

BAB I

PENDAHULUAN UMUM

1.1 Latar Belakang

Wilayah pesisir dan laut Provinsi Gorontalo memiliki potensi biota spesifik, langka dan dilindungi baik dari kelompok cetacean, crustacean, bivalvia maupun biota penyu. Keberadaan biota tersebut banyak ditemukan baik sebagai jalur migrasi maupun tempat pemijahan maupun mencari makan. Biota cetacean seperti Paus sering ditemukan sepanjang jalur Laut Sulawesi yang merupakan arus Arlindo. Selain itu Paus dan Lumba- lumba sering ditemukan diwilayah perairan Teluk Tomini yang merupakan laut terbuka. Biota Dugong sering ditemukan oleh masyarakat. Biota Penyu sering ditemukan di perairan sepanjang perairan Gorontalo baik di perairan sebelah utara maupun selatan. Ikan dan hewan yang dilindungi yang sering ditemukan di sepanjang pesisir maupun pulau-pulau kecil Provinsi Gorontalo berupa ikan Dugong, Paus, Lumba-lumba, Bambu Laut, Kuda Laut, Kima, Abalone, ikan Sidat, dan ikan Napoleon. Sedangkan jenis ikan Hiu Paus sudah menjadi ikon Gorontalo dikarenakan frekuensi kemunculannya di Desa Botubarani menjadi daya tarik wisata. Selain itu, di beberapa pulau-pulau kecil terdapat burung Maleo yang merupakan burung endemik Sulawesi.

Hiu paus (*Rhincodon typus*) pertama kali dideskripsikan oleh Smith pada tahun 1928. Spesies ini dikenal karena ukurannya yang besar dan perilakunya sebagai pemakan plankton. Hiu paus rentan dan populasinya terancam oleh penangkapan ikan berlebihan dan hilangnya habitat. Mereka diketahui berkumpul secara musiman di lokasi pesisir yang sangat produktif dan dapat melakukan migrasi lintas batas yang besar untuk mencapai lokasi-lokasi tersebut (Afonso et al., 2014; Rahman et al., 2017). Hiu Paus (*Rhincodon typus*) mendiami dan berkumpul secara musiman di wilayah pesisir dan lautan; agregasi musiman yang besar telah didokumentasikan di Madagaskar, Mozambik, Galapagos, Seychelles, Maladewa, Ningaloo Reef di Australia, Isla Contoy di lepas pantai Meksiko, dan di perairan utara Teluk Meksiko (Guzman et al., 2022). Selanjutnya dinyatakan bahwa agregasi musiman dan rute migrasi ini sebagian besar didorong oleh arus laut, pertumbuhan plankton, dan peristiwa pemijahan ikan dan karang. Australia adalah salah satu lokasi paling andal untuk menemukan hiu paus. Penampakan rutin juga tercatat di banyak wilayah lain termasuk India, Maladewa, Afrika Selatan, Belize, Meksiko, Kepulauan Galapagos, Asia Tenggara, dan India.

Hiu paus (*Rhincodon typus*) ditemukan di seluruh dunia di perairan tropis, subtropis, dan beriklim hangat, dan kumpulan musiman serta pergerakan migrasi mereka dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti arus laut, sistem termobiologi, dan pola produktivitas (Ranintyari et al., 2018a). Beberapa lokasi di Samudera Pasifik tropis bagian timur diketahui sebagai habitat hiu paus; Meskipun telah lama diketahui bahwa hiu paus berkumpul di sepanjang pantai Panama, hanya sedikit yang diketahui mengenai pola pergerakan, perilaku, dan penggunaan habitatnya (Guzman et al., 2018). Tidak jarang hiu paus juga terlihat memasuki laguna atau atol, atau mendekati estuaria (muara sungai).

Hiu paus (*Rhincodon typus*) merupakan biota laut pemakan plankton yang merupakan spesies ikan terbesar dan kebiasaan makannya dengan menyaring air laut menyerupai kebanyakan jenis paus (Handoko et al., 2019). Hiu paus memiliki panjang tumbuh sampai 20 meter dan berat hingga 34 ton, dengan bentuk kepala yang lebar dan gepeng dengan mulut yang besar. Hiu paus memiliki warna tubuh keabu-abuan dan dengan pola totol-totol putih pada seluruh bagian tubuhnya. Pola totol-totol ini berbeda pada setiap individu sehingga dapat digunakan sebagai alat bantu identifikasi (Yusma et al., 2025). Karakter tubuh tersebut membuat spesies ini sangat mudah dikenali (Brooks et al., 2010). Hiu paus dapat ditemukan melalui keberadaannya yang nyata dengan melihat sirip punggung dan ekornya di permukaan, survei udara juga dilakukan untuk membantu lokasinya (Hacohen-Domené et al., 2015)

Hiu paus (*Rhincodon typus*) ditemukan di pesisir dangkal dan perairan dalam di laut tropis dan beriklim hangat (Guzman dkk., 2018). Habitat hiu paus merupakan perairan tropis dan subtropis yang hangat (18-30° celcius), sehingga spesies ini mudah ditemukan di perairan Indonesia. Beberapa daerah dengan kemunculan teratur setiap tahunnya adalah di Perairan Teluk Cenderawasih Papua, Talisayan Kalimantan Timur, Probolinggo Jawa Timur dan Botubarani Gorontalo (Handoko et al., 2016).

Hiu paus dikategorikan sebagai hewan yang bermigrasi atau memiliki jangkauan wilayah yang luas. Meskipun sedikit yang diketahui mengenai pemilihan habitat atau pola migrasinya, hiu paus tampaknya merupakan spesies yang sangat berpindah-pindah (Guzman et al., 2018; Tilahunga et al., 2024). Pada tahun 1999, hiu paus ditetapkan masuk ke dalam apendiks II dalam Convention on Migratory Species (CMS) yang artinya hiu paus baru akan 'merasakan' dampak yang signifikan bila perlindungan dan pengelolaannya diterapkan melalui kerja sama internasional. Hal ini menunjukkan bahwa upaya konservasi untuk spesies tersebut perlu dilakukan melalui jejaring antar berbagai negara.

Pada tahun 2000, hiu paus masuk dalam daftar merah untuk species terancam oleh International Union for Conservation of Nature (IUCN) dengan status rentan (vulnerable) yang artinya populasinya diperkirakan sudah mengalami penurunan sebanyak 20-50% dalam kurun waktu 10 tahun atau tiga generasi. Kemudian pada tahun 2002, hiu paus akhirnya dimasukkan dalam apendiks II Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES) yang artinya perdagangan internasional untuk komoditas ini harus melalui aturan yang menjamin pemanfaatannya tidak akan mengancam kelestariannya di alam. Di Indonesia, hiu paus dilindungi berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 18 Tahun 2013 tentang Penetapan Status Perlindungan Ikan Hiu Paus dengan status perlindungan penuh. Berdasarkan aturan ini maka hiu paus ditetapkan sebagai jenis ikan yang dilindungi penuh dan pemanfaatan secara ekstraktif hiu paus dan bagian-bagiannya merupakan kegiatan yang dilarang berdasarkan peraturan perundang-undangan. Menurut Hukom (2016), hiu paus di beberapa wilayah di Asia seperti di Filipina, Taiwan dan India diburu oleh nelayan setempat, meskipun telah dilindungi .

Hiu paus merupakan hewan ovipar dengan ketergantungan embrio pada kuning telur; bungkus telur dipertahankan hingga anak menetas di tubuh induk; seekor hiu paus betina pernah tertangkap di perairan Taiwan dengan 300 ekor embrio siap lahir di dalam perutnya. Makanannya berupa hewan-hewan planktonik dan nektonik (Hari Murdani et al., 2018).

Hiu paus diketahui memiliki sifat yang cenderung soliter, namun di beberapa lokasi ditemukan berkelompok (melakukan agregasi). Alasan kecenderungan hiu paus untuk beragregasi belum diketahui secara pasti, namun diduga berkaitan dengan ketersediaan makanan di suatu lokasi. Di Indonesia, studi agregasi hiu paus pertama dilakukan di wilayah TNTC (Himawan et al., 2015). kemunculan hiu paus di sekitar wilayah perairan dangkal merupakan fenomena langka yang tidak ada di banyak wilayah perairan. Oleh karena itu fenomena ini mengundang perhatian banyak khalayak. Selain memiliki keunikan dari segi fisik, hiu paus juga merupakan biota yang jinak dan mudah berinteraksi dengan manusia. Hal inilah yang menyebabkan kemunculan hiu paus ini bisa menjadi objek wisata yang dapat dikembangkan. Yusma et al. (2015) dalam penelitiannya di perairan Taliyasan, Kabupaten Berau Kaltim berhasil mengidentifikasi 10 ekor individu hiu paus yang terdiri dari 9 ekor jantan dan satu ekor betina, dengan ukuran berkisar dari 2-7 meter. Hiu paus biasa muncul ketika

bagan beroperasi di Talisayan yaitu ketika musim Selatan (Juni-Oktober atau Mei-Desember).

Keberadaan ikan hiu paus yang bergerak dari Filipina ke arah Perairan Indonesia, tepatnya di teluk-teluk Pulau Sulawesi. Keberadaan hiu paus di Perairan Botubarani, Teluk Gorontalo tidak lepas dari wilayah perairan lainnya sebagai habitat dan ruang gerak dalam siklus kehidupannya (Handoko et al., 2017). Penelitian hiu paus di perairan Botubarani menjadi sangat penting karena menjadi salah satu daerah aggregasi hiu paus disepanjang wilayah pergerakannya.

Perairan Botubarani, di Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo, adalah salah satu perairan yang kemunculan hiu paus yang paling mudah ditemui dan bulan tertentu diduga muncul hampir setiap hari. Keberadaan hiu paus, atau "*Munggiango Hulalo*" dalam bahasa setempat di perairan Gorontalo masih belum banyak diketahui. Tidak ada cerita legenda masyarakat setempat secara khusus menceritakan keberadaan hiu paus di Gorontalo. Namun, beberapa masyarakat terutama nelayan mengakui keberadaan hiu paus telah ada sejak dahulu kala. Beberapa nelayan menceritakan, bahwa hiu paus terlihat sering mendekati kapal nelayan terutama ketika menangkap ikan nike atau sedang menjaring ikan nike (*Awaous melancephalus*). Di sisi lain itu, didapatkan dugaan lain bahwa kemunculan hiu paus di perairan Botubarani dikarenakan adanya pemberian makan secara sengaja berupa kepala dan kulit udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) oleh pemandu wisata atau pengunjung yang akan melihat langsung hiu paus.

Perairan Botubarani memiliki potensi alam untuk bisa dikembangkan dan juga menjadi habitat alami bagi hiu paus. Hal ini dikarenakan jarak kemunculan hiu paus dari pesisir pantai hanya sekitar 100 meter (Yasir et al., 2024a). Kemajuan ekowisata hiu paus di Perairan Botubarani perlu didukung oleh penelitian untuk mengetahui lebih detail terkait musim kemunculan ikan hiu paus agar diketahui pola kemunculannya dan membantu wisatawan mengetahui waktu-waktu yang tepat untuk datang berwisata melihat ikan hiu paus di Perairan Botubarani.

Wisata hiu paus Desa Botubarani dimulai pada tahun 2016, kemunculan hiu paus di perairan Desa Botubarani menjadi tontonan masyarakat setempat maupun para wisatawan. Tercatat kunjungan untuk melihat ikan hiu paus di Desa Botubarani mencapai 30.000 orang pada bulan Mei 2016 sampai akhir Juli 2019 (Suryawati et al., 2022). Hal ini tentunya sangat memengaruhi perekonomian masyarakat sekitar. Masyarakat setempat mendapatkan pendapatan tambahan dengan menjadi pemandu perahu wisata. Perahu-perahu nelayan dimanfaatkan mengangkut wisatawan untuk

melihat ikan hiu paus. Namun, aktivitas pengunjung dalam berwisata juga dapat memberikan pengaruh negatif terhadap keberlanjutan ikan hiu paus. Interaksi dan jarak wisatawan dengan ikan hiu paus yang terlalu dekat dapat mengganggu ikan hiu paus. Selain itu, wisata ikan hiu paus Desa Botubarani belum melakukan pengaturan jumlah wisatawan berdasarkan daya dukung. Pengelolaan wisata yang tidak berkelanjutan merupakan salah satu ancaman terhadap ikan hiu paus, sehingga dapat dikatakan terganggunya kelestarian ikan hiu paus dapat berdampak juga pada keberlanjutan ekonomi pengelola wisata ikan hiu paus.

Perairan Botubarani telah diketahui sebagai ekosistem penting bagi hiu paus, oleh karena itu perlu dikaji dengan melakukan analisis faktor lingkungan yang menyebabkan kemunculan hiu paus tersebut pada lokasi tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis Variabel-variabel lingkungan kunci yang terkait dengan kemunculan hiu paus dengan berdasarkan pola kemunculan hasil pendataan hiu paus.

Pengembangan desa wisata dengan hiu paus sebagai biota yang dilindungi dinilai memiliki daya tarik dan dapat meningkatkan nilai tambah ekonomi masyarakat sekaligus kesejahteraan warga, seperti di Desa Botubarani, Kabupaten Bone Bolango. Hiu paus akan menjadi bagian dari pengembangan desa wisata bahari dengan tetap menjaga keberlangsungan biota tersebut. Pariwisata berkelanjutan atau ekowisata adalah pariwisata yang dapat menekan biaya dan memaksimalkan keuntungan pariwisata bagi lingkungan alam dan masyarakat lokal, serta dapat dilakukan dalam jangka waktu yang tidak terbatas dengan cara yang tidak merugikan sumber daya yang menjadi tumpuan pariwisata. Ekowisata memiliki tiga komponen utama, sering disebut juga dengan "triple bottom line", yakni: aspek lingkungan, aspek sosial-budaya, dan aspek ekonomi. Hiu paus (*Rhincodon typus*) adalah ikan terbesar di dunia yang sangat berpotensi dalam bidang wisata, namun potensi ancamannya juga tinggi jika tidak dikelola dengan baik (Maruanaya et al., 2022).

Pengembangan dewi bahari dengan ekosistem dan biota yang ada diharapkan juga agar nilai tambah ekonomi masyarakat bisa berkembang. Harapannya, ketika masyarakat terlibat dari awal, mulai dari proses perencanaan hingga eksekusinya, mereka dengan sendirinya akan ikut melestarikan biota tersebut dan memperbaiki kondisi pemukimannya, karena ketika hiu paus menjadi bagian dari pengembangan dewi bahari, maka proses perencanaannya akan berbasis komunitas.

Untuk rencana pengembangan wisata hiu paus di Desa Botubarani, perlu dilakukan kajian termasuk potensi dan permasalahannya, juga model penataan zonasi

yang akan diterapkan, kemudian bagaimana cara berinteraksi dengan hiu paus dan model pengembangannya. Tarik menarik antara aspek 'pelestarian lingkungan' dan aspek 'pengembangan ekonomi kawasan' melalui wisata hiu paus masih terjadi. Karena itu diperlukan upaya antisipasi dengan berdasarkan dampak yang ditimbulkan salah satunya adalah melakukan analisis faktor faktor lingkungan kemunculan hiu paus sehingga bisa dibuat pemodelan tren kemunculan hiu paus yang bisa dijadikan salah satu dasar untuk pengembangan wisata bahari agar pengembangan wisata hiu paus tidak dilihat sebagai suatu dikotomi, tetapi sebagai suatu spektrum yang beragam yang bisa menghasilkan rekomendasi pengelolaan wisata minat khusus yang berkelanjutan.

Analisa hubungan antara suatu spesies dengan lingkungannya merupakan hal yang selalu penting dalam suatu ekologi. Spesies laut sering berasosiasi dengan habitat biologi dan fisik tertentu, sehingga membangun ketertarikan untuk memahami peranan kondisi lingkungan dalam mengarahkan pola distribusi dan kelimpahan (D'Antonio et al., 2024).

Berdasarkan hal di atas, penting untuk dilakukan pengelolaan ekosistem hiu paus secara bertanggungjawab dan berkelanjutan, karena hiu paus merupakan salah satu spesies yang memiliki karakteristik biologi yaitu pertumbuhan dan proses kematangan kelamin/seksual yang lambat, jumlah anakan yang dihasilkan (reproduksi) relatif sedikit dan berumur panjang sehingga rentan mengalami kelangkaan bahkan kepunahan apabila eksploitasi tanpa terkendali.

Sebagai upaya pengelolaan ekosistem berkelanjutan, Pemerintah Provinsi Gorontalo melalui Dinas Kelautan dan Perikanan telah menetapkan Perairan Botubarani menjadi Kawasan Konservasi Perairan Daerah melalui Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan nomor 127 tahun 2023 tentang Kawasan Konservasi di Perairan di Wilayah Teluk Gorontalo Provinsi Gorontalo. Secara administrasi Kawasan Konservasi ini berada pada tiga wilayah administrasi pemerintahan yakni Kota Gorontalo, Kabupaten Gorontalo, dan Kabupaten Bone Bolango (Yusma et al., 2024). Penetapan kawasan konservasi dapat efektif sebagai salah satu alat pengelolaan sumberdaya pesisir dan laut, kawasan ini merupakan tempat perlindungan bagi ikan-ikan ekonomis penting untuk memijah dan berkembang biak dengan baik. Kawasan konservasi perairan mempunyai peranan yang sangat penting baik secara ekologis maupun ekonomis, sehingga pengelolaannya harus menjadi prioritas utama.

Sejumlah penelitian sebelumnya menyebutkan kemunculan hiu Paus dipengaruhi oleh suhu permukaan air laut (SPL), klorofil-a, salinitas, kedalaman air, zooplankton, arus, dan oksigen terlarut. Hasil lain menunjukkan kedalaman air laut,

klorofil-a dan SPL cukup memberikan gambaran kemunculan hiu paus. Hasil-hasil penelitian tercatat kemunculan hiu paus pada wilayah penelitian memiliki suhu permukaan air (SPL) dan klorofil-a yang berbeda-beda namun masih dalam rentan nilai yang berdekatan. Keberadaan kawasan konservasi menjadi hal yang penting dalam pengelolaan wisata hiu paus karena setiap aktivitas yang dilakukan dalam kawasan konservasi harus sesuai dengan zonasi dan berdasarkan pada rencana pengelolaan kawasan konservasi. Pengelolaan kawasan konservasi sejalan dengan pengelolaan wisata hiu paus yang mengedepankan aspek keberlanjutan. Sejumlah penelitian sebelumnya menyebutkan kemunculan hiu Paus dipengaruhi oleh suhu permukaan air laut (SPL), klorofil-a, salinitas, kedalaman air, zooplankton, arus, dan oksigen terlarut. Hasil lain menunjukkan kedalaman air laut, klorofil-a dan SPL cukup memberikan gambaran kemunculan hiu paus. Hasil-hasil penelitian tercatat kemunculan hiu paus pada wilayah penelitian memiliki suhu permukaan air (SPL) dan klorofil-a yang berbeda-beda namun masih dalam rentan nilai yang berdekatan. Namun dalam praktiknya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut apakah pengelolaan kawasan konservasi berdampak pada lingkungan dan trend kemunculan hiu paus di Perairan Botubarani. Berdasarkan Kondisi lingkungan dan kemunculan hiu paus yang tidak menentu maka diperlukan penelitian dengan melakukan **Kajian Ekologis Perairan yang Berpengaruh Terhadap Kategori Kemunculan Tahunan Hiu Paus (*Rinichodon Typus*) dalam Upaya Pengelolaan Wisata Bahari Botubarani Kabupaten Bone Bolango, Gorontalo Secara Berkelanjutan**, karena meskipun penelitian tentang hiu paus telah dilakukan di berbagai belahan dunia, tetapi belum ada yang melakukan pengategorian kemunculan spesies ini berdasarkan faktor lingkungan dan perhitungan Indeks kemunculan setiap tahunnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana pola dan trend kemunculan hiu paus (*Rinichodon typus*) dan keterkaitannya dengan parameter lingkungan tersebut di perairan Botubarani (2016-2024)?
2. Bagaimana pengaruh parameter oseanografi (SPL, klorofil-a, arus) terhadap variasi musiman kemunculan hiu paus di perairan Botubarani?
3. Bagaimana arahan pengelolaan dan pengembangan wisata hiu paus (*Rinichodon typus*) berdasarkan aspek lingkungan di Perairan Botubarani?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pola dan tren kemunculan hiu paus (*Rhincodon typus*) berdasarkan identifikasi individu dan data monitoring jangka panjang (2016-2024), dan menguji keterkaitannya dengan parameter lingkungan utama di Perairan Botubarani.
2. Menganalisis pengaruh parameter oseanografi musiman (SPL, klorofil-a dan kecepatan arus) terhadap variasi kemunculan hiu paus di perairan Botubarani
3. Menganalisis indikator ekologis yang terukur dan merumuskan kategori kemunculan tahunan hiu paus (Stabilitas Adaptasi Kemunculan Tahunan) untuk dasar pengelolaan konservasi dan ekowisata yang berkelanjutan.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi ilmu pengetahuan merupakan masukan bagi pengembangan konservasi jenis hiu paus (*Rhincodon typus*) dalam konsep perlindungan dan pelestarian.
2. Bagi pemerintah merupakan masukan untuk landasan pengelolaan dan pengaturan area wisata dalam Desa Wisata Bahari Botubarani berdasarkan trend kemunculan hiu paus (*Rhincodon typus*).
3. Bagi pengelola dan wisatawan dapat memberikan informasi mengenai kemunculan dan kemunculan hiu paus (*Rhincodon typus*) sehingga bisa menyusun strategi yang dapat dilakukan untuk melestarikan Kawasan Konservasi Teluk Gorontalo.

1.5 Kebaruan Penelitian

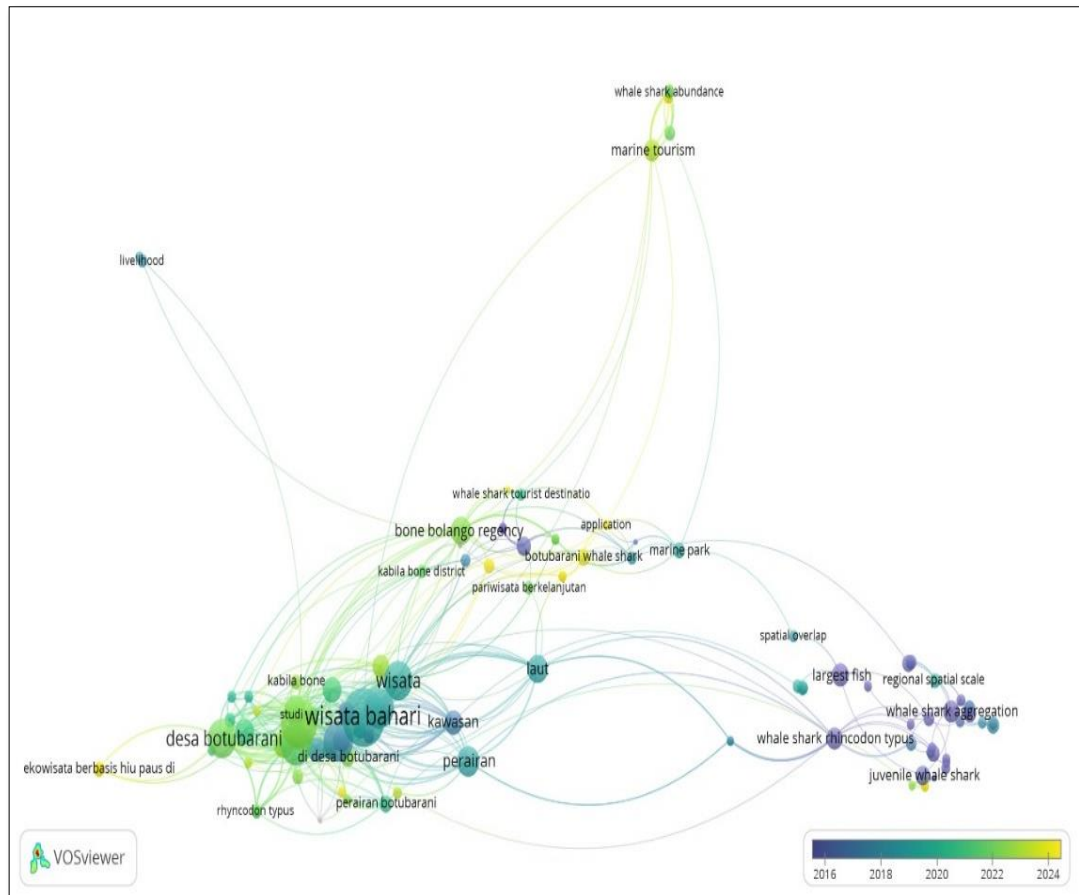
Pada penelitian ini akan dilakukan analisis spasial untuk Habitat Perairan dan mengetahui sebaran kandungan klorofil-a dan menganalisis jenis plankton yang ada di Perairan Botubarani pada musim hujan dan kemarau serta pada saat kemunculan hiu paus. Pendekatan analisis spasial habitat perairan, sebaran Klorofil-a, Planton dan musim panen ikan ikan kecil (ikan nike) di sekitar perairan Botubarani yang kemudian akan dihubungkan dengan variable lingkungan seperti suhu, kedalaman, salinitas dan cuaca pada saat hiu paus muncul atau teridentifikasi berada di area penelitian. Berbeda dengan beberapa penelitian terdahulu yang mungkin hanya berfokus pada analisis spasial sebaran Klorofil-a, untuk dijadikan dasar kemunculan hiu paus. Penelitian lainnya juga banyak hanya

melakukan pendataan kemunculan hiu paus untuk melakukan Identifikasi Individu dengan mengamati Panjang hiu Paus, luka dan jenis kelamin tiap Individu, sementara penelitian lain yang berbeda fokus untuk parameter-parameter oceanografi saja. Kebaruan penelitian ini adalah yang lebih komprehensif tentang distribusi spasial dan hubungan antar unsur Habitat Biologi (Sumber makanan), dan variable lingkungan (oseanografi dan Iklim) yang berpengaruh pada pola kemunculan hiu paus (*Rinichodon typus*) di Perairan Botubarani. Salah satu keunikan penelitian ini adalah penekanannya pada pengembangan wisata hiu paus (*Rinichodon typus*) berdasarkan aspek lingkungan di Desa Wisata Bahari Botubarani. Penelitian sebelumnya telah melakukan analisis sebaran Klorofil-a dan Plankton secara sendiri-sendiri tetapi kurang memperhatikan aspek lingkungan (Oceanografi dan iklim) atau sebaliknya. Penelitian ini memadukan dan lebih komprehensif serta memastikan pengembangan wisata hiu paus (*Rinichodon typus*) di perairan Botubarani juga berkelanjutan berdasarkan aspek lingkungan.

Untuk menemukan GAP penelitian hiu paus yang sudah dilakukan sebelumnya digunakan *software* VOSviewer, perangkat lunak yang dirancang untuk membangun dan memvisualisasikan jaringan bibliometrik, termasuk hubungan kutipan, kolaborasi penulis, dan co-citation. Dengan kemampuan VOSviewer untuk menganalisis dan memvisualisasikan data bibliometrik, peneliti dapat mengidentifikasi tren penelitian, kolaborasi antar penulis, serta tema-tema penelitian yang muncul dalam literatur terkait hiu paus. Dengan menggunakan VOSviewer ini diharapkan penelitian yang dilakukan dapat mendukung upaya konservasi dan pengelolaan wisata yang lebih efektif terhadap spesies yang terancam punah ini.

Jenis riset yang berkaitan dengan Hiu paus di Indonesia dan perairan Botubarani meliputi berbagai aspek termasuk ekowisata, struktur populasi, valuasi ekonomi, faktor oseanografi, kajian ekologis, komposisi, dan lainnya. Pada Peta VOSviewer (Gambar 1.1) dibawah merupakan gambaran secara menyeluruh tentang arah perkembangan penelitian hiu paus di dunia selama hampir sepuluh tahun terakhir. Dari peta tersebut tampak jelas bahwa kajian global masih bergerak dalam dua arus besar yakni penelitian yang berfokus pada ekologi dasar hiu paus dan penelitian yang menyoroti perkembangan wisata bahari berbasis megafauna. Kedua ranah ini terlihat berkembang cukup pesat, tetapi berjalan beriringan tanpa saling terhubung secara kuat. Warna-warna dalam peta menggambarkan urutan

waktu mulai dari biru untuk penelitian awal, hijau untuk fase pertengahan, hingga kuning untuk tema-tema terbaru sekaligus menunjukkan bahwa perkembangan pengetahuan ini bersifat bertahap namun terpisah-pisah, namun belum ditemukan penelitian mengenai pengategorian kemunculan hiu paus (*Rhincodon typus*) dalam satu tahun di suatu lokasi yang merupakan pendekatan inovatif untuk memahami pola distribusi dan faktor-faktor yang mempengaruhi keberadaan spesies ini di suatu wilayah perairan.



Gambar 1. 1 Peta VOSviewer perkembangan penelitian hiu paus di dunia

Pada kluster yang berwarna biru, penelitian cenderung membahas aspek biologi hiu paus seperti struktur ukuran, kelompok umur juvenil, pola migrasi, serta karakteristik agregasi di berbagai lokasi dunia seperti Ningaloo Reef, Maldives, Mozambique, hingga Oslob. Node-node berwarna biru ini berukuran sedang dan saling terhubung kuat, tetapi hubungan mereka dengan kluster wisata masih sangat lemah. Artinya, meskipun informasi dasar tentang perilaku dan pergerakan hiu paus terus berkembang, hasil-hasil tersebut belum banyak diterjemahkan ke

dalam kerangka pengelolaan wisata atau konservasi berbasis data jangka panjang.

Kluster warna hijau menandai topik-topik yang berkembang setelah ekologi dasar mulai mapan. Di periode ini, sekitar 2019 hingga 2021 penelitian lebih banyak menyoroti hubungan hiu paus dengan masyarakat dan ekonomi lokal. Istilah seperti “wisata bahari”, “Desa Botubarani”, “livelihood”, dan “ekowisata” muncul sebagai node yang lebih besar, menandakan meningkatnya perhatian terhadap dampak sosial dan ekonomi. Namun, sekali lagi, koneksi antara penelitian wisata dengan ekologi hiu paus belum tampak menguat. Kedua kluster ini seolah berdiri sendiri, menunjukkan bahwa dunia akademik belum berhasil menyatukan kedua kepentingan tersebut dalam sebuah pendekatan ilmiah yang terukur.

Adapun kluster kuning menggambarkan kecenderungan penelitian terbaru (2022 - 2024), terutama yang berkaitan dengan manajemen kawasan, kelimpahan populasi, destinasi wisata hiu paus, dan kebijakan konservasi. Meskipun topik-topik ini mulai mencoba menjembatani ekologi dan wisata, memperlihatkan bahwa hubungan antar-cluster masih lemah. Hingga saat ini, belum ditemukan konsep atau model yang secara sistematis menghubungkan faktor oseanografi, perilaku kemunculan, tekanan wisata, dan kebutuhan pengelolaan kawasan konservasi dalam satu indikator ilmiah terpadu.

Oleh karena itu, penelitian ini dikembangkan untuk menilai kategori kemunculan tahunan hiu paus dengan mengukur tingkat kestabilan habitat dari tahun ke tahun, tidak hanya mengintegrasikan data ekologis harian selama sembilan tahun (2016 - 2024), tetapi juga memadukan unsur oseanografi, variasi musiman, dan dinamika wisata dalam satu kerangka penilaian stabilitas ekologis tahunan. Konsep seperti ini tidak muncul dalam kluster apa pun dalam peta VOSviewer, baik pada penelitian hiu paus di Gorontalo maupun di lokasi-lokasi agregasi dunia. Penelitian global memang telah menggunakan telemetry untuk memetakan pergerakan hiu paus, tetapi hanya sebagai alat pelacakan, bukan sebagai komponen penentu stabilitas habitat seperti dalam penelitian ini. Oleh karena itu, Indeks Stabilitas Adaptasi Kemunculan Tahunan (ISAKy) hiu paus menjadi sumbangan baru yang signifikan karena mampu memberikan gambaran kuantitatif tentang tingkat kestabilan sebuah habitat hiu paus dari tahun ke tahun.

Pada tataran integratif, penelitian ini mampu menghubungkan tiga kluster yang sebelumnya terpisah: ekologi, wisata bahari, dan manajemen kawasan.

Indeks ISAKy tidak sekadar menghitung kemunculan, tetapi juga membantu memprediksi potensi perubahan ekologis jika terjadi gangguan seperti banjir bandang, penurunan kualitas perairan, atau tekanan wisata yang berlebihan dan pengaruh lainnya. Pendekatan ini belum ditemukan pernah dikembangkan dalam literatur global, sehingga model yang dihasilkan tidak hanya relevan bagi Teluk Gorontalo, tetapi juga dapat menjadi rujukan bagi lokasi-lokasi agregasi hiu paus lain di Indonesia, Asia, Australia, Afrika, maupun Samudera Hindia.

Penelitian ini tidak hanya mengisi kesenjangan ilmiah yang terlihat pada peta VOSviewer, tetapi juga menawarkan cara pandang baru yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu ke dalam satu model yang aplikatif. ISAKy dapat digunakan sebagai alat pemantauan jangka panjang, bahan pertimbangan manajemen destinasi wisata, serta indikator dini untuk mengantisipasi penurunan populasi hiu paus. Kombinasi aspek ekologis, oseanografi, sosial-ekonomi, dan kebijakan inilah yang menjadikan penelitian ini memiliki kebaruan yang kuat baik pada level regional maupun global.

Penelitian global selama ini cenderung memisahkan kajian ekologi hiu paus dengan kajian wisata bahari, cenderung terfokus pada satu aspek misalnya migrasi, oseanografi, perilaku makan, atau dampak wisata, sehingga belum ada model ilmiah yang mampu menghubungkan keduanya secara kuantitatif. Disertasi ini mengisi celah tersebut melalui pengembangan ISAKy, suatu indeks stabilitas ekologis tahunan yang mengintegrasikan data kemunculan jangka panjang, variasi musiman, oseanografi, perilaku site fidelity, telemetry, dan tekanan wisata dalam satu kerangka analisis yang terpadu. Kebaruan ini belum ditemukan dalam literatur internasional dan menjadi kontribusi penting untuk konservasi hiu paus maupun pengelolaan wisata berbasis megafauna di tingkat global. ISAKy mengintegrasikan berbagai komponen ekologi secara simultan, mulai dari data kemunculan jangka panjang (2016 - 2024), bobot musim laut tropis, hingga parameter oseanografi kunci seperti suhu permukaan laut, klorofil-a, dan kecepatan arus. Pendekatan ini memungkinkan penilaian yang lebih komprehensif terhadap kestabilan jangka panjang habitat hiu paus, serta mendeteksi perubahan ekologis secara lebih sensitif dari tahun ke tahun.

Selain kebaruan metodologis, penelitian ini juga memperkenalkan model integratif yang menghubungkan tiga domain besar ekologi hiu paus, dinamika oseanografi, dan pengelolaan wisata berbasis konservasi. Melalui ISAKy, penelitian ini tidak hanya menghasilkan pemahaman ilmiah mengenai pola

kemunculan hiu paus, tetapi juga menyediakan indikator ekologis yang dapat diterapkan sebagai instrumen kebijakan, terutama untuk kawasan konservasi dan destinasi wisata hiu paus seperti Botubarani. Oleh karena itu, model yang dikembangkan dalam disertasi ini mengisi celah besar dalam literatur internasional yang selama ini belum memiliki indeks stabilitas tahunan untuk megafauna laut dan sekaligus menjadi rujukan bagi pengembangan kebijakan adaptif dan pengelolaan ekowisata berbasis bukti ilmiah.

Tabel 1.1 dibawah adalah beberapa judul penelitian hiu paus sebelumnya yang relevan tersebut beserta perbedaannya sebagai berikut ini :

Tabel 1. 1 Penelitian hiu paus terdahulu

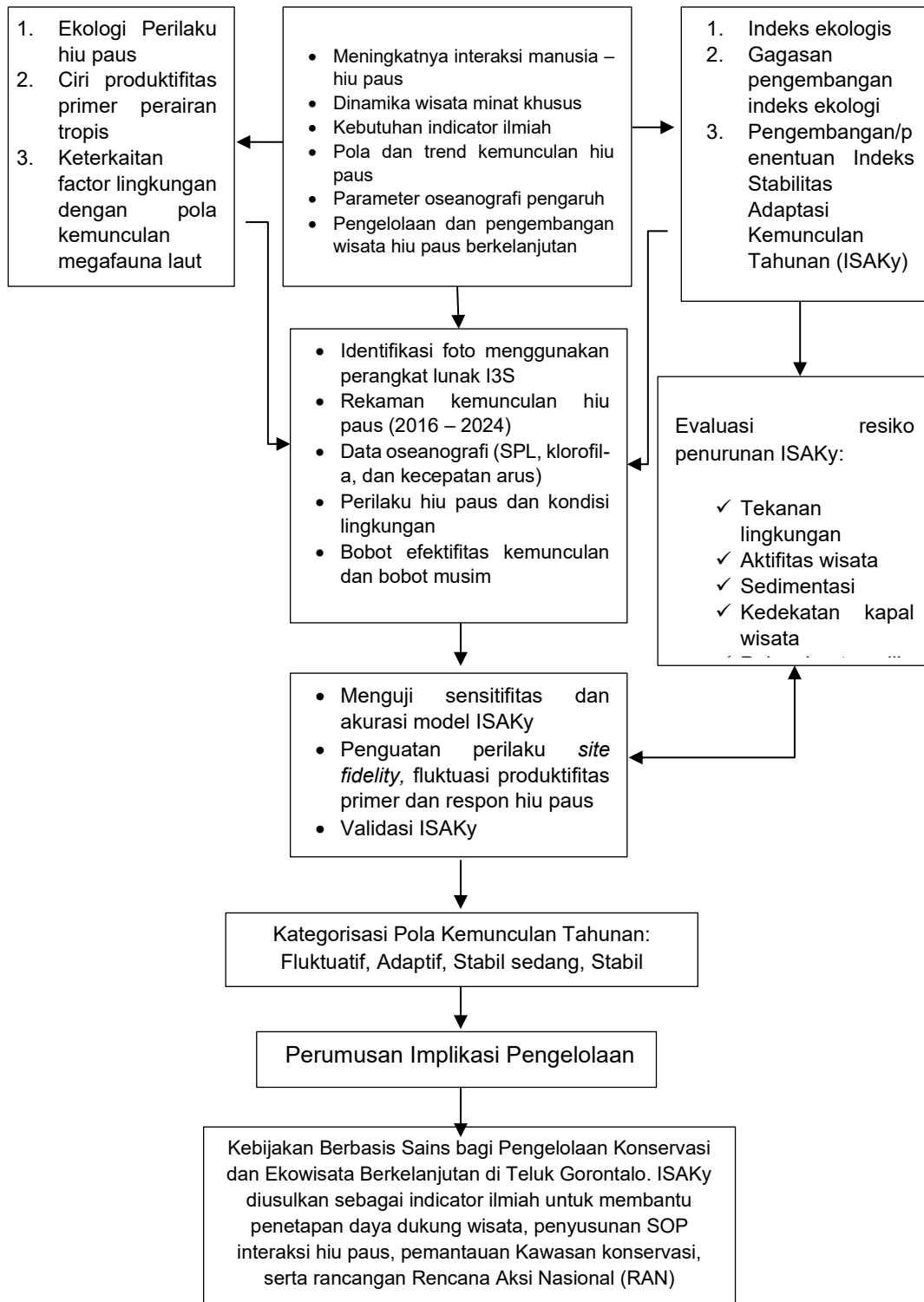
No	Penulis & Tahun	Lokasi & Objek	Tujuan / Fokus Utama	Pendekatan / Variabel Kunci	Perbedaan Utama (GAP)
1	Guzman et al., 2022	Pasifik Timur Tropis (Panama & seamount)	Menganalisis pergerakan, perilaku, dan penggunaan habitat hiu paus	Telemetry satelit, analisis jalur, hubungan dengan produktivitas primer	Sangat kuat di dimensi pergerakan spasial, tetapi tidak mengubah data menjadi indeks kemunculan tahunan.
2	Anna & Saputra, 2017	Taman Nasional Teluk Cenderawasih, Indonesia	Menilai nilai ekonomi wisata hiu paus bagi masyarakat lokal	Valuasi ekonomi, survei wisatawan, analisis willingness to pay	Fokus ekonomi wisata; tidak menghubungkan intensitas kemunculan dengan parameter oseanografi atau indeks ekologis tahunan.
3	Maruanaya et al., 2023	Kwatisore, Teluk Cenderawasih	Menggambarkan karakteristik dan kemunculan individu baru hiu paus	Monitoring visual, karakteristik individu & parameter lingkungan dasar	Menyoroti fenomena kemunculan baru, namun tidak mengembangkan model kuantitatif lintas-tahun.
4	Rahman et al., 2025	Botubarani, Gorontalo (HAYATI)	Mengkaji struktur populasi, site fidelity, dan pola residensi hiu paus	Foto-ID I3S, analisis residensi, parameter lingkungan dasar	Memberi dasar demografi & residensi untuk Botubarani, tetapi belum mengintegrasikan bobot musim & data oseanografi ke indeks kemunculan tahunan.
5	Sukirman et al., 2024	Botubarani, Gorontalo	Menentukan distribusi spatio-temporal hiu paus berdasarkan satellite tagging	Tagging satelit, foto-ID, analisis lintasan individual	Memperkuat informasi pergerakan spasial, namun belum menghubungkan data ini dengan pola kemunculan tahunan

No	Penulis & Tahun	Lokasi & Objek	Tujuan / Fokus Utama	Pendekatan / Variabel Kunci	Perbedaan Utama (GAP)
6	Pasingi et al., 2025	Taman Pesisir Teluk Gorontalo	Mengkaji konstelasi musiman juvenil hiu paus di kawasan konservasi pesisir	Monitoring kemunculan, klasifikasi ukuran, analisis temporal	Fokus pada pola kemunculan juvenil per musim; belum mengkonversi ke indeks tahunan berbobot musim.
7	Rahman et al., 2025	Wisata hiu paus Botubarani	Menguji pengaruh green marketing mix terhadap kepuasan wisatawan di destinasi hiu paus	Survei kuantitatif wisatawan, regresi linier berganda	Murni perspektif pemasaran & kepuasan wisatawan; disertasi Anda menghubungkan stabilitas ekologis (ISAKy) dengan implikasi pengelolaan wisata berbasis konservasi.

1.6 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran adalah suatu diagram yang menjelaskan secara garis besar alur logika berjalannya sebuah penelitian. Kerangka pemikiran dibuat berdasarkan pertanyaan penelitian (research question), dan merepresentasikan suatu himpunan dari fkerangka pemikiran adalah suatu diagram yang memiliki peran sebagai alur logika sistematika dari tema yang akan ditulis nantinya (Qotrun A., 2018). Kerangka pemikiran juga dapat dianggap sebagai visualisasi dalam bentuk diagram yang saling merepresentasikan konsep-konsep penelitian (Ramadan, 2023).

Kerangka pikir penelitian ini disusun untuk menggambarkan alur logis dalam menganalisis pola kemunculan hiu paus (*Rhincodon typus*) di Perairan Botubarani, Teluk Gorontalo, serta memahami faktor-faktor ekologis yang memengaruhinya. Alur penelitian diawali dari identifikasi masalah yang berangkat dari meningkatnya interaksi manusia hiu paus, dinamika wisata minat khusus, dan kebutuhan akan indikator ilmiah yang mampu menilai stabilitas ekologis habitat hiu paus di kawasan konservasi. Permasalahan tersebut menjadi dasar penyusunan rumusan masalah dan tujuan penelitian, sekaligus menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk mengembangkan suatu model indeks yang lebih komprehensif di Indonesia, di luar pendekatan deskriptif yang selama ini dominan digunakan.



Gambar 1. 2. Kerangka Pikir Penelitian

Langkah berikutnya adalah melakukan kajian pustaka dan merumuskan hipotesis ilmiah. Kajian dilakukan terhadap ekologi perilaku hiu paus, ciri produktivitas primer perairan tropis, keterkaitan faktor lingkungan dengan pola kemunculan megafauna laut, serta konsep indeks ekologis yang kemudian mengantar pada gagasan pengembangan/penentuan Indeks Stabilitas Adaptasi Kemunculan Tahunan (ISAKy). Pembacaan literatur ini memastikan bahwa penelitian memiliki dasar teoretis yang kuat, sekaligus menegaskan kebaruan penelitian yaitu penyatuan data identifikasi individu hiu paus, data kemunculan harian, bulanan dan parameter oseanografi musiman ke dalam sebuah indeks tahunan yang belum pernah diterapkan pada hiu paus di Indonesia.

Selanjutnya data kemunculan hiu paus dikompilasi dari identifikasi foto menggunakan perangkat lunak I3S, yang menghasilkan basis data individu dan rekaman hari kemunculan dari tahun 2016 hingga 2024. Pada saat yang sama, data oseanografi meliputi suhu permukaan laut (SPL), klorofil-a, dan kecepatan arus dikumpulkan dari hasil pengukuran lapangan dan citra satelit. Kedua jenis data ini menjadi fondasi utama untuk memahami keterkaitan antara perilaku hiu paus dan kondisi lingkungan.

Tahap berikutnya adalah pengolahan dan integrasi data, yaitu menyelaraskan informasi kemunculan individu dengan kondisi oseanografi pada waktu yang sama. Pembersihan data dilakukan untuk memastikan seluruh variabel memiliki konsistensi temporal sehingga dapat dianalisis secara lintas-musim. Hasil integrasi ini digunakan untuk menyusun rumus dasar ISAKy melalui penetapan Bobot Efektivitas Kemunculan (BEK) dan bobot musim (α_m). Proses ini merupakan inti dari kebaruan metodologis penelitian, karena menggabungkan intensitas kemunculan hiu paus dengan kekuatan ekologis setiap musim dalam satu model matematis yang menghasilkan indeks tahunan.

Model ISAKy yang dihasilkan kemudian divalidasi menggunakan data terbaru yang tidak digunakan dalam pengembangan awal model. Tujuannya adalah untuk menguji sensitivitas dan akurasi model dalam menggambarkan kondisi ekologis nyata di lapangan. Hasil validasi yang kuat memberi keyakinan

bahwa ISAKy layak digunakan sebagai indikator stabilitas ekologis dan monitoring jangka panjang.

Dari model tersebut, penelitian menghasilkan kategorisasi pola kemunculan tahunan hiu paus ke dalam empat tipe: fluktuatif, adaptif, stabil sedang dan stabil. Kategori ini memberikan gambaran mengenai kondisi ekologi habitat dari tahun ke tahun. Selanjutnya, analisis diperluas untuk memahami dinamika ekologis di balik nilai ISAKy, termasuk penguatan perilaku *site fidelity*, fluktuasi produktivitas primer, dan respon hiu paus terhadap perubahan suhu, klorofil-a, serta arus. Tahap analisis ini membantu menjelaskan mengapa nilai ISAKy meningkat dari fase awal (fluakuatif) menuju fase konsiten (stabil) dalam rentang waktu penelitian.

Penelitian juga memasukkan evaluasi risiko penurunan ISAKy, terutama akibat tekanan lingkungan dan aktivitas wisata yang tidak terkelola. Faktor seperti sedimentasi pascabanjir bandang, kedekatan kapal wisata, dan praktik pemberian pakan buatan dianalisis sebagai ancaman yang dapat mengganggu perilaku alami hiu paus dan menurunkan nilai indeks pada tahun-tahun berikutnya. Evaluasi ini penting karena menunjukkan bahwa stabilitas ekologis tidak bersifat permanen, melainkan sangat bergantung pada pengelolaan kawasan.

Tahap akhir dari kerangka pikir adalah perumusan implikasi pengelolaan. Hasil penelitian diterjemahkan menjadi rekomendasi kebijakan berbasis sains bagi pengelolaan konservasi dan ekowisata berkelanjutan di Teluk Gorontalo. ISAKy diusulkan sebagai indikator ilmiah untuk membantu penetapan daya dukung wisata, penyusunan SOP interaksi hiu paus, pemantauan kawasan konservasi, serta rancangan Rencana Aksi Nasional (RAN) Hiu Paus. Bagian penutup kemudian merangkum temuan utama penelitian dan memberikan saran arah penelitian lanjutan agar pengelolaan hiu paus di Indonesia semakin presisi dan adaptif.

Secara keseluruhan, kerangka pikir ini menggambarkan alur penelitian yang sistematis mulai dari identifikasi individu hingga perumusan kebijakan. Kebaruan penelitian terlihat dari integrasi data multiskala individu, kemunculan harian, dinamika musiman, dan oseanografi ke dalam satu indeks ekologis tahunan yang aplikatif. Pendekatan ini menjadi kontribusi ilmiah penting dalam pengembangan metode pemantauan jangka panjang megafauna laut di Indonesia, khususnya hiu paus di Teluk Gorontalo.

DAFTAR PUSTAKA

- Brooks, K., Rowat, D., Pierce, S. J., Jouannet, D., & Vely, M. (2010). Seeing Spots: Photo-identification as a Regional Tool for Whale Shark Identification. In *Western Indian Ocean J. Mar. Sci* (Vol. 9, Issue 2).
- D'Antonio, B., Thomson, P. G., Pattiaratchi, C. B., Ferreira, L. C., Thums, M., Meekan, M., Sequeira, A. M. M., Lieber, L., Virtue, P., Power, C., Power, C., & Brierley, A. S. (2024). Links between the three-dimensional movements of whale sharks (*Rhincodon typus*) and the bio-physical environment off a coral reef. *Movement Ecology*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s40462-024-00452-2>
- Guzman, H. M., Collatos, C. M., & Gomez, C. G. (2022). Movement, Behavior, and Habitat Use of Whale Sharks (*Rhincodon typus*) in the Tropical Eastern Pacific Ocean. *Frontiers in Marine Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.793248>
- Guzman, H. M., Gomez, C. G., Hearn, A., & Eckert, S. A. (2018). Longest recorded trans-Pacific migration of a whale shark (*Rhincodon typus*). *Marine Biodiversity Records*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s41200-018-0143-4>
- Handoko, K., Himawan, M. R., Tania, C., Jakasukmana, M., Maduppa, H., Subhan, B., & Hadriana, S. (2019). Buku Hiu Paus 2019 - Pantai Botubarani. *Balai Pengelolaan Sumber Daya Pesisir Dan Laut Makassar, Ditjen Pengelolaan Ruang Laut, Kementerian Kelautan Dan Perikanan*.
- Handoko, K., Indryasworo Sukmoputro, Ra., Himawan, M. R., Tania, C., & Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut Makassar-KKP, B. (2017). Karakteristik Populasi Hiu Paus (*Rhincodon typus*) dan Pola Perilaku Tinggalnya di Pantai Botubarani, Bone Bolango, Gorontalo. *Coastal and Ocean Journal*, 1(2), 169–178. <http://coj.pksplipb.or.id/>;
- Hari Murdani, N., Masy, B., Fredinan Yulianda, D., Pascasarjana, M., Studi Konservasi Biodiversitas Tropika, P., Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, D., & Fakultas Perikanan IPB, D. (2018). *BIOEKOLOGI DAN STRATEGI PENGEMBANGAN EKOWISATA HIU PAUS (Rhincodon typus) DI TAMAN NASIONAL TELUK CENDERAWASIH (Bioecological and Ecotourism Development Strategy of Whale Shark-Rhincodon Typus in Teluk Cenderwasih National Park)* (Vol. 23, Issue 1).
- Himawan, M. R., Tania, C., Noor, B. A., Wijonarno, A., Subhan, B., & Madduppa, H. (2015). *AAFL BIOFLUX Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation International Journal of the Bioflux Society Sex and size range composition of whale shark (Rhincodon typus) and their sighting behaviour in relation with*

fishermen lift-net within Cenderawasih Bay National Park, Indonesia (Vol. 8, Issue 2). <http://www.bioflux.com.ro/aacI>

Hukom, F. D. (2016). Biologi dan Konservasi Spesies Beruaya (Tinjauan Khusus Hiu Paus : *Rhincodon typus*). *Oseana, Volume XLI, Nomor 4*, 72–90.

Maruanaya, Y., Retraubun, Prof. A., Tuhumury, S. F., & Abrahamz, J. (2022). KEBIASAAN MAKAN DAN FREKUENSI KEMUNCULAN HIU PAUS (*Rhincodon typus*) DI PERAIRAN KWATISORE DALAM HAK ULAYAT LAUT KAMPUNG AKUDIOMI DI TAMAN NASIONAL TELUK CENDERAWASIH. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 14(1), 109–129. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v14i1.39648>

Yusma, A. M. I., Saru, A., Samawi, M. F., Lahay, N., Muh Rizal, B., Pandu Putri, P., & Amar, F. (2025). The Temporal Dynamics of Newly Individual Whale Sharks (*Rhincodon typus*) Appearance in the Interaction Zone of Botubarani Waters, Marine Protected Area of Teluk Gorontalo from 2016 to 2024. *BIO Web of Conferences*, 185. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202518501001>

Qotrun A. (2018). Pengertian Kerangka Pemikiran: Cara Membuat dan Contoh. *Gramedia*.

Ramadan, A. M. (2023). Pengertian dan Macam-macam Kerangka Berpikir Penelitian. *Ebizmark Blog*, 1–7.

Ranintyari, M., Sunarto, Syamsuddin, M. L., & Astuty, S. (2018). Effects of oceanographic factors on spatial distribution of Whale Shark in Cendrawasih Bay National Park, West Papua. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 149(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/149/1/012050>

Suryawati, B. N., Abdurrahman, A., Amini, A., Nurhasanah, E. O., Firda, H., Eka, J. R., & Afisa, N. (2022). OPTIMALISASI POTENSI WISATA HIU PAUS MELALUI EKOWISATA BERKELANJUTAN DI REST AREA DESA WISATA LABUHAN JAMBU. *Jurnal Bakti Nusa*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.29303/baktinusa.v3i1.45>

Tilahunga, S. DJ. , H. O. A., Mahmud Sahami, F., Wunanto Hasan, A., Iqbal Herwata Putra, M., & Erdmann, M. V. (2024). *International Journal of Biological Engineering and Agriculture Preliminary Monitoring of Whale Shark (Rhincodon typus) Migration Patterns in the Waters Botubarani Village Gorontalo Based on Satellite Marker Monitoring*. www.inter-publishing.com

Yasir, M., Hartati, R., Indrayanti, E., Amar, F., & Tarigan, A. I. (2024). Seasonal Constellation of Juvenile Whale Sharks in Gorontalo Bay Coastal Park. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 29(2), 241–253. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.29.2.241-253>

Yusma, A. M. I., Salman, R., Junaidi, S. J., Tania, C., Adnan, & Otolu, L. (2015). Identifikasi Kemunculan Hiu Paus (*Rhincodon typus*) di Perairan Talisayan,

Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur. *Prosiding Simposium Hiu Dan Pari Di Indonesia, I*, 107–113.

Yusma, A. M. I., Yudiarso, P., Rizal, M., Pamungkas, P. P., Abdullah, Musram, S., Oramahi, W. A., Amar, F., & Hamzah, H. (2024). Laporan Monitoring Habitat Hiu Paus (*Rhincodon typus*). In *Balai Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Laut Makassar, Ditjen Pengelolaan Kelautan dan Ruang Laut, Kementerian Kelautan dan Perikanan*.

BAB II

DINAMIKA TEMPORAL KEMUNCULAN HIU PAUS INDIVIDU BARU (*Rhincodon typus*) DI ZONA INTERAKSI PERAIRAN BOTUBARANI, KAWASAN KONSERVASI PERAIRAN TELUK GORONTALO

2.1. Abstrak

Hiu paus (*Rhincodon typus*) merupakan spesies laut yang dilindungi berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan nomor 18/KEPMEN-KP/2013. Berdasarkan peraturan tersebut, kawasan Perairan Botubarani ditetapkan sebagai Kawasan Konservasi Perairan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pola kemunculan hiu paus di Kawasan Konservasi Perairan Teluk Gorontalo. Metode yang digunakan adalah foto ID untuk membedakan individu hiu paus dan pengamatan langsung untuk mengidentifikasi luka, jenis kelamin, dan perilaku. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 59 individu yang tercatat sepanjang 2016-2024. Berdasarkan kalender musiman, hiu paus muncul di Botubarani hampir sepanjang tahun dari 2020 hingga 2024, dengan bulan-bulan puncaknya adalah Maret hingga Agustus. Panjang rata-rata adalah 3,5 - 6,5 meter. Luka-luka ditemukan pada beberapa bagian tubuh hiu paus yang disebabkan oleh kegiatan pariwisata. Secara keseluruhan, data kemunculan hiu paus dari 2016 hingga 2024 menunjukkan pola non-linier, yang mencerminkan dampak kompleks faktor biotik, abiotik, dan antropogenik. Dinamika kemunculan hiu paus tergantung pada faktor lingkungan seperti suhu permukaan laut, produktivitas air, dan sumber makanan. Perilaku hiu paus dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti aktivitas makan, keberadaan ikan Nike (*Awaous melanocephalus*), dan cuaca.

Kata Kunci : Botubarani, Foto-ID Hiu Paus (*Rhincodon typus*), Kawasan Konservasi Perairan, Pola Kemunculan, Teluk Gorontalo.

2.2. Pendahuluan

Kemunculan hiu paus di Perairan Botubarani, Provinsi Gorontalo, mulai viral pada tahun 2016, menjadi titik kritis dalam konservasi hiu paus di Indonesia. Fenomena ini mendapat perhatian nasional, sehingga Balai Pengelolaan Sumber Daya Kelautan dan Pesisir Makassar (BPSPL) mengambil langkah penting untuk konservasi dengan mengumpulkan data dan melakukan identifikasi individu hiu paus yang muncul di Perairan Botubarani saat itu.

Teluk Gorontalo merupakan salah satu Kawasan Konservasi Perairan di Indonesia, yang ditetapkan oleh Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 127/2023, karena keanekaragaman hayati lautnya yang tinggi, termasuk hiu paus (*Rhincodon typus*), yang menjadi prioritas untuk konservasi. Hiu paus adalah spesies yang terkenal sensitif terhadap perubahan lingkungan oseanografi,

seperti suhu permukaan laut (SPL), konsentrasi klorofil-a, dan pola arus (Rahman et al., 2025).

Perairan Botubarani telah menjadi habitat alami hiu paus yang menjadi daya tarik wisata karena lokasi kemunculannya hanya sekitar 100 meter dari pantai. Perkembangan wisata hiu paus di Perairan Botubarani perlu didukung dengan penelitian untuk menemukan informasi detail terkait waktu kemunculannya. Kemunculan hiu paus bersifat musiman, oleh karena itu, pola kemunculan bisa digunakan untuk membantu wisatawan mendapatkan informasi waktu terbaik untuk melaksanakan perjalanan wisata hiu paus.

Pada tahun 2000, hiu paus dimasukkan dalam Daftar Merah untuk spesies yang terancam oleh International Union for Conservation of Nature (IUCN) dengan status rentan (Anna & Saputra, 2017), yang berarti bahwa populasinya diperkirakan telah menurun sebesar 20-50% dalam 10 tahun atau tiga generasi. Pada tahun 2002, hiu paus dimasukkan dalam daftar Lampiran II Konvensi Perdagangan Internasional Spesies Fauna dan Flora Liar yang Terancam Puna (CITES), yang berarti bahwa perdagangan internasional spesies ini harus mengikuti peraturan yang memastikan perdagangannya tidak mengancam populasi hiu paus di alam (Hamid et al., 2019). Di Indonesia, hiu paus dilindungi penuh berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 18 Tahun 2013 tentang Penetapan Status Perlindungan Hiu Paus dengan status perlindungan penuh. Berdasarkan peraturan ini, hiu paus ditetapkan sebagai spesies yang dilindungi sepenuhnya, dan kegiatan ekstraktif hiu paus dan bagian-bagiannya dilarang berdasarkan peraturan perundang-undangan.

Menurut Afonso et al. (2014), hiu paus dikenal sebagai spesies soliter, tetapi di beberapa lokasi, mereka ditemukan dalam kelompok (agregasi). Alasan agregasi hiu paus belum teridentifikasi, namun mungkin terkait dengan ketersediaan makanan di suatu daerah. Di Indonesia, penelitian pertama tentang agregasi hiu paus dilakukan di kawasan Taman Nasional Teluk Cenderawasih (TNTC). Kemunculan hiu paus di sekitar daerah perairan dangkal (Andrzejczek et al., 2016; Guzman et al., 2022) adalah fenomena langka yang tidak ada di sebagian besar daerah. Hiu paus umumnya ditemukan berkumpul di perairan dangkal dengan kedalaman rata-rata 7 meter (Nelson & Eckert, 2007).

Menurut Rowat et al. (2007), hiu paus umumnya ditemukan di perairan dekat pantai yang dangkal, yang kemungkinan disebabkan oleh ketersediaan plankton yang tinggi di daerah tersebut. Keberadaan hiu paus di sekitar daerah

perairan dangkal seperti Perairan Botubarani merupakan fenomena langka yang tidak ada di sebagian besar daerah. Oleh karena itu, fenomena ini menarik perhatian orang. Selain keunikan fisiknya, hiu paus adalah spesies jinak dan mudah berinteraksi dengan manusia. Karakteristik tersebut mengarah pada perkembangan kemunculan hiu paus. Ekowisata hiu paus merupakan kegiatan penting dan menguntungkan secara ekonomi bagi masyarakat lokal pesisir di sekitar area habitat mereka.

Secara global Hiu paus ditemukan di perairan tropis, subtropis, dan beriklim hangat, dan agregasi musiman dan pergerakan migrasi mereka yang diketahui dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti arus laut, sistem termobiologis, dan pola produktivitas (Afonso et al., 2014). Hiu paus adalah ikan terbesar yang masih ditemukan di perairan, menghuni laut tropis dan beriklim hangat, kecuali Mediterania (Guzman et al., 2022). Seperti kebanyakan elasmobranch, hiu paus telah mengembangkan gaya hidup migrasi yang terkait dengan ekologi makan filter.

Keberadaan hiu paus biasanya dikaitkan dengan melimpahnya makanan di daerah tersebut. Di Kabupaten Kwatisore Nabire, Provinsi Papua Tengah, keberadaannya dikaitkan dengan melimpahnya ikan teri (*Stolephorus spp.*) (Andrzejaczek et al., 2016). Di Botubarani, keberadaan hiu paus diperkirakan disebabkan oleh kondisi oseanografi yang memicu kelimpahan plankton (Yasir et al., 2024).

Beberapa metode telah digunakan untuk mencatat dan mengevaluasi kemunculan hiu paus, termasuk pengamatan langsung di air melalui foto-ID. Metode Photo-ID telah terbukti menjadi metode yang akurat untuk mengidentifikasi hiu paus individu, menghasilkan hasil yang konsisten antara identifikasi fotografi dan profil genetik (Handoko et al., 2019)]. Photo-ID membutuhkan konsistensi dan pengambilan gambar berkualitas tinggi. Sudut penangkapan yang tidak tepat menyebabkan keakuratan pencocokan pola. Pola bintik tetap tidak berubah selama bertahun-tahun, menghasilkan pengenalan individu yang konsisten (Yusma et al., 2024).

2.3. Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi kemunculan Individu baru Hiu paus (*Rinichodon typus*) di perairan Botubarani.

2. Mengidentifikasi pola dan trend kemunculan Hiu paus (*Rinichodon typus*) dari 2016-2024 di perairan Botubarani.

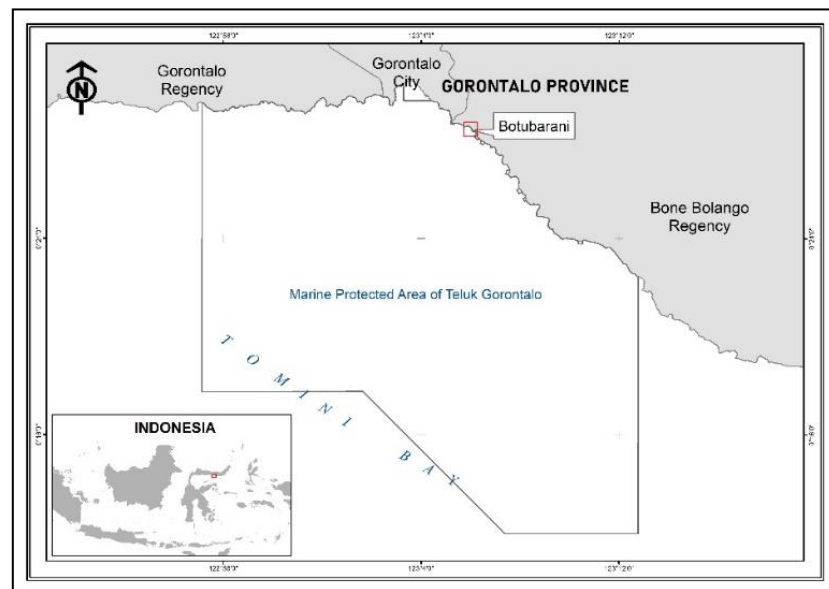
2.4. Manfaat penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan informasi ilmiah mengenai pola dan trend kemunculan Hiu paus (*Rinichodon typus*) dari 2016-2024.

2.5. Metode

2.5.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Pemantauan hiu paus di Perairan Botubarani umumnya dilakukan pada pagi hari, antara pukul 06.00 hingga 10.00 pagi, mengingat suhu permukaan laut masih relatif dingin, yang mendukung melimpahnya plankton dan ikan kecil di permukaan yang disukai oleh hiu paus. Sebaliknya, pada siang hari, kemunculan cenderung berkurang atau tidak ada karena peningkatan suhu dan intensitas cahaya, sehingga hiu paus menyelam ke perairan yang lebih dalam, sedangkan pada sore hari, hiu paus dapat dilihat lagi, tetapi dengan frekuensi yang lebih rendah daripada di pagi hari



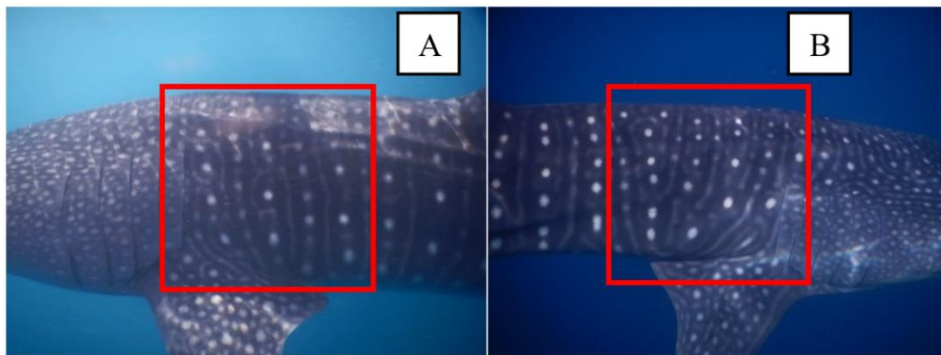
Gambar 2. 1 Lokasi Area Pemantauan Hiu Paus.

Pendataan kemunculan hiu paus di Perairan Botubarani dilakukan sejak tahun 2016 hingga Desember 2023. Adapun pemantauan langsung kemunculan hiu paus dilakukan sejak Januari hingga Desember 2024. Lokasi pemantauan ini berada di zona interaksi hiu paus di Perairan Botubarani, bagian dari Kawasan

Konservasi Perairan Teluk Gorontalo, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo, Indonesia (Gambar 2.1).

2.5.2 Identifikasi Foto (Foto ID)

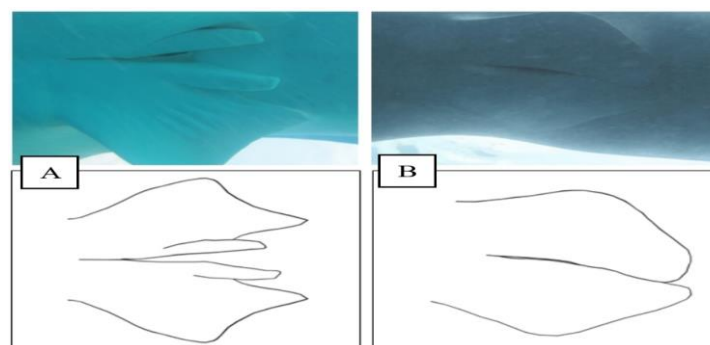
Penelitian ini menggunakan Photo Identification (Foto ID), yaitu metode pengumpulan data untuk membedakan individu satu dengan individu yang lain, dengan mengambil gambar menggunakan kamera bawah air pada pola putih total antara insang ke-5 hingga sirip dada, setiap identifikasi diperlukan pada bagian sisi kanan maupun kiri tubuh hiu paus (Himawan et al., 2015; Yasir et al., 2024) (Gambar 2.2). Selanjutnya, foto yang diambil dianalisis menggunakan perangkat lunak *Interactive Individual Identification System (I3S)*, yang memiliki sistem identifikasi berbasis data dan terstruktur.



Gambar 2. 2 Contoh pengambilan foto untuk Identifikasi Foto (A), sisi kiri (B), sisi kanan.

2.5.3 Identifikasi Jenis Kelamin

Identifikasi jenis kelamin dilakukan dengan pengamatan langsung dari sisi bawah tubuh hiu paus, dan juga perlu untuk mengambil foto dan mengidentifikasi jenis kelamin. Jantan memiliki dua clasper memanjang pada sirip, sedangkan betina tidak memiliki clasper (Gambar 2.3) (Himawan et al., 2015). Pengukuran panjang dilakukan dengan pengukuran langsung menggunakan gulungan meteran yang dibawa oleh dua surveyor dari ujung kepala ke ujung ekor.

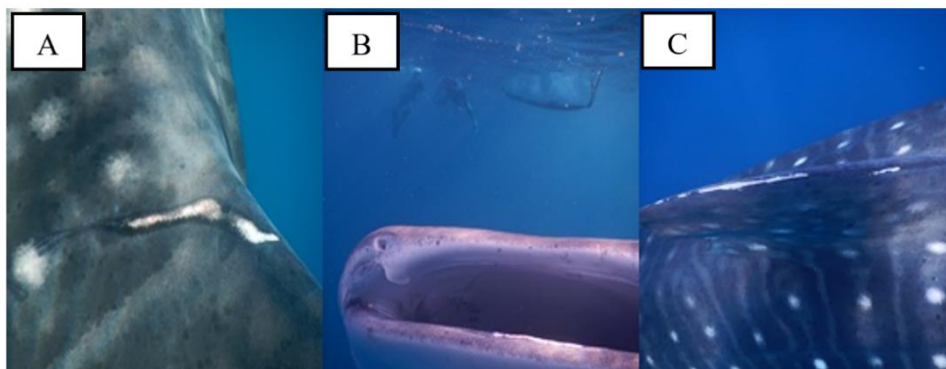


Gambar 2. 3 Perbedaan antara (A) Jantan dan (B) Betina.

2.5.4 Luka Hiu Paus

Identifikasi luka pada tubuh hiu paus dilakukan dengan pengamatan langsung. Setiap luka yang ditemukan diambil gambarnya dan dicatat dengan membagi menjadi tiga kategori, yaitu luka sirip, luka mulut, dan luka tubuh (Gambar 2.4) (Yasir et al., 2024). Jika tidak ada luka besar yang ditemukan, itu diklasifikasikan sebagai tidak ada luka. Klasifikasi ini membantu dalam mengumpulkan data yang akurat dan memberikan gambaran yang jelas tentang kondisi populasi hiu paus di daerah tertentu (Rahman et al., 2025).

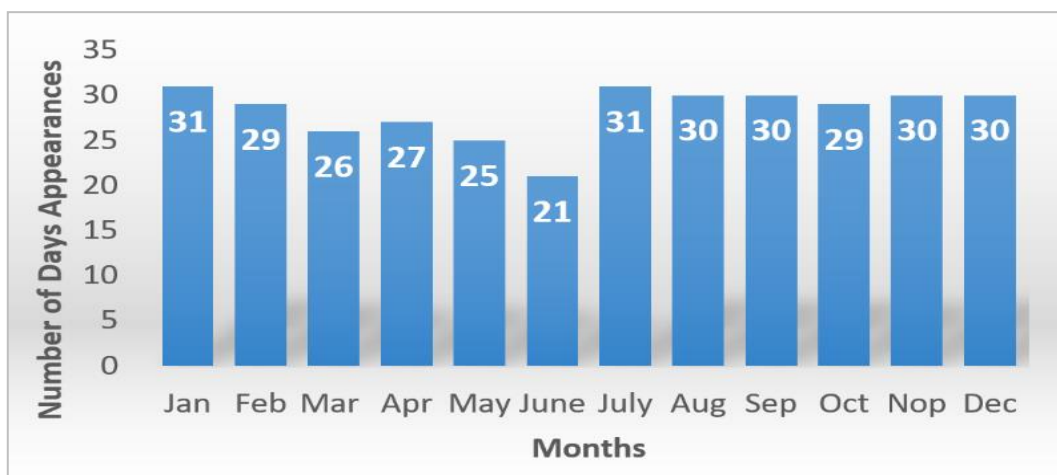
Gambar 2. 4 Contoh (A) luka sirip, (B) luka mulut, dan (C) luka tubuh.



2.6. Hasil dan Pembahasan

2.6.1 Kemunculan Hiu Paus pada Tahun 2024




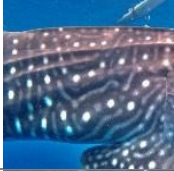


Grafik di bawah ini menunjukkan jumlah total hari kemunculan pada tahun 2024 dikelompokkan berdasarkan bulan. Untuk setiap kemunculan hiu paus, data dicatat dalam kalender musiman (Gambar 2.5).



Gambar 2. 5 Kemunculan hiu paus pada tahun 2024 berdasarkan jumlah hari kemunculan.

Berdasarkan grafik tentang pemantauan kemunculan hiu paus pada tahun 2024, jumlah hari kemunculan untuk setiap bulan berfluktuasi antara 21 dan 31 hari. Kemunculan paling sedikit terjadi pada bulan Juni, dengan 21 hari kemunculan hiu paus di zona interaksi. Kemunculan terbesar terjadi pada bulan Januari dan Juli, dengan 31 hari berturut-turut penampakan hiu paus. Hiu paus yang muncul di zona interaksi diidentifikasi sebagai lima individu berbeda, dengan tiga individu baru dan dua individu sudah tercatat dalam database pemantauan 2016-2023. Foto ID hiu paus yang diidentifikasi pada tahun 2024 adalah sebagai berikut:

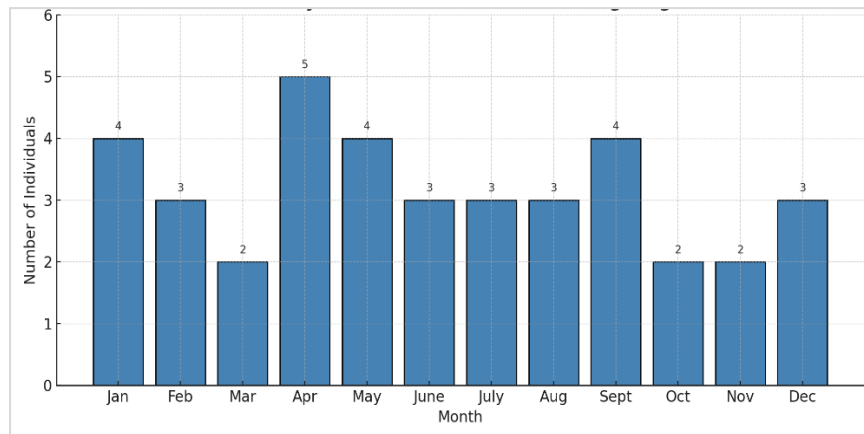
Tabel 2.1 Foto ID hiu paus yang diidentifikasi pada tahun 2024.

ID Number	Left side Photo-ID	Right side Photo-ID	Waktu Pengambilan Foto ID
GT 057			Maret 2023
GT 058			Januari 2024
GT 059			JanuRI 2024

Hasil identifikasi hiu paus di Perairan Botubarani tahun 2024 mengungkapkan bahwa tiga individu baru berhasil diidentifikasi menggunakan metode Photo Identification (Foto ID), yaitu individu dengan kode GT ID-057, GT ID-058, dan GT ID-059 (Tabel 2.1). Ketiga individu ini diidentifikasi melalui dokumentasi visual bagian tubuh hiu paus, khususnya area di sekitar insang dan sirip punggung (sisi kiri dan kanan), yang menunjukkan pola bintang unik yang tetap konsisten dari waktu ke waktu. Semua Foto ID diverifikasi dan kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak *Interactive Individual Identification System* (I3S), yang membantu membandingkan individu baru dengan database historis individu yang diidentifikasi dari 2016 hingga 2023.

Akurasi dalam sistem identifikasi dan kebutuhan untuk memperbarui database foto secara teratur sangat penting untuk menghindari duplikasi catatan

hiu paus individu. Semua hiu paus yang diamati di perairan Botubarani berjenis kelamin jantan remaja, dan belum ada hiu paus betina yang diidentifikasi (R. Rahman et al., 2025). Hiu paus remaja di Botubarani di perairan Botubarani menunjukkan pola migrasi campuran. Perilaku hiu paus di perairan Botubarani mengungkapkan bahwa beberapa individu telah diidentifikasi lebih dari sekali di zona interaksi selama periode lebih dari 7 bulan, sementara yang lain bermigrasi untuk waktu yang lama sebelum kembali.



Gambar 2.6 Kemunculan hiu paus berdasarkan jumlah individu.

Munculnya hiu paus di permukaan air terkait dengan perilaku alami mereka. Hiu paus biasanya muncul di permukaan air untuk mencari sumber makanan, tetapi mereka juga menyelam ke kolom air untuk mengikuti sumber makanan mereka. Umumnya, hiu paus menghabiskan hampir seluruh hidupnya di perairan dangkal, biasanya pada kedalaman maksimum 50 m atau dekat permukaan air, karena mereka adalah pemakan plankton dan pengumpul filter. Kecenderungan hiu paus untuk menyelam di perairan dalam adalah mengikuti pergerakan sumber makanannya atau untuk mendeteksi perubahan kondisi air (Himawan et al., 2015). Berdasarkan penelitian oleh (Rowat et al., 2007), hiu paus dapat menyelam hingga kedalaman 750-1000 m.

Kemunculan hiu paus di Perairan Botubarani erat kaitannya dengan kelimpahan makanannya, seperti ikan kecil dan plankton, serta aktivitas pemberian makan nelayan atau wisatawan yang berinteraksi dengan hiu paus. Proses upwelling juga memengaruhi kemunculan hiu paus

2.6.2 Perkiraan Panjang

Pengukuran panjang tubuh total (dari kepala hingga ekor) hiu paus dilakukan dengan menggunakan roll meter yang dibawa oleh dua surveyor.

Berdasarkan data pada Tabel 1, kemunculan didominasi oleh individu berukuran sedang dengan panjang tubuh antara 5 dan 6,5 meter, dan mereka juga menghabiskan waktu paling lama di zona interaksi. Perilaku alami mereka adalah berenang sambil menyaring makanan, yang memengaruhi interaksi dan pergerakan hiu paus masuk dan keluar dari Perairan Botubarani. Hiu paus juga berenang ke tempat lain untuk mencari makanan tambahan, biasanya di sekitar sungai terutama sungai selama musim ikan Nike.

2.6.3 Luka pada Hiu Paus

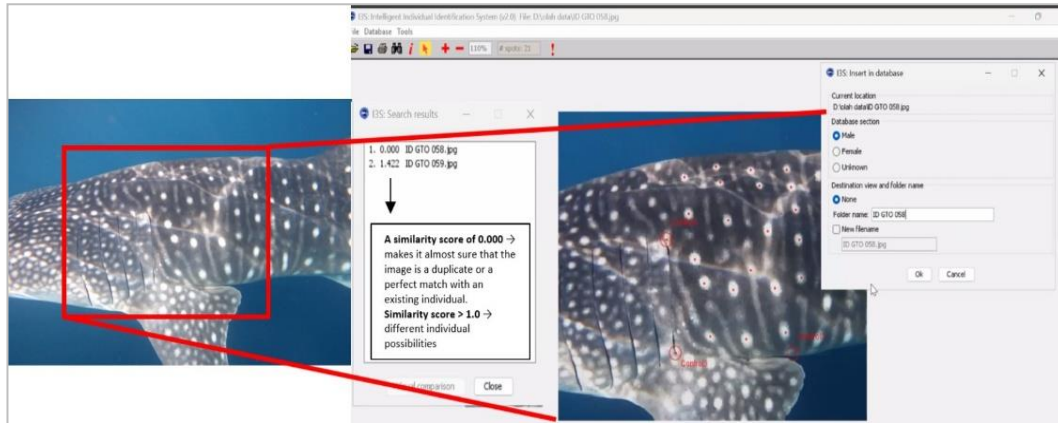
Luka pada hiu paus diperiksa dengan pengamatan langsung hiu paus untuk melihat luka di tubuh mereka. Setiap luka yang ditemukan pada tubuh hiu paus ditangkap dan kemudian dianalisis berdasarkan tiga kategori: sirip, tubuh, dan mulut. Cedera dapat disebabkan oleh tabrakan atau terjerat tali/jaring ikan (Harvey-Carroll et al., 2021; Yusma et al., 2024). Berdasarkan data pemantauan, teridentifikasi bahwa 3 (tiga) ikan hiu paus memiliki luka di tubuhnya. Setelah dianalisis, diakui bahwa satu individu memiliki sirip dan luka tubuh, 1 memiliki luka mulut, dan 1 memiliki luka tubuh. Sementara dua orang lainnya tidak memiliki luka di sekujur tubuh mereka.

Bekas luka yang terlihat atau tanda permanen, selain pola bintik yang unik, digunakan untuk mengkonfirmasi identitas individu selama analisis foto-ID (Womersley et al., 2021). Semua luka pada hiu paus dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti interaksi manusia dari pariwisata dan aktivitas nelayan, yang menyediakan makanan bagi hiu paus. Terlepas dari faktor interaksi manusia, hal itu mungkin disebabkan oleh tabrakan atau keterikatan tali/jaring ikan ketika hiu paus jauh dari zona interaksi. Di Perairan Botubarani, kegiatan pariwisata awal menimbulkan risiko cedera pada hiu paus. Sekitar 74% hiu paus terpantau mengalami cedera akibat gesekan dengan kapal wisata. (Yasir et al., 2024). Dengan demikian, pengelolaan dan interaksi yang efektif antara hiu paus dan kegiatan pariwisata sangat penting dalam mengurangi risiko cedera pada tubuh hiu paus (Yusma et al., 2015).

2.6.4 Kemunculan Hiu Paus dari 2016 hingga 2024

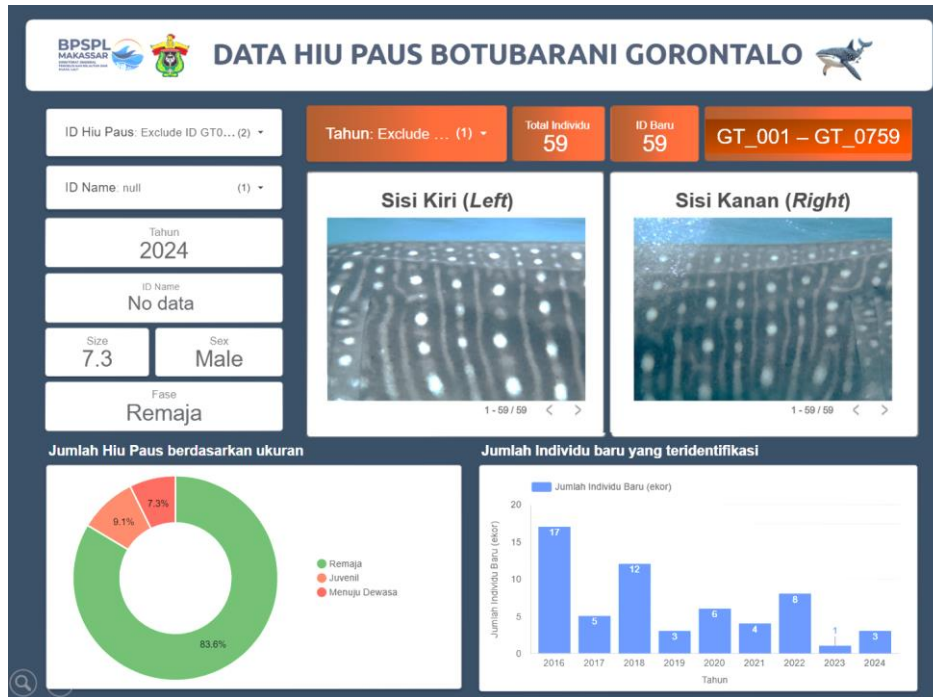
Kemunculan hiu paus dipantau dengan pengamatan langsung setiap hari, dan setiap kemunculan dicatat dalam kalender harian. Sepanjang periode pengumpulan data dari 2016 hingga 2024, jumlah hiu paus yang teridentifikasi

adalah 59 individu yang berbeda. Metode membedakan setiap individu yang muncul di Perairan Botubarani dilakukan dengan menggunakan metode Photo-ID. Selanjutnya, foto sisi kiri dan kanan hiu paus dianalisis menggunakan perangkat lunak *Individual Interactive Identification System (I3S)* (Gambar 2.7).



Gambar 2. 7 Penggunaan perangkat lunak I3S untuk identifikasi hiu individu baru.

Software (I3S) ini mengidentifikasi individu dengan membandingkan pola totol unik hiu paus [20]. Metode Foto-ID adalah metode yang efektif dan efisien untuk mengidentifikasi dan membuat data base hiu paus. Dengan memanfaatkan teknologi dan partisipasi publik untuk pengambilan gambar, metode ini memberikan data yang akurat untuk mendukung konservasi hiu paus di berbagai lokasi (Himawan et al., 2022).



Gambar 2. 8 Dashboard data hiu paus perairan Botubarani, Gorontalo 2016-2024

Untuk menjembatani data lapangan yang sudah dikumpulkan dengan kebutuhan pengambilan keputusan pengelolaan dibuatkan dalam satu database terpusat (*Dashboard*) (Gambar 2.8). Dashboard ini menjasi alat visual ilmiah dan manajerial yang mengintegrasikan data identifikasi individu, struktur populasi, dokumentasi morfologi, dan tren temporal kemunculan hiu paus di perairan Botubarani.

2.6.5 Kalender Musiman Kemunculan Hiu Paus dari 2016 hingga 2024

Hasil pemantauan kemunculan hiu paus dari tahun 2016 hingga 2024 di perairan Botubarani, Provinsi Gorontalo, disajikan dalam satu grafik yang menunjukkan jumlah hari kemunculan setiap bulan dan membandingkannya dengan data dari bulan yang sama di tahun yang berbeda. Tabel 2.2 menyajikan perbandingan jumlah hari kemunculan dari 2016 hingga 2024, dikelompokkan berdasarkan bulan.

Tabel 2. 2 Kalender musiman (data bulanan) penampilan hiu paus dari 2016 hingga 2024.

Tahun	Jumlah Hari Kemunculan Hiu Paus											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
2016	0	0	15	25	30	3	31	16	0	0	17	0
2017	2	14	8	0	28	21	2	0	0	0	0	3
2018	0	0	1	0	29	30	31	31	24	6	18	7
2019	7	7	17	27	28	21	16	12	0	3	0	0
2020	18	18	28	13	16	21	20	16	18	12	7	11
2021	16	28	31	30	31	30	30	31	28	29	14	16
2022	22	1	5	5	17	30	30	28	9	17	30	30
2023	30	28	31	30	30	30	30	28	26	23	22	29
2024	31	29	26	27	25	21	31	30	30	29	30	30

Berdasarkan tabel kalender musiman penampilan hiu paus selama periode pemantauan dari 2016 hingga 2024, hiu paus muncul dan berenang di sekitar Perairan Botubarani hampir sepanjang tahun. Selama periode pengamatan awal (2016 - 2019), hari-hari kemunculan hiu paus di perairan Botubarani tercatat bervariasi dan tidak tercatat secara konsisten sepanjang tahun. Pada tahun 2016, frekuensi penampilan tertinggi diamati pada bulan Juli, dengan 31 hari, diikuti oleh Mei dan Juni, masing-masing menunjukkan 30 hari. Sebaliknya, tidak ada penampakan yang tercatat pada bulan Januari, Februari, September, Oktober, dan Desember. Tahun 2017 dan 2018 menunjukkan jumlah penampakan hiu paus yang rendah dan fluktuatif. Misalnya, pada tahun 2017, hanya 8 hari yang dicatat pada bulan Maret dan 28 hari pada bulan Mei.

Selanjutnya, di tahun 2018 menunjukkan peningkatan prevalensi selama periode musim timur, terutama dari Juni hingga Agustus, dengan penampakan yang konsisten selama 30 hingga 31 hari. Tahun 2019 mulai mengungkapkan pola yang lebih teratur, dengan penampakan puncak terjadi pada bulan April (27 hari) dan Mei (28 hari). Faktor oseanografi, seperti klorofil-a dan suhu permukaan laut (SPL), memengaruhi keberadaan hiu paus (Yasir et al., 2024a).

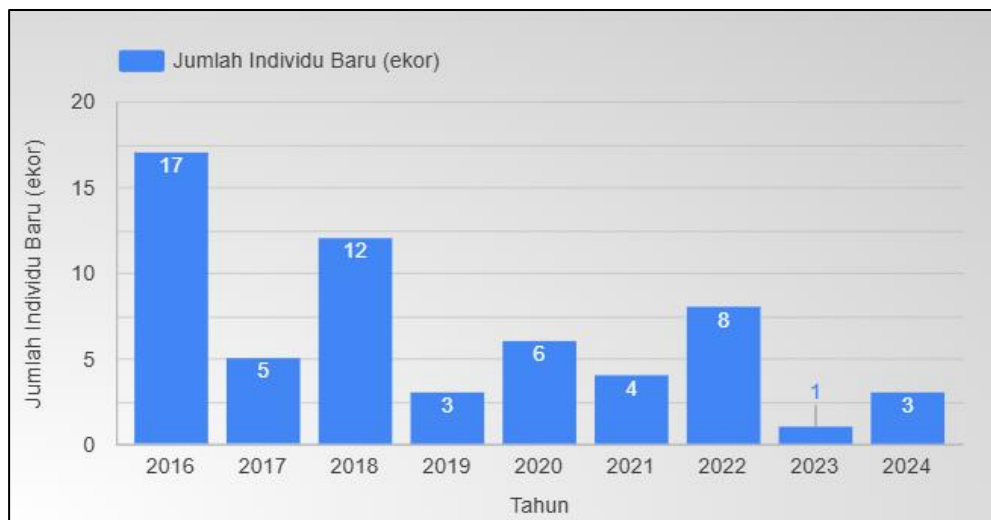
Antara tahun 2020 dan 2024, data mengenai kemunculan hiu paus mengungkapkan tren kenaikan yang signifikan dan konsisten sepanjang tahun. Pengamatan menunjukkan bahwa hiu paus telah hadir hampir setiap bulan sejak 2020. Antara 2021 dan 2024, banyak penampakan tercatat, terutama dari Maret hingga Agustus, dengan rata-rata lebih dari 28 penampakan per bulan.

Khususnya, 2023 dan 2024 menunjukkan penampakan bulanan yang hampir lengkap, dengan hari yang dilaporkan berkisar antara 21 hingga 31. Puncak penampakan terjadi pada Maret 2023 dan Januari 2024, dengan 31 pengamatan hari kalender dan hiu paus tercatat muncul setiap hari, yang menunjukkan bahwa kejadian parsial dicatat pada hari-hari tertentu.

Selain itu, Januari dan Februari, yang awalnya menunjukkan lebih sedikit penampakan tersebut, mengalami peningkatan yang signifikan dari 2022 hingga 2024, dengan setiap bulan mencerminkan 28 hingga 31 hari kemunculan hiu paus. Data ini menyoroti pola kemunculan yang komprehensif dan berkepanjangan sepanjang tahun, menggarisbawahi pentingnya strategi manajemen berbasis musim dan waktu. Sebagian besar penampakan hiu paus di Perairan Botubarani mirip dengan yang ada di lokasi lain, seperti Ningaloo Reef di Australia Barat. Ini sejalan dengan bulan-bulan puncak yang disarankan dari Maret hingga Agustus, terutama dari Mei dan seterusnya dan Karibia Meksiko Utara yang bertepatan dengan denyut nadi produktivitas setelah pemijahan karang massal (Anderson et al., 2014; Norman et al., 2017).

2.6.6 Dinamika Temporal Hiu Paus yang Baru Diidentifikasi

Berdasarkan pemantauan penampakan hiu paus di Perairan Botubarani, jumlah individu baru yang diidentifikasi dari tahun 2016 hingga 2024 menunjukkan pola fluktuasi yang cukup dinamis (Gambar 2.8). Berdasarkan kalender musiman, hiu paus muncul di Perairan Botubarani hampir sepanjang tahun, dimulai pada tahun 2020 dan berlanjut hingga 2024, dengan bulan-bulan puncak penampakan dimulai pada bulan Maret dan berlanjut hingga Agustus. Hiu paus yang paling sering muncul di Perairan Botubarani, terutama di zona interaksi hiu paus, adalah



hiu paus dengan panjang sekitar 5 - 6,5 meter. Luka ditemukan di bagian tertentu dari tubuh hiu paus, kemungkinan disebabkan oleh kegiatan pariwisata.

Gambar 2. 9 Penampilan hiu paus berdasarkan jumlah individu yang baru diidentifikasi.

Grafik di atas menunjukkan pola fluktuasi tahunan individu hiu paus yang baru diidentifikasi di Perairan Botubarani dari tahun 2016 hingga 2024. Jumlah identifikasi baru tertinggi terjadi selama pemantauan awal 2016, dengan 17 individu, mencerminkan pengumpulan data awal yang baru saja dimulai. Setelah menurun drastis pada tahun 2017 (5 individu), jumlahnya kembali meningkat pada tahun 2018 (12 individu) sebelum stabil di kisaran 3-6 individu pada tahun 2019-2021. Pada tahun 2022, terjadi peningkatan menjadi 8 individu, namun jumlah orang menurun drastis pada tahun 2023 (1 individu) dan sedikit meningkat pada tahun 2024 (3 individu). Pola-pola ini mencerminkan dinamika ekologi serta kemungkinan efektivitas pengamatan konservasi dan variasi yang dilakukan setiap tahun. Jumlah total hiu paus yang diidentifikasi dari 2016 hingga 2024 adalah 59 individu yang berbeda.

Jumlah individu yang baru diidentifikasi untuk setiap tahun di antara kegiatan pemantauan, 2016-2024, mungkin terkait dengan migrasi hiu paus ke perairan lain. Menurut Andrzejczek et al. (2016), Hiu paus adalah spesies migrasi yang dapat bermigrasi melintasi dunia samudera. Di Teluk Gorontalo, hiu paus mungkin menunjukkan pola migrasi yang serupa, meskipun data atau penelitian spesifik tentang migrasi di daerah ini masih terbatas.

Pola fluktuasi dalam penampilan hiu paus di Perairan Botubarani dihasilkan dari interaksi kompleks antara berbagai faktor lingkungan dan aktivitas manusia (Guzman et al., 2022). Perubahan ekologis, termasuk suhu permukaan laut (SPL), ketersediaan sumber makanan seperti plankton dan ikan kecil, serta dinamika arus laut, secara signifikan memengaruhi pola migrasi dan penampilan hiu paus. Selain itu, perubahan struktur ekosistem, seperti perubahan garis pantai, sedimentasi setelah banjir bandang di Desa Botubaani, dan pergeseran komunitas plankton, juga berdampak pada kesesuaian alami hiu paus.

Interaksi antara manusia dan hiu paus, khususnya kegiatan wisata yang meningkat sejak kemunculan hiu paus di Perairan Botubarani menjadi viral, juga memengaruhi perilaku alami dan habitatnya. Misalnya, kegiatan pemberian makan oleh wisatawan dan nelayan berdampak pada pola makan alami mereka dan berpotensi menyebabkan cedera fisik akibat kontak dengan perahu atau benda lain. Selain itu, jumlah individu yang baru diidentifikasi setiap tahun tergantung

pada intensitas kegiatan pemantauan dan metode identifikasi yang digunakan, seperti metode Photo-ID, yang membantu mengidentifikasi individu baru berdasarkan pola bintik-bintik di tubuh mereka.

Hiu paus mencari makanan dengan menyaring air saat bergerak. Kemunculan hiu paus di Perairan Botubarani bertepatan dengan musim ikan nike di daerah setempat (Anderson et al., 2014). Lokasi penampilan ditinggikan dan dikaitkan dengan sumber makanan baik dari interaksi alami manusia, seperti pemberian makan oleh nelayan atau oleh masyarakat lokal. Oleh karena itu, pemahaman yang komprehensif tentang interaksi antara faktor ekologis dan antropogenik sangat penting untuk mengembangkan strategi konservasi adaptif dan berkelanjutan di Perairan Botubarani sebagai bagian dari Kawasan Konservasi Laut Teluk Gorontalo. Tujuannya adalah untuk membuat rencana yang menyelaraskan kegiatan konservasi dan pariwisata, memastikan perlindungan hiu paus di Perairan Botubaani. Namun, kami tetap dapat melakukan kegiatan wisata untuk memberikan pengalaman terbaik bagi pengunjung Perairan Botubarani (Handoko et al., 2019).

2.6.7 Implikasi untuk Konservasi

Pola fluktuasi penampilan hiu paus memiliki implikasi penting bagi manajemen hiu paus dan strategi konservasi di Perairan Botubarani. Jumlah kemunculan meningkat pada tahun-tahun tertentu, menunjukkan bahwa menjaga kondisi lingkungan yang baik atau optimal di habitat hiu paus diperlukan, terutama dalam hal ketersediaan sumber makanan dan kualitas habitat. Penurunan data individu baru yang diamati pada tahun 2017 dan 2023 merupakan indikator peringatan potensi gangguan pada populasi lokal. Sangat penting untuk mengatasi tantangan ini melalui pendekatan berbasis ekosistem yang adaptif.

2.6.8 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian, beberapa kesimpulan tentang kemunculan hiu paus di Perairan Botubarani dari tahun 2016 hingga 2024 adalah sebagai berikut:

1. Data tentang jumlah penampilan hiu paus di Perairan Botubarani dari 2016 hingga 2024 menunjukkan pola non-linier, yang mencerminkan interaksi kompleks antara faktor biotik, abiotik, dan antropogenik. Pemantauan berkelanjutan menggunakan metode standar sangat penting untuk

memahami pola migrasi dan dinamika populasi, serta untuk memperkuat kebijakan konservasi berbasis bukti.

2. Pola dinamis penampilan hiu paus di Perairan Botubarani tergantung pada berbagai faktor lingkungan, seperti suhu permukaan laut, produktivitas air, dan sumber makanan. Selain itu, penting untuk memahami perilaku makan, migrasi, dan dampak aktivitas manusia pada hiu paus. Data dari beberapa situs agregasi di Indonesia dan di seluruh dunia dapat dijadikan acuan konservasi hiu paus di Perairan Botubarani.
3. Metode Photo-ID secara efektif mengidentifikasi dan memantau hiu paus di Perairan Botubarani. Teknik ini memungkinkan pengumpulan data yang akurat dan berkelanjutan untuk populasi hiu paus, yang penting untuk konservasi mereka. Namun, kualitas dan konsistensi pengumpulan data untuk metode ini tergantung pada kualitas dan konsistensi pengambilan gambar dan koordinasi antar data.

DAFTAR PUSTAKA

- Afonso, P., McGinty, N., & Machete, M. (2014). Dynamics of whale shark occurrence at their fringe oceanic habitat. *PLoS ONE*, *9*(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102060>
- Anderson, D. J., Kobryn, H. T., Norman, B. M., Bejder, L., Tyne, J. A., & Loneragan, N. R. (2014). Spatial and temporal patterns of nature-based tourism interactions with whale sharks (*Rhincodon typus*) at Ningaloo Reef, Western Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *148*, 109–119. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2014.05.023>
- Andrzejaczek, S., Meeuwig, J., Rowat, D., Pierce, S., Davies, T., Fisher, R., & Meekan, M. (2016). The ecological connectivity of Whale Shark aggregations in the Indian ocean: A photo-identification approach. *Royal Society Open Science*, *3*(11). <https://doi.org/10.1098/rsos.160455>
- Anna, Z., & Saputra, D. S. (2017). Economic valuation of whale shark tourism in Cenderawasih Bay National Park, Papua, Indonesia. *Biodiversitas*, *18*(3), 1026–1034. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d180321>
- Guzman, H. M., Collatos, C. M., & Gomez, C. G. (2022). Movement, Behavior, and Habitat Use of Whale Sharks (*Rhincodon typus*) in the Tropical Eastern Pacific Ocean. *Frontiers in Marine Science*, *9*. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.793248>

- Hamid, A., Toha, A., Saiful, A., Juswono, A., Setiawan, B., & Bawole, R. (2019). *Hiu Paus Teluk Cenderawasih : Riset dan Monitoring, Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih dan WWF-Indonesia.*
- Handoko, K., Himawan, M. R., Tania, C., Jakasukmana, M., Maduppa, H., Subhan, B., & Hadriana, S. (2019). Buku Hiu Paus 2019 - Pantai Botubarani. *Balai Pengelolaan Sumber Daya Pesisir Dan Laut Makassar, Ditjen Pengelolaan Ruang Laut, Kementerian Kelautan Dan Perikanan*
- Harvey-Carroll, J., Stewart, J. D., Carroll, D., Mohamed, B., Shameel, I., Zareer, I. H., Araujo, G., & Rees, R. (2021). The impact of injury on apparent survival of whale sharks (*Rhincodon typus*) in South Ari Atoll Marine Protected Area, Maldives. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79101-8>
- Himawan, M. R., Tania, C., Noor, B. A., Wijonarno, A., Subhan, B., & Madduppa, H. (2015). *AAFL BIOFLUX Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation International Journal of the Bioflux Society Sex and size range composition of whale shark (Rhincodon typus) and their sighting behaviour in relation with fishermen lift-net within Cenderawasih Bay National Park, Indonesia* (Vol. 8, Issue 2). <http://www.bioflux.com.ro/aacl>
- Himawan, M. R., Tilahunga, S. D., Hidayati, E., Nurliah, Amar, F., & Tania, C. (2022). Pengembangan Wisata Hiu Paus Berbasis Iot (Internet Of Things) Melalui Siaran Langsung Jelajah Virtual Hiu Paus Di Alam Liar Di Pantai Desa Botubarani, Kabila Bone, Bone Bolango, Gorontalo. *Indonesian Journal of Fisheries Community Empowerment*, 2(1), 51–56. <https://doi.org/10.29303/jppi.v2i1.500>
- Nelson, J. D., & Eckert, S. A. (2007). Foraging ecology of whale sharks (*Rhincodon typus*) within Bahía de Los Angeles, Baja California Norte, México. *Fisheries Research*, 84(1), 47–64. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.11.013>
- Norman, B. M., Whitty, J. M., Beatty, S. J., Reynolds, S. D., & Morgan, D. L. (2017). Do they stay or do they go? Acoustic monitoring of whale sharks at Ningaloo Marine Park, Western Australia. *Journal of Fish Biology*, 91(6), 1713–1720. <https://doi.org/10.1111/jfb.13461>
- Rahman, R., Suyasa, I. N., Syamsuddin, A., & Pahlevi, R. S. (2025). Population Structure, Site Fidelity, and Residency Patterns of Whale Sharks (*Rhincodon typus*) in Botubarani Waters, Gorontalo Province, Indonesia. *HAYATI Journal of Biosciences*, 32(4), 908–919. <https://doi.org/10.4308/hjb.32.4.908-919>
- Rowat, D., Meekan, M. G., Engelhardt, U., Pardigon, B., & Vely, M. (2007). Aggregations of juvenile whale sharks (*Rhincodon typus*) in the Gulf of Tadjoura, Djibouti. *Environmental Biology of Fishes*, 80(4), 465–472. <https://doi.org/10.1007/s10641-006-9148-7>
- Womersley, F., Hancock, J., Perry, C. T., & Rowat, D. (2021). Wound-healing capabilities of whale sharks (*Rhincodon typus*) and implications for conservation

management. *Conservation Physiology*, 9(1).
<https://doi.org/10.1093/conphys/coaa120>

Yasir, M., Hartati, R., Indrayanti, E., & Amar, F. (2024). Characteristics of external injuries of whale sharks (*Rhincodon typus*, Smith 1828) in Botubarani waters, Gorontalo, Indonesia. *Egyptian Journal of Aquatic Research*.
<https://doi.org/10.1016/j.ejar.2024.08.002>

Yasir, M., Hartati, R., Indrayanti, E., Amar, F., & Tarigan, A. I. (2024). Seasonal Constellation of Juvenile Whale Sharks in Gorontalo Bay Coastal Park. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 29(2), 241–253.
<https://doi.org/10.14710/ik.ijms.29.2.241-253>

Yusma, A. M. I., Salman, R., Junaidi, S. J., Tania, C., Adnan, & Otolu, L. (2015). Identifikasi Kemunculan Hiu Paus (*Rhincodon typus*) di Perairan Talisayan, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur. *Prosiding Simposium Hiu Dan Pari Di Indonesia, I*, 107–113.

Yusma, A. M. I., Yudianto, P., Rizal, M., Pamungkas, P. P., Abdullah, Musram, S., Oramahi, W. A., Amar, F., & Hamzah, H. (2024). Laporan Monitoring Habitat Hiu Paus (*Rhincodon typus*). In *Balai Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Laut Makassar, Ditjen Pengelolaan Kelautan dan Ruang Laut, Kementerian Kelautan dan Perikanan*.