

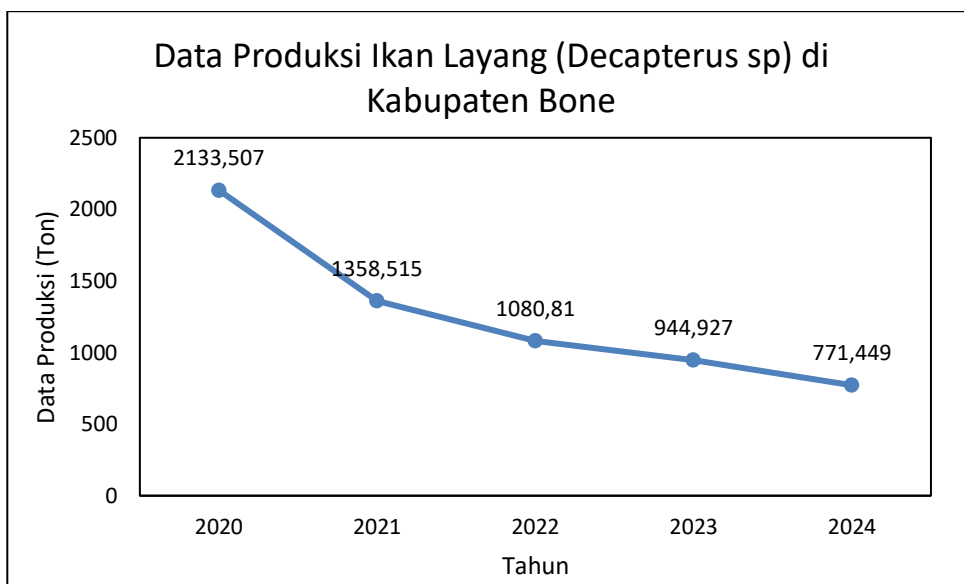
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Luas wilayah Kabupaten Bone di Provinsi Sulawesi Selatan adalah 4.559 km². Secara astronomis Kabupaten Bone terletak pada posisi 4°13' – 5°6' Lintang Selatan dan antara 119°42'-120°30' Bujur Timur. Bagian Timur Kabupaten Bone bertopografi pesisir menjadikan Bone mempunyai garis pantai sepanjang 138 km dari arah Selatan ke Utara. Ekosistem Teluk Bone merupakan ekosistem yang mempunyai kekhasan tersendiri. Perairannya semi tertutup dibandingkan dengan perairan Selat Makassar dan Laut Flores karena secara geografis terletak di sebelah Timur daratan Sulawesi Selatan dan di sebelah Barat daratan Sulawesi Tenggara. Teluk Bone adalah teluk yang berada di antara 8 kabupaten di wilayah administrasi Provinsi Sulawesi Selatan dan 5 kabupaten di wilayah administrasi Provinsi Sulawesi Tenggara. Berarti ada 2 pemerintah provinsi dan 13 pemerintah kabupaten yang berperan penting. Teluk Bone merupakan salah satu area potensial untuk pemanfaatan sumberdaya hayati perairan di wilayah koridor Sulawesi, dimana wilayah ini merupakan aset strategis untuk di kembangkan dengan basis keadaan ekonomi pada kemakmuran masyarakat pesisir dan peningkatan perolehan pendapatan asli daerah.

Ikan layang (*Decapterus sp*) adalah salah satu jenis ikan pelagis yang tertangkap di perairan tersebut yang memberikan kontribusi terbesar. Ikan layang ditangkap dengan menggunakan alat tangkap antara lain bagan, jaring insang (*gillnet*), payang, dan pukat cincin (*purse seine*). ikan layang ini mempunyai peranan penting dan mempunyai nilai ekonomis dalam perikanan *purse seine* sehingga banyak dicari dan ditangkap oleh armada *purse seine* sebagai target utama hasil tangkapan (Prihartini, 2006). Ikan ini merupakan salah satu jenis ikan pelagis kecil yang tersedia sepanjang tahun tanpa dipengaruhi musim dan produksinya yang tinggi (Mahdaniar, 2017). Ikan layang juga adalah salah satu jenis ikan yang dominan didaratkan di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Lonrae. Ikan Layang yang dipasarkan di Kabupaten Bone hingga kota Makassar memiliki tingkat kualitas yang mendekati batas kelayakan konsumsi. Pada tahun 2023 jumlah produksi ikan layang sebesar 944,927 kg (80,14%) dari total produksi ikan yaitu 1.160.043 kg. Pada Gambar 1 dapat terlihat bahwa produksi ikan layang yang didaratkan pada PPI Lonrae menunjukkan penurunan data yang cukup besar setiap tahunnya.



Gambar 1. Data produksi ikan layang Kabupaten Bone

Tantangan saat ini dalam pengelolaan sumber daya kelautan semakin meningkat diakibatkan oleh dampak perubahan iklim global. Maka dari itu, penting untuk mempelajari perubahan terkini, khususnya yang berkaitan dengan faktor oseanografi seperti suhu permukaan laut (SPL) dan thermal front. SPL berfungsi sebagai tanda utama dalam perubahan suhu di perairan laut, sedangkan thermal front merujuk pada area pertemuan antara dua massa air dengan suhu yang berbeda. Adanya thermal front dapat memberikan pengaruh terhadap jumlah plankton dan keseimbangan ekosistem laut secara keseluruhan. Thermal front dapat menciptakan wilayah kaya nutrisi, yang sangat penting dalam meningkatkan jumlah plankton dan mendukung kelangsungan ekosistem laut. Selain itu, thermal front berpengaruh cukup besar terhadap lingkungan laut, termasuk fitoplankton. Fitoplankton adalah mikroorganisme yang melakukan fotosintesis dan menghasilkan klorofil-a, yang digunakan sebagai indikator utama tingkat produktivitas biologis di ekosistem laut (Angraeni *et al.*, 2014).

Sumber daya ikan memiliki karakter yang sangat dinamis, sehingga penyebarannya di laut tidak seragam, baik dalam arah vertikal maupun horizontal. Pergerakan dinamis ini merupakan bentuk adaptasi ikan terhadap perubahan lingkungan perairan yang menjadi habitatnya (Simbolon, 2011). Zona potensi penangkapan ikan (ZPPI) dipengaruhi oleh berbagai faktor oseanografi, termasuk faktor fisik, kimia, dan biologi, seperti suhu permukaan laut (SPL), salinitas, konsentrasi klorofil-a, serta fenomena oseanografi seperti front dan upwelling (Simbolon *et al.*, 2009).

Kirby *et al.* (2000) mengemukakan bahwa front dapat dipahami sebagai penanda batas perairan antara dua jenis air yang berbeda karakteristik. Klorofil-a

front merupakan indikator yang bisa digunakan dalam menentukan sebuah daerah penangkapan ikan yang juga berhubungan dengan ketersediaan sumber makanan di perairan. Konsentrasi klorofil-a ataupun fitoplankton akan sangat menentukan besarnya produktivitas primer perairan yang selanjutnya akan berkaitan dengan produksi hasil tangkapan.

Informasi mengenai kondisi oseanografi perairan saat ini dapat diperoleh dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh (inderaja). Beberapa penelitian menggunakan teknologi inderaja kaitannya dengan front sebelumnya telah dilakukan oleh Podesta *et al.* (1993) tentang hubungan antara hasil tangkapan ikan pedang (swordfish) dengan thermal front di Atlantik Utara. Zainuddin *et al.* (2013) menganalisis pembentukan ZPPI pada musim peralihan diduga terkait dengan preferensi faktor lingkungan dan juga keberadaan zona front, shelf-break 500 m, dan upwelling di lokasi penelitian (Teluk Bone). Mustasim (2015) melaporkan dinamika spasial-temporal ikan cakalang hubungannya dengan thermal front dan klorofil-a front di perairan Seram. Putri (2015) menggambarkan identifikasi front dan upwelling di Teluk Bone-Laut Flores dan kaitannya dengan kelimpahan ikan cakalang pada musim timur.

Operasi penangkapan ikan dapat berlangsung lebih efisien dan efektif jika lokasi daerah penangkapan ikan (DPI) dapat diprediksi sebelum armada berangkat dari pangkalan. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menentukan DPI adalah dengan mempelajari fenomena front melalui analisis konsentrasi klorofil-a dan suhu permukaan laut, yang memiliki keterkaitan erat dengan produktivitas perairan. Data klorofil-a dan SPL yang diperoleh dari satelit dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi fenomena front, sehingga membantu dalam memprediksi lokasi DPI yang potensial. Oleh karena itu, diperlukan analisis hubungan antara konsentrasi klorofil-a dan SPL pada zona front dengan hasil tangkapan ikan layang, khususnya di wilayah perairan Teluk Bone, demi meningkatkan efisiensi penangkapan ikan.

1.2 Teori

1.2.1 Gambaran Umum Ikan Layang (*Decapterus sp.*)

Ikan layang (*Scad*) merupakan salah satu komponen utama dalam kelompok ikan pelagis kecil yang tersebar luas di perairan Indonesia. Ikan ini dikenal memiliki sifat hidup secara bergerombol atau membentuk *schooling*, yang menjadi karakteristik utama ikan pelagis kecil dalam mencari makan dan menghindari predator. Terdapat beberapa spesies ikan layang yang umum ditemukan di perairan Indonesia, yaitu *Decapterus ruselli*, *Decapterus kurroides*, *Decapterus macrosoma*, dan *Decapterus macarellus*. Keberagaman spesies ini mencerminkan tingginya biodiversitas serta peran penting ikan layang dalam ekosistem laut sebagai sumber daya perikanan yang signifikan, baik untuk konsumsi lokal maupun industri perikanan. Klasifikasi ikan layang adalah sebagai berikut:

Klasifikasi ikan layang (*Decapterus Sp*) Menurut (Saainin, 1984) sebagai berikut

Kelas : *Pisces*

Sub Kelas : *Teleostei*

Ordo : *Percomorphi*

Sub Ordo : *Percoidea*

Divisi : *Perciformes*

Sub Divisi : *Carangi*

Famili : *Carangidae*

Sub Famili : *Carangidae*

Genus : *Decapterus*

Spesies : *Decapterus sp.*

(Bleeker, 1851)



Gambar 2. Ikan Layang (*Decapterus sp.*)

Menurut Weber dan Beaufort (1931), ikan layang diklasifikasikan dalam keluarga *Carangidae*, ordo *Percomorphi*, dan genus *Decapterus*. Ciri khas dari genus ini adalah adanya "finlet" atau sirip kecil tambahan yang terletak di belakang sirip punggung dan sirip duburnya. Nama ilmiah *Decapterus* berasal dari bahasa Latin, di mana "deca" berarti sepuluh dan "pteron" berarti sayap, yang mengacu pada bentuk siripnya yang menyerupai sayap kecil. Nama ini menggambarkan kemampuan ikan layang untuk berenang cepat, ditunjang oleh bentuk tubuhnya yang seperti cerutu dan sisiknya yang halus, yang meminimalkan hambatan air (Genisa, 1998).

Ikan layang, yang dikenal juga sebagai Scad, merupakan salah satu jenis ikan pelagis kecil dari keluarga *Carangidae*. Ikan ini sering ditemukan hidup dalam kelompok besar (*schooling*) dan memiliki panjang tubuh sekitar 15 hingga 25 cm. Ciri fisiknya meliputi warna biru kehijauan di bagian punggung dan putih perak di bagian perut. Sirip ekornya bercabang (*forked*) dengan pangkal yang ditutupi oleh sisik tebal, serta terdapat duri terpisah di belakang sirip punggung dan dubur (Nontji A. 2002).

Di berbagai wilayah, ikan ini dikenal dengan nama lokal seperti layah, malalugis, atau momar. Ikan layang biasanya tertangkap di perairan yang berjarak

20 hingga 30 mil dari garis pantai, pada kedalaman 100 hingga 300 meter. Habitatnya tersebar luas di wilayah Indo-Pasifik barat, mulai dari pesisir Afrika timur hingga Filipina, utara hingga tenggara Jepang, serta selatan hingga bagian barat Australia.

1.2.2 Daerah Penangkapan Ikan

Daerah penangkapan ikan atau *fishing ground* adalah wilayah perairan yang digunakan untuk kegiatan penangkapan ikan (Sudirman dan Mallawa, 2013). Mengetahui lokasi penyebaran dan jumlah ikan di suatu area perairan dapat membantu menentukan tempat yang potensial untuk penangkapan ikan. Hal ini sangat penting karena bisa meningkatkan efektivitas dan efisiensi operasi penangkapan ikan, sehingga keuntungan yang diperoleh nelayan juga akan meningkat. Penggunaan pengetahuan lokal yang diturunkan dari generasi ke generasi, jika dikombinasikan dengan data penginderaan jauh, dapat memberikan informasi yang lebih akurat kepada nelayan mengenai daerah penangkapan yang potensial.

Ikan adalah hewan berdarah dingin (ektoterm), sehingga suhu air sangat memengaruhi aktivitas dan metabolisme mereka. Ketika suhu permukaan laut meningkat, ikan pelagis kecil seperti ikan layang (*Decapterus sp.*) mungkin bermigrasi ke perairan yang lebih dingin atau lebih dalam untuk mencari suhu yang lebih cocok bagi metabolisme mereka (Kusumaningrum *et al.*, 2021).

Selain itu, suhu permukaan laut mempengaruhi produktivitas primer di laut melalui fenomena yang disebut upwelling. Upwelling adalah proses naiknya air laut yang dingin dan kaya nutrisi ke permukaan, sehingga meningkatkan jumlah fitoplankton. Fitoplankton ini, yang mengandung klorofil-a, menjadi indikator keberadaan ikan di perairan. Namun, fitoplankton hanya bisa hidup di lapisan tipis air permukaan yang cukup terkena cahaya matahari dan memiliki suhu yang relatif stabil. Nutrien yang dibutuhkan untuk pertumbuhan fitoplankton sering kali berada di lapisan air yang lebih dalam dengan suhu lebih rendah. Oleh karena itu, diperlukan proses upwelling yang mengangkat air kaya nutrisi dari lapisan dalam ke permukaan agar fitoplankton bisa tumbuh dengan baik, sehingga mendukung kelimpahan ikan (Sutrisno, 2002; Nybakken, 1992).

1.2.3 Suhu Permukaan Laut

Proses metabolisme dan distribusi ikan dipengaruhi oleh suhu perairan, dan ikan sangat sensitif terhadap perubahan suhu, bahkan yang sekecil 0,03°C. Suhu merupakan faktor kunci dalam menentukan kualitas suatu area untuk penangkapan ikan. Variasi suhu yang ada, baik dalam hal tingkat fluktuasi suhu, memainkan peran penting dalam menentukan pola migrasi spesies ikan tertentu. Suhu yang terlalu tinggi, tidak stabil, atau tidak normal dapat mengurangi nafsu makan ikan (Gunarso, 1985).

Suhu di permukaan perairan Indonesia umumnya berkisar antara 28°C hingga 31°C, namun suhu di setiap perairan bisa bervariasi. Variasi suhu ini terjadi

baik secara horizontal, mengikuti garis lintang, maupun secara vertikal, seiring dengan kedalaman perairan. Suhu perairan memainkan peran penting dalam penyebaran ikan layang. Ikan layang cenderung ditemukan di suhu perairan antara 20°C hingga 30°C (Nontji, 2007).

1.2.4 Sebaran Klorofil – a

Klorofil-a adalah pigmen utama dalam proses fotosintesis yang sangat penting bagi organisme perairan, terutama fitoplankton. Ada tiga jenis klorofil yang dikenal dalam fitoplankton, yaitu klorofil-a, klorofil-b, dan klorofil-c, di samping beberapa pigmen fotosintesis lainnya seperti karoten dan xantofil. Di antara berbagai jenis pigmen tersebut, klorofil-a adalah yang paling dominan dan umum ditemukan pada fitoplankton. Oleh karena itu, konsentrasi fitoplankton sering kali diukur dan dilaporkan berdasarkan jumlah klorofil-a yang terkandung di dalamnya.

Konsentrasi klorofil-a di perairan laut bervariasi secara vertikal, dipengaruhi oleh sejumlah faktor oseanografi, seperti suhu permukaan laut, intensitas angin, arus laut, serta kondisi lingkungan lainnya. Fluktuasi konsentrasi klorofil-a ini dapat dipantau melalui pengukuran langsung di lapangan atau dengan memanfaatkan teknologi pemantauan jarak jauh (*remote sensing*). Dalam konteks ini, klorofil-a juga berperan penting dalam memberikan warna khas pada laut yang dapat terlihat dari permukaan. Dengan menggunakan teknologi satelit, konsentrasi klorofil-a di perairan dapat diperkirakan secara akurat melalui analisis citra satelit (Tajjuddah, 2005).

1.2.5 Daerah Front

Menurut Kirby *et al.* (2000), *front* adalah area perairan yang menandai pertemuan dua massa air dengan karakteristik yang berbeda. Sebagai contoh, front dapat terjadi ketika massa air hangat dari Laut Jawa bertemu dengan massa air dingin dari Samudera Hindia. Olson *et al.* (1994) menyebutkan bahwa terdapat beberapa jenis front, antara lain front termal (perbedaan suhu), front salinitas (perbedaan kadar garam), dan front klorofil-a (perbedaan konsentrasi klorofil).

Front ini dianggap penting dalam menentukan daerah penangkapan ikan yang potensial. Hal ini karena front sering kali membawa air dingin yang kaya akan nutrisi, yang bercampur dengan air hangat yang miskin zat hara. Proses pencampuran ini meningkatkan kandungan nutrisi di daerah front, sehingga meningkatkan produktivitas plankton di perairan tersebut. Peningkatan plankton sebagai dasar rantai makanan kemudian menarik berbagai jenis ikan, yang pada akhirnya meningkatkan stok ikan di area tersebut.

1.3 Tujuan Dan Manfaat

Tujuan penelitian ini, yaitu;

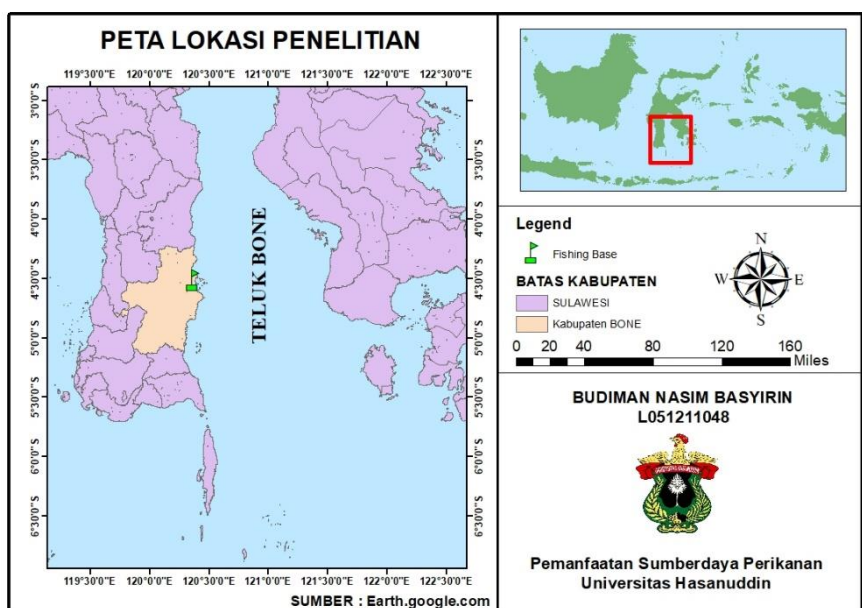
1. Mendeteksi keberadaan front chl-a dan front SPL dengan metode Single Image Edge Detection (SIED).
2. Menganalisis hubungan jarak antara front chl-a dan front SPL terhadap hasil tangkapan ikan layang dengan menggunakan analisis *Generalized Additive Model* (GAM).

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang daerah penangkapan ikan layang yang potensial khususnya di perairan Teluk Bone sehingga dapat dijadikan rujukan bagi nelayan agar penangkapan bisa lebih efisien dan menguntungkan.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah perairan Teluk Bone, Sulawesi Selatan pada bulan September sampai Oktober 2024 dengan mengikuti operasi penangkapan *Purse Seine* untuk memperoleh data titik tangkapan dan jumlah hasil tangkapan, selanjutnya pada bulan November 2024 sampai Februari 2025 dilakukan analisis data citra satelit, pembuatan peta, pengolahan, dan analisis data. *Fishing Base* penelitian ini di Kelurahan Panyula, Kecamatan Tanete Riattang Timur, Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 dan analisis data di Laboratorium Sistem Informasi dan Geospasial Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.



Gambar 3. Peta lokasi penelitian Hubungan Jarak Front Chl-a dan Front SPL dengan Titik Tangkapan Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Layang (*decapterus* sp.) di Teluk Bone.

2.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini berupa instrumen dalam pelaksanaan penelitian yang dapat menunjang proses pengolahan data dalam melakukan perhitungan parameter yang diamati di perairan Teluk Bone. Adapun alat dan bahan yang digunakan serta kegunaannya dapat pada (Tabel 1).

Tabel 1. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian.

No.	Alat	Kegunaan
1.	Unit Penangkapan <i>Purse Seine</i>	Untuk menangkap ikan Layang
2.	<i>Global Positioning Sysytem (GPS)</i>	Menentukan posisi penangkapan
3.	Kamera Digital	Dokumentasi selama penelitian
4.	Alat Tulis Menulis	Untuk mencatat data yang diperoleh
5.	Laptop dan <i>Software</i> pendukung (Aplikasi Seadass 9.0.1, ArcGIS 10.8, dan Rstudio 4.4.1)	Sarana pengolahan, analisis data, dan visualisasi sebaran parameter oseanografi dan hasil tangkapan

2.3 Metode Pengambilan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini didapatkan dengan cara *in-situ* (Lapangan) dan *ex-situ* (citra klorofil-a dan SPL satelit)

2.3.1 Pengumpulan data in-situ

Prosedur pengumpulan data lapangan meliputi

- Melakukan observasi secara langsung dengan mengikuti operasi penangkapan ikan menggunakan unit kapal *Purse Seine* yang terdapat pada Kelurahan Panyula, Kecamatan Tanete Riattang Timur, Kabupaten Bone dengan target sampel 50 titik fishing ground yang diambil pada setiap *Hauling*.
- Penentuan titik koordinat dengan menggunakan GPS. Titik tersebut berupa titik *fishing ground* dan *fishing base*.
- Melakukan pengukuran jumlah hasil tangkapan tiap *hauling*.
- Melakukan wawancara dengan pihak nelayan untuk melengkapi informasi data rumpon dan hasil tangkapan.

2.3.2 Pengumpulan data Ex-situ

a. Data citra klorofil-a

Data citra klorofil -a diperoleh dengan bantuan satelit resolusi tinggi yang diperoleh dari citra satelit MODIS (*Moderate-Resolution Imaging Spektrometri*) resolusi 1 km pada bulan September dan Oktober 2024. Data citra klorofil-a yang dikumpulkan yaitu data citra klorofil-a harian yang kemudian di dilakukan mosaic menjadi data bulanan.

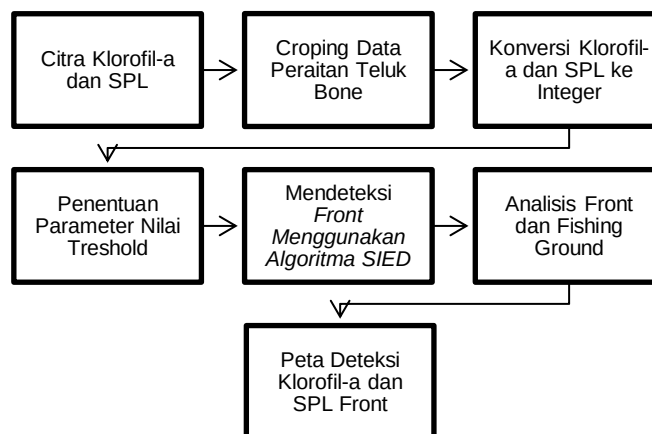
b. Data citra suhu permukaan laut

Data citra suhu permukaan laut diperoleh dengan bantuan satelit yang diperoleh dari citra satelit MODIS (Moderate-Resolution Imaging Spektrometri) resolusi 1 km pada bulan September dan Oktober 2024. Data citra suhu permukaan laut yang dikumpulkan yaitu data citra SPL harian yang kemudian dilakukan mosaik menjadi data bulanan.

2.4 Analisis Data

1. Metode Single Image Edge Detection (SIED)

Data input yang digunakan untuk proses deteksi *front* yaitu data klorofil-a dan data suhu permukaan laut dari hasil pengolahan. Algoritma yang digunakan yaitu *Single Image Edge Detection* (SIED). Data akan diolah menggunakan Seadass 9.1 untuk Cropping atau memotong daerah penelitian. Selanjutnya data Klorofil-a dan data suhu permukaan laut yang dijadikan input pada proses deteksi *front* harus mempunyai format data INTEGER menggunakan aljabar peta secara spatial analyst tool di ArcGIS 10.8. Data integer yang dihasilkan kemudian diolah menggunakan Marine Geospatial Ecology Tools (MGET) yang ditambahkan ke dalam ArcGIS toolbox. Hasil pengolahan secara otomatis akan menentukan garis *front*, dengan gradien horizontal berdasarkan suhu permukaan laut dan sebaran klorofil-a yang ditentukan (Gambar 4).



Gambar 4. Diagram alir persiapan data dan deteksi *front* dengan menggunakan metode *SIED*.

2. *Generalized Additive Model* (GAM)

Data konsentrasi klorofil-a dan Suhu Permukaan Laut (SPL) diperoleh melalui citra satelit dengan resolusi spasial 1 km, yang kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan Generalized Additive Model (GAM). Analisis ini dilakukan menggunakan perangkat lunak R (versi 4.4.1). GAM, sebagai model statistik non-linear, umumnya diaplikasikan untuk memahami hubungan antara variabel teramati dengan mengidentifikasi rentang nilai yang menunjukkan pengaruh positif. Pada penelitian ini, variabel respon yang digunakan adalah jumlah hasil tangkapan ikan layang (dalam kilogram), sedangkan variabel prediktornya adalah jarak front. Persamaan hubungan kedua variabel tersebut diformulasikan seperti persamaan berikut ini.

$$g(\mu_i) = \alpha^0 + s_1(\text{Jarak front}) + \varepsilon$$

dimana :

g = spline smooth function,

μ_i = variabel respon,

α^0 = koefisien konstanta,

s_n = smoothing function dari variabel prediktor, dan

ε = standard error.

Sebelum menerapkan model, dilakukan eksplorasi data untuk mendeteksi pencilan dan mengevaluasi kolinearitas antar variabel prediktor. Pemodelan GAM dilakukan menggunakan paket mgcv dalam program R (versi 4.4.1). Jumlah tangkapan digunakan sebagai variabel respon, sementara jarak front sebagai variabel penjelas.