

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*) adalah salah satu spesies *Cetacea* yang memiliki adaptasi anatomis dan fisiologis unik untuk mendukung kemampuan menyelam dan bertahan hidup di kedalaman laut yang ekstrem. Secara anatomis, paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*) memiliki struktur tulang yang kuat dan fleksibel. Tulang rusuk dan vertebra, menunjukkan tingkat elastisitas yang tinggi, memungkinkan paus untuk menahan tekanan luar biasa selama menyelam di kedalaman laut (Quick *et al.*, 2020). Tulang tengkoraknya berbentuk *aerodinamis* dan kokoh, membantu menyelam serta mengarahkan gelombang suara saat menggunakan ekolokasi untuk mencari mangsa di kedalaman laut.

Secara fisiologis, paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*) memiliki efisiensi metabolik yang luar biasa. Studi oleh Karaa *et al.* (2021), mengungkapkan bahwa spesies ini mampu menyelam hingga kedalaman lebih dari 2.000 meter dan bertahan di bawah air selama lebih dari dua jam dengan memperlambat laju metabolisme mereka. Kemampuan ini memungkinkan paus untuk berburu di kedalaman ekstrem dengan tekanan air yang sangat tinggi. Adaptasi tersebut juga melibatkan pengelolaan tekanan nitrogen dalam darah, yang berfungsi untuk mencegah risiko penyakit dekompresi yang sering dialami mamalia laut penyelam dalam (Fahlman *et al.*, 2014).

Secara *behavior*, paus cenderung hidup dalam kelompok kecil yang sangat terorganisir. Namun, gangguan tertentu, terutama yang disebabkan oleh aktivitas manusia, dapat memisahkan individu dari kelompoknya dan mengganggu struktur sosial mereka. Gangguan semacam ini dapat menyebabkan stres, menghambat kemampuan navigasi, serta mempengaruhi komunikasi paus. Penelitian menunjukkan bahwa gangguan akustik memiliki potensi untuk mengubah pola perilaku sosial paus, sehingga meningkatkan risiko kurangnya koordinasi antarindividu dalam kelompok. Kurangnya koordinasi ini dapat memberikan dampak negatif pada kesejahteraan paus secara keseluruhan (Hooker *et al.*, 2018; Visser *et al.*, 2020).

Ketika terpisah dari kelompok, paus berhadapan dengan tantangan besar, seperti kesulitan dalam mencari makanan dan meningkatnya risiko serangan predator. Selain itu, hilangnya komunikasi akustik dengan kelompok dapat mempersulit paus dalam bernavigasi di perairan yang kompleks. Gangguan ini menjadi lebih serius ketika dipadukan dengan kondisi lingkungan yang semakin terdegradasi akibat polusi dan perubahan iklim (Cox *et al.*, 2005). Meskipun paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*) memiliki kemampuan adaptif yang luar biasa, seperti ekolokasi untuk mendeteksi mangsa dan bahaya, gangguan sosial yang disebabkan oleh aktivitas manusia dapat berdampak negatif pada kelangsungan hidup mereka. Tingkat koordinasi sosial yang tinggi pada paus menunjukkan bahwa hilangnya salah satu individu dalam kelompok dapat menutupi fungsi sosial yang

penting dan berperan dalam mendukung strategi bertahan hidup mereka (Aguilar De Soto *et al.*, 2018).

Dalam penelitian ini, salah satu kasus terdamparnya paus ditemukan di Pantai Tanakeke, Kabupaten Takalar, pada 11 Oktober 2023. Penyebab pasti terdamparnya paus ini belum diketahui secara pasti, sehingga penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab kematiannya melalui pemeriksaan histopatologi organ internal, seperti limpa dan hati. Analisis histopatologi ini memberikan gambaran rinci mengenai perubahan mikrostruktur jaringan, yang dapat menunjukkan adanya penyakit, infeksi, atau dampak dari polutan lingkungan.

1.1.1 Tujuan dan Manfaat

1.1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis gambaran histopatologi limpa dan hati paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*) yang terdampar. Fokus utama dari penelitian ini meliputi:

a. Menganalisis Gambaran Histopatologi Limpa dan Hati

Menganalisis perubahan mikrostruktur pada jaringan limpa dan hati yang mungkin terjadi akibat faktor stres lingkungan, seperti polusi atau infeksi.

b. Mengidentifikasi Jenis Kerusakan Jaringan

Mengidentifikasi kelainan jaringan, seperti nekrosis atau inflamasi, untuk memahami penyebab kerusakan dan dampaknya terhadap kesehatan organ vital paus.

1.1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa manfaat penting, di antaranya adalah menyediakan data histopatologi yang dapat mendukung pengembangan ilmu pengetahuan mengenai kesehatan organ limpa dan hati pada Paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*) yang terdampar. Informasi ini membantu memahami penyebab histopatologi dari fenomena terdamparnya paus, sehingga mendukung upaya pencegahan dan penanganan yang lebih efektif di masa mendatang. Penelitian ini juga berkontribusi pada konservasi paus dengan memberikan wawasan mendalam tentang pengaruh faktor biotik dan abiotik terhadap kondisi organ vital ini, baik dari segi histopatologi maupun lingkungan. Selain itu, hasil penelitian ini menjadi referensi penting bagi pengambil kebijakan, peneliti, dan pihak berwenang dalam pengelolaan lingkungan laut yang berkelanjutan serta penanganan paus yang terdampar secara lebih optimal. Terakhir, penelitian ini turut meningkatkan kesadaran akan kondisi lingkungan laut, terutama terkait dampak negatif aktivitas manusia, seperti polusi, terhadap kesehatan mamalia laut.

1.3 Kajian Pustaka

1.3.1 Adaptasi Fisiologis dan Ekologi Paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*)

Paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*) adalah spesies mamalia laut yang menunjukkan adaptasi fisiologis luar biasa untuk bertahan hidup di lingkungan laut yang ekstrem. Salah satu kemampuan uniknya adalah menyelam hingga kedalaman lebih dari 2.000 meter dan bertahan di bawah air selama lebih dari dua jam. Adaptasi ini melibatkan proses bradikardia, di mana detak jantung menurun untuk menghemat oksigen selama penyelaman dalam (Hooker *et al.*, 2012).

Kemampuan lain yang mendukung aktivitas menyelam adalah adanya mekanisme khusus yang memungkinkan paru-paru mengempis, sehingga dapat mencegah terbentuknya gelembung gas akibat perubahan tekanan saat kembali ke permukaan. Adaptasi ini berperan dalam mengurangi risiko penyakit dekompresi, yang menjadi ancaman bagi keselamatan mamalia laut (Fahlman *et al.*, 2014). Selain itu, peningkatan kepadatan tulang berkontribusi dalam mencegah kompresi pada ruang yang berisi gas, yang sangat penting untuk menjaga daya apung selama penyelaman di kedalaman laut (Martin *et al.*, 2022; Consoli *et al.*, 2022). Keberadaan jaringan elastis pada paus juga berfungsi dalam pengaturan tekanan, memungkinkan tubuh mereka untuk berkontraksi dan mengembang tanpa mengalami cedera (Stead, 2013).

Kemampuan ekolokasi paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*) juga sangat luar biasa dan menjadi alat penting untuk berburu di habitat laut yang memiliki pencahayaan rendah. Paus ini menggunakan frekuensi tinggi, dengan kisaran 40–90 kHz, untuk mendeteksi mangsa dan bernavigasi di lingkungan bawah laut yang kompleks (Gassmann *et al.*, 2015). Penelitian mengungkapkan bahwa paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*) dapat mendeteksi mangsa hingga jarak 144 meter, menunjukkan kemampuan berburu jarak jauh yang sangat efisien (Tønnesen *et al.*, 2020).

Namun, paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*) menghadapi berbagai ancaman akibat aktivitas manusia dan perubahan lingkungan. Perubahan iklim yang mengubah suhu laut berdampak pada ketersediaan mangsa, memaksa paus untuk bermigrasi ke habitat yang kurang ideal (Filatova *et al.*, 2023). Polusi laut, terutama mikroplastik dan logam berat, mempengaruhi fungsi metabolisme paus dan menimbulkan risiko kesehatan serius (Filatova *et al.*, 2023). Meningkatnya kebisingan suara akustik di laut, seperti antropogenik semakin mengganggu kemampuan ekolokasi dan komunikasi paus, yang berdampak pada efisiensi berburu dan interaksi sosial mereka (Mooney *et al.*, 2012).

1.3.2 Kasus Terdampar Paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*)

Indonesia, dengan perairannya yang kaya akan keanekaragaman hayati, juga menghadapi tantangan besar dalam mengelola pencemaran laut. Polusi mikroplastik, logam berat, dan senyawa organik persisten (POPs) telah menjadi ancaman serius bagi kesehatan paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*). Penelitian Basri *et al.* (2021), menunjukkan bahwa polutan ini dapat terakumulasi dalam jaringan tubuh, yang mengganggu metabolisme, fungsi imun, dan sistem pencernaan.

Salah satu kasus mencolok yang menunjukkan dampak pencemaran plastik terhadap mamalia laut terjadi di Wakatobi, Indonesia, ketika seekor paus sperma (*Physeter macrocephalus*) ditemukan mati dengan sistem pencernaannya penuh dengan sampah plastik. Saat dilakukan nekropsi, ditemukan bahwa paus tersebut telah menelan sekitar 5,9 kilogram plastik, termasuk kantong plastik, botol, tali rafia, dan barang-barang lainnya. Kondisi ini mencerminkan buruknya pengelolaan sampah plastik di daratan yang akhirnya mencemari ekosistem laut (The Conversation, 2018). Kematian paus ini mengindikasikan bahwa sampah plastik

tidak hanya merusak lingkungan, tetapi juga dapat langsung mempengaruhi kesehatan mamalia laut (Kastilon *et al.*, 2025; Simmonds, 2017).

Perubahan iklim dapat memperburuk situasi dengan mengganggu distribusi makanan dan suhu laut. Perubahan ini memaksa paus untuk bermigrasi ke wilayah baru yang mungkin tidak menyediakan kebutuhan ekologis mereka, meningkatkan risiko kelaparan dan stres fisiologis. Di Indonesia, peningkatan suhu laut dan perubahan pola arus laut menjadi ancaman yang semakin nyata bagi kelangsungan hidup paus (Mazzariol *et al.*, 2018).

Pada Februari 2023, sebanyak tujuh paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*) ditemukan mati terdampar di pantai utara Siprus, Turki. Meskipun penyebab pasti kematian paus-paus tersebut masih belum diketahui, para pemeriksa dan tim peneliti menduga bahwa gempa bumi besar yang melanda Turki dan Suriah pada 6 Februari 2023 berperan dalam insiden ini. Getaran dari gempa kemungkinan mempengaruhi sistem navigasi paus, yang akhirnya menyebabkan mereka tersesat dan terdampar di pantai (Kompas, 2023). Sementara itu, pada 31 Januari 2019, seekor paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*) ditemukan mati terdampar di Pantai Lhok Keutapang, Kecamatan Tapak Tuan, Kabupaten Aceh Selatan. Paus yang memiliki panjang 4,9 meter ini ditemukan dalam kondisi mengapung di perairan sebelum akhirnya terdampar di pantai. Tidak ditemukan luka-luka eksternal pada tubuh paus, namun penyebab pasti kematiannya tetap tidak diketahui (Liputan6.com, 2019).



Gambar 1. Paus Paruh Cuvier (*Ziphius cavirostris*) yang Tedampar (Dokumentasi Pribadi)

Penelitian Jennifer *et al.*, 2022, mengungkapkan bahwa perangkat antifouling ultrasonik dan sumber kebisingan antropogenik lainnya memiliki dampak terhadap distribusi paus berparuh di kawasan Pulau Guadalupe, Meksiko. Suara yang dihasilkan perangkat ini dapat mengganggu perilaku paus dan berpotensi

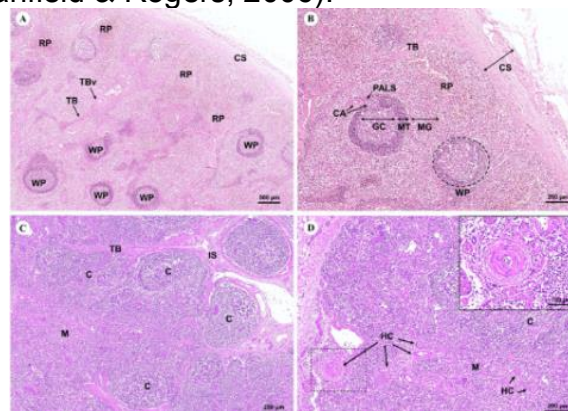
menimbulkan kerusakan jaringan, sebagaimana terlihat dari penurunan aktivitas akustik paus selama periode penggunaan perangkat tersebut. Temuan ini menyoroti bagaimana kebisingan buatan manusia dapat mempengaruhi pola habitat serta kesehatan mamalia laut yang sangat peka terhadap suara.

Secara umum, terdamparnya paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*) dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti gangguan navigasi akibat penggunaan sonar militer, kesalahan navigasi, aktivitas manusia lainnya seperti survei seismik, serta faktor alami seperti penyakit atau perubahan kondisi lingkungan. Kasus terdamparnya paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*) memberikan wawasan penting mengenai kesehatan dan respon terhadap tantangan lingkungan, termasuk di wilayah Indonesia. Penyebab utama terdamparnya paus meliputi gangguan akustik, polusi, kelangkaan makanan, penyakit, dan dampak perubahan iklim. Gangguan suara bawah air, seperti dari aktivitas kapal, adalah salah satu faktor utama yang memengaruhi kemampuan navigasi paus. Intensitas suara yang tinggi dapat menyebabkan disorientasi selama menyelam, yang berujung pada peningkatan risiko cedera fisiologis, seperti emboli gas atau dekompresi yang dapat berakibat fatal (De Vere *et al.*, 2018; Fahlman *et al.*, 2014).

1.3.3 Limpa

Histologi organ limpa paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*) menunjukkan berbagai adaptasi dalam fungsi imunologis dan penyaringan darah. Limpa terdiri dari dua komponen utama, yaitu pulpah merah dan pulpah putih. Pulpah merah bertugas untuk menyaring dan menyimpan sel darah merah yang sudah tua, sementara pulpah putih, yang kaya akan limfosit, bertanggung jawab dalam melawan patogen melalui respon imun. Adaptasi ini memungkinkan paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*) bertahan di lingkungan laut yang penuh tantangan imunologis, termasuk paparan berbagai patogen yang di laut dalam (Romano *et al.*, 2002).

Penelitian menunjukkan bahwa jaringan retikular di pulpah putih berperan penting dalam mendukung pergerakan dan aktivitas limfosit. Selain itu, struktur limpa paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*) mencerminkan kemampuan adaptifnya dalam merespons tekanan lingkungan, seperti perubahan tekanan ekstrem selama penyelaman dalam yang dapat mencapai kedalaman lebih dari 2.000 meter. Adaptasi imunologis ini berperan penting untuk menjaga homeostasis tubuh paus (Gray *et al.*, 2006; Canfield & Rogers, 2006).



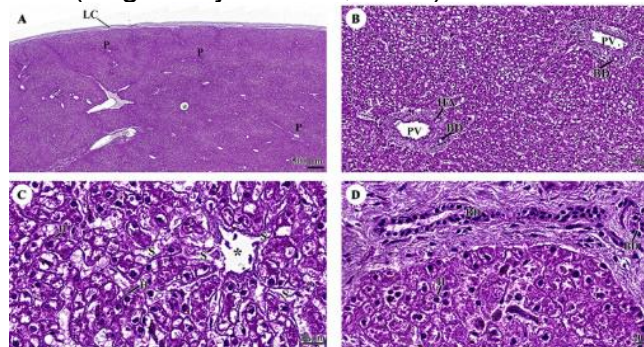
Gambar 2. Histologi organ Limpa (Kaewmong *et al.*, 2023)

Limpa merupakan organ limfoid utama dalam sistem imun paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*), yang berperan penting dalam produksi serta pemeliharaan sel-sel darah, termasuk limfosit dan makrofag. Limfosit, sebagai komponen sistem imun adaptif, bertanggung jawab untuk menghasilkan antibodi dalam melawan infeksi, sedangkan makrofag berfungsi dalam fagositosis untuk menghilangkan patogen dan sel-sel yang merusak dalam sirkulasi darah. Ketika paus terpapar stres lingkungan, seperti perubahan tekanan selama menyelam atau kontaminasi oleh polutan, limpa dapat menunjukkan perubahan histopatologis, seperti infiltrasi sel inflamasi dan nekrosis. Perubahan ini tidak hanya mencerminkan dampak stresor lingkungan tetapi juga dapat mengurangi efisiensi fungsi imun, sehingga meningkatkan kerentanan paus terhadap berbagai penyakit (Romano *et al.*, 2002; Gray *et al.*, 2006; Bressem *et al.*, 2009).

Histologi limpa paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*) menunjukkan kemampuan spesies ini dalam mengembangkan mekanisme pertahanan imun yang efektif untuk menghadapi tekanan lingkungan yang terus berubah. Adaptasi ini, seperti peningkatan kapasitas imun adaptif di pulpah putih, memungkinkan paus untuk merespons patogen laut dengan baik dan menjaga fungsi vital tubuh selama menyelam dalam (Quick *et al.*, 2020).

1.3.4 Hati

Hati merupakan salah satu organ vital pada paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*) yang memiliki fungsi penting dalam detoksifikasi dan metabolisme tubuh. Hati berperan memproses dan mengeliminasi zat-zat beracun yang masuk ke dalam tubuh, termasuk polutan lingkungan seperti logam berat dan hidrokarbon. Hati juga berperan dalam menyimpan glikogen sebagai cadangan energi, menghasilkan empedu untuk mencerna lemak, serta memproduksi protein penting yang terlibat dalam koagulasi darah (Page-Karjian *et al.*, 2020).



Gambar 3. Histologi organ Hati (Kaewmong *et al.*, 2023)

Paparan logam berat serta senyawa organik persisten (Persistent Organic Pollutants/POPs), diketahui dapat menyebabkan perubahan histopatologis pada hati mamalia laut, termasuk paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*). Logam berat dan senyawa organik persisten (POPs) cenderung terakumulasi di jaringan hati karena sifat lipofilik dan ketidakmampuan tubuh untuk mengeliminasi senyawa ini dengan mudah. Lesi yang umum ditemukan di hati mencakup nekrosis hepatosit, *steatosis* (akumulasi lemak dalam hepatosit), serta infiltrasi inflamasi, yang keseluruhannya merupakan manifestasi stres fisiologis akibat paparan toksin lingkungan (Schmidt *et al.*, 2020; Groch *et al.*, 2018).

Ketika fungsi hati terganggu, toksin dalam tubuh terakumulasi lebih banyak, menyebabkan beban tambahan pada sistem imun. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa histopatologi jaringan hati sering kali menunjukkan nekrosis, perubahan lemak, dan fibrosis, yang mengindikasikan gangguan serius pada fungsi hati dan proses detoksifikasi (Page-Karjian *et al.*, 2020).

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November hingga Desember 2024, yang dimana nekropsi dilaksanakan pada Rabu, 11 Oktober 2023 di Pantai Tanakeke, Kabupaten Takalar. Pembuatan preparat histopatologi dilaksanakan pada bulan November-Desember 2024 bertempat di Laboratorium Patologi Program Studi Kedokteran Hewan (PSKH) Universitas Hasanuddin.

2.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini yaitu berupa penelitian studi kasus prospektif untuk mengetahui arah perkembangan dari kasus terdamparnya paus yang ditemukan di Pantai Tanakeke, Kabupaten Takalar. Arah perkembangan kasus ini dengan melihat gambaran histopatologi organ limpa dan hati paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*) yang terdampar.

2.3 Materi Penelitian

2.3.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah pisau bedah, pinset chirurgis, pinset anatomis, mikroskop, penggaris, kamera, botol sampel, kertas label, tisu, gelas ukur, seperangkat alat untuk pewarnaan HE, *object glass*, *cover glass*, *incubator*, *tissue cassette*, cetakan jaringan, kaset pink mikrotom, pisau mikrotom, dan peralatan histoteknik.

2.3.1 Bahan

Bahan penelitian yang digunakan adalah sampel organ limpa dan hati paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*), alkohol bertingkat (75%, 80%, 90%), alkohol absout I, alkohol absolut II, aquades, formalin 10%, parafin, pewarnaan hematoxylin dan eosin, tissue embedding dan xylol.

2.4 Metode Penelitian

2.4.1 Nekropsi

Metode nekropsi yang digunakan untuk penelitian ini meliputi beberapa tahap. Pertama, penempatan bangkai dilakukan di area yang luas dan aman, biasanya di pulau atau lokasi terpisah dari pemukiman. Paus diletakkan dalam posisi terlentang atau miring untuk memudahkan akses ke organ-organ vital. Keempat tungkai dapat dilepaskan dengan irisan di sendi-sendi yang sesuai agar tidak mengganggu pemeriksaan. Selanjutnya, pengirisan kulit dilakukan dengan mengiris kulit paus mengikuti garis median dari leher, dada, hingga perut. Pengirisan harus dilakukan dengan hati-hati untuk meminimalkan kerusakan pada jaringan di bawahnya. Setelah kulit dikelupas secukupnya, dilakukan pemeriksaan pada jaringan otot dan kelenjar limfatik yang terletak di bawah kulit. Kemudian, pemeriksaan isi rongga perut dimulai dengan mengeluarkan limpa untuk memeriksa keadaannya, termasuk pulpanya dan perubahan yang mungkin terjadi. Terakhir, pemeriksaan hati dilakukan dengan

mengeluarkan hati dan memeriksanya untuk melihat permukaan, penebalan, bentuk, warna, dan konsistensinya. Beberapa irisan dibuat untuk memeriksa bidang sayatan, termasuk warna dan konsistensi cairan empedu.

2.4.2 Pembuatan Preparat Histologi

Tahapan pembuatan preparat histopatologi dimulai dengan fiksasi, yaitu proses yang bertujuan untuk mempertahankan struktur sel dan jaringan agar tetap seperti dalam keadaan hidup. Fiksasi mencegah dekomposisi jaringan akibat aktivitas enzim, mikroorganisme, atau perubahan fisik lainnya. Sampel jaringan limpa dan hati diambil dengan ukuran sekitar 1x1x0,5 cm agar larutan fiksatif dapat meresap dengan baik. Sampel kemudian direndam dalam *Neutral Buffered Formalin* (NBF) 10% dengan perbandingan volume fiksatif 10-20 kali lebih banyak dari volume jaringan, lalu didiamkan selama 2x24 jam pada suhu ruang agar proses fiksasi berlangsung optimal.

Setelah fiksasi, dilakukan dehidrasi untuk menghilangkan air dari jaringan menggunakan rangkaian perendaman dalam alkohol dengan konsentrasi meningkat secara bertahap, yaitu 70%, 80%, 90%, alkohol absolut I, dan alkohol absolut II. Perendaman pada setiap tahap dilakukan dalam waktu tertentu agar jaringan tidak mengalami pengerutan atau deformasi. Setelah dehidrasi selesai, jaringan memasuki tahap *clearing*, di mana alkohol dalam jaringan dikeluarkan dan digantikan dengan zat yang dapat berikatan dengan parafin. Agen *clearing* yang umum digunakan adalah *xylene*, *chloroform*, *toluene*, *benzene*, *dioxane*, *carbon tetrachloride*, *cedarwood oil*, dan *isoamyl acetate*.

Setelah *clearing*, jaringan masuk ke tahap infiltrasi, di mana agen infiltrasi akan menggantikan agen clearing sehingga parafin dapat sepenuhnya menembus jaringan. Tahap ini bertujuan untuk mengeraskan jaringan dan mempersiapkannya untuk pemotongan. Jaringan yang telah terinfiltrasi kemudian memasuki tahap embedding, yaitu pengecoran jaringan dengan parafin menggunakan cetakan (*mold*). Proses ini dilakukan untuk mencetak sampel di dalam parafin agar lebih mudah dipotong dalam tahap berikutnya.

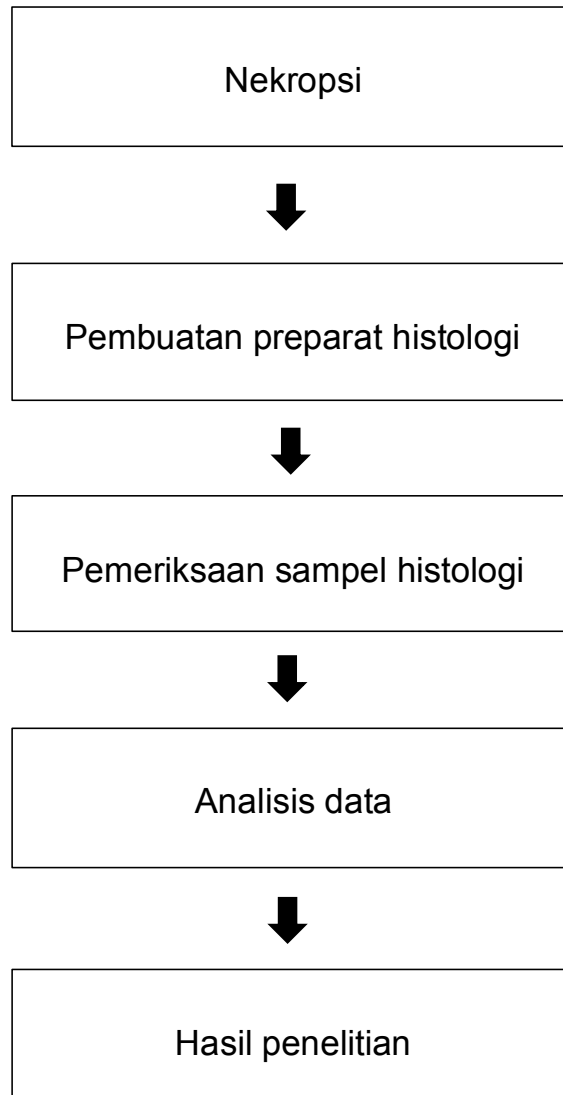
Pada tahap *cutting*, jaringan yang telah dibentuk dalam blok parafin dipotong menggunakan mikrotom dengan ketebalan sekitar 3-5 mikrometer. Potongan jaringan kemudian ditempatkan di *water bath* pada suhu 40-45°C untuk membantu pengembangan jaringan sebelum diambil menggunakan *object glass*. Setelah itu, kaca preparat dikeringkan dan dimasukkan ke dalam inkubator selama 2-3 jam agar jaringan menempel dengan sempurna sebelum dilakukan pewarnaan.

Tahap berikutnya adalah *staining* (pewarnaan), yang bertujuan untuk memudahkan pengamatan jaringan menggunakan mikroskop. Pewarnaan yang digunakan adalah Hematoksilin-Eosin (HE). Hematoksilin akan mewarnai inti sel menjadi biru atau ungu, sedangkan eosin akan mewarnai sitoplasma dan struktur lainnya menjadi merah muda. Setelah pewarnaan selesai, dilakukan *mounting* (penempelan) dengan menambahkan cairan perekat entellan pada preparat dan menempelkan *cover glass*. Proses ini bertujuan untuk melindungi jaringan dari kerusakan serta mencegah kontak langsung dengan lensa mikroskop selama pengamatan. Setelah *mounting* selesai, preparat histopatologi siap untuk dianalisis di bawah mikroskop.

2.5 Analisis Data

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu secara deskriptif kualitatif yaitu dengan memaparkan mengenai histopatologi organ limpa dan hati pada paus berparuh Cuvier (*Ziphius cavirostris*).

2.6 Alur Penelitian



Gambar 4. Alur Penelitian