* untuk membagi *Leptospira* ke dalam kelompok patogenik, intermediet, dan saprofit (Vincent dkk., 2024).

Genus *Leptospira* terdiri dari dua spesies, yaitu *L. interrogans* yang bersifat patogen dan dapat menyebabkan penyakit, serta *L. biflexa* yang bersifat saprofitik, hidup bebas, dan umumnya tidak menyebabkan penyakit. *Leptospira* patogen bertahan hidup di tubulus ginjal dan saluran kelenjar hewan tertentu, sementara *Leptospira* saprofitik ditemukan di berbagai lingkungan basah atau lembab, seperti permukaan air dan tanah lembab. Bahkan, untuk jenis saprofitik halofilik (menyukai garam), *Leptospira* dapat ditemukan di air laut (Ningsih & Wahid, 2022). *Leptospira* dapat bertahan lama di dalam ginjal hewan, sehingga bakteri ini banyak dikeluarkan melalui urine hewan terinfeksi. *Leptospira* adalah bakteri *Spirochaeta aerobik* (memerlukan oksigen untuk bertahan hidup), motil (dapat bergerak), gram negatif, serta memiliki bentuk yang berkerut dan terpilin erat (Kementerian Kesehatan RI, 2024). Terdapat empat spesies patogen yang diketahui endemik di wilayah Asia Tenggara, yaitu *Leptospira Interrogans*, *L. Kischneri*, *L. Weili*, dan *L. Borgpetersenii* (Manyullei, 2024).

Penularan dapat terjadi dengan dua cara, yaitu secara langsung dan tidak langsung. Penularan secara langsung berlangsung melalui kontak dengan urine yang terinfeksi, sedangkan penularan tidak langsung terjadi melalui kontak dengan tanah, air, atau lingkungan yang tercemar oleh urine terinfeksi. Infeksi masuk ke dalam tubuh melalui mukosa atau luka pada kulit. Penularan dari manusia ke manusia tidak pernah terjadi (Anggraini, 2021). Bakteri *Leptospira* dapat menginfeksi setidaknya 160 spesies mamalia, termasuk tikus, babi, anjing, kucing, rakun, lembu, dan mamalia lainnya. Hewan peliharaan yang paling berisiko terinfeksi bakteri ini adalah kambing dan sapi. Setiap hewan dapat terinfeksi *Leptospira* dari spesies yang berbeda. Reservoir utama (tempat mikroba infeksius tumbuh dan berkembang biak) adalah hewan pengerat, dengan tikus menjadi hewan yang paling sering ditemukan di seluruh dunia sebagai pembawa bakteri ini (Ningsih & Wahid, 2022).

Infeksi *Leptospira* dimulai ketika bakteri masuk melalui kulit lecet, mukosa mulut, hidung, atau konjungtiva. Setelah masuk ke dalam tubuh, bakteri menyebar melalui aliran darah pada fase awal (fase septikemik). Pada fase ini, gejala yang muncul biasanya tidak spesifik seperti demam, nyeri otot, dan sakit kepala. Selanjutnya, pada fase imun, sistem pertahanan tubuh mulai menghasilkan antibodi yang menargetkan

bakteri. Namun, *Leptospira* memiliki mekanisme evasi imun, misalnya melalui protein membran luar yang mampu mengikat komponen sistem komplemen. Mekanisme ini memungkinkan bakteri bertahan hidup lebih lama dalam tubuh inang. Organ target utama adalah ginjal, hati, dan paru. Infeksi berat dapat menyebabkan *Weil's disease* yang ditandai dengan ikterus, gagal ginjal, dan perdarahan. Selain itu, komplikasi lain berupa perdarahan paru masif (*pulmonary hemorrhage syndrome*) juga sering dilaporkan, terutama di wilayah dengan keterlambatan diagnosis (Barbosa dkk., 2023).

Ketahanan hidup bakteri *Leptospira sp.* di luar hospes dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti makanan, kompetisi dengan mikroba lainnya, pH, temperatur, kelembaban tanah dan infeksi campuran pada hewan *carrier*. Kelangsungan hidup bakteri ini di habitat alamnya dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya adalah faktor abiotik. Faktor lingkungan abiotik berperan dalam memengaruhi kemampuan bakteri *Leptospira* untuk bertahan hidup sesuai dengan kondisi ideal dan bertahan dalam kondisi lingkungan tertentu seperti air maupun tanah. Kelangsungan hidup bakteri *Leptospira* di air maupun tanah dalam jangka waktu tertentu dapat dipengaruhi oleh pH basa, kadar oksigen yang tinggi, serta konsentrasi salinitas yang rendah. Beberapa kondisi tersebut dapat meningkatkan risiko infeksi penularan bakteri *Leptospira* dan kejadian leptospirosis (Manyullei, 2024).

Bakteri *Leptospira* tumbuh optimal pada suhu 28 – 30°C, menjelaskan mengapa penyakit ini lebih banyak terjadi di wilayah tropis. Untuk pertumbuhan di laboratorium, diperlukan media khusus seperti EMJH (*Ellinghausen–McCullough–Johnson–Harris medium*) yang mengandung asam lemak dan vitamin. Pertumbuhan *Leptospira* cenderung lambat, biasanya membutuhkan waktu hingga beberapa minggu untuk terlihat secara mikroskopis. Kemampuan bertahan hidup di lingkungan basah merupakan salah satu faktor epidemiologis penting. *Leptospira* dapat bertahan berminggu-minggu di air tawar atau tanah lembap yang teduh, terutama bila pH mendukung. Hal ini memungkinkan terjadinya transmisi tidak langsung melalui air banjir atau lumpur yang terkontaminasi urin hewan reservoir (Nakamura, 2022).

1.5.2. Tinjauan Umum Tentang Leptospirosis

Leptospirosis adalah salah satu penyakit yang dapat disebabkan oleh hewan yang telah terinfeksi oleh bakteri *Leptospira*. Penyakit ini dapat menular melalui gigitan, air seni, dan kontak langsung dengan hewan yang terinfeksi oleh *Leptospira*, seperti hewan pengerat atau tikus (Sykes dkk., 2022). Penyakit ini tergolong *Neglected Tropical Disease* (NTD) dan memiliki distribusi luas di seluruh dunia, dengan insidensi tinggi di negara-negara beriklim tropis dan subtropis, serta dapat dengan mudah menginfeksi individu yang berada di dalam atau di luar rumah tanpa menggunakan alat pelindung yang tepat atau di daerah yang dekat dengan hewan-hewan yang diduga terinfeksi oleh *Leptospirosis* (Parisudha dkk., 2020). *Leptospirosis* pada hewan dapat berlangsung

selama berbulan-bulan, sedangkan pada manusia hanya bertahan hingga 60 hari. Manusia merupakan inang akhir dari bakteri leptospira, sehingga penularan antar manusia jarang terjadi (Kementerian Kesehatan RI, 2024).

Leptospirosis pertama kali dilaporkan oleh *Adolf Weil* pada tahun 1886 dengan gejala berupa demam tinggi yang disertai gangguan saraf serta pembesaran hati dan limpa. Pada tahun berikutnya, Goldsmith (1887) menyebut penyakit dengan gejala tersebut sebagai "*Weil's Disease*". Leptospirosis merupakan penyakit *zoonosis* yang memiliki persebaran luas di dunia, terutama di negara-negara tropis dan subtropis dengan curah hujan tinggi. Di wilayah subtropis, infeksi leptospira jarang terjadi. Kondisi lingkungan yang ideal untuk perkembangan bakteri *Leptospira sp.* meliputi tanah basah atau lembab, udara hangat, dan pH alkalis, yang umumnya ditemukan di negara tropis sepanjang tahun (Sijid dkk., 2022).

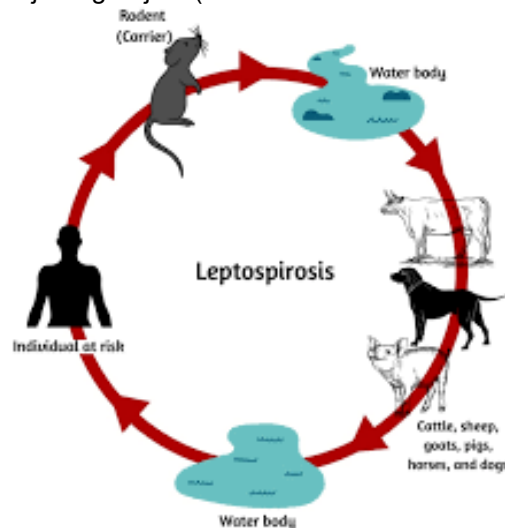
Secara global, leptospirosis diperkirakan menyebabkan lebih dari 1 juta kasus per tahun dengan angka kematian mencapai 60.000 kasus. Asia Tenggara, termasuk Indonesia, merupakan wilayah dengan insidensi tertinggi. Studi spasio-temporal terbaru di Pasifik Selatan menunjukkan bahwa curah hujan tinggi, banjir musiman, serta aktivitas pertanian menjadi faktor utama meningkatnya kejadian leptospirosis (Valente dkk., 2024). Di Indonesia, leptospirosis dilaporkan secara rutin sebagai salah satu penyakit menular yang menjadi perhatian Kementerian Kesehatan. Kejadian Luar Biasa (KLB) beberapa kali terjadi di daerah endemis seperti Jawa Tengah, Yogyakarta, dan Jawa Barat. Faktor-faktor lokal seperti kepadatan populasi tikus, drainase lingkungan yang buruk, serta perilaku masyarakat yang sering berkontak dengan air banjir memperbesar risiko transmisi (Rahayu dkk., 2025).

Leptospirosis juga dikenal dengan berbagai nama seperti Penyakit *Weil*, Demam *Icterohemorrhage*, Penyakit *Swineherd's*, demam pesawah (*Ricefield fever*), demam pemotong tebu (*Cane-cutter fever*), Demam Lumpur, Jaundis berdarah, Penyakit *Stuttgart*, Demam *Canicola*, penyakit kuning non-virus, penyakit air merah pada anak sapi, dan tifus anjing (Alexopoulou dkk., 2024). Infeksi dalam bentuk sub-akut umumnya tidak menunjukkan gejala klinis yang jelas, sementara infeksi akut ditandai dengan gejala seperti sepsis, radang ginjal interstisial, anemia hemolitik, radang hati, dan keguguran. Leptospirosis pada hewan seringkali bersifat subklinis, di mana penderita tidak menunjukkan tanda-tanda penyakit secara klinis (Kementerian Kesehatan RI, 2024). Gejala klinisnya meliputi demam, pembesaran hati dan limpa, ikterus, serta tanda-tanda kerusakan ginjal. Penyakit ini berkembang di alam, namun tidak menular antar manusia. Tikus merupakan reservoir utama dalam siklus penularan leptospirosis ke manusia (Ahmadi dkk., 2023).

Secara umum, leptospirosis menyebar melalui paparan manusia terhadap air, tanah, atau makanan yang terkontaminasi urin hewan yang terinfeksi *Leptospira*. Hewan reservoir utama adalah tikus, meskipun

hewan domestik seperti anjing, sapi, dan babi juga dapat menjadi sumber penularan. Dalam konteks epidemiologi global, Asia Tenggara menjadi salah satu kawasan dengan beban penyakit tertinggi. Studi terbaru menunjukkan bahwa pola iklim, banjir musiman, serta urbanisasi yang tidak terkendali memperburuk penyebaran penyakit ini (Barbosa dkk., 2023).

Infeksi bakteri *Leptospira* dapat masuk melalui kulit yang terluka atau selaput mukosa pada kelopak mata, selaput lendir, dan hidung. Setelah itu, bakteri akan masuk ke dalam aliran darah, menyebabkan septikemia, dan pasien biasanya mengalami gejala inflamasi yang berat, seperti demam tinggi, mialgia, dan pembengkakan kelenjar getah bening superfisial. Leptospirosis juga dapat menular dari penderita ke orang lain melalui hubungan seksual selama masa konvalesen, serta dari ibu yang terinfeksi kepada janin melalui plasenta atau melalui air susu ibu (ASI), meskipun hal ini jarang terjadi (Kementerian Kesehatan RI, 2024).



Gambar 1.2 Alur Penularan Penyakit Leptospirosis

Sumber: Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta

Penyakit leptospirosis memiliki dua fase yang berbeda, yaitu fase septikemia dan fase imun. Pada periode transisi antara kedua fase tersebut (selama 1 – 3 hari), kondisi pasien biasanya menunjukkan sedikit perbaikan (Kularathna dkk., 2021). Fase pertama, yang dikenal sebagai fase septikemik atau fase leptospiremik, ditandai dengan bakteri yang dapat ditemukan dalam kultur darah, cairan serebrospinal, dan sebagian besar jaringan tubuh. Pada fase awal yang berlangsung sekitar 4 – 7 hari, pasien mengalami gejala non-spesifik, seperti flu dengan variasi gejala. Manifestasi klinis utama yang muncul termasuk demam, menggigil, kelemahan, serta nyeri pada tulang rusuk, punggung, dan perut. Gejala lainnya meliputi sakit tenggorokan, batuk, nyeri dada, muntah darah, ruam, sakit kepala pada daerah frontal, fotofobia (mata sakit saat terkena cahaya terang), gangguan mental, dan gejala meningitis. Fase kedua,

yang disebut fase imun atau leptospiuria, terjadi karena tubuh mulai membentuk respons imun terhadap infeksi. Pada fase ini, antibodi dapat ditemukan dalam urine, tetapi tidak lagi terdeteksi dalam darah atau cairan serebrospinal. Fase ini bisa berlangsung antara 0 hingga 30 hari atau lebih, tergantung pada manifestasi gangguan organ tubuh yang terlibat, seperti otak, hati, mata, atau ginjal (Ningsih & Wahid, 2022).

Di Indonesia, keterlambatan diagnosis menjadi salah satu faktor utama tingginya angka kematian leptospirosis. Banyak kasus ditemukan ketika pasien sudah dalam kondisi gagal ginjal atau mengalami komplikasi perdarahan paru. Oleh karena itu, edukasi masyarakat dan peningkatan kapasitas tenaga medis dalam mengenali gejala dini menjadi langkah penting dalam menekan angka kematian. Diagnosis leptospirosis membutuhkan kombinasi pendekatan klinis dan laboratorium. Secara klinis, diagnosis sulit ditegakkan karena gejalanya mirip dengan penyakit infeksi lain seperti dengue atau malaria. Oleh karena itu, konfirmasi laboratorium sangat diperlukan (Valente dkk., 2024).

Leptospirosis sering memengaruhi masyarakat dengan kondisi sosial ekonomi yang rendah dan sanitasi yang buruk. Di negara maju, insiden umumnya terkait dengan kegiatan olahraga air di alam terbuka. Infeksi *Leptospira* juga banyak dijumpai pada profesi tertentu, seperti petani, petugas kebersihan, dokter hewan, dan petugas kebun binatang. Diagnosis leptospirosis ditentukan berdasarkan gejala klinis yang muncul, seperti demam tiba-tiba, menggigil, sakit kepala, mialgia, ruam kulit, mual, muntah, konjungtivitis, dan kelemahan. Karena beberapa gejala tersebut mirip dengan penyakit lain, pemeriksaan tambahan sangat penting untuk memastikan diagnosis. Epidemiologi leptospirosis juga menunjukkan adanya pola musiman. Kasus biasanya meningkat pada musim hujan ketika banjir sering terjadi. Pola ini konsisten dengan temuan global bahwa curah hujan berlebih meningkatkan peluang kontaminasi lingkungan oleh *Leptospira*. (Anggraini, 2021).

Strategi pencegahan leptospirosis didasarkan pada pendekatan *One Health* yang melibatkan sektor kesehatan manusia, hewan, dan lingkungan. Upaya yang dilakukan antara lain adalah pengendalian populasi tikus, peningkatan sanitasi lingkungan, dan penggunaan alat pelindung diri pada pekerja berisiko tinggi. WHO Indonesia (2021) menekankan pentingnya koordinasi lintas sektor untuk mengurangi kejadian leptospirosis di daerah endemis. Vaksinasi menjadi salah satu upaya pencegahan yang potensial. Pada hewan, vaksin bakterin telah digunakan secara luas untuk mencegah infeksi. Namun, pada manusia, ketersediaan vaksin masih terbatas dan belum dapat memberikan proteksi lintas serovar. Penelitian terbaru mengarah pada pengembangan vaksin rekombinan multivalen yang diharapkan mampu memberikan perlindungan lebih luas (Maia dkk., 2022).

1.5.3. Tinjauan Umum Tentang Sanitasi Lingkungan

Menurut *World Health Organization* (WHO), sistem sanitasi dirancang dan dikelola untuk melindungi kesehatan manusia dari risiko yang ditimbulkan oleh ekskreta manusia yang berpotensi merugikan kesehatan. Sanitasi lingkungan mencakup aspek seperti kondisi jamban, saluran pembuangan, pengelolaan pembuangan akhir, serta pencegahan kontaminasi oleh hewan, vektor penyakit, air permukaan, air tanah, dan sumber air lainnya (Zahtamal dkk., 2022). Sanitasi lingkungan merupakan upaya untuk menciptakan lingkungan yang sehat dengan mengendalikan faktor-faktor fisik di sekitarnya, terutama faktor-faktor yang memiliki dampak negatif pada perkembangan kesehatan fisik dan kelangsungan hidup manusia. Sanitasi lingkungan memiliki peran penting dalam kehidupan sehari-hari karena berpengaruh langsung terhadap kesehatan individu dan masyarakat. Kondisi sanitasi lingkungan juga dapat menjadi cerminan kebiasaan hidup masyarakat. Untuk mencapai sanitasi lingkungan yang baik, diperlukan tata cara dan perilaku masyarakat yang mendukung dalam menjaga kualitas lingkungan (Sa'ban dkk., 2020).

Manusia dapat terinfeksi oleh bakteri *Leptospira* akibat kontak tidak langsung dengan lingkungan yang terkontaminasi, baik melalui air maupun tanah yang terpapar urin atau bagian tubuh lain dari hewan yang membawa patogen. Penularan leptospirosis dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, yang terbagi menjadi faktor abiotik dan biotik. Faktor-faktor abiotik yang memengaruhi penularan ini meliputi curah hujan, suhu dan kelembaban udara, suhu serta pH air dan tanah, tingkat intensitas cahaya, serta keberadaan badan air alami. Sementara itu, faktor biotik yang berkontribusi terhadap penularan termasuk jenis vegetasi, populasi tikus, dan prevalensi *Leptospira* pada populasi tikus di suatu area (Nugroho dkk., 2023).

Penularan penyakit leptospirosis tidak hanya disebabkan oleh tingginya populasi tikus (*rodent*), tetapi juga dipengaruhi oleh buruknya kondisi sanitasi lingkungan. Di daerah endemis, kondisi lingkungan yang buruk di sekitar rumah dapat menyediakan sumber makanan, tempat berlindung, dan area berkembang biak bagi tikus, yang bertindak sebagai reservoir leptospirosis (Andriani & Sukendra, 2020). Faktor-faktor lingkungan yang dapat memengaruhi populasi tikus yaitu adanya predator, suhu, pencahayaan, keberadaan sarang, kelembaban udara, kondisi tempat pembuangan sampah yang buruk, kondisi selokan yang buruk, riwayat banjir, dan adanya genangan air di sekitar rumah. Selokan atau saluran pembuangan air limbah sering digunakan sebagai tempat tinggal atau jalur bagi tikus untuk keluar masuk rumah. Selain itu, keberadaan tikus juga dapat dipengaruhi oleh sampah yang tidak dikelola dengan baik di dalam rumah (Husni & Tawaf, 2020).

Tikus cenderung mencari makanan di tempat sampah. Mereka menyukai lingkungan yang kumuh, lembab, dan penuh tumpukan sampah. Selain itu, tempat sampah yang terbuka dan konstruksinya yang rapuh memudahkan tikus untuk mencari makanan dan melakukan

aktivitas lainnya, karena tempat tersebut mudah bocor dan rusak. Habitat yang ideal bagi tikus untuk bersembunyi adalah yang memiliki banyak cadangan makanan dan tempat yang gelap. Tempat sampah yang tidak sesuai dengan kriteria bisa menjadi sarang tikus dan sumber penularan penyakit di sekitar lingkungan (Ahmadi dkk., 2023). Adanya sampah di sekitar rumah dan pengelolaan sampah yang buruk dapat memperbanyak populasi tikus. Tempat pembuangan sampah yang terbuka menjadi lokasi yang disukai tikus, karena sisa makanan manusia yang mudah diakses oleh tikus (Husni & Tawaf, 2020).

Selokan sering digunakan oleh tikus sebagai tempat tinggal atau jalur masuk ke dalam rumah, karena saluran pembuangan air rumah biasanya terhubung dengan selokan di sekitar lingkungan. Kondisi selokan dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu berisiko dan tidak berisiko. Selokan dianggap berisiko jika alirannya tersumbat, tidak lancar, terdapat sampah, dilewati tikus, atau terbuka. Sebaliknya, selokan dianggap tidak berisiko jika alirannya lancar, bebas sampah, tidak dilewati tikus, dan tertutup (Munawaroh dkk., 2022). Selokan yang tidak terawat dapat menjadi jalur yang sering dilalui tikus. Keberadaan saluran pembuangan terbuka dan kotoran di sekitar rumah juga meningkatkan kemungkinan tikus mendekat. Hal ini dapat menyebabkan kontak langsung atau tidak langsung dengan kotoran tikus yang mengandung bakteri *Leptospira* (Zukhruf & Sukendra, 2020).

Genangan air di sekitar rumah dapat menjadi tempat penyebaran penyakit *Leptospirosis*. Tikus yang terinfeksi bakteri *Leptospira* dapat buang air kecil atau melewati genangan tersebut, sehingga air pada genangan tercemar oleh bakteri. Selain itu, riwayat banjir juga dapat menjadi salah satu faktor risiko terjadinya *Leptospirosis*, pada saat banjir, tikus dan hewan lain dapat membuang urine atau fesesnya ke dalam genangan air banjir. Hal ini meningkatkan risiko infeksi pada manusia yang berinteraksi dengan air tercemar tersebut (Ginting & Indarjo, 2022). Umumnya, tikus masuk ke dalam rumah melalui berbagai celah seperti pintu masuk, sudut-sudut tembok, kabel listrik dan audio, kabel penangkal petir, pipa air, lubang ventilasi, serta lubang masuk lainnya. Selain itu, tikus juga bisa memanjat pohon yang menyentuh bangunan atau menyusup lewat plafon berbahan kayu (Hakim dkk., 2023).

Sanitasi lingkungan merupakan salah satu determinan penting dalam kesehatan masyarakat. Kondisi sanitasi yang buruk, terutama di daerah rawan banjir, dapat meningkatkan risiko penyebaran berbagai penyakit menular, salah satunya *leptospirosis*. WHO (2021) menegaskan bahwa kualitas sanitasi yang rendah berkontribusi pada tingginya beban penyakit zoonosis di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia. Secara khusus, banjir menyebabkan terjadinya genangan air yang terkontaminasi urin tikus sebagai reservoir utama *Leptospira*. Masyarakat yang tinggal di wilayah endemis dengan drainase buruk dan sanitasi tidak memadai lebih rentan terhadap paparan. Hal ini diperkuat oleh studi Patiño-Barbosa dkk pada tahun 2025 yang menunjukkan bahwa kejadian

leptospirosis meningkat signifikan setelah bencana banjir di kawasan Pasifik Selatan. Di Indonesia, leptospirosis sering muncul setelah musim hujan dengan curah hujan tinggi yang mengakibatkan banjir. Adapun faktor-faktor sanitasi lingkungan yang berhubungan dengan peningkatan risiko leptospirosis di daerah banjir, yaitu:

1. Genangan Air

Genangan air merupakan salah satu faktor lingkungan yang sangat erat kaitannya dengan keberlangsungan hidup bakteri *Leptospira* di luar tubuh inang. Kondisi air yang tidak mengalir, lembap, dan terlindung dari sinar matahari langsung menjadi media yang ideal bagi bakteri ini untuk bertahan hidup dalam jangka waktu yang lebih lama. Secara biologis, *Leptospira* diketahui mampu bertahan selama berminggu-minggu pada lingkungan air tawar, terutama bila pH mendekati netral dan suhu berada dalam kisaran tropis. Hal ini menjadikan genangan air sebagai salah satu indikator risiko lingkungan yang sangat penting dalam epidemiologi leptospirosis (Nakamura, 2022).

Selain sebagai tempat bertahanannya bakteri, genangan air juga berfungsi sebagai jalur transmisi utama antara reservoir hewan dan manusia. Ketika urin tikus atau hewan lain yang terinfeksi *Leptospira* bercampur dengan air, maka genangan tersebut menjadi sumber infeksi potensial. Mekanisme penularan terjadi ketika manusia berkontak langsung dengan air tercemar, baik melalui kulit yang terluka, selaput lendir mata, hidung, maupun mulut. Situasi ini sangat sering terjadi di wilayah permukiman yang rawan banjir atau memiliki sistem drainase buruk, sehingga masyarakat lebih rentan terpapar (Barbosa dkk., 2023).

Hubungan antara genangan air dan kejadian leptospirosis juga dapat dilihat dari aspek perilaku masyarakat. Dalam kehidupan sehari-hari, banyak aktivitas yang dilakukan di sekitar rumah melibatkan kontak dengan air, seperti mencuci, membersihkan lingkungan, atau bahkan bermain anak-anak di sekitar banjir. Ketika air tersebut tercemar oleh *Leptospira*, risiko paparan meningkat secara signifikan. Dengan demikian, perilaku kontak dengan genangan air pasca hujan lebat atau banjir merupakan salah satu faktor yang memperbesar kemungkinan terjadinya infeksi.

Dari perspektif kesehatan masyarakat, keberadaan genangan air memperluas cakupan paparan bagi masyarakat. Air banjir yang meluap dan menggenangi pemukiman padat penduduk tidak hanya meningkatkan peluang individu terpapar, tetapi juga memperburuk kondisi sanitasi lingkungan secara keseluruhan. Genangan air sering bercampur dengan limbah rumah tangga maupun sampah, sehingga selain membawa *Leptospira*, juga dapat menjadi media bagi patogen lain. Kombinasi faktor ini menjadikan genangan air sebagai salah satu tantangan utama dalam upaya pencegahan penyakit berbasis lingkungan.

Oleh karena itu, pengendalian leptospirosis tidak cukup hanya dilakukan melalui pendekatan medis, tetapi juga memerlukan intervensi berbasis lingkungan. Perbaikan sistem drainase, normalisasi saluran air, serta pengendalian banjir merupakan strategi penting untuk mengurangi terbentuknya genangan. Selain itu, edukasi masyarakat untuk menghindari kontak langsung dengan air tergenang serta penggunaan alat pelindung diri menjadi bagian integral dalam pencegahan. Upaya ini sejalan dengan rekomendasi WHO tahun 2021 yang menekankan pentingnya intervensi sanitasi lingkungan dalam menurunkan angka kejadian leptospirosis.

2. Akses Tikus Masuk ke Dalam Rumah

Tikus merupakan hewan reservoir utama dalam siklus penularan leptospirosis. Hewan ini memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi sehingga dapat hidup di lingkungan perkotaan maupun pedesaan. Salah satu faktor yang memengaruhi risiko penularan adalah adanya akses tikus untuk masuk ke dalam rumah. Jalur masuk dapat berupa dahan pohon yang menempel pada atap, kabel listrik, tali jemuran, maupun tiang bangunan. Keberadaan jalur-jalur ini memungkinkan tikus menjelajah ke dalam rumah untuk mencari makanan dan tempat berlindung (Husni dkk., 2023).

Akses tikus ke dalam rumah meningkatkan kemungkinan kontaminasi lingkungan domestik oleh urin yang mengandung bakteri *Leptospira*. Ketika tikus berkeliaran di area dapur, kamar mandi, atau tempat penyimpanan makanan, maka risiko penyebaran bakteri menjadi lebih besar. Kontaminasi ini tidak selalu terlihat, karena tetesan urin dapat bercampur dengan debu, air, atau permukaan lantai, yang kemudian berpotensi menjadi sumber infeksi bagi penghuni rumah. Hal ini menjadikan pengendalian jalur akses tikus sebagai langkah penting dalam memutus rantai penularan leptospirosis (WHO, 2021).

Selain itu, struktur rumah yang kurang baik, seperti adanya celah pada pintu, ventilasi tanpa kawat kasa, atau dinding yang berlubang, turut memperbesar peluang tikus masuk. Dalam konteks kesehatan lingkungan, kondisi fisik rumah sangat berhubungan dengan risiko zoonosis. Rumah dengan struktur terbuka lebih sulit untuk mencegah masuknya hewan pembawa penyakit dibandingkan rumah dengan struktur yang lebih tertutup dan terlindung. Oleh karena itu, desain rumah sehat menjadi salah satu upaya preventif yang dapat menurunkan paparan leptospirosis.

Tikus yang berhasil masuk ke dalam rumah tidak hanya membawa risiko langsung melalui urin yang terkontaminasi, tetapi juga secara tidak langsung meningkatkan interaksi dengan genangan air di dalam maupun sekitar rumah. Air yang tercemar urin tikus di dalam rumah dapat menjadi sarana penularan bagi anggota keluarga yang beraktivitas sehari-hari, misalnya saat membersihkan lantai atau mencuci peralatan rumah tangga. Dengan demikian, akses tikus yang

tidak terkendali dapat memperbesar risiko paparan leptospirosis pada seluruh anggota rumah tangga.

Upaya pencegahan akses tikus ke rumah mencakup perbaikan fisik bangunan, penataan lingkungan sekitar, serta pengendalian populasi tikus di wilayah permukiman. Menebang dahan pohon yang menempel ke rumah, menutup celah pada bangunan, serta memasang kawat kasa pada ventilasi merupakan langkah sederhana namun efektif. Dari perspektif kesehatan masyarakat, pengendalian jalur masuk tikus sejalan dengan pendekatan *One Health* yang menekankan keterkaitan antara kesehatan manusia, hewan, dan lingkungan (Nakamura, 2022). Dengan demikian, membatasi akses tikus ke dalam rumah menjadi strategi fundamental dalam menurunkan angka kejadian leptospirosis, terutama di wilayah endemis dan rawan banjir.

3. Sampah Berserakan

Sampah merupakan salah satu faktor lingkungan yang sangat memengaruhi kesehatan masyarakat. Keberadaan sampah yang berserakan di sekitar rumah tidak hanya menimbulkan masalah estetika, tetapi juga berdampak pada meningkatnya risiko penyakit berbasis lingkungan. Dalam konteks leptospirosis, sampah organik maupun anorganik yang tidak terkelola dengan baik berfungsi sebagai tempat tinggal dan sumber makanan bagi tikus, yang merupakan reservoir utama *Leptospira* (Mwachui dkk., 2023). Dengan demikian, sampah berserakan secara langsung memperbesar peluang interaksi manusia dengan hewan pembawa bakteri.

Selain sebagai habitat tikus, sampah juga dapat menyumbat saluran air dan memperburuk kondisi drainase. Ketika drainase tersumbat, air hujan atau limpasan banjir akan menggenang di sekitar rumah. Genangan air yang tercemar oleh sampah lebih berpotensi terkontaminasi oleh urin tikus. Hal ini memperlihatkan hubungan ganda antara sampah dengan leptospirosis: di satu sisi meningkatkan populasi reservoir, dan di sisi lain memperburuk lingkungan sehingga memfasilitasi bertahannya bakteri *Leptospira* (Haake & Levett, 2015).

Dari perspektif kesehatan masyarakat, sampah yang berserakan juga menurunkan kualitas lingkungan secara keseluruhan. Lingkungan yang kotor cenderung mendorong peningkatan vektor penyakit lain, sehingga beban penyakit menular menjadi lebih besar. Dalam konteks leptospirosis, kondisi semacam ini memperkuat siklus penularan karena masyarakat tidak hanya terpapar dari satu jalur, tetapi melalui kombinasi antara kontak langsung dengan reservoir maupun lingkungan tercemar.

Kebersihan lingkungan rumah tangga menjadi faktor kunci dalam mencegah risiko paparan leptospirosis. Sampah yang menumpuk memberikan peluang tikus untuk berkembang biak, sedangkan sampah yang berserakan di selokan memperparah kondisi sanitasi. Oleh karena itu, praktik pengelolaan sampah yang baik,

termasuk pemilahan, penyimpanan tertutup, dan pembuangan teratur, merupakan langkah preventif yang efektif untuk menurunkan risiko leptospirosis (Acosta-Espana, 2024).

Keberadaan sampah berserakan tidak hanya dipandang sebagai masalah lingkungan, tetapi juga sebagai determinan epidemiologis dalam penyebaran leptospirosis. Upaya pencegahan berbasis masyarakat seperti program kebersihan lingkungan (*community-based sanitation*) menjadi sangat penting. Intervensi ini tidak hanya bermanfaat dalam menurunkan populasi tikus, tetapi juga memperbaiki kualitas lingkungan yang pada akhirnya mendukung kesehatan masyarakat secara keseluruhan.

4. Ketersediaan Air Bersih

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia untuk menunjang kesehatan dan kehidupan sehari-hari. Dalam konteks pencegahan penyakit menular, ketersediaan air bersih memiliki peran yang sangat penting. Leptospirosis, sebagai penyakit berbasis lingkungan, sering dikaitkan dengan keterbatasan akses air bersih, terutama di wilayah rawan banjir. Ketika masyarakat tidak memiliki sumber air bersih yang memadai, mereka cenderung menggunakan air permukaan atau genangan yang berpotensi terkontaminasi *Leptospira*. Hal ini meningkatkan risiko paparan bakteri penyebab leptospirosis melalui konsumsi maupun kontak langsung (Torgerson dkk., 2021).

Ketersediaan air bersih yang terbatas juga memperburuk kondisi higienitas masyarakat. Kebiasaan mencuci tangan, membersihkan tubuh, serta sanitasi lingkungan rumah sangat bergantung pada akses air yang aman. Tanpa air bersih, masyarakat sulit menjaga kebersihan diri setelah kontak dengan air banjir atau lumpur yang kemungkinan besar mengandung bakteri *Leptospira*. Dengan demikian, keterbatasan air bersih tidak hanya meningkatkan risiko langsung melalui konsumsi air terkontaminasi, tetapi juga meningkatkan risiko tidak langsung melalui menurunnya praktik higienitas (Dhewantara dkk., 2019).

Dalam situasi pascabanjir, kebutuhan air bersih semakin mendesak karena infrastruktur air sering rusak atau tercemar. Krisis air bersih di daerah terdampak banjir menjadikan masyarakat lebih rentan terhadap penyakit berbasis lingkungan. Kondisi ini banyak dilaporkan di negara-negara tropis, termasuk Indonesia, di mana banjir musiman sering menyebabkan gangguan suplai air bersih. Oleh karena itu, ketersediaan air bersih pascabencana menjadi faktor penting dalam mencegah peningkatan kasus leptospirosis (Acosta-Espana, 2024).

Air bersih tidak hanya berfungsi sebagai sarana untuk konsumsi dan kebersihan diri, tetapi juga memainkan peran penting dalam menjaga kebersihan makanan dan peralatan rumah tangga. Ketika masyarakat menggunakan air tercemar untuk mencuci bahan

makanan atau peralatan dapur, risiko paparan bakteri meningkat. Hal ini menegaskan bahwa ketersediaan air bersih berhubungan langsung dengan keamanan pangan rumah tangga, yang pada akhirnya berpengaruh terhadap kesehatan masyarakat secara umum.

Penyediaan air bersih harus menjadi bagian integral dari strategi pencegahan leptospirosis. Pemerintah dan masyarakat perlu memastikan adanya sumber air yang aman, terutama di wilayah endemis dan rawan banjir. Pembangunan infrastruktur air bersih, sistem distribusi yang baik, serta penyuluhan tentang pentingnya penggunaan air bersih menjadi langkah strategis untuk menekan angka kejadian leptospirosis. Hal ini sejalan dengan agenda global *Sustainable Development Goals (SDGs)*, khususnya tujuan ke-6 mengenai akses terhadap air bersih dan sanitasi layak bagi semua (United Nations, 2022).

5. Kondisi Tempat Sampah

Tempat sampah merupakan salah satu sarana penting dalam pengelolaan limbah rumah tangga. Kondisi tempat sampah yang baik, tertutup, dan teratur dapat mencegah berkembangnya vektor penyakit, termasuk tikus sebagai reservoir leptospirosis. Sebaliknya, tempat sampah yang terbuka dan tidak terkelola menjadi sumber makanan yang mudah diakses oleh tikus. Situasi ini memperbesar populasi rodensia di lingkungan permukiman dan meningkatkan risiko paparan *Leptospira* bagi masyarakat (Zahtamal dkk., 2022).

Tempat sampah yang tidak memiliki penutup memungkinkan tikus masuk dengan mudah dan meninggalkan urin yang dapat mengandung *Leptospira*. Kontaminasi ini tidak hanya terjadi di dalam wadah sampah, tetapi juga di sekitarnya. Ketika sampah berserakan di sekitar wadah terbuka, risiko kontaminasi lingkungan semakin besar. Dengan demikian, kondisi tempat sampah yang buruk berkontribusi ganda: meningkatkan sumber makanan bagi tikus dan memperluas area kontaminasi bakteri (Rahayu dkk., 2025).

Selain memengaruhi keberadaan tikus, kondisi tempat sampah juga berhubungan dengan kebersihan lingkungan rumah tangga. Tempat sampah yang jarang dibersihkan atau tidak dikosongkan secara rutin dapat menjadi sarang berbagai patogen, termasuk *Leptospira*. Dalam konteks kesehatan lingkungan, kebersihan wadah sampah memiliki fungsi protektif, karena lingkungan yang bersih dan tertata akan mengurangi peluang penularan penyakit zoonotik.

Perbedaan mencolok dapat dilihat pada rumah tangga yang menggunakan tempat sampah tertutup dibandingkan rumah tangga yang masih menggunakan tempat sampah terbuka. Tempat sampah tertutup mengurangi interaksi tikus dengan sampah, sehingga menurunkan risiko penyebaran leptospirosis. Oleh karena itu, perbaikan sistem pengelolaan sampah pada level rumah tangga

menjadi bagian dari strategi preventif leptospirosis berbasis lingkungan (Dhewantara dkk., 2019).

Kondisi tempat sampah dapat dianggap sebagai salah satu indikator penting sanitasi lingkungan. Penggunaan wadah tertutup, pemilahan sampah, serta pengosongan secara rutin akan menekan peluang berkembangnya tikus dan mengurangi risiko pencemaran lingkungan oleh *Leptospira*. Strategi sederhana ini sejalan dengan konsep *One Health*, di mana kesehatan manusia dijaga dengan memperbaiki hubungan antara hewan dan lingkungan.

6. Kondisi Selokan

Selokan berfungsi sebagai saluran pembuangan air limbah rumah tangga maupun air hujan, sehingga keberadaannya sangat penting dalam menjaga kebersihan lingkungan. Namun, kondisi selokan yang tidak terawat, tersumbat, atau dipenuhi sampah justru dapat menimbulkan masalah kesehatan masyarakat. Dalam konteks leptospirosis, selokan yang buruk sering menjadi tempat genangan air tercemar dan habitat bagi tikus. Situasi ini meningkatkan potensi terjadinya penularan *Leptospira* kepada manusia yang tinggal di sekitarnya (Benacer dkk., 2021).

Selokan yang tersumbat mengakibatkan air tidak mengalir dengan baik, sehingga menciptakan genangan yang ideal bagi bakteri *Leptospira* untuk bertahan hidup. Kondisi ini diperparah dengan adanya sampah organik yang dapat menarik tikus untuk tinggal dan mencari makanan di area tersebut. Kombinasi antara air tergenang, keberadaan tikus, dan kondisi sanitasi yang buruk menjadikan selokan sebagai salah satu titik kritis dalam siklus penularan leptospirosis (Mwachui dkk., 2023). Selain itu, selokan yang meluap saat musim hujan atau banjir dapat menyebarkan kontaminan ke area pemukiman. Air dari selokan yang kotor bercampur dengan air banjir, sehingga memperluas paparan masyarakat terhadap *Leptospira*. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi selokan tidak hanya berdampak lokal, tetapi juga memengaruhi tingkat risiko penyakit pada skala komunitas yang lebih luas.

Dalam perspektif kesehatan lingkungan, pemeliharaan selokan yang baik dapat menurunkan potensi paparan leptospirosis. Selokan yang bersih, mengalir lancar, dan bebas dari sampah akan mengurangi kemungkinan terbentuknya genangan serta meminimalkan habitat bagi tikus. Oleh karena itu, pengelolaan selokan tidak hanya berkaitan dengan infrastruktur fisik, tetapi juga dengan perilaku masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan (Haake & Levett, 2015).

Kondisi selokan dapat dijadikan indikator penting sanitasi lingkungan di suatu wilayah. Perbaikan selokan melalui normalisasi saluran air, pembersihan rutin, serta kampanye kesadaran masyarakat untuk tidak membuang sampah ke selokan menjadi strategi penting dalam upaya pengendalian leptospirosis. Strategi ini mendukung

pendekatan *One Health* yang mengintegrasikan faktor lingkungan sebagai kunci dalam pencegahan penyakit zoonotik.

7. Kondisi SPAL

Sistem Pembuangan Air Limbah (SPAL) merupakan bagian penting dari sanitasi lingkungan yang berfungsi mengalirkan limbah cair rumah tangga, baik greywater maupun blackwater, agar tidak mencemari lingkungan sekitar. Kondisi SPAL yang buruk, seperti saluran yang terbuka, tersumbat, atau bocor, dapat meningkatkan risiko paparan penyakit berbasis lingkungan termasuk leptospirosis. Hal ini disebabkan karena air limbah yang tidak terkelola dengan baik dapat bercampur dengan genangan atau saluran drainase, sehingga memperbesar kemungkinan kontaminasi *Leptospira* (Widyaningrum dkk., 2022).

SPAL yang tidak tertutup sering menjadi tempat bersembunyi dan sumber makanan bagi tikus sebagai reservoir utama leptospirosis. Limbah organik yang terbawa air pembuangan menarik keberadaan tikus untuk hidup di sekitar saluran tersebut. Selain itu, urin tikus yang mengandung bakteri *Leptospira* dapat mencemari saluran air limbah, lalu terbawa ke area sekitar permukiman. Dengan demikian, kondisi SPAL yang tidak memenuhi standar teknis dapat memperkuat siklus penularan leptospirosis (Khalil dkk., 2021).

Banjir sering memperburuk kondisi SPAL, karena saluran air limbah dapat meluap dan bercampur dengan air hujan. Ketika kapasitas saluran tidak memadai atau terjadi penyumbatan, maka air limbah akan tergenang di lingkungan rumah tangga. Dalam kondisi demikian, risiko paparan manusia terhadap *Leptospira* semakin tinggi, baik melalui kontak kulit langsung dengan air tercemar maupun melalui penggunaan air di sekitar lokasi banjir (Davignon dkk., 2023).

Dalam perspektif kesehatan masyarakat, SPAL yang berfungsi baik dapat mengurangi risiko leptospirosis dengan cara memisahkan limbah dari kontak manusia dan lingkungan. SPAL tertutup, kedap air, dan rutin dipelihara akan mencegah kebocoran maupun pencemaran. Selain itu, keberadaan sistem pengolahan air limbah domestik terpusat maupun setempat (septic tank) yang memenuhi standar teknis dapat mengurangi penyebaran bakteri penyebab penyakit (WHO & UNICEF JMP, 2023).

Kondisi SPAL dapat dijadikan indikator penting sanitasi lingkungan terkait risiko leptospirosis. Perbaikan SPAL, termasuk pembangunan saluran yang kedap air, pemeliharaan rutin, serta edukasi masyarakat agar tidak membuang limbah langsung ke saluran terbuka, merupakan strategi preventif yang efektif. Upaya ini tidak hanya menekan populasi tikus di sekitar permukiman, tetapi juga mengurangi paparan masyarakat terhadap air limbah yang berpotensi mengandung *Leptospira*.

8. Riwayat Banjir

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang memiliki dampak besar terhadap kesehatan masyarakat. Dalam konteks leptospirosis, banjir menjadi salah satu faktor pemicu utama terjadinya peningkatan kasus. Air banjir sering kali bercampur dengan urin hewan reservoir, terutama tikus, sehingga menyebabkan kontaminasi lingkungan yang luas. Riwayat banjir yang berulang di suatu wilayah menunjukkan adanya kerentanan lingkungan dan sosial yang tinggi terhadap paparan *Leptospira* (Barbosa dkk., 2023).

Ketika banjir melanda permukiman, air yang meluap memasuki rumah-rumah penduduk dan membawa kontaminan dari selokan, lahan pertanian, maupun daerah pembuangan sampah. Kondisi ini menjadikan masyarakat terpapar secara langsung melalui kulit yang terluka atau selaput lendir saat bersentuhan dengan air banjir. Oleh karena itu, daerah dengan riwayat banjir berulang cenderung memiliki angka kejadian leptospirosis yang lebih tinggi dibandingkan daerah yang jarang mengalami banjir (Acosta-Espana, 2024).

Banjir juga berdampak pada infrastruktur sanitasi dan ketersediaan air bersih. Sumber air bersih sering tercemar akibat banjir, sehingga masyarakat terpaksa menggunakan air yang tidak aman untuk kebutuhan sehari-hari. Hal ini memperbesar kemungkinan masuknya *Leptospira* ke tubuh manusia melalui konsumsi atau aktivitas rumah tangga. Dengan demikian, riwayat banjir tidak hanya berhubungan dengan paparan langsung, tetapi juga dengan gangguan akses air bersih yang memperparah risiko penularan (Dhewantara dkk., 2019).

Selain itu, riwayat banjir juga mencerminkan tingkat kesiapan suatu komunitas dalam menghadapi risiko kesehatan pascabencana. Daerah yang sering mengalami banjir namun memiliki sistem drainase buruk, pengelolaan sampah yang rendah, serta kurangnya kesadaran masyarakat akan higienitas cenderung mengalami lonjakan kasus leptospirosis lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa banjir bukan hanya fenomena alam, tetapi juga berhubungan erat dengan faktor sosial dan perilaku masyarakat (Mwachui dkk., 2023).

Riwayat banjir dapat dipandang sebagai salah satu indikator epidemiologis penting dalam memprediksi kejadian leptospirosis. Strategi mitigasi bencana banjir, peningkatan infrastruktur sanitasi, serta edukasi masyarakat dalam menghadapi banjir menjadi langkah penting dalam mencegah penyebaran penyakit. Integrasi antara penanggulangan banjir dan program kesehatan masyarakat merupakan pendekatan yang efektif untuk menekan risiko leptospirosis di wilayah endemis.

1.5.4. Tinjauan Umum Tentang Uji Serologi

Leptospirosis memiliki manifestasi klinis yang sangat bervariasi, mulai dari gejala ringan mirip influenza hingga bentuk berat seperti ikterus, gagal ginjal, dan perdarahan paru. Gejala awal sering kali menyerupai penyakit endemik lain seperti demam berdarah dengue, malaria, maupun influenza. Oleh karena itu, diagnosis klinis semata tidak cukup untuk memastikan leptospirosis. Uji laboratorium diperlukan untuk menegaskan diagnosis yang akurat, mempercepat penatalaksanaan pasien, serta mendukung surveilans epidemiologis (I. Z. R. Sari, 2021). Uji laboratorium berperan penting dalam memutus rantai penularan. Deteksi dini melalui pemeriksaan laboratorium memungkinkan pemberian terapi antibiotik tepat waktu sehingga dapat menurunkan risiko komplikasi berat. Uji ini juga membantu membedakan leptospirosis dari penyakit lain dengan gejala serupa, sehingga mengurangi kemungkinan salah diagnosis yang dapat berdampak fatal bagi pasien (Techawiwattanaboon & Patarakul, 2024).

Berbagai uji serologi telah dikembangkan untuk mendeteksi antibodi terhadap *Leptospira* pada pasien. Uji ini umumnya digunakan pada fase imun leptospirosis, yaitu sekitar minggu kedua setelah onset gejala ketika tubuh mulai membentuk respons imun spesifik. Diagnosa leptospirosis dilakukan dengan pendekatan anamnesis, temuan klinis, dan hasil laboratorium. Sampel serum dikirim untuk diuji secara serologis untuk memastikan diagnosis. Diagnosis definitif umumnya bergantung pada uji *Microscopic Agglutination Test* (MAT), yang dianggap sebagai standar utama dalam pengujian laboratorium. Selain itu, mikroskopi medan gelap, pewarnaan fluoresen antibodi pada urin, dan *Latex Agglutination Test* (LAT) juga dapat digunakan untuk memastikan diagnosis. Pemeriksaan laboratorium untuk kasus leptospirosis umumnya menggunakan uji serologis, terutama pada kasus yang terjadi secara akut (Rasyid dkk., 2023). Keberadaan bakteri *Leptospira* pada beberapa organ, seperti saluran genital, ginjal, atau dalam urin penderita, dapat dimanfaatkan sebagai indikator untuk menegaskan diagnosis leptospirosis.

Pemeriksaan mikrobiologi sangat penting untuk mengetahui diagnosis leptospirosis secara cepat dan akurat. Manfaat dari pemeriksaan laboratorium ini termasuk memastikan diagnosis leptospirosis, karena secara klinis penyakit ini sulit dibedakan dari penyakit lain. Selain itu, pemeriksaan juga dapat mengidentifikasi *serogrup-serovar* penyebab infeksi, yang berguna untuk mengetahui sumber penularan. Diagnosis leptospirosis dapat dilakukan baik pada hewan maupun manusia. Pada tikus, diagnosis dilakukan menggunakan serum dan jaringan seperti hati, ginjal, paru-paru, kandung kemih, dan jantung. Sementara pada manusia, diagnosis dilakukan melalui pemeriksaan serum, urine, dan cairan serebrospinal. Pada manusia, diagnosis leptospirosis dapat dilakukan selama fase akut, fase transisi dari akut ke fase imun, dan fase imun. Selama fase

akut, diagnosis dilakukan dengan mengisolasi *Leptospira* dari darah, urine, dan cairan serebrospinal (Ningsih & Wahid, 2022).

Pemeriksaan laboratorium pada kasus leptospirosis umumnya menggunakan uji serologis, terutama pada kasus akut. Metode rujukan untuk pemeriksaan serologi leptospirosis adalah *Microscopic Agglutination Test* (MAT). Serum pasien dicampurkan dengan suspensi antigen, kemudian campuran tersebut diinkubasi dan dianalisis aglutinasi menggunakan mikroskop lapangan gelap, diikuti dengan penentuan titernya. Pemeriksaan MAT dilakukan pada serum berpasangan dengan selang waktu minimal tiga hari. Hasil pemeriksaan dinyatakan positif jika terdapat peningkatan empat kali lipat atau lebih pada titer serum berpasangan (Balboni dkk., 2022). Alternatif lain adalah ELISA (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*), yang banyak digunakan karena lebih sederhana, cepat, dan dapat dilakukan di laboratorium dengan fasilitas dasar. ELISA mendeteksi antibodi IgM maupun IgG terhadap antigen *Leptospira*. Selain itu, metode lain seperti *Rapid Diagnostic Test* (RDT) juga telah dikembangkan untuk kebutuhan diagnosis cepat di lapangan, meskipun sensitivitas dan spesifisitasnya bervariasi. Kombinasi antara serologi dan uji molekuler sering dianjurkan untuk meningkatkan akurasi diagnosis (Mwachui dkk., 2023).

Teknik diagnosis laboratorium lain juga dapat dilakukan dengan mengembangbiakkan bakteri dari darah, urine, atau jaringan. Saat ini, metode yang paling sering digunakan adalah metode berbasis DNA yang disebut *Polymerase Chain Reaction* (PCR), metode ini terbagi menjadi dua yaitu PCR Konvensional (*end-point PCR*) dan *real-time PCR* (*qPCR*) (Handayani dkk., 2023). *Polymerase Chain Reaction* (PCR) dapat digunakan untuk mendeteksi DNA *Leptospira* dalam sampel darah, urine, cairan serebrospinal, dan humor aqueus (Anggraini, 2021). Selain uji serologi, metode molekuler seperti PCR memberikan kontribusi besar dalam diagnosis leptospirosis, terutama pada fase awal penyakit. PCR konvensional mampu mendeteksi DNA *Leptospira* langsung dari sampel klinis seperti darah, urine, atau cairan serebrospinal. Keunggulan utama PCR adalah kemampuannya mendeteksi bakteri sebelum antibodi terbentuk, sehingga diagnosis dapat ditegakkan lebih dini dibandingkan serologi (Davignon et al., 2023).

Metode PCR digunakan untuk memperbanyak DNA sebagai langkah penting dalam analisis sampel, terutama ketika kandungan DNA dalam sampel rendah atau tidak terdeteksi. Melalui PCR, *Leptospira* dapat dengan mudah dideteksi dari sampel urine atau darah pada tahap awal penyakit. Pada fase akut leptospirosis, titer antibodi mungkin belum cukup tinggi untuk memungkinkan diagnosis serologis yang akurat (Ahzan dkk., 2023). Metode PCR sangat berguna untuk meningkatkan akurasi survei epidemiologi dalam menentukan angka insiden penyakit, terutama di daerah tropis. PCR konvensional menggunakan primer yang menargetkan gen spesifik *Leptospira*,

seperti lipL32, rrs (16S rRNA), atau secY. Gen lipL32 sering digunakan karena merupakan antigen utama pada *Leptospira* patogenik dan tidak ditemukan pada spesies non-patogen. Dengan menargetkan gen ini, PCR konvensional dapat memberikan sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi dalam mendeteksi infeksi leptospirosis (Techawiwattanaboon & Patarakul, 2024).

Keuntungan dari pemeriksaan PCR adalah tingkat sensitivitas, spesifisitas, dan kecepatan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan uji serologi dan kultur. Namun, PCR konvensional juga memiliki keterbatasan. Sensitivitasnya dapat menurun apabila jumlah bakteri dalam sampel rendah, misalnya pada fase lanjut penyakit ketika *Leptospira* sudah tidak banyak beredar di darah. Selain itu, kualitas sampel dan kondisi laboratorium juga berpengaruh terhadap hasil uji. Oleh karena itu, meskipun PCR konvensional menjadi alat penting dalam diagnosis awal, metode ini sebaiknya dipadukan dengan uji serologi untuk mendapatkan hasil diagnosis yang lebih komprehensif (Ningsih & Wahid, 2022).

Dengan berkembangnya teknologi, PCR konvensional kini banyak dilengkapi dengan teknik real-time (qPCR) yang memungkinkan kuantifikasi DNA serta interpretasi hasil yang lebih cepat. Namun, PCR konvensional tetap relevan terutama di negara berkembang, karena lebih murah dan dapat diimplementasikan di laboratorium dengan fasilitas terbatas. Hal ini menjadikan PCR konvensional sebagai salah satu pilar penting dalam sistem diagnosis leptospirosis, khususnya di wilayah endemis seperti Indonesia.

1.6. Tabel Sintesa Penelitian

Tabel 1.1 Tabel Sintesa Kajian Pustaka

No.	Peneliti (Tahun)	Judul dan Nama Jurnal	Desain Penelitian dan Metode Analisis	Sampel	Temuan
1.	Ika Ningsih & Mardiasuti H Wahid. (2022)	Leptospirosis Ditinjau dari Aspek Mikrobiologi. <i>Jurnal Penelitian Biologi, Botani, Zoologi, dan Mikrobiologi.</i>	Desain penelitian yang digunakan adalah observasional deskriptif.	-	Banyak pilihan metode pemeriksaan mikrobiologi untuk mendukung diagnosis dan mengetahui etiologi penyebab leptospirosis.
2.	Debie Anggraini (2021)	Pemeriksaan Laboratorium Untuk Diagnosis Leptospirosis. <i>Jurnal Kesehatan Saintika Meditory.</i>	Desain penelitian yang digunakan adalah observasional deskriptif.	-	Pemeriksaan serologi menjadi dasar utama dalam diagnosis leptospirosis.
3.	Jane E. Sykes, et al. (2022)	A Global One Health Perspective on Leptospirosis in Humans and Animals. <i>Journal of the American Veterinary Medical Association.</i>	Desain penelitian yang digunakan adalah observasional deskriptif dengan rancangan <i>case control</i> .	Manusia dan hewan yang terjangkit bakteri leptospira.	Leptospirosis merupakan masalah kesehatan klasik yang memerlukan pengetahuan mendalam tentang penularan, reservoir, sumber lingkungan organisme, dan faktor iklim yang memengaruhi penularan.
4.	Haris Ahmadi, Diana Chusna Mufida, &	Determinan Aspek Lingkungan yang Berisiko Terjadinya Penularan Bakteri Leptospira sp. dari Tikus	Desain penelitian yang digunakan adalah observasional analitik dengan	47 rumah di lokasi pasca KLB.	Aspek lingkungan fisik terbukti berisiko terjadinya penularan Leptospira sp dari tikus terkonfirmasi di Kabupaten Bondowoso.

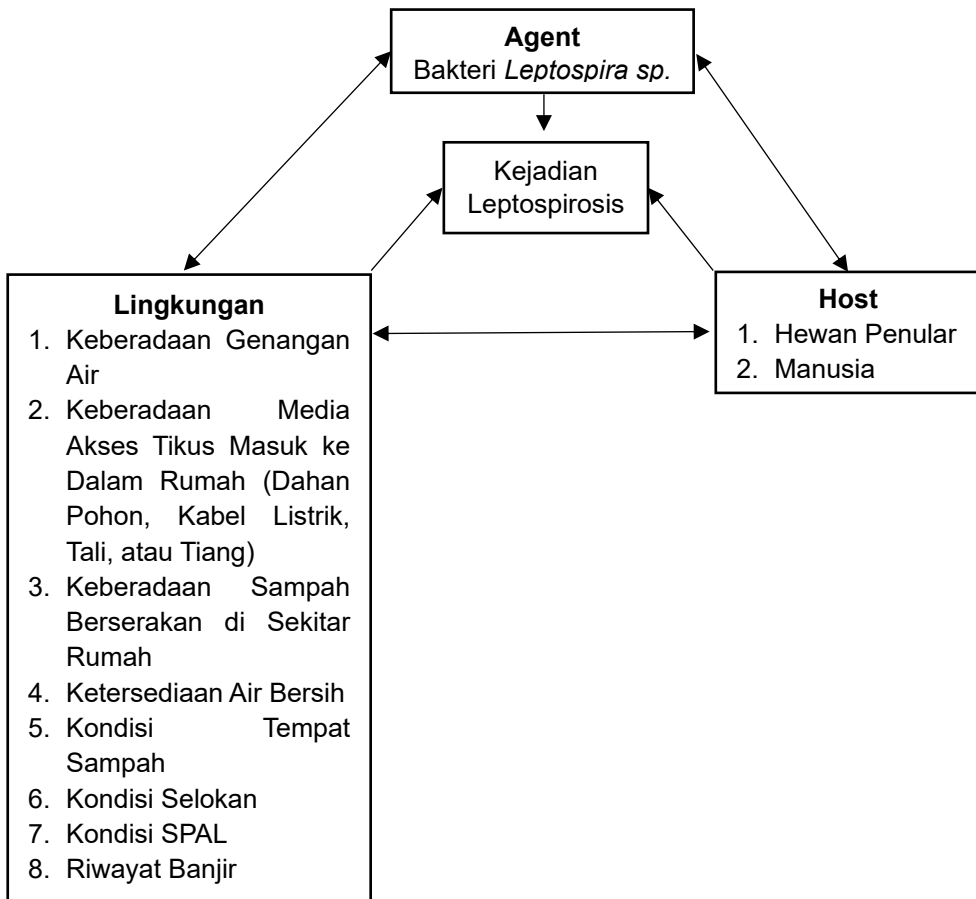
	Mei Syafriadi. (2022)	Terkonfirmasi di Kabupaten Bondowoso. <i>Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia</i> .	rancangan <i>cross sectional</i> . Metode analisis yang digunakan adalah univariat, bivariat, dan multivariat dengan Chi-Square.		
5.	Grace Karina Rim Br Ginting & Sofwan Indarjo (2022)	Lingkungan, Perilaku <i>Personal Hygiene</i> , dan Pemakaian APD Terhadap Kejadian Leptospirosis. <i>Higeia Journal of Public Health Research and Development</i> .	Desain penelitian yang digunakan adalah observasional analitik dengan rancangan case control. Metode analisis yang digunakan yaitu analisis bivariat dengan metode uji Chi-Square.	Masyarakat yang pernah menderita penyakit Leptospirosis selama tahun 2020.	Terdapat hubungan antara kondisi tempat sampah dan kondisi selokan dengan kejadian Leptospirosis, namun tidak terdapat hubungan antara keberadaan genangan air dan riwayat banjir dengan kejadian Leptospirosis.
6.	Siti Hajar Husni, Martini, Suhartono, Budiyo, & Mursid Raharjo (2022)	Faktor Lingkungan yang Berpengaruh Terhadap Keberadaan Tikus Serta Identifikasi Bakteri <i>Leptospira</i> sp. di Pemukiman Sekitar Pasar Kota Semarang Tahun 2022. <i>Jurnal</i>	Desain penelitian yang digunakan adalah observasional deskriptif dengan rancangan <i>cross sectional</i> . Metode analisis yang	100 rumah yang berada di sekitar pasar.	Terdapat hubungan signifikan antara keberadaan tikus dengan kondisi selokan dan keberadaan vegetasi.

		Kesehatan Lingkungan Indonesia.	digunakan adalah analisis Chi-Square.		
7.	Siti Mar'atul Munawaroh, dkk (2022)	Pengaruh Kondisi Selokan Terhadap Kejadian Leptospirosis. <i>Jurnal Keperawatan</i> .	Desain penelitian yang digunakan adalah studi case control dengan analisis uji Chi-Square.	88 subjek yang dibagi ke dalam 2 kelompok, yaitu kelompok kasus (44) dan kelompok kontrol (44).	Kondisi selokan yang buruk dapat meningkatkan risiko kejadian leptospirosis.
8.	Isnaini Alfazcha Zukhruf & Dyah Mahendrasari Sukendra (2020).	Analisis Spasial Kasus Leptospirosis Berdasar Faktor Epidemiologi dan Faktor Risiko Lingkungan.	Desain penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan pendekatan cross sectional. Metode yang digunakan adalah analisis univariat dan spasial.	13 subjek yang merupakan penderita leptospirosis yang tercatat di Puskesmas Karangtengah.	Faktor risiko yang paling signifikan terkait dengan kejadian leptospirosis adalah riwayat banjir, kondisi selokan, dan kondisi tempat pembuangan sampah.
9.	Syamsuar Manyullei, Agus Bintara Bintara Birawida, & Izmi Fhadilla Suleman.	Studi Kepadatan Tikus dan Ektoparasit di Pelabuhan Laut Soekarno Hatta Tahun 2019.	Desain penelitian yang digunakan adalah observasional deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Metode	12 subjek yang merupakan 12 ekor tikus yang tertangkap selama 4 hari	Jenis tikus yang tertangkap adalah <i>Rattus Tanezumi</i> (75,00%) dan <i>Rattus Norvegicus</i> (25,00%). Ditemukan ektoparasit jenis pinjal <i>Xenopsylla xeoipis</i> 7

	(2019)		yang digunakan adalah analisis univariat.	pemasangan perangkap di wilayah pelabuhan laut Soekarno.	ekor, tungau sebanyak 2 ekor, dan kutu sebanyak 1 ekor.
10.	Syamsuar Manyullei, Makmur Selomo, MS, Ardalif Lulhaq Musbir, & Mochammad Al Anugerah Agus. (2021).	Identifikasi Endoparasit Pada Tikus di Tiga Area Pemondokan Mahasiswa Perguruan Tinggi Negeri Kota Makassar.	Desain penelitian yang digunakan adalah observasional deskriptif. Metode yang digunakan adalah analisis univariat.	29 subjek yang merupakan 29 ekor tikus yang tertangkap selama 4 hari pemasangan perangkap di area pemondokan mahasiswa UIN, UNM, dan Unhas.	Kondisi dinding yang tidak memenuhi syarat dan positif tikus adalah sebesar 21,7%, keberadaan jalur tikus ke atap dan positif tikus adalah 23,3%, dan kondisi lingkungan terkait tumpukan barang dan positif tikus sebesar 21,8%.
11.	Muhammad Fahmi Al Rasyid, Ajeng Erika Prihastuti Haskito, Dodik Prasetyo, &	Literature Study: Leptospirosis in Dogs 2012 – 2021 Period. <i>Journal of Applied Veterinary Science and Technology.</i>	Desain penelitian yang digunakan adalah observasional analitik dengan rancangan <i>case control</i> .	18 kasus anjing yang terinfeksi bakteri Leptospira.	Hasil temuan hematologi yang konsisten, hasil positif pemeriksaan MAT ditemukan sebanyak 55,5%, dan hasil positif pemeriksaan PCR ditemukan sebanyak 38,8%.

	Agri Kaltaria Anisa. (2023)				
12.	Andrea Balboni, dkk. (2022)	Outbreak of <i>Leptospira</i> <i>borgpetersenii</i> Serogroup Sejroe Infection in Kennel: The Role of Dogs as Sentinel in Specific Environments. <i>International Journal of Environmental Research and Public Health.</i>	Desain penelitian yang digunakan adalah analitik observasional dengan rancangan <i>cross sectional</i> .	59 ekor anjing.	Terdapat 22 ekor anjing yang positif terinfeksi bakteri <i>Leptospira</i> setelah melalui uji MAT.

1.8. Kerangka Teori

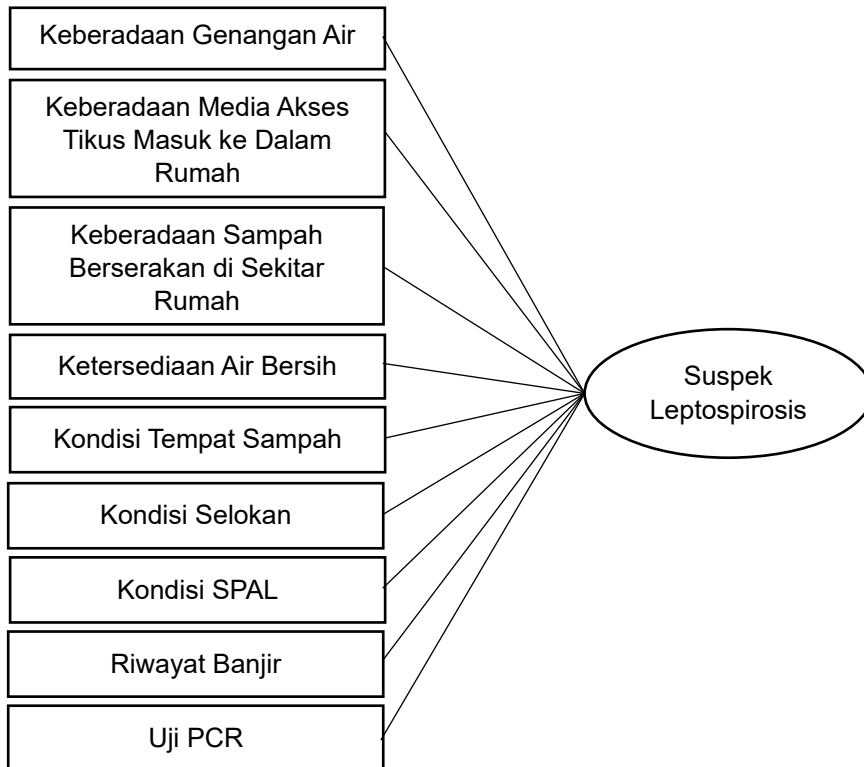


Gambar 1.3 Kerangka Teori

Sumber: Modifikasi Teori Segitiga Epidemiologi dari John Gordon; Andriani & Sukendra (2020); Zukhruf & Sukendra (2020); Budiyo & Raharjo (2022); Munawaroh, dkk (2022); Ginting & Indarjo (2022); Hakim, dkk (2023); Ahmadi, Mufida, & Syafriadi (2023).

1.9. Kerangka Konsep

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hasil uji PCR serum darah dalam penegakan diagnosis leptospirosis dan kondisi sanitasi lingkungan di wilayah Puskesmas Antang Perumnas. Adapun variabel yang digunakan adalah keberadaan genangan air, keberadaan media akses tikus masuk ke dalam rumah (dahan pohon, kabel listrik, tali, atau tiang), keberadaan sampah berserakan di sekitar rumah, ketersediaan air bersih, kondisi tempat sampah, kondisi selokan, kondisi SPAL, riwayat banjir, dan uji PCR terhadap suspek Leptospirosis.



Gambar 1.4 Kerangka Konsep

1.10. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Tabel 1.2 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

No.	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Kriteria Objektif	Skala Pengukuran
1.	Suspek Leptospirosis	Responden yang menunjukkan gejala klinis yang mengarah pada infeksi leptospirosis, seperti demam dan nyeri otot yang didiagnosis oleh dokter.	Diagnosis Dokter	1. Ya , jika responden mengalami demam dan nyeri otot. 2. Tidak , jika responden tidak mengalami demam dan nyeri otot.	Nominal
2.	Keberadaan Genangan Air	Terdapat air yang menggenang di permukaan tanah di sekitar rumah responden.	Lembar Observasi	1. Ada , jika terdapat genangan air di sekitar rumah. 2. Tidak ada , jika tidak terdapat genangan air di sekitar rumah.	Nominal
3.	Keberadaan Media Akses Tikus Masuk ke Dalam Rumah	Terdapat media berupa dahan pohon, kabel listrik, tali, atau tiang yang bersentuhan langsung dengan rumah, yang dapat menjadi akses masuk tikus ke dalam rumah responden.	Lembar Observasi	1. Ada , jika terdapat dahan pohon, kabel listrik, tali, atau tiang yang bersentuhan langsung dengan rumah. 2. Tidak ada , jika tidak terdapat dahan pohon, kabel listrik, tali, atau tiang bersentuhan langsung dengan rumah.	Nominal
4.	Keberadaan Sampah Berserakan di Sekitar Rumah	Terdapat sampah yang berserakan di sekitar rumah responden.	Lembar Observasi	1. Ada , jika terdapat sampah yang berserakan di sekitar rumah. 2. Tidak ada , jika tidak terdapat sampah yang berserakan di sekitar rumah.	Nominal

5.	Ketersediaan Air Bersih	Tersedia air bersih untuk keperluan domestik seperti mandi, mencuci, memasak, dan minum di rumah responden.	Lembar Observasi	1. Ada , jika tersedia air bersih untuk kebutuhan domestik. 2. Tidak ada , jika tidak tersedia air bersih untuk kebutuhan domestik	Nominal
6.	Kondisi Tempat Sampah	Kondisi tempat pembuangan sampah di sekitar rumah responden.	Lembar Observasi	1. Memenuhi syarat , apabila memenuhi kriteria observasi berupa tertutup dan kedap air. Tidak memenuhi syarat , apabila tidak memenuhi kriteria observasi.	Nominal
7.	Kondisi Selokan	Kondisi selokan yang digunakan untuk mengalirkan limbah rumah tangga responden.	Lembar Observasi	1. Memenuhi syarat , apabila tidak ada genangan air akibat luapan selokan dan aliran di selokan yang tersumbat. 2. Tidak memenuhi syarat , apabila ada genangan air akibat luapan selokan dan aliran di selokan yang tersumbat,	Nominal
8.	Kondisi SPAL	Kondisi Saluran Pembuangan Air Limbah dari dalam rumah responden ke selokan.	Lembar Observasi	2. Memenuhi syarat , apabila terdapat penutup SPAL. Tidak memenuhi syarat , tidak terdapat penutup SPAL.	Nominal
9.	Riwayat Banjir	Kejadian banjir yang dialami di wilayah rumah responden 1 tahun terakhir.	Lembar Observasi	1. Pernah , apabila rumah responden pernah terkena banjir 1 tahun terakhir. 2. Tidak pernah , apabila rumah responden tidak pernah terkena banjir 1 tahun terakhir.	Nominal

10	Uji PCR	Metode pemeriksaan laboratorium berbasis biologi molekuler yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan DNA <i>Leptospira</i> pada sampel serum darah responden.	PCR	1. Positif, jika pemeriksaan PCR + 2. Negatif, jika pemeriksaan PCR -	hasil hasil	Nominal
----	---------	--	-----	--	----------------	---------

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini yaitu penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Penelitian kuantitatif merupakan pendekatan penelitian yang menekankan pada pengukuran objektif terhadap fenomena sosial maupun alamiah melalui analisis data numerik (Syahrizal & Jailani, 2023). Penelitian ini dilakukan dengan *screening* di Puskesmas Antang Perumnas pada pasien yang menunjukkan gejala suspek Leptospirosis, kemudian dilakukan pemeriksaan sampel darah melalui uji laboratorium dengan metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR) untuk mengetahui apakah pasien tersebut positif atau negatif. Setelah itu, dilakukan observasi langsung dan wawancara untuk melihat gambaran faktor lingkungan yang dimiliki oleh responden.

2.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Manggala di wilayah kerja Puskesmas Antang Perumnas. Pengambilan data awal dari instansi dilakukan pada bulan Mei – Juni 2025, kemudian pengambilan sampel darah dan uji laboratorium pada bulan Juni – Juli 2025.

2.3. Populasi dan Sampel

2.3.1. Populasi Penelitian

Populasi dari penelitian ini adalah seluruh pasien yang berkunjung ke Puskesmas Antang Perumnas selama masa penelitian pada bulan Juni – Juli 2025.

2.3.2. Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *purposive sampling*. *Purposive sampling* atau yang juga dikenal sebagai *judgmental sampling*, merupakan salah satu teknik pengambilan sampel non-probabilitas di mana pemilihan subjek penelitian dilakukan berdasarkan pertimbangan atau kriteria tertentu yang ditetapkan oleh peneliti (Abdul Wahab, 2021). Adapun sampel yang diambil adalah responden yang menunjukkan gejala suspek Leptospirosis seperti demam dan nyeri otot, serta berada pada daerah yang berisiko tinggi terkena Leptospirosis.

2.3.3. Sampel

Sampel dalam penelitian ini adalah seluruh pasien yang memiliki gejala suspek Leptospirosis seperti demam dan nyeri otot, serta bersedia untuk diambil sampel darahnya. Secara kuantitas, sampel akan dikumpulkan hingga mencapai target 20 sampel. Pengambilan darah sebagai sampel dilakukan oleh pihak profesional dari Puskesmas tempat pengambilan sampel dilakukan. Adapun unit analisis pada penelitian ini adalah rumah dan pasien yang memenuhi kriteria dan bersedia menjadi responden.

2.3.4. Kriteria Pengambilan Sampel

1. Kriteria Inklusi Sampel
 - a. Memiliki gejala suspek Leptospirosis seperti demam dan nyeri otot
 - b. Tinggal di wilayah Puskesmas Antang Perumnas.
 - c. Mampu dan bersedia untuk diambil sampel darahnya.
2. Kriteria Eksklusi Sampel
 - a. Anak-anak dengan umur di bawah 5 tahun.
 - b. Memiliki penyakit kronis, yang tidak memungkinkan untuk diambil sampel darahnya.

2.4. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah peralatan yang digunakan untuk mendapatkan data yang sesuai dengan penelitian. Dalam penelitian ini, peralatan yang digunakan untuk mengambil data beserta pendukungnya. Berikut uraian terkait instrumen penelitian.

1. Alat dan Bahan
 - a. Alat
 - 1). *Centrifuge*
 - b. Bahan
 - 1). *Syringe 3cc*
 - 2). Tabung Merah 3cc
2. Cara Pengambilan Sampel Darah
 - a. Sebelum diambil darah, pasien diberikan penjelasan dan menandatangani *informed consent*. (Sebelum mengambil darah pasien, petugas memberi penjelasan dan pasien menandatangani *informed consent*.)
 - b. Persiapkan alat-alat yang diperlukan untuk pemilihan *syringe*, pilihlah ukuran atau volume sesuai dengan jumlah sampel yang akan diambil, pilih ukuran jarum yang sesuai dan pastikan jarum terpasang dengan erat.
 - c. Lakukan pendekatan pasien dengan tenang dan ramah; usahakan pasien dalam kondisi yang nyaman mungkin.
 - d. Identifikasi pasien dengan benar sesuai dengan data pada lembar permintaan.
 - e. Verifikasi keadaan pasien, misalnya puasa atau mengonsumsi obat. Catat bila pasien minum obat tertentu, tidak puasa, dan sebagainya.
 - f. Minta pasien meluruskan lengannya, pilih lengan yang banyak melakukan aktivitas. Minta pasien mengepalkan tangan. Pasang tali pembendung (turniket) kira-kira 10 cm di atas lipat siku.
 - g. Pilih bagian vena *median cubital* atau *cephalic*. Lakukan perabaan (palpasi) untuk memastikan posisi vena; vena teraba seperti sebuah pipa kecil, elastis, dan memiliki dinding tebal. Jika vena tidak teraba, lakukan pengurutan dari arah pergelangan ke siku, atau kompres hangat selama 5 menit daerah lengan.
 - h. Bersihkan kulit pada bagian yang akan diambil dengan kapas alkohol 70% dan biarkan kering. Kulit yang sudah dibersihkan jangan dipegang lagi.

- i. Jika menggunakan *sprit* tusuk bagian vena, posisi lubang jarum menghadap ke atas. Jika jarum telah masuk ke dalam vena, akan terlihat darah masuk ke dalam sempit (dinamakan *flash*). Usahakan sekali tusuk kena.
 - j. Jika menggunakan *holder* tusuk bagian vena dengan posisi lubang jarum menghadap ke atas, masukkan tabung *vacutainer* ke dalam *holder* dan dorong sehingga jarum bagian posterior tertancap pada tabung. Tunggu sampai darah berhenti mengalir. Jika memerlukan beberapa tabung, setelah tabung pertama terisi, cabut dan ganti dengan tabung kedua, begitu seterusnya.
 - k. Setelah volume darah dianggap cukup, lepas turniket dan minta pasien membuka kepalan tangan.
 - l. Letakkan kapas di tempat tusukan lalu segera lepaskan atau tarik jarum. Tekan kapas beberapa saat lalu plester selama kira-kira 15 menit. Jangan menarik jarum sebelum turniket dibuka.
 - m. Lakukan pendokumentasian dan pencatatan.
3. Pemeriksaan Sampel dengan PCR Konvensional
- a. Alat
 - 1) *Centrifuge*
 - 2) *Collection tube 2 ml*
 - 3) *Freezer -20*
 - 4) *GS Column*
 - 5) Inkubator
 - 6) *Microcentrifuge tube 1,5 ml*
 - 7) *Micropipet*
 - 8) *Mini centrifuge (spin down)*
 - 9) *PCR Thermal Cycler*
 - 10) *Vortex mixer*
 - b. Bahan
 - 1) *DNA Extraction Kit*
 - 2) *PCR Mastermix*
 - 3) *Surgical Blade*
 - 4) *Primer*
Left Primer
Forward primer 5'-CGA CGG TTC ACA CAT TCG TA-3'
Right Primer
Reverse primer 5'-TGG TTT CCC AAA GTT GTT CC-3'
 - c. Prosedur Pengujian
 - 1) Ekstraksi DNA
 - a) Sapkan tabung mikrosentrifuge 1.5 ml yang bersih.
 - b) Masukkan sebanyak 200 ul serum sampel ke dalam tabung mikrosentrifuge 1.5 ml steril.
 - c) Tambahkan 20 ul Proteinase K, homogenkan dengan cara *pipetting*.
 - d) Kemudian diinkubasi pada 60°C selama 5 menit.

- e) Tambahkan 200 ul *Buffer* GSB lalu vortex kemudian inkubasi kembali pada temperatur yang sama selama 5 menit (setiap 2 menit divortex).
 - f) Selanjutnya tambahkan *ethanol absolute* (96%) 200 ul dan vortex selama 10 detik.
 - g) Pindahkan semua campuran tersebut ke dalam *spin column*, sentrifugasi pada 14.000 xg selama 1 menit. Buang *collection tube* yang berada di bawah *spin column* diganti dengan *collection tube* baru.
 - h) Tambahkan 400 ul *buffer* W1 lalu sentrifugasi selama 30 detik dengan kecepatan yang sama kemudian buang cairan yang ada pada *collection tube*.
 - i) Tambahkan 600 ul *wash buffer* sentrifugasi selama 30 detik, lalu buang cairan pada *collection tube* dan sentrifugasi kembali selama 3 menit. Buang *collection tube* dan letakkan mikrocentrifuge steril pada bagian bawah spin column.
 - j) Tambahkan 100 ul *Elution buffer*, diamkan selama 3 menit kemudian sentrifugasi dengan kecepatan yang sama selama 30 detik.
 - k) Cairan yang mengandung DNA yang tertampung pada tabung mikrocentrifuge disimpan pada -20°C untuk digunakan sebagai template PCR.
- 2) Proses Amplifikasi
- Amplifikasi DNA dilakukan dengan menggunakan mesin thermal cycler dengan suhu denaturasi 94°C selama 30 detik; *Annealing* 58°C selama 30 detik. Ekstensi 72°C selama 1 menit; post ekstensi 72°C selama 7 menit. Reaksi berlangsung selama 35 siklus.
- 3) Proses Elektroforesis
- a) Ditimbang agarose sebanyak 0,5 g yang dimasukkan ke dalam botol duran.
 - b) Ditambahkan TAE/TBE *Buffer* 1x sebanyak 70 ml kemudian dipanaskan di microwave sampai larutan mendidih dan menjadi bening.
 - c) Ditambahkan 5 ul *SyBr Safe* kemudian botol diaduk dengan menggoyangkan larutan sampai tercampur rata.
 - d) Dituangkan secara perlahan pada *gel caster* yang telah dipasang sisir (*comb*) dan tunggu hingga gel memadat.
 - e) Pindahkan gel pada *gel cater* lalu rendam dengan TAE/TBE *Buffer* 1x.
 - f) Ditambahkan sampel ke dalam agarose.
 - g) Dimasukkan sampel ke dalam sumuran pada *gel agarose*.
 - h) Jika semua sampel sudah dimasukkan, atur *powersupply* dengan tegangan 80 – 100 V selama 30 – 6 menit.
 - i) Divisualisasi hasil elektroforesis dengan alat gel dokumentasi (*gel doc*).

2.5. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengumpulan data secara primer dan sekunder. Adapun cara pengumpulan data adalah sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung melalui pengamatan atau observasi langsung pada lokasi penelitian dan pemeriksaan *Polymerase Chain Reaction* (PCR) pada sampel serum darah di laboratorium *Hasanuddin University Medical Research Center* (HUM-RC). Data primer yang digunakan berupa hasil observasi langsung, hasil pengukuran, dan hasil pemeriksaan sampel.

- Tahap awal dimulai dari proses diagnosis gejala leptospirosis oleh dokter di Puskesmas, yaitu seperti demam dan nyeri otot.
- Pasien yang memiliki gejala Leptospirosis kemudian diarahkan ke laboratorium Puskesmas untuk diambil sampel darahnya.
- Sebelum dilakukan pengambilan sampel darah, peneliti memperkenalkan diri dan menjelaskan dengan detail mengenai penelitian yang akan dilakukan, setelah itu dilakukan wawancara singkat mengenai identitas dasar pasien dan meminta persetujuan dan kesediaan pasien untuk diambil sampel darahnya.
- Setelah pasien menyetujui, dilakukan pengambilan sampel darah sebanyak 3 mL dibantu oleh pihak profesional laboratorium Puskesmas.
- Peneliti kemudian melakukan observasi langsung ke rumah pasien yang diambil sampel darahnya untuk melihat bagaimana kondisi sanitasi lingkungan di sekitar tempat tinggal pasien.
- Setelah jumlah sampel darah memenuhi target yaitu 20 sampel darah, sampel kemudian dibawa ke *Laboratorium Hasanuddin University Medical Research Center* (HUMRC) untuk dilakukan pemeriksaan keberadaan bakteri *Leptospira* dengan metode PCR.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari literatur terkait seperti buku, hasil penelitian, jurnal, skripsi, serta data dari instansi yang berkaitan dengan penelitian. Data awal diambil dari instansi Puskesmas terkait, dengan membawa surat pengantar dari Dinas Kesehatan Provinsi.

2.6. Pengolahan dan Analisis Data

1. Pengolahan Data

Pengolahan data didasarkan pada hasil observasi langsung dan pemeriksaan dengan metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR). Data yang telah dikumpulkan selanjutnya akan diolah menggunakan program terkomputerisasi.

2. Analisis Data

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis univariat deskriptif frekuensi. Analisis univariat bertujuan untuk menjelaskan karakteristik subjek penelitian, dinyatakan dalam bentuk tabel dan narasi untuk mengetahui proporsi masing-masing variabel.

2.7. Penyajian Data

Hasil pengolahan data disajikan dalam bentuk tabel, narasi, dan pemetaan spasial untuk menjelaskan keterkaitan antara variabel yang diteliti. Dalam hal ini yaitu variabel faktor-faktor lingkungan yang meliputi keberadaan genangan air, keberadaan media akses tikus masuk ke dalam rumah (dahan pohon, kabel listrik, tali, atau tiang), keberadaan sampah berserakan di sekitar rumah, ketersediaan air bersih, kondisi tempat sampah, kondisi selokan, kondisi SPAL, riwayat banjir, dan uji PCR.

2.8. Etik Penelitian

Etik penelitian merupakan kriteria penting untuk menentukan mutu sebuah penelitian. Dalam melaksanakan penelitian, peneliti perlu memperhatikan kode etik penulisan seperti peneliti harus bertanggung jawab secara akademis terhadap tulisannya dan memberikan manfaat kepada masyarakat. Seorang peneliti menghasilkan karya yang original dan menulis secara cermat dan teliti. Peneliti juga harus menghormati pendapat, temuan dari orang lain, dan menjaga kebenaran dari informasi yang disebar. Seorang peneliti harus memahami sepenuhnya untuk tidak melakukan pelanggaran ilmiah. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini telah diusulkan ke Komisi Etik Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin dengan nomor etik: 1082/UN4.14.1/TP.01.02.2025, surat terlampir.