

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam setiap prosedur bedah, peralatan bedah memainkan peran vital baik yang sekali pakai maupun yang dapat digunakan kembali. Instrumen yang dapat digunakan kembali harus menjalani proses sterilisasi atau desinfeksi yang ketat sebelum digunakan ulang untuk mencegah penularan infeksi pasca operasi (Rutala & Weber, 2016). Namun, implementasi protokol sterilisasi ini tidak selalu sesuai dengan standar yang ditetapkan, sehingga meningkatkan risiko kontaminasi dan infeksi pada lokasi pembedahan (Moolman et al., 2021). Infeksi pada lokasi pembedahan, yang sering terjadi dalam waktu 30 hari setelah operasi, biasanya bersifat superfisial dan melibatkan kulit serta jaringan subkutan. Infeksi ini dapat disebabkan oleh bakteri endogen dari flora kulit atau kontaminasi eksogen dari instrumen bedah dan permukaan benda mati lainnya yang tidak sepenuhnya steril (Chung et al., 2020).

Sterilisasi instrumen bedah adalah langkah esensial yang telah lama diterapkan sebagai upaya untuk mencegah infeksi di lokasi pembedahan. Kegagalan dalam sterilisasi dapat menyebabkan risiko infeksi silang antar pasien yang berakibat pada komplikasi serius pasca operasi. Kontaminasi mikroorganisme pada peralatan yang tidak sepenuhnya steril selama prosedur bedah dapat menyebabkan berbagai macam infeksi, termasuk yang sulit ditangani karena resistensi antibiotik (Tschudin-Sutter et al., 2017). Meski begitu, praktik untuk mengkultur bakteri guna memastikan sterilitas instrumen sebelum digunakan kembali masih jarang dilakukan, yang menunjukkan potensi risiko kesehatan bagi pasien.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi adanya kontaminasi bakteri pada peralatan bedah di Rumah Sakit Hewan Pendidikan Universitas Hasanuddin. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan protokol sterilisasi yang lebih efektif, serta memperkuat kebijakan pengendalian infeksi di rumah sakit. Dengan penerapan kebijakan ini, diharapkan dapat terjadi peningkatan kualitas layanan bedah serta pengurangan risiko infeksi, sehingga pasien mendapat perawatan yang lebih aman dan terjamin (Landelle et al., 2014).

1.1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah ada bakteri yang teridentifikasi pada alat bedah rumah sakit hewan universitas hasanuddin
2. Apakah ada hubungan antara metode sterilisasi alat pada alat bedah rumah sakit hewan universitas hasanuddin sebelum dan sesudah proses sterilisasi

1.1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan maka dapat tujuan penelitian pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui bakteri yang teridentifikasi pada alat bedah rumah sakit hewan universitas hasanuddin
2. Mengetahui hubungan antara metode sterilisasi alat pada alat bedah rumah sakit hewan universitas hasanuddin sebelum dan sesudah proses sterilisasi

1.1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi tentang bakteri patogen yang terdapat pada peralatan medis di ruang operasi rumah sakit hewan pendidikan universitas hasanuddin.

1.1.4 Hipotesis

Berdasarkan uraian di atas, dapat diambil hipotesis penelitian bahwa terdapat bakteri patogen yang bisa teridentifikasi walaupun telah dilakukan tindakan sterilisasi.

1.1.5 Keaslian Penelitian

Berdasarkan penelusuran pustaka penulis, hingga saat ini belum ditemukan publikasi penelitian secara spesifik mengenai mengenai "Identifikasi Bakteri Pada Alat Bedah Minor Rumah Sakit Hewan Universitas Hasanuddin Menggunakan Spektrometri Massa Maldi-Tof". Belum pernah dilakukan sebelumnya, penelitian yang pernah dilakukan berkaitan dengan penelitian ini adalah penelitian oleh Ramadhan et al., (2025), dengan judul "Identifikasi Bakteri pada Peralatan Medis Sebelum dan Sesudah Operasi Bersih di RS Ibnu Sina".

1.2 Kajian Pustaka

1.2.1 Bakteri

Bakteri adalah mikroorganisme prokariotik uniseluler yang diklasifikasikan secara luas berdasarkan struktur dinding selnya menjadi kelompok Gram-positif dan Gram-negatif. Perbedaan struktural ini memiliki implikasi klinis yang signifikan; bakteri Gram-positif memiliki lapisan peptidoglikan tebal, sedangkan bakteri Gram-negatif memiliki lapisan peptidoglikan tipis namun dilindungi oleh membran luar (*outer membrane*) tambahan yang kaya akan lipopolisakarida. Menurut Murray et al. (2020) dalam *Medical Microbiology*, keberadaan membran luar ini memberikan resistensi intrinsik pada bakteri Gram-negatif terhadap berbagai antibiotik dan desinfektan kimia, menjadikannya patogen yang lebih sulit diberantas di lingkungan klinis. Sifat ini relevan dengan persistensi bakteri pada peralatan medis yang telah melalui proses Sterilisasi namun tidak sempurna.

Dalam konteks rumah sakit hewan, bakteri berfungsi sebagai agen etiologi utama infeksi nosokomial atau *Healthcare-Associated Infections* (HAIs). Kelompok bakteri yang sering mengontaminasi peralatan bedah meliputi flora normal kulit seperti *Staphylococcus* sp., serta patogen oportunistik lingkungan dan enterik seperti *Pseudomonas* sp. dan *Enterobacter* sp. Studi oleh Weiner et al. (2016) dalam *Infection Control & Hospital Epidemiology* mengidentifikasi bahwa genus *Enterobacter* dan *Pseudomonas* adalah kontaminan utama di lingkungan rumah sakit yang lembab (seperti wastafel dan saluran air) dan memiliki kemampuan tinggi untuk menyebabkan infeksi saluran kemih serta infeksi luka operasi (ILO) pada pasien dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah atau pasca-prosedur invasif.

Faktor kunci yang memungkinkan bakteri bertahan pada permukaan abiotik seperti *stainless steel* alat bedah adalah kemampuan membentuk biofilm. Biofilm adalah komunitas mikroba yang melekat pada permukaan dan terbungkus dalam matriks ekstraseluler polimerik yang mereka produksi sendiri. Matriks ini melindungi bakteri dari stres lingkungan, termasuk agen pembersih dan proses sterilisasi.

Sebagaimana dijelaskan oleh Donlan (2001) dalam *Clinical Microbiology Reviews*, bakteri dalam biofilm dapat menoleransi konsentrasi antimikroba hingga 1.000 kali lebih tinggi dibandingkan sel planktonik (bebas). Pembentukan biofilm pada celah mikroskopis alat bedah, seperti pada engsel gunting atau gigi klem, sering kali menjadi sumber kontaminasi ulang yang tidak terdeteksi secara visual namun teridentifikasi melalui metode molekuler atau spektrometri massa.

Bakteri patogen yang tertinggal pada instrumen medis merupakan penyebab utama Infeksi Luka Operasi (ILO) atau *Surgical Site Infections* (SSI) di lingkungan veteriner maupun medis. Keberadaan bakteri seperti *Staphylococcus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Enterobacteriaceae* pada alat bedah sering kali disebabkan oleh kegagalan proses sterilisasi, terutama pada instrumen dengan desain kompleks yang memungkinkan pembentukan biofilm. Menurut Rutala dan Weber (2016) dalam *Infection Control & Hospital Epidemiology*, sterilisasi didefinisikan sebagai proses pemusnahan semua bentuk kehidupan mikroba, namun efektivitasnya sangat bergantung pada pembersihan awal (*pre-cleaning*) untuk menghilangkan beban biologis (*bioburden*) organik yang dapat melindungi bakteri dari agen sterilisasi. Kegagalan dalam tahap ini memungkinkan bakteri resisten untuk bertahan hidup dan berkembang biak pada permukaan alat yang dianggap steril.

1.2.2 Identifikasi Bakteri

Identifikasi bakteri merupakan proses krusial dalam mikrobiologi diagnostik yang bertujuan untuk menentukan taksonomi mikroorganisme penyebab penyakit hingga tingkat genus dan spesies. Keakuratan dalam identifikasi ini menjadi landasan utama bagi dokter hewan maupun tenaga medis dalam menentukan terapi antibiotik yang tepat, melacak sumber wabah, serta memantau pola resistensi antimikroba. Kesalahan dalam tahap ini dapat berakibat fatal, mulai dari kegagalan pengobatan, peningkatan biaya perawatan, hingga percepatan penyebaran resistensi antibiotik di lingkungan rumah sakit (Ssyal et al., 2017).

Secara tradisional, identifikasi bakteri bergantung pada metode fenotipik konvensional, yang meliputi pengamatan morfologi koloni (bentuk, warna, ukuran), pewarnaan Gram untuk melihat struktur dinding sel, serta serangkaian uji biokimia (seperti uji katalase, koagulase, dan fermentasi gula). Meskipun metode ini telah menjadi standar emas selama puluhan tahun, prosesnya memiliki keterbatasan signifikan: memakan waktu lama (biasanya 24–72 jam), membutuhkan tenaga kerja intensif, dan terkadang memberikan hasil yang ambigu untuk bakteri yang memiliki profil biokimia atipikal atau spesies yang berkerabat dekat (Jorgensen et al., 2015).

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, teknologi diagnostik telah berkembang ke arah metode proteomik dan molekuler yang lebih cepat dan presisi. Salah satu terobosan terbesar adalah penggunaan MALDI-TOF MS. Teknologi ini mengidentifikasi mikroorganisme dengan menganalisis profil protein unik (terutama protein ribosom yang melimpah) dari sel bakteri. Pola spektrum massa protein yang dihasilkan kemudian dibandingkan dengan basis data referensi yang luas untuk mendapatkan identifikasi spesies dalam hitungan menit. Studi komparatif oleh Singhal et al. (2015) dalam *Frontiers in Microbiology* menunjukkan bahwa MALDI-TOF MS tidak hanya jauh lebih cepat daripada metode konvensional, tetapi juga memiliki tingkat akurasi yang

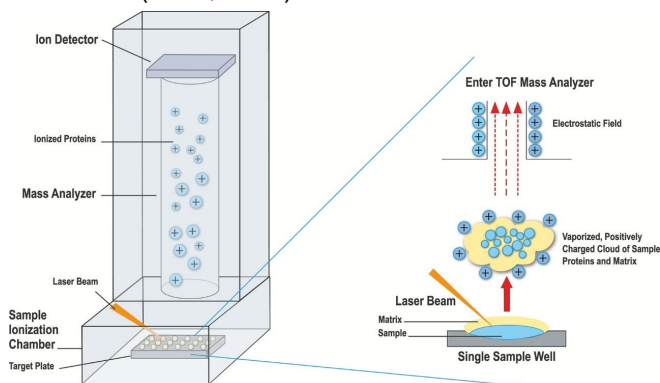
setara atau bahkan lebih tinggi, serta biaya operasional per sampel yang lebih rendah, menjadikannya standar baru dalam laboratorium mikrobiologi modern.

Langkah krusial dalam pengendalian infeksi adalah identifikasi bakteri secara akurat untuk menentukan sumber kontaminasi dan pola resistensi. Metode identifikasi fenotipik konvensional, yang mengandalkan karakteristik morfologi, pewarnaan Gram, dan uji biokimia, telah lama menjadi standar emas namun memiliki keterbatasan dalam hal kecepatan dan spesifisitas, seringkali membutuhkan waktu 24 hingga 48 jam untuk hasil akhir. Sebagaimana dijelaskan dalam Manual of Clinical Microbiology oleh Jorgensen et al. (2015), ketepatan identifikasi sangat penting karena kesalahan dalam menentukan spesies bakteri dapat berujung pada pemilihan strategi desinfeksi yang tidak tepat dan kegagalan dalam memutus mata rantai infeksi nosokomial.

1.2.3 Maldi-ToF MS

Matrix Assisted Laser Desorption Ionization Time of Flight Mass Spectrometry (MALDI-TOF MS) adalah metode proteomik mutakhir yang mengidentifikasi mikroorganisme melalui profil protein seluler, terutama protein ribosom yang melimpah. Prinsip kerjanya melibatkan penempatan isolat bakteri pada lempeng target logam yang dilapisi matriks kimia, diikuti penembakan sinar laser untuk memicu desorpsi serta ionisasi sampel. Ion-ion protein yang dilepaskan kemudian dipercepat dalam tabung vakum menuju detektor, di mana waktu tempuhnya diukur untuk menghasilkan spektrum massa unik yang berfungsi sebagai "sidik jari protein" spesifik bagi setiap spesies (Patel, 2015).

Parameter utama dalam pengukuran ini meliputi rasio massa terhadap muatan (m/z), waktu terbang ion (*flight time*), dan intensitas puncak spektrum yang dihasilkan. Interpretasi hasil dilakukan melalui sistem skor logaritma otomatis berdasarkan perbandingan dengan basis data referensi. Secara standar, nilai skor $\geq 2,000$ menunjukkan identifikasi tingkat spesies dengan kepercayaan tinggi, skor antara 1,700 hingga 1,999 mengindikasikan identifikasi tingkat genus, sementara skor di bawah 1,700 dianggap tidak reliabel atau memerlukan uji ulang. Ketepatan identifikasi ini sangat krusial dalam konteks klinis untuk menentukan strategi pengendalian infeksi yang efisien dan tepat sasaran (Patel, 2015).



Gambar 1. Prinsip kerja maldi-tof ms (Patel, 2015)

Teknologi ini merevolusi diagnostik mikrobiologi karena menawarkan kecepatan identifikasi dalam hitungan menit, jauh melampaui metode fenotipik

konvensional yang memerlukan inkubasi 24 hingga 48 jam dan rentan terhadap subjektivitas. Selain efisiensi waktu, biaya operasional yang rendah serta akses ke basis data global yang terus diperbarui memungkinkan sistem ini mendeteksi spektrum patogen yang luas, baik yang bersifat umum maupun oportunistik. Kemampuan deteksi dini ini sangat membantu dalam memantau sterilitas peralatan medis dan memitigasi risiko kontaminasi nosokomial, sehingga mendukung sistem pengawasan mikrobiologis yang lebih ketat dan responsif di lingkungan medis.

1.2.4 Sterilisasi

proses validasi yang dirancang untuk memusnahkan atau menghilangkan semua bentuk kehidupan mikroba yang ada pada benda mati, termasuk bakteri vegetatif, virus, jamur, dan bentuk yang paling resisten yaitu endospora bakteri. Konsep ini bersifat mutlak; sebuah instrumen hanya dapat dikatakan steril atau tidak steril, berbeda dengan desinfeksi yang memiliki tingkatan efektivitas. Dalam konteks kedokteran hewan, sterilisasi alat bedah merupakan prosedur kritis untuk memutus rantai infeksi nosokomial dan mencegah terjadinya Infeksi Luka Operasi (ILO) atau *Surgical Site Infection* (SSI) yang dapat meningkatkan morbiditas dan mortalitas pada pasien hewan (Rutala & Weber, 2016).

Metode sterilisasi yang paling umum dan diandalkan untuk instrumen bedah berbahan logam (*stainless steel*) adalah sterilisasi uap panas bertekanan (*moist heat sterilization*) menggunakan autoklaf. Mekanisme kerja metode ini adalah melalui koagulasi dan denaturasi protein serta enzim seluler mikroorganisme yang ireversibel akibat paparan uap jenuh pada suhu tinggi (biasanya 121°C selama 15–30 menit atau 132°C–134°C untuk waktu yang lebih singkat). Keunggulan utama sterilisasi uap adalah daya penetrasinya yang kuat, tidak beracun, serta efektivitasnya yang tinggi terhadap spektrum mikroba yang luas dalam waktu yang relatif singkat, menjadikannya standar emas di fasilitas kesehatan (McDonnell, 2020).

Meskipun teknologi sterilisasi sangat efektif, keberhasilannya sangat bergantung pada tahapan sterilisasi awal (*pre-cleaning*). Pembersihan manual atau mekanis untuk menghilangkan beban biologis (*bioburden*) berupa darah, jaringan, nanah, dan kotoran lain adalah prasyarat mutlak sebelum sterilisasi dilakukan. Sisa materi organik yang tertinggal pada instrumen, terutama pada bagian yang sulit dijangkau seperti engsel (*box locks*) dan gerigi, dapat bertindak sebagai pelindung fisik yang menghalangi kontak langsung antara agen sterilisasi (uap) dengan permukaan mikroorganisme. Selain itu, sisa organik memfasilitasi pembentukan biofilm yang membuat bakteri menjadi resisten terhadap panas dan desinfektan kimia (Alfa, 2013).

1.2.5 Oven

Oven laboratorium, yang secara teknis dikenal sebagai alat sterilisasi panas kering (*dry heat sterilizer*), merupakan perangkat medis yang dirancang untuk membasmi semua bentuk kehidupan mikroorganisme melalui paparan energi panas tinggi yang konstan. Fungsi utamanya adalah melakukan sterilisasi pada instrumen atau material yang tahan terhadap panas namun berisiko mengalami korosi atau kerusakan jika terpapar uap air, seperti instrumen bedah berbahan baja tahan karat (*stainless steel*), peralatan gelas laboratorium, hingga bahan berbentuk serbuk. Di lingkungan rumah sakit hewan, penggunaan oven bertujuan untuk memastikan bahwa peralatan bedah minor berada dalam kondisi steril sempurna guna mencegah

terjadinya infeksi nosokomial serta komplikasi pasca-operasi pada pasien hewan (McDonnell, 2020).

Prinsip kerja oven didasarkan pada mekanisme konduksi panas, di mana udara panas disirkulasikan secara merata ke seluruh ruang interior untuk mengoksidasi komponen seluler, merusak protein, dan menghancurkan asam nukleat mikroorganisme secara permanen. Karena udara merupakan penghantar panas yang kurang efisien dibandingkan uap air, proses ini memerlukan parameter suhu yang jauh lebih tinggi dan durasi yang lebih lama dibandingkan dengan metode uap panas (autoklaf). Berdasarkan standar internasional dari CDC dan WHO, prosedur sterilisasi panas kering yang efektif wajib mencapai suhu 160°C selama 120 menit (2 jam) atau 170°C selama 60 menit (1 jam). Penggunaan suhu yang lebih rendah dari standar tersebut, seperti 121°C, tidak akan mampu mencapai titik letal bagi bakteri patogen yang memiliki mekanisme pertahanan tinggi, sehingga mikroba tetap dapat terdeteksi sebagai kontaminan aktif pada permukaan alat bedah. (McDonnell, 2020).

1.2.6 Kontaminasi Bakteri

Kontaminasi secara luas diartikan sebagai kehadiran mikroorganisme yang tidak diinginkan, baik berupa bakteri, virus, maupun jamur, pada permukaan benda mati atau jaringan hidup yang seharusnya berada dalam kondisi steril. Menurut Deva et al. (2013), kontaminasi bakteri merujuk pada keberadaan populasi mikroba yang tetap bertahan hidup di permukaan instrumen akibat kegagalan pada proses sterilisasi, di mana secara terminologi, status kontaminasi bersifat mutlak karena deteksi satu sel bakteri viabel saja sudah cukup untuk menyatakan kegagalan prosedur. Mekanisme terjadinya kontaminasi ini melibatkan proses adhesi mikroba pada material seperti baja tahan karat (*stainless steel*), di mana bakteri Gram-negatif sering kali memiliki keunggulan berupa mekanisme pertahanan dari membran luar yang memberikan resistensi intrinsik terhadap berbagai agen pembersih kimiawi. Setelah pelekatan awal terbentuk, mikroorganisme tersebut dapat berpindah melalui kontak fisik secara langsung, maupun melalui media perantara seperti cairan dan udara di lingkungan rumah sakit. Sumber pencemaran di lingkungan klinis hewan diklasifikasikan menjadi kategori endogen yang berasal dari flora normal pasien hewan itu sendiri seperti bakteri enterik, serta kategori eksogen yang mencakup kontaminasi dari petugas medis melalui flora kulit, kondisi udara di ruang operasi, hingga area reservoir yang lembap. Menurut Bouhrour et al. (2024), kontaminasi bakteri pada alat bedah membawa dampak klinis yang sangat serius, terutama pada peningkatan risiko Infeksi Luka Operasi yang dapat memicu peradangan sistemik, menghambat proses kesembuhan luka, hingga menyebabkan sepsis yang mengancam nyawa pasien. Oleh karena itu, identifikasi yang cepat dan akurat terhadap kontaminasi pada alat bedah menjadi sangat krusial untuk menentukan strategi mitigasi infeksi nosokomial yang tepat sasaran demi menjaga keselamatan pasien.

BAB II METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan di lab bedah rumah sakit hewan universitas hasanuddin pada tanggal 1 desember 2024. Penelitian dilakukan pada tanggal 2-6 Desember 2024 di Laboratorium BBLK Makassar.

2.2 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif observasional. Tujuan utama dari rancangan ini adalah untuk memaparkan secara sistematis dan akurat mengenai status kontaminasi bakteri pada peralatan bedah tanpa memberikan intervensi atau perlakuan khusus terhadap objek penelitian. Melalui pendekatan laboratoris, penelitian ini mengeksplorasi keberadaan mikroorganisme pada alat bedah minor yang telah melalui prosedur sterilisasi rutin untuk melihat gambaran kualitas sterilitas yang dicapai di lingkungan rumah sakit tersebut.

2.3 Populasi dan Sampel

Lokasi penelitian dipusatkan di Rumah Sakit Hewan Universitas Hasanuddin sebagai tempat pengambilan sampel, sementara identifikasi lanjut dilakukan di laboratorium yang memiliki fasilitas teknologi tinggi. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 12 unit instrumen bedah minor yang mencakup berbagai jenis alat dengan karakteristik fisik berbeda, seperti pinset (anatomis dan sirurgis), berbagai jenis gunting (tajam, tumpul, bengkok, dan lurus), hingga *scalpel*, *needle holder*, serta *doek clamp*. Pemilihan sampel ini bertujuan untuk merepresentasikan variasi alat yang paling sering digunakan dalam prosedur bedah sehari-hari.

2.4 Alat dan Bahan

Instrumen yang dipersiapkan dalam pelaksanaan penelitian ini meliputi sistem spektrometri massa *Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization–Time of Flight Mass Spectrometry* (MALDI-TOF MS), *target plate* logam, inkubator, oven, cawan petri, jarum ose, serta kapas *swab* steril. Sementara itu, bahan yang digunakan terdiri dari 12 unit instrumen bedah minor yang mencakup pinset anatomis, pinset sirurgis, berbagai varian gunting (tajam-tajam, tajam-tumpul, bengkok, dan lurus), *scalpel*, *needle holder*, dan *doek clamp*. Kebutuhan material lainnya melibatkan media agar pengaya berupa *Blood Agar* (BA), cairan matriks kimia khusus pendukung proses ionisasi, serta aquades steril.

2.5 Prosedur Penelitian

2.5.1 Persiapan sampel

Prosedur penelitian diawali dengan tahap persiapan yang meliputi sterilisasi alat-alat laboratorium menggunakan oven selama 15 menit serta pembuatan media pertumbuhan bakteri yaitu *Blood Agar*. Setelah persiapan selesai, dilakukan tahap pengambilan sampel di laboratorium mikrobiologi BBLK menggunakan teknik *swab* permukaan secara aseptis pada 12 unit alat bedah minor yang telah disterilisasi oleh pihak rumah sakit. Pengambilan sampel difokuskan pada area-area kritis instrumen yang memiliki risiko kontaminasi tinggi, seperti bagian engsel (*box lock*), gerigi (*serrations*), dan celah-celah sempit pada gunting, pinset, serta alat bedah lainnya untuk memastikan seluruh beban biologis (*bioburden*) yang tertinggal dapat terangkat.

2.5.2 Isolasi dan Inkubasi Bakteri

Sampel hasil *swab* kemudian segera diinokulasikan ke dalam media agar yang telah disiapkan. Proses inokulasi dilakukan di dalam *Laminar Air Flow* (LAF) untuk menjaga sterilitas lingkungan kerja. Setelah inokulasi, cawan petri dimasukkan ke dalam inkubator dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 18–24 jam. Setelah masa inkubasi berakhir, dilakukan pengamatan terhadap morfologi koloni yang tumbuh, meliputi bentuk, warna, tepian, dan elevasi koloni. Jika ditemukan adanya pertumbuhan koloni yang tidak seragam atau tumpang tindih pada satu titik sampel, maka dilakukan tahap pemurnian (*subculture*) dengan metode gores kuadran (*streak plate*) pada media agar baru hingga didapatkan koloni tunggal yang murni.

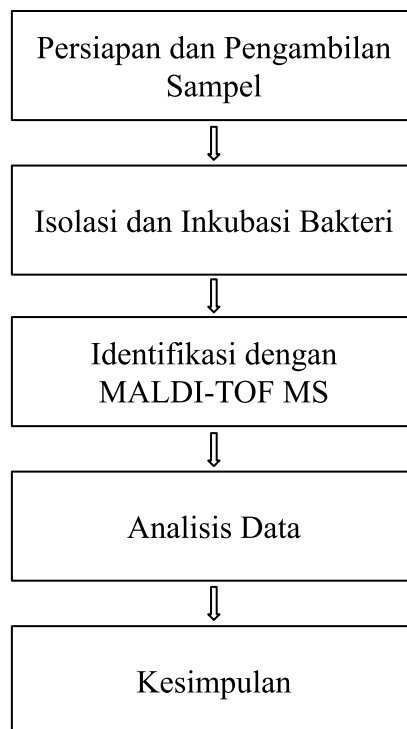
2.5.3 Identifikasi dengan MALDI-TOF MS

Isolat murni yang telah didapatkan kemudian disiapkan untuk tahap identifikasi menggunakan sistem MALDI-TOF MS. Prosedur ini dimulai dengan mengambil sedikit massa sel bakteri menggunakan *toothpick* steril atau loop inokulasi, lalu dioleskan secara tipis pada *spot* di atas *target plate* logam. Isolat tersebut kemudian ditetesi dengan cairan matriks (seperti asam α -siano-4-hidroksisinamat) dan dibiarkan mengering pada suhu ruang. *Target plate* selanjutnya dimasukkan ke dalam alat MALDI-TOF untuk diproses menggunakan sinar laser yang akan mengionisasi protein bakteri. Spektrum massa protein ribosom yang dihasilkan oleh alat akan secara otomatis dicocokkan dengan basis data (*database*) perangkat lunak untuk menentukan genus dan spesies bakteri berdasarkan skor kepercayaan (*confidence score*) yang muncul.

2.5.4 Analisis Data

Data hasil identifikasi dari MALDI-TOF MS, yang mencakup nama spesies bakteri dan nilai skornya, dicatat dan dikelompokkan berdasarkan jenis alat serta karakteristik pewarnaan Gram-nya. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan menghitung frekuensi kemunculan setiap jenis bakteri dan persentase kontaminasi pada total sampel alat bedah. Hasil analisis ini kemudian digunakan untuk menggambarkan efektivitas sterilisasi pada alat bedah minor di lokasi penelitian serta mengidentifikasi jenis kontaminan yang paling dominan dan faktor-faktor yang mempengaruhi keberadaannya.

2.6 Alur Penelitian



Gambar 2. Alur penelitian Identifikasi bakteri Menggunakan maldi-tof ms