

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri ikan hias terus berkembang dalam satu dekade terakhir dan menjadi salah satu sektor bernilai ekonomi tinggi dalam industri akuatik global. Permintaan pasar yang stabil terhadap ikan hias, baik untuk keperluan komersial, dekoratif, maupun koleksi premium, mendorong peningkatan kebutuhan layanan kesehatan ikan yang lebih profesional (Larcombe et al., 2024). Seiring peningkatan peminat dan pemelihara ikan hias, kasus-kasus klinis seperti tumor superfisial, luka traumatik, kasus *swim bladder disorder*, dan berbagai deformitas struktural yang memerlukan tindakan operasi berupa proses pembedahan semakin sering dijumpai dalam praktik veteriner akuatik. Kondisi ini membuka peluang besar bagi layanan bedah ikan di klinik hewan, terutama bagi unit yang mampu menyediakan prosedur yang aman, terstandar, dan dapat melayani pasien dalam jumlah lebih banyak (Sirri et al., 2020; Rorig et al., 2023).

Budidaya ikan hias di Kota Makassar dan Kabupaten Gowa sendiri memiliki potensi yang tinggi di bidang ekonomi. Pada tahun 2022, terdapat 2 juta ekor ikan hias yang terdiri dari ikan komet, koi, koki dan cupang dengan kisaran harga Rp. 1,000,000-Rp. 100,000,000 bergantung pada jenis dan ukuran ikan hias (Fadly, 2018; Pemerintah Kota Makassar, 2023). Komoditas ikan hias memiliki nilai ekonomis yang tinggi tidak hanya sebagai hobi, tetapi juga karena potensi estetika fisik dan corak yang menjadi daya tarik utama dalam pasar maupun kontes (Wiranata et al., 2023). Di sisi lain, ikan hias rentan terkena penyakit sehingga menjadi salah satu tantangan yang perlu diperhatikan. Penyakit muncul akibat ketidakseimbangan antara lingkungan, inang, dan patogen sehingga ikan mudah stres, nafsu makan menurun, dan mekanisme imunitas tubuh tidak bekerja secara optimal (Linayati et al., 2021; Putri et al., 2021).

Pada konteks bisnis veteriner modern, kemampuan memberikan layanan bedah ikan hias bukan hanya menjadi kebutuhan medis, tetapi juga peluang ekonomi yang dapat meningkatkan profitabilitas usaha. Klinik yang mampu menyediakan layanan anestesi dan bedah ikan secara profesional berpotensi menarik lebih banyak klien, menambah jenis layanan, dan meningkatkan frekuensi kunjungan (Larcombe et al., 2024). Namun, pelayanan bedah ikan memiliki tantangan operasional, salah satu contoh yaitu pada manajemen anestesi. Prosedur anestesi pada ikan dilakukan dengan metode larutan anestetik berbasis perendaman, yang secara tradisional memerlukan pengawasan manual, persiapan yang relatif lama, serta fluktuasi konsentrasi larutan anestesi yang dapat memperpanjang waktu tindakan (Martins et al., 2019).

Perkembangan teknologi telah mencapai hingga beberapa sistem anestesi berbasis aliran cair (*liquid-flow anesthesia systems*) berhasil dikembangkan untuk keperluan penelitian, terkhusus pada ikan model seperti zebrafish. Sistem anestesi ini bekerja dengan mengalirkan larutan anestetik secara terus menerus melalui

rongga operkulum, sehingga menjaga kedalaman anestesi yang stabil selama prosedur berlangsung (Wynd et al., 2017). Pendekatan ini terbukti mampu meningkatkan konsistensi anestesi, mempersingkat waktu manipulasi ikan, dan meningkatkan kenyamanan operator. Walaupun sebagian besar sistem ini dikembangkan untuk riset biomedis, konsep teknologi dari sistem ini relevan untuk layanan klinis karena mampu mempercepat alur kerja dan meningkatkan jumlah kasus yang dapat ditangani dalam satu hari layanan (Oskay et al., 2018).

Jika alur prosedur menjadi lebih efisien seperti pada waktu persiapan lebih singkat, tingkat keberhasilan prosedur lebih stabil, dan jumlah kasus yang dapat ditangani meningkat, maka model bisnis klinik dapat memperoleh pendapatan tambahan dari peningkatan volume layanan bedah ikan. Penelitian-penelitian dalam ekonomi kesehatan veteriner menunjukkan bahwa inovasi teknologi medis yang mengurangi waktu pelayanan dan meningkatkan throughput pasien dapat secara signifikan meningkatkan profitabilitas klinik (Larcombe et al., 2024). Meskipun demikian, hingga saat ini belum ditemukan penelitian yang mengkaji secara spesifik bagaimana implementasi sistem anestesi cair otomatis pada layanan klinis ikan hias dapat berdampak pada peningkatan pendapatan maupun kelayakan investasi melalui analisis *Return on Investment* (ROI). Literatur yang ada berfokus pada teknik anestesi, farmakologi agen seperti MS-222 atau *eugenol* (Soldado et al., 2024; Schroeder et al., 2021).

Bagi unit layanan seperti JUMNIVET yang menangani berbagai kasus ikan hias, pengaplikasian sistem anestesi berbasis cair seperti *Fish Anesthesia Liquid System* (FALS) berpotensi memberikan keuntungan finansial secara langsung. Selain itu, penggunaan alat ini juga berguna pada manajemen penyakit ikan hias, analisis ekonomi dari teknologi pendukung tindakan bedah. Penelitian ini menghubungkan desain dan implementasi alat FALS dengan parameter finansial seperti pendapatan dibantu dengan analisis *Break Even Point* (BEP) dan *Return on Investment* (ROI) merupakan kontribusi baru yang penting, baik bagi dunia akademik maupun pelaku bisnis veteriner akuatik. Penelitian ini dilakukan dengan mengembangkan alat *Fish Anesthesia Liquid System* (FALS) dan mengimplementasikan di JUMNIVET untuk menilai dampak nyata pada peningkatan jumlah layanan bedah ikan hias dan potensi profitabilitas layanan tersebut. Evaluasi pada peningkatan pendapatan, serta perhitungan ROI, diharapkan mampu memberikan gambaran yang objektif terhadap nilai ekonomi dari investasi teknologi anestesi cair bagi klinik yang melayani ikan hias. Hasil ini diharapkan memberi manfaat praktis bagi JUMNIVET, serta menjadi referensi awal bagi unit layanan veteriner lain yang mempertimbangkan adopsi teknologi serupa.

1.2. Kajian Pustaka

1.2.1 Ikan Hias

Ikan merupakan organisme akuatik yang memerlukan kondisi lingkungan tertentu sebagai habitat untuk tumbuh dan berkembang. Sebagai hewan akuatik, ikan sangat bergantung pada kualitas media air untuk menjalankan fungsi fisiologis dan mempertahankan keseimbangan internal (homeostasis). Perubahan kondisi

lingkungan, seperti fluktuasi suhu, kualitas air, dan tekanan osmotik, dapat memengaruhi kondisi fisiologis ikan. Ketidakmampuan ikan dalam mengendalikan proses osmoregulasi dapat menyebabkan stres fisiologis yang berpotensi menurunkan daya tahan tubuh serta meningkatkan risiko kematian (Pane et al., 2023; Yanong dan Lewbart, 2024). Sebagian spesies ikan hias memerlukan parameter kualitas air yang mendekati habitat asal ikan tersebut, terutama spesies yang berasal dari lingkungan perairan alami dengan karakteristik khusus. Namun, banyak spesies ikan air tawar yang umum dipelihara sebagai ikan hias merupakan hasil budidaya yang telah memiliki kemampuan adaptasi terhadap variasi lingkungan. Kemampuan adaptasi ini memungkinkan ikan hias dipelihara dalam sistem akuarium dengan pengelolaan lingkungan yang relatif terkontrol. Pemahaman mengenai fisiologi dan kebutuhan lingkungan ikan menjadi faktor penting dalam menunjang keberhasilan pemeliharaan serta produktivitas ikan hias (Pane et al., 2023).

Ikan hias memiliki peran strategis dalam sektor ekonomi dan telah diakui sebagai salah satu komoditas unggulan di Indonesia. Nilai jual ikan hias cenderung lebih tinggi dibandingkan ikan konsumsi, terutama karena faktor estetika, keunikan morfologi, dan nilai koleksi. Indonesia tercatat sebagai salah satu negara pengekspor ikan hias dengan nilai ekspor yang signifikan sejak awal tahun 2000-an dan menunjukkan tren peningkatan dari waktu ke waktu (Ummung et al., 2022). Kegiatan budidaya ikan hias juga memiliki nilai ekonomis yang tinggi karena dapat dilakukan pada skala lahan yang relatif sempit dengan kebutuhan air yang terbatas (Maharani et al., 2023). Berbagai kelompok taksonomi ikan hias umum dipelihara sebagai hewan akuarium, antara lain famili *Cyprinidae*, *Characidae*, *Poeciliidae*, dan *Cichlidae*. Spesies yang sering dijumpai dalam perdagangan ikan hias meliputi *Carassius auratus* (goldfish) dan *Cyprinus carpio* varietas koi, yang memiliki nilai estetika dan ekonomi tinggi (Yanong dan Lewbart, 2024).



Gambar 1. Ikan Hias Goldfish dan Juvenile Koi (Yanong dan Lewbart, 2024).

1.2.2 Penyakit pada Ikan Hias dengan Penanganan Pembedahan

Penyakit pada ikan hias merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi kelangsungan hidup, kualitas fisik, dan nilai ekonomis ikan. Kondisi kesehatan ikan dipengaruhi oleh berbagai faktor intrinsik dan ekstrinsik, termasuk kualitas lingkungan perairan, stres akibat penanganan dan transportasi, serta infeksi agen

patogen seperti bakteri, jamur, virus, dan parasit (Duman et al., 2024; Myrenas et al., 2023). Respons fisiologis ikan terhadap stres dan infeksi secara umum meningkatkan kebutuhan energi untuk mempertahankan homeostasis, sehingga energi yang digunakan untuk pertumbuhan dialihkan ke mekanisme pertahanan tubuh (Myrenas et al., 2023). Infeksi bakteri Gram-negatif, seperti *Aeromonas*, *Vibrio*, *Pseudomonas*, dan *Edwardsiella*, dilaporkan sebagai penyebab utama penyakit sistemik dan ulseratif pada ikan hias. Infeksi tersebut dapat menyebabkan kerusakan jaringan, gangguan fungsi organ, serta penurunan nilai estetika ikan (Duman et al., 2024).



Gambar 2. Infeksi *Aeromonas Salmonicida* (Yanong dan Lewbart, 2024).

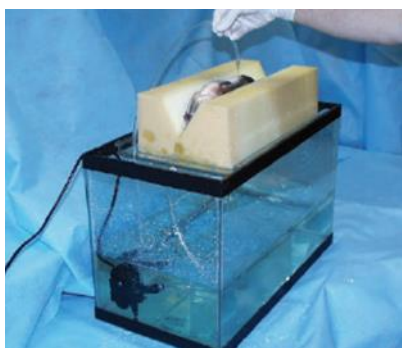
Penyakit bakterial juga diketahui memiliki progresivitas yang relatif cepat dan berpotensi menyebabkan mortalitas tinggi apabila tidak ditangani secara tepat (Noor dan Jati, 2023). Selain itu, proses penanganan dan transportasi ikan hidup dalam rantai perdagangan ikan hias dapat meningkatkan tingkat stres dan risiko penyakit, terutama pada durasi transportasi yang panjang (Larcombe et al., 2024). Dalam praktik klinis, beberapa kondisi penyakit pada ikan hias memerlukan intervensi pembedahan sebagai pilihan tindakan ketika terapi medis konservatif tidak memberikan hasil yang optimal. Prosedur pembedahan seperti pengangkatan tumor, penanganan lesi traumatik, lensektomi, koreksi gangguan *swim bladder*, pengangkatan kista, serta penanganan benda asing telah menjadi bagian dari praktik kedokteran ikan modern (Pujol et al., 2023; Ferraro et al., 2024).

Kondisi klinis seperti *Dropsy* (sisik nanas) dan *Pop Eye* juga sering dijumpai dalam praktik lapangan dan dapat memerlukan tindakan pembedahan atau tindakan invasif tertentu untuk mempertahankan kualitas dan nilai ikan hias (Hoseinifar et al., 2023). Penerapan tindakan bedah pada kasus-kasus tersebut sejalan dengan berkembangnya praktik veteriner akuatik yang merekomendasikan intervensi pembedahan untuk meningkatkan prognosis, mempertahankan kualitas ikan hias, dan menekan angka mortalitas, terutama pada spesies bernilai ekonomi tinggi (Ferraro et al., 2024). Keberhasilan tindakan pembedahan sangat dipengaruhi oleh kualitas anestesi yang digunakan, meliputi kecepatan induksi, kestabilan kondisi anestesi selama prosedur, serta pemulihan yang aman pasca pembedahan. Anestesi juga berfungsi untuk meminimalkan rasa nyeri dan menjaga kenyamanan ikan selama tindakan pembedahan berlangsung (Sladky dan Clarke, 2016).

1.2.3 Anestesi Liquid

Anestesi pada ikan merupakan prosedur untuk menurunkan respons sensorik melalui penurunan aktivitas respirasi dan metabolisme sehingga ikan berada dalam kondisi tidak sadar selama penanganan klinis (Midihatama et al., 2018). Penerapan anestesi memiliki peranan penting dalam menjaga kesejahteraan dan kelangsungan hidup ikan hias bernilai tinggi yang membutuhkan manipulasi intensif serta prosedur klinis (Nurkholifah et al., 2022). Tindakan pembedahan menjadi komponen penting dalam penanganan kelainan patologis pada ikan, termasuk pengangkatan parasit seperti *nymph pentastomid*, kista *metacercariae*, dan infestasi nematoda yang menimbulkan kerusakan jaringan (Grosset et al., 2017). Pembedahan dipengaruhi dari proses anestesi berdasarkan kualitas anestesi, kecepatan induksi, kestabilan selama tindakan, serta pemulihan yang aman. Penggunaan *eugenol* sebagai anestesi alami banyak dipilih karena memiliki margin keamanan yang lebih tinggi dibandingkan anestesi sintetis yang berpotensi menurunkan respons imun ikan (Anrose dan Junianto, 2024; Sladky dan Clarke, 2016).

Sistem anestesi berbasis aliran secara terus menerus atau *Fish Anesthesia Delivery System* (FADS) merupakan metode yang semakin direkomendasikan dalam tindakan klinis dan pembedahan pada ikan karena mampu mempertahankan suplai oksigen yang stabil serta menjaga konsentrasi anestesi tetap konsisten selama prosedur berlangsung (Bronstad et al., 2022). Mekanisme FADS memungkinkan ikan tetap berada pada kedalaman anestesi yang aman dalam prosedur berdurasi panjang, sekaligus mengurangi risiko hipoksia yang sering terjadi pada prosedur statis. Prinsip penggunaan FADS disebutkan sebagai sistem anestesi berbasis aliran yang menjadi standar dalam pembedahan ikan hias karena stabilitas pada perubahan tingkat anestesi dan kemampuan mempertahankan fungsi respirasi selama tindakan (Yanong dan Lewbart, 2024). Pada berbagai spesies ikan, *eugenol* menunjukkan karakteristik induksi yang stabil dan pemulihan yang konsisten sehingga sesuai digunakan dalam sistem anestesi cair berbasis aliran, termasuk pada *guppy*, *catfish*, maupun *angelfish* (El-Rahman et al., 2024; Nugroho dan Kurniawan, 2021). Integrasi anestesi cair berbasis *eugenol* dengan sistem FADS menjadi pendekatan yang aman, efisien, dan sesuai dengan perkembangan praktik anestesi modern pada ikan hias (Oliveira et al., 2018).



Gambar 3. *Fish Anesthesia Delivery System* (Yanong dan Lewbart, 2024)

1.2.4 Peningkatan Profit pada Klinik Veteriner

Klinik veteriner sering dipersepsikan sebagai sektor usaha yang relatif stabil terhadap fluktuasi ekonomi. Namun, praktik veteriner tetap berada dalam siklus bisnis yang spesifik dan tidak selalu sejalan dengan kondisi ekonomi makro. Sejak akhir tahun 2024, industri veteriner dilaporkan memasuki fase perlambatan yang ditandai oleh peningkatan tarif layanan secara bertahap disertai penurunan pertumbuhan pengeluaran riil konsumen. Kondisi tersebut menuntut praktik veteriner untuk menyesuaikan strategi pengelolaan usaha guna mempertahankan kinerja finansial dan keberlanjutan operasional (Neill et al., 2025). Profit dipandang sebagai prasyarat bagi keberlangsungan operasional praktik veteriner independen. Keberadaan profit memungkinkan klinik untuk mempertahankan aktivitas pelayanan medis, memenuhi kebutuhan operasional, serta menjaga kesinambungan layanan kesehatan hewan. Orientasi praktik veteriner terhadap tujuan jangka panjang, seperti pemeliharaan kesehatan hewan dan penyediaan layanan medis berkualitas, turut berkontribusi terhadap penciptaan nilai ekonomi dan sosial secara berkelanjutan (Werner et al., 2025).

Tingkat profitabilitas klinik hewan dipengaruhi oleh kualitas layanan dan loyalitas klien. Penelitian pada klinik hewan di Indonesia menunjukkan bahwa kompetensi tenaga medis, sikap pelayanan, empati terhadap klien, serta ketersediaan sarana dan prasarana memiliki pengaruh signifikan terhadap kepuasan dan loyalitas pelanggan. Tingkat kepuasan tersebut berperan dalam mempertahankan klien lama dan menarik klien baru, sehingga berdampak pada peningkatan volume layanan dan pendapatan dalam jangka panjang (Sakyarsih et al., 2024). Usaha berbasis jasa bersifat meningkatkan profit melalui peningkatan mutu layanan, diferensiasi jasa, dan konsistensi hasil pelayanan. Faktor pendukung lain meliputi aksesibilitas layanan, kelengkapan jenis layanan, transparansi biaya, dan kejelasan informasi. Klinik yang mampu memenuhi ekspektasi klien secara konsisten cenderung memiliki permintaan layanan yang stabil dan tingkat kerugian yang lebih rendah (Sadewo et al., 2023).

Pengelolaan sumber daya manusia dan pemanfaatan teknologi medis berpengaruh terhadap efisiensi operasional praktik veteriner. Pembagian tugas klinis yang tepat memungkinkan dokter hewan memfokuskan keahlian pada layanan bernilai tambah tinggi, seperti prosedur bedah, sehingga berdampak pada peningkatan pendapatan praktik (Smith et al., 2025). Layanan kesehatan ikan hias juga menunjukkan bahwa penggunaan teknologi medis yang sesuai, termasuk sistem anestesi ikan dan peralatan pendukung pembedahan, berperan dalam menurunkan risiko kegagalan tindakan klinis dan meningkatkan nilai ekonomis layanan (Grosset et al., 2017; Yanong dan Lewbart, 2024).

1.2.5 Break Even Point (BEP)

Break Even Point (BEP) merupakan indikator finansial yang digunakan untuk menentukan tingkat penjualan atau jumlah layanan minimum yang diperlukan guna menutup seluruh biaya dalam suatu periode tertentu. Kondisi titik impas terjadi ketika total pendapatan sama dengan total biaya, sehingga usaha tidak menghasilkan laba

maupun mengalami kerugian (Aminus dan Sarinah, 2022). Dalam konteks investasi alat klinis, BEP digunakan untuk menilai kapan pendapatan yang dihasilkan dari pemanfaatan alat telah setara dengan biaya investasi awal dan biaya operasional yang menyertai (Meliko et al., 2021). Analisis BEP dalam usaha jasa dilakukan dengan membandingkan total biaya dengan nilai jual aktual layanan yang dihasilkan, sehingga diperoleh jumlah minimal tindakan yang harus dicapai agar investasi tidak menimbulkan kerugian (Handayani et al., 2023).

Penggunaan alat klinis spesialis menjadikan BEP tidak hanya sebagai indikator produksi jasa, tetapi juga sebagai instrumen mitigasi risiko terhadap potensi kerugian akibat kegagalan tindakan klinis atau mortalitas pasien (Gilbert et al., 2023). Sektor akuakultur dan layanan kesehatan ikan memandang intervensi klinis sebagai investasi untuk melindungi nilai ekonomi. Kegagalan dalam pengendalian kondisi klinis dapat menimbulkan kerugian finansial yang signifikan, sehingga pencapaian BEP menjadi indikator penting dalam menilai efektivitas investasi alat medis (Assefa dan Abunna, 2018). Pencapaian titik impas dalam waktu yang lebih singkat menunjukkan bahwa investasi memiliki potensi memberikan manfaat ekonomi secara berkelanjutan (Gilbert et al., 2023; Smith et al., 2025).

1.2.6 Return on Investment (ROI)

Return on Investment (ROI) merupakan indikator finansial yang digunakan untuk menilai tingkat pengembalian investasi dengan membandingkan laba bersih yang diperoleh terhadap total biaya investasi yang dikeluarkan (Auliah et al., 2025). Pengelolaan klinik veteriner menggunakan ROI sebagai dasar evaluasi untuk memastikan bahwa investasi peralatan medis memberikan kontribusi terhadap peningkatan pendapatan dan keberlanjutan usaha klinik (Smith et al., 2025). Nilai ROI mencerminkan efektivitas pemanfaatan modal serta menjadi indikator kesehatan keuangan praktik. Perhitungan ROI dilakukan setelah pemilihan peralatan klinik untuk menentukan kapan investasi mulai menghasilkan keuntungan secara finansial (Tassava, 2018). Indikator ini juga digunakan sebagai alat evaluasi kinerja usaha jasa karena mampu menggambarkan tingkat efisiensi penggunaan aset dalam menghasilkan pendapatan (Maharani et al., 2023). Keputusan investasi dalam industri veteriner perlu mempertimbangkan dinamika siklus bisnis dan kondisi ekonomi yang berkembang. Pengeluaran modal diarahkan pada peralatan yang memiliki potensi pengembalian investasi dalam waktu relatif cepat serta mampu mendukung stabilitas arus kas dan keberlanjutan usaha dalam jangka menengah dan panjang (Neill et al., 2025; Auliah et al., 2025).

1.3. Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat, dan mengimplementasikan alat *Fish Anesthesia Liquid System* (FALS) pada layanan pembedahan ikan hias di JUMNIVET sebagai penerapan teknologi medis veteriner, serta menganalisis profit hasil operasi pada ikan hias dari implementasi alat tersebut yang dinilai berdasarkan perubahan pendapatan layanan pembedahan ikan hias, *Break Even Point* (BEP), dan *Return on Investment* (ROI).

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat secara teoretis berupa kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang veteriner dan manajemen usaha veteriner melalui penyediaan informasi mengenai peran teknologi medis *Fish Anesthesia Liquid System* (FALS) terhadap kinerja finansial layanan pembedahan ikan hias, yang ditinjau melalui analisis pendapatan, BEP, dan ROI, serta secara praktis memberikan model evaluasi finansial yang dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan investasi teknologi medis bagi usaha atau klinik veteriner lain dalam upaya meningkatkan profitabilitas, efisiensi layanan, dan pengembangan usaha veteriner yang berkelanjutan.

BAB II METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan selama 4 bulan dari April-Agustus 2024. Tempat pelaksanaan penelitian terbagi menjadi beberapa lokasi yang berbeda. Adapun lokasi pelaksanaan penelitian yaitu Rumah Sakit Hewan Pendidikan Universitas Hasanuddin, Laboratorium Teknik Industri Universitas Hasanuddin dan JUMNIVET selaku mitra serta tempat implementasi alat FALS.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi peralatan pembuatan, komponen utama *Fish Anesthesia Liquid System* (FALS), serta peralatan pendukung. Peralatan pembuatan terdiri atas *cut-off saw* dan mesin las besi yang digunakan untuk memotong dan menyambungkan plat *stainless steel* serta batang sudut baja dalam pembuatan meja operasi, meja tambahan, dan landasan alat. Mesin *drill* digunakan untuk pemasangan roda, rel laci *double track*, serta pembuatan lubang aliran pada meja operasi. Kuas cat digunakan untuk melapisi permukaan landasan alat, sedangkan gunting dan *cutter* digunakan untuk memotong kasur busa sebagai penopang ikan saat dilakukan tindakan operasi.

Komponen utama *Fish Anesthesia Liquid System* (FALS) yang digunakan meliputi kolam fiber berkapasitas 85 liter sebagai wadah anestesi, pompa *submersible* berdaya 18 watt/1200 A yang dilengkapi selang *inlet* dan *outlet* untuk membantu resirkulasi cairan anestesi selama operasi, katup (*valve*), *Y-connector*, plat *stainless steel* sebagai meja operasi, rel laci *double track*, roda *caster* sebagai alat bantu mobilisasi alat, kasur busa sebagai penyangga ikan, keran saluran pembuangan untuk membuang sisa air anestesi setelah operasi, serta sekrup baja sebagai pengikat antar komponen. Peralatan tambahan yang digunakan meliputi perangkat dokumentasi dan alat ukur untuk mendukung kegiatan monitoring selama pengamatan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas air bersih sebagai media pelarut dan penghantar anestesi, *eugenol* sebagai bahan anestesi, serta cat yang digunakan untuk melapisi permukaan pada landasan alat.

2.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menerapkan pendekatan *Research and Development* (R&D) untuk perancangan dan pembuatan alat *Fish Anesthesia Liquid System* (FALS). Metode R&D dipilih guna memastikan pengembangan alat dilakukan melalui tahapan sistematis, meliputi desain, manufaktur, dan uji fungsi sebelum aplikasi klinis (Waruwu, 2024). Setelah tahap pengembangan, FALS diimplementasikan secara langsung pada layanan pembedahan ikan hias di JUMNIVET sebagai studi kasus penerapan teknologi medis veteriner.

Evaluasi dampak implementasi dilakukan menggunakan pendekatan kuantitatif melalui analisis ekonomi terhadap kinerja finansial layanan. Analisis

didasarkan pada tiga indikator utama, yaitu peningkatan pendapatan (*Revenue Growth*), *Break Even Point* (BEP), dan *Return on Investment* (ROI). Data dikumpulkan melalui komparasi pencatatan keuangan sebelum dan sesudah penggunaan FALS, serta kalkulasi biaya investasi alat. Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Hewan Universitas Hasanuddin (No. 00005/UN4.1.30.1.1.4/DI.05.01/2026), di mana seluruh prosedur pembedahan dilaksanakan dengan mematuhi prinsip kesejahteraan hewan (*animal welfare*) dan standar operasional prosedur yang berlaku.

2.4 Pelaksanaan Penelitian

2.4.1 Perancangan Desain Alat

Tahap awal penelitian diawali dengan persiapan dan perancangan desain alat *Fish Anesthesia Liquid System* (FALS). Kegiatan ini meliputi studi literatur dan perancangan desain. Perancangan dilakukan dengan mempertimbangkan aspek ergonomi, stabilitas posisi ikan, kemudahan pengoperasian oleh dokter hewan, serta keselamatan ikan selama proses anestesi dan tindakan pembedahan. Desain alat dirancang dengan menggunakan *Fish Anesthesia Delivery System* (FADS) sebagai acuan, rancangan dibuat untuk memungkinkan aliran anestesi cair secara kontinu ke insang atau mulut ikan dengan laju yang terkontrol, sehingga kedalaman anestesi dapat dipertahankan secara stabil selama prosedur berlangsung (Yanong dan Lewbart, 2024). Spesifikasi teknis alat dirancang dengan dimensi 100 cm × 50 cm × 25 cm, kapasitas volume 85 liter, menggunakan pompa *submersible* 18 watt/1200 A, dan material tahan korosi seperti *stainless steel* dan kolam fiber.

2.4.2 Pembuatan Alat *Fish Anesthesia Liquid System* (FALS)

Pembuatan alat dilakukan berdasarkan desain yang telah ditetapkan dengan mengikuti standar peralatan medis veteriner SNI 9184:2023 yang mensyaratkan penggunaan material tahan korosi, mudah disterilkan, dan memenuhi prinsip keselamatan kerja (Badan Standar Nasional, 2023). Pembuatan alat dimulai dengan kolam fiber yang dilakukan pemasangan pompa *submersible*, selang *inlet* dan *outlet* dengan *valve* dan *Y-connector* untuk pengaturan aliran, meja operasi berbahan *stainless steel*, rel laci *double track*, roda *caster*, serta kasur busa sebagai penyangga tubuh ikan. Setiap komponen dirangkai secara sistematis menggunakan sekrup baja untuk fiksasi. Berdasarkan penelitian Oskay et al. (2018), proses pembuatan alat dilakukan dengan perakitan yang kemudian memastikan tiap komponen berhubungan dan dapat berfungsi dengan baik. Proses uji coba kinerja alat juga dilakukan terlebih dahulu untuk memastikan kelayakan alat baik dari fungsi maupun bentuk.

2.4.3 Implementasi *Fish Anesthesia Liquid System* (FALS) di JUMNIVET

Implementasi dilakukan pada mitra penelitian JUMNIVET menggunakan ikan hias yang menjalani prosedur pembedahan sebagai objek uji klinis. *Fish Anesthesia Liquid System* (FALS) digunakan secara langsung pada proses anestesi dan

tindakan pembedahan ikan dengan mengacu pada protokol anestesi ikan (Sladky dan Clarke, 2016). Larutan anestesi disiapkan menggunakan *eugenol* dengan konsentrasi 0,3-0,5 ml per liter air sebagai agen anestesi pada ikan hias (Martins et al., 2019). Selain implementasi alat, dilakukan penyuluhan kepada mitra yang mencakup tata cara penggunaan FALS, pengaturan konsentrasi anestesi, prosedur keselamatan kerja, serta pemantauan kedalaman anestesi melalui observasi laju pergerakan operkulum dan respons ikan terhadap rangsangan (Chatigny et al., 2018). Implementasi dilaksanakan selama periode Juni hingga Juli 2024 dengan pencatatan setiap kasus secara sistematis untuk keperluan evaluasi.

2.4.4 Monitoring dan Evaluasi Program

2.4.4.1 Analisis Pengaruh Implementasi FALS Terhadap Pendapatan

Analisis pengaruh implementasi ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh implementasi *Fish Anesthesia Liquid System* (FALS) terhadap pendapatan. Pendapatan dianalisis dengan membandingkan rata-rata pendapatan jasa operasi ikan hias sebelum dan sesudah implementasi alat. Perbandingan ini digunakan untuk menilai perubahan pendapatan sebagai dampak dari implementasi alat *Fish Anesthesia Liquid System* (FALS).

2.4.4.2 Analisis Break Even Point (BEP)

Menurut Putri et al. (2025), analisis *Break Even Point* (BEP) dalam penelitian ini dilakukan dengan pendekatan pendapatan jasa untuk menilai titik pengembalian investasi alat *Fish Anesthesia Liquid System* (FALS) agar dapat menutupi biaya produksi, tanpa mengalami kerugian maupun keuntungan. Perhitungan ini merupakan asumsi dimana tidak memisahkan biaya variabel secara rinci, sehingga hasil *Break Even Point* (BEP) merepresentasikan titik impas investasi, bukan *Break Even Point* (BEP) operasional berbasis struktur biaya penuh. Secara matematis, perhitungan *Break Even Point* (BEP) dirumuskan sebagai berikut:

$$BEP = \frac{\text{Biaya Investasi}}{\text{Tarif rata rata per kasus}}$$

2.4.4.3 Analisis Return on Investment (ROI)

Menurut Auliah et al. (2025), analisis *Return of Investment* (ROI) digunakan untuk mengukur tingkat pengembalian investasi dengan membandingkan laba bersih yang diperoleh dari penggunaan *Fish Anesthesia Liquid System* (FALS) terhadap total biaya investasi yang dikeluarkan. Secara matematis, perhitungan *Return of Investment* (ROI) dirumuskan sebagai berikut:

$$ROI = \frac{\text{Pendapatan} - \text{Biaya Investasi}}{\text{Biaya Investasi}} \times 100\%$$

2.5 Pengumpulan Data dan Analisis Data

2.5.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung dari kegiatan operasional klinik JUMNIVET selama periode implementasi *Fish Anesthesia Liquid System* (FALS), meliputi jumlah tindakan anestesi dan pembedahan ikan hias, pendapatan jasa sebelum dan sesudah implementasi FALS, serta biaya investasi dan operasional alat. Data ini dikumpulkan melalui pencatatan administrasi klinik dan dokumentasi keuangan yang tersedia di JUMNIVET. Data sekunder diperoleh dari dokumen pendukung berupa laporan keuangan klinik, dan literatur ilmiah berupa jurnal yang membahas analisis finansial usaha jasa, *Return on Investment* (ROI), dan *Break Even Point* (BEP). Data sekunder digunakan sebagai dasar teoritis dan pembandingan dalam melakukan analisis kelayakan finansial implementasi FALS.

2.5.2 Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode analisis finansial berdasarkan data yang diperoleh dari mitra JUMNIVET. Analisis kinerja finansial dilakukan secara operasional melalui pendekatan pendapatan jasa operasi ikan hias dan biaya operasional terkait, tanpa melakukan perhitungan laba akuntansi secara mendetail. Untuk menilai implikasi finansial dari implementasi alat *Fish Anesthesia Liquid System* (FALS), analisis didukung dengan perhitungan *Break Even Point* (BEP) dan *Return on Investment* (ROI). Analisis BEP dan ROI dalam penelitian ini dilakukan dengan keterbatasan data biaya operasional, sehingga perhitungan difokuskan pada pendekatan investasi dan pendapatan jasa.