

**ANALISIS KEJADIAN *UPWELLING* DAN DAERAH POTENSIAL
PENANGKAPAN IKAN TONGKOL (*Thunnus sp*) DI
PERAIRAN SUMATERA BARAT**

SKRIPSI

Ernawati Damanik

E1E021071



**PROGRAM STUDI PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS JAMBI**

2025

ANALISIS KEJADIAN *UPWELLING* DAN DAERAH POTENSIAL PENANGKAPAN IKAN TONGKOL (*Thunnus sp*) DI PERAIRAN SUMATERA BARAT

Ernawati Damanik (E1E021071) Dibawah Bimbingan :
Lisna, S.Pi., M.Si.¹⁾ dan Septy Heltria, S.Kel., M.Si.²⁾

RINGKASAN

Sumatera Barat memiliki potensi perikanan yang tinggi, terutama untuk ikan tongkol. Keberadaan ikan tongkol dipengaruhi oleh faktor oseanografi seperti suhu permukaan laut, klorofil-a dan arus laut. Fenomena *Upwelling*, yang berfungsi sebagai indikator perairan produktif, terkait erat dengan potensi penangkapan ikan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui variabilitas sebaran suhu permukaan laut, klorofil-a dan arus di Sumatera Barat, menganalisis fenomena oseanografi yang mengindikasikan terjadinya *Upwelling*, serta menganalisis kejadian *Upwelling* dengan daerah potensial penangkapan ikan tongkol di perairan Sumatera Barat.

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan metode pendekatan survey menggunakan ArcGIS 10.8 untuk mengidentifikasi daerah potensial penangkapan ikan. Berdasarkan Hasil analisis yang telah dilakukan di dapatkan suhu permukaan laut di perairan Sumatera Barat mengalami fluktuasi, dengan suhu tertinggi mencapai 31°C pada Mei 2023 dan terendah 28,1°C pada Februari 2023. Konsentrasi klorofil-a di perairan Sumatera Barat juga berfluktuasi secara Musiman, dengan puncak tertinggi pada Mei 2023 (0,41 mg/m³). Pola arus laut di perairan Sumatera Barat dipengaruhi oleh angin Musiman dan fenomena atmosfer global, dengan kecepatan arus yang bervariasi antar Musim. Arus kuat pada Musim Timur dan Peralihan I mendorong *Upwelling*, meningkatkan produktivitas laut, sementara arus pada Musim Barat dan Peralihan II cenderung lebih lemah.

Melalui data *overlay* ditemukan *Upwelling* di wilayah Sumatera Barat dalam kategori lemah dan sangat lemah serta terjadi secara berkala. Berdasarkan ketiga variabel yang digunakan Sumatera Barat merupakan daerah potensial penangkapan ikan yang tergolong sangat kuat. Fenomena yang terjadi mendukung keberadaan ikan tongkol, dengan korelasi positif antara suhu permukaan laut dan klorofil-a terhadap daerah potensial penangkapan ikan. Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa suhu permukaan laut dan klorofil-a berpengaruh negatif, sementara arus berpengaruh positif terhadap hasil tangkapan ikan tongkol.

Berdasarkan penelitian di perairan Sumatera Barat, *Upwelling* di wilayah ini dipengaruhi oleh variabilitas suhu permukaan laut, konsentrasi klorofil-a dan arus, dengan intensitas *Upwelling* yang tergolong lemah hingga sangat lemah. Daerah potensial penangkapan ikan didominasi kategori sangat kuat dan kuat. Analisis menunjukkan suhu permukaan laut, klorofil-a dan arus berpengaruh signifikan terhadap hasil tangkapan ikan tongkol selama periode 1 Juni 2022 hingga 31 Mei 2023, serta terdapat korelasi sedang antara suhu permukaan laut dan klorofil-a dengan daerah potensial penangkapan ikan tongkol.

Kata kunci : *Upwelling*, daerah potensial penangkapan ikan, oseanografi.

Keterangan : ¹⁾ Pembimbing Utama

²⁾ Pembimbing Pendamping

**ANALISIS KEJADIAN *UPWELLING* DAN DAERAH POTENSIAL
PENANGKAPAN IKAN TONGKOL (*Thunnus sp*) DI PERAIRAN
SUMATERA BARAT**

OLEH

ERNAWATI DAMANIK

E1E021071

Diuji di hadapan Tim Penguji

Pada Hari Rabu, Tanggal 30 Mei 2025 dan dinyatakan Lulus

Ketua : Lisna, S.Pi., M.Si

Sekretaris : Septy Heltria, S.Kel., M.Si

Anggota : 1. Dr. Ir. Mairizal, M.Si.
2. Fauzan Ramadan, S.Pi., M.Si
3. Ester Restiana Endang G, S.Pi., M.Si.

Menyetujui,
Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Lisna, S.Pi., M.Si.
NIP.197408202006042001

Septy Heltria, S.Kel., M.Si.
NIP.199409192022032018

Mengetahui,
Wakil Dekan Bidang Akademik
dan Kerjasama

Ketua Jurusan Perikanan

Dr. Ir. Mairizal, M.Si.
NIP.196805281993031001

Dr. drh. Sri Wigati, M. Agr. Sc
NIP.196412241989032005

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Analisis Kejadian *Upwelling* Dan Daerah Potensial Penangkapan Ikan Tongkol (*Thunnus sp*) Di Perairan Sumatera Barat” adalah hasil dari penelitian saya sendiri ya sesuai dengan arahan dosen pembimbing saya, dan belum diajukan dalam bentuk apapun ke perguruan tinggi manapun untuk memperoleh gelar. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan dari penulis lain yang disebutkan dalam teks yang dicantumkan dalam bentuk daftar pustaka di bagian akhir skripsi sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah yang berlaku.

Jambi, April 2025

Ernawati Damanik

RIWAYAT HIDUP



Penulis skripsi yang berjudul “Analisis Kejadian *Upwelling* Dan Daerah Potensial Penangkapan Ikan Tongkol (*Thunnus sp*) Di Perairan Sumatera Barat” bernama Ernawati Damanik yang lahir di Kota Jambi Pada 7 September 2003, Sebagai anak bungsu dari tiga bersaudara yang dilahirkan dan dibesarkan oleh kedua orang tua Ibu Elpida Togatorop dan Bapak

Jhon Sabar Damanik. Penulis menyelesaikan Pendidikan dasar di SDN 205 Kota Jambi, Kemudian melanjutkan sekolah menengah pertama di SMPN 11 Kota Jambi dan pendidikan menengah atas di SMAN 12 Kota Jambi. Pada tahun 2021 penulis diterima sebagai mahasiswa di perguruan tinggi negeri Universitas Jambi pada Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Fakultas Peternakan. Selama masa perkuliahan penulis telah melakukan magang di Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus pada Tahun 2023. Selama perkuliahan penulis aktif dalam kegiatan organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan (HIMAPERI), Unit Kegiatan Mahasiswa Kerohanian Kristen (UKM KK) dan Gerakan Mahasiswa Kristen Indonesia.

PRAKATA

Puji dan Syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan karunia yang diberikan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi. Skripsi ini menjadi persyaratan dalam menyelesaikan sarjana strata satu (S1) pada program studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Fakultas Peternakan Universitas Jambi dengan judul “Analisis Kejadian *Upwelling* Dan Daerah Potensial Penangkapan Ikan Tongkol (*Thunnus sp*) Di Perairan Sumatera Barat”.

Penulis Menyadari bahwa dalam proses penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari berbagai pihak, maka sebagai ungkapan hormat dan penghargaan penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Hj. Nurhayati, M.Sc, selaku dekan fakultas peternakan atas bimbingan, dukungan, serta fasilitas yang telah diberikan selama proses penyusunan karya ilmiah ini.
2. Lisna, S.Pi., M.Si. selaku Ketua Program Studi sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi selama proses penyusunan karya tulis ini. Bimbingan beliau sangat berarti dalam menyempurnakan isi dan penyusunan laporan ini.
3. Septy Heltria, S.Kel., M.Si. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah menjadi sosok yang tidak hanya membimbing secara akademis, tetapi juga merangkul dan mendampingi saya dengan penuh ketulusan dan kesabaran sepanjang proses ini.
4. Dr. Ir. Mairizal, M.Si., Fauzan Ramadan, S.Pi., M.Si., Ester Restiana Endang G, S.Pi., M.Si. selaku tim evalautor atas waktu, ilmu serta arahan yang telah Bapak dan Ibu berikan selama proses penyusunan skripsi.
5. Rizky Janatul Magwa, S.Pi., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan bagi penulis dalam setiap Keputusan akademik yang di ambil.
6. Orang tua penulis, Elpida Togatorop dan Jhon Sabar Damanik terkasih, terima kasih atas cinta, doa, dan pengorbanan yang tiada henti hingga dapat menghantarkan ketiga putrinya mendapatkan gelar sarjana, yang selalu menjadi sumber kekuatan dan semangat dalam setiap langkah hidup penulis. Tanpa

bimbingan, kasih sayang, dan dukungan mereka, penulis tidak akan pernah sampai pada titik ini.

7. Saudari tercinta penulis, Natalia Damanik, S.Pd. dan Feby Elsa Damanik, S.H. Terima kasih atas dukungan, semangat, dan kasih sayang yang tak pernah putus sejak awal hingga terwujudnya karya ini.
8. Saudara penulis Joe Andolin Pardosi terima kasih telah memberikan dukungan dan menemani penulis selama perkuliahan hingga terselesaikannya skripsi ini.
9. Earline, Cindy, Rona, Sizka, Nur, Joe, Jecky, Hendrizon, Dewi, Jessyca, Karina, Wizi, dan Suci. Terima kasih telah membantu dan membersamai penulis selama masa perkuliahan hingga selesainya skripsi ini, kita semua hebat.
10. Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus, Bapak Widodo Selaku Kepala Pelabuhan, Abang Ikhsan Kurniawan, Pak Eri, Ervin, Indra, Ali, Ari, Rino, Dio, Andes, Siwet, Afdal, Kakak Yora, Ibu Melly dan Elva dan seluruh staff terima kasih atas bantuannya.
11. Bang Rafki, Pak Ilham, Pak Erwin, Pak eri, Bang Ikhsan, Pak Pongok, Bang Ozil, Frengky, Haikal, Panco, Tasya, Desi, Carlos, Oston, Fikri, Rifal, Ibu Ira, Bang Fredy, Bang Wiliam, Bang Rino, Bang Sahat dan Bang Jhon, terima kasih atas bantuannya selama penulis melakukan penelitian.
12. Dan terakhir penulis mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri. Terima kasih telah bertahan sejauh ini, terimakasih karena memilih tetap bertahan dan berusaha melewati segala proses, tantangan, dan keraguan yang datang silih berganti.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari semua pihak. Agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Jambi, April 2025

Ernawati Damanik

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Daerah Potensial Penangkapan Ikan.....	5
2.2 Parameter <i>Oseanografi</i>	5
2.2.1 Suhu Permukaan Laut.....	6
2.2.2 Klorofil-a	7
2.2.3 Arus.....	7
2.2.4 <i>Upwelling</i>	8
2.3 Ikan Tongkol	9
2.4 Penginderaan Jarak Jauh.....	11
2.5 Musim Penangkapan.....	12
2.6 Menganalisis Daerah Potensial Penangkapan Ikan Tongkol	12
BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1 Tempat dan Waktu	14
3.2 Materi dan Peralatan	14
3.3 Metode Penelitian	15
3.3.1 Prosedur Penelitian	17
3.4 Analisis Data	17
3.4.1 Variabilitas sebaran SPL, klorofil-a, dan arus	17
3.4.2 Penentuan Daerah <i>Upwelling</i>	18

3.4.3 Regresi Linear Berganda	19
3.4.4 Analisis Potensi Daerah Penangkapan Ikan.....	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 Kondisi Umum	21
4.2 Sebaran Spasial Temporal SPL, Klorofil-a, dan Arus.	22
4.2.1 Suhu Permukaan Laut.....	22
4.2.2 Klorofil-a	28
4.2.3 Arus.....	34
4.3 <i>Upwelling</i>	39
4.4 Daerah Potensial Penangkapan Ikan.....	46
4.5 Analisis Hubungan.....	52
4.6 Analisis Korelasi.....	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perangkat yang digunakan	14
2. Parameter yang digunakan	15
3. Kategori Daerah Potensial Penangkapan Ikan	16
4. Kategori <i>Upwelling</i>	18
6. Nilai hubungan hasil korelasi.....	20
7. Hasil analisis faktor yang mempengaruhi hasil tangkapan.	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Upwelling</i>	8
2. Ikan Tongkol	10
3. Peta Lokasi Penelitian	14
4. Alur Proses Penelitian	15
5. Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus	21
6. Suhu Permukaan Laut Pada Musim Timur 2022	23
7. Suhu Permukaan Laut Pada Musim Peralihan II 2022	24
8. Suhu Permukaan Laut Pada Musim Barat 2023	25
9. Suhu Permukaan Laut Pada Musim Peralihan I 2023	26
10. Grafik Suhu Permukaan Laut	27
11. Klorofil-a Pada Musim Timur 2022	28
12. Klorofil-a Pada Musim Peralihan II 2022	29
13. Klorofil-a Pada Musim Barat 2023	30
14. Klorofil-a Pada Musim Peralihan I 2023	31
15 Grafik Klorofil-a	33
16. Arus Pada Musim Timur 2022	35
17. Arus Pada Musim Peralihan II 2022	36
18. Arus Pada Musim Barat 2023	38
19. Arus Pada Musim Peralihan I 2023	39
20. <i>Upwelling</i> Pada Musim Timur 2022	40
21. <i>Upwelling</i> Pada Musim Peralihan II 2022	41
22. <i>Upwelling</i> Pada Musim Barat 2023	42

23. <i>Upwelling</i> Pada Musim Peralihan I 2023.....	43
24. Lokasi <i>Upwelling</i> Di Indonesia.....	44
25. DPPI Pada Musim Timur 2022	47
26. DPPI Pada <i>Musim</i> Peralihan II 2022.....	48
27. DPPI Pada Musim Barat 2023	49
28. DPPI Pada Musim Peralihan I 2023	50
29. Hasil Tangkapan.....	51
30. Grafik Korelasi Suhu Permukaan Laut Dan Klorofil-a.....	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Dokumentasi Penelitian	65
2. Data Mentah	66
3. Setelah Transformasi Data	67
4. Uji Normalitas Data	68
5. Hasil Regresi Linear Berganda	68
6. Data Korelasi.....	69
7. Hasil Korelasi.....	69
8. Hasil Tangkapan.....	70

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumatera Barat terletak di pesisir Barat bagian pulau Sumatera yang memiliki potensi dalam pemanfaatan sumberdaya perikanan. Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) daerah Sumatera Barat memiliki luas 51.060,23 km² dengan Panjang garis pantai Sumatera Barat sepanjang 570,55 Km (Dinas kelautan dan perikanan Provinsi Sumatera Barat, 2021). Bungus yang merupakan salah satu kecamatan di Sumatera Barat yang produktif dalam bidang perikanan sekaligus terdapat Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bungus. Produksi ikan di PPS Bungus menurut Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus (2024), terdiri dari: tuna mata besar, tuna sirip kuning, tongkol, cakalang, bawal, kembung, kakap putih, kakap merah, udang karang dan kerapu.

Salah satu sumber daya ikan pelagis, yaitu ikan tongkol termasuk salah satu jenis ikan dengan nilai ekonomis tinggi. Ikan tongkol merupakan salah satu sumber daya ikan pelagis dengan nilai ekonomis tinggi di Sumatera Barat, ditandai dengan harga jual dan permintaan pasar yang besar serta hasil tangkapan yang melimpah. Produksi ikan tongkol di wilayah ini sangat signifikan, tercatat mencapai 27.184 ton menurut Badan Pusat Statistik Indonesia (2023), menjadikannya salah satu jenis ikan yang paling banyak diproduksi dan memberikan kontribusi penting terhadap pendapatan nelayan di Sumatera Barat.

Hasil tangkapan ikan tongkol mempunyai hubungan dengan faktor oseanografi yaitu suhu permukaan laut, salinitas dan kecepatan arus yang mempengaruhi daerah penangkapan. Daerah penangkapan ikan umumnya selalu berpindah mengikuti pergerakan lingkungannya. Hal tersebut mempengaruhi ikan untuk memilih habitat yang sesuai secara alamiah. Suhu permukaan laut dan klorofil-a merupakan faktor fisik yang mempengaruhi produktivitas perairan dan berkaitan dengan pola sebaran ikan (Kuswanto et al., 2017).

Dengan mengetahui parameter suhu permukaan laut dan klorofil-a yang optimal untuk spesies ikan sehingga dapat memprediksi keberadaan kelompok ikan dan dapat digunakan untuk tujuan penangkapan ikan. Sebaran parameter suhu permukaan laut dan klorofil-a di suatu perairan berbeda-beda, dengan perbedaan

tersebut dapat membentuk pola sebaran parameter suhu permukaan laut dan klorofil-a secara temporal dan spasial. Kesuburan daerah perairan tersebut juga terkait dengan adanya pola aliran seperti proses *mixing* dan *Upwelling* (Nagi et al., 2023).

Fenomena *Upwelling* merupakan pergerakan massa air dingin ke atas yang memiliki banyak unsur hara pada lapisan dalam yang akan naik ke permukaan perairan. Meningkatnya unsur hara merangsang pertumbuhan fitoplankton sehingga meningkatkan kesuburan perairan di wilayah tersebut. Lokasi terjadinya fenomena *Upwelling* sangat potensial untuk dilakukan upaya penangkapan karena meningkatnya produktifitas di perairan (Putri dan Pranowo, 2012).

Dari kondisi oseanografi diatas dapat menjadi indikasi pendugaan fenomena *Upwelling* di perairan. Sama hal nya suhu permukaan laut menjadi indikator pendugaan lokasi *Upwelling* dengan wilayah potensial perikanan, klorofil-a yang menjadi indikasi kesuburan atau produktivitas primer perairan serta arus yang menimbulkan pergerakan massa air (Alfrediansyah et al., 2022). Variabilitas spasial suhu permukaan laut, klorofil-a dan arus digunakan dalam upaya pengelolaan serta pemanfaatan sumber daya perikanan menjadi dasar untuk pendugaan perairan yang potensial untuk *fishing ground* dan Musim penangkapan (Kunarso et al., 2011).

Informasi mengenai Musim penangkapan berupa waktu (bulan) dan keberadaan ikan dapat digunakan nelayan untuk memperoleh hasil tangkapan yang melimpahnya Faud *et al.*, (2022). Berdasarkan penelitian Ishak *et al.*, (2020) bahwa bulan Juli, hingga Desember merupakan Musim penangkapan ikan tongkol dengan puncaknya pada bulan Oktober. Bulan Januari hingga Juni bukan Musim penangkapan ikan tongkol. Ikan tongkol pada umumnya tertangkap pada perairan pada kisaran suhu permukaan laut 27°C sampai 29°C.

Jika dibandingkan dengan penelitian Simbolon *et al.*, (2013) suhu permukaan laut di kawasan perairan Mentawai berkisar antara 23,1-30,1°C, memiliki rincian sebagai berikut: Musim Timur antara 26,1-29°C, Musim Timur-Barat antara 23,1-29,1°C, Musim Barat antara 23,1-30,1°C, Musim peralihan Barat-Timur antara 25,1-30,1°C, hal ini meningkatkan dugaan bahwa setiap Musimnya terjadi fenomena *Upwelling*. Serta pada penelitian sebelumnya belum

ada informasi mengenai sebaran arus sehingga perlu dilakukan pembaharuan informasi mengenai fenomena *Upwelling*.

Tingkat kesuburan perairan dipengaruhi oleh adanya fenomena *Upwelling* pada lokasi Sumatera Barat dapat diidentifikasi dengan mengamati nilai suhu permukaan laut, klorofil-a dan arus. Sehingga penelitian mengenai analisis kejadian *Upwelling* dan daerah potensial penangkapan ikan tongkol di perairan Sumatera Barat perlu dilakukan.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan dilaksanakannya penelitian ini ialah:

1. Mengetahui variabilitas sebaran suhu permukaan laut, klorofil-a, dan arus yang terjadi di Sumatera Barat.
2. Menganalisis fenomena oseanografi yang mengindikasikan terjadinya *Upwelling* di Sumatera Barat.
3. Menganalisis kejadian *Upwelling* terhadap daerah potensial penangkapan ikan tongkol di perairan Sumatera Barat.

1.3 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat didapatkan melalui penelitian mengenai analisis kejadian *Upwelling* dan daerah potensial penangkapan ikan tongkol di perairan Sumatera Barat ialah:

1. Bagi Penulis

Penelitian ini memberikan kontribusi dan pemahaman bagi penulis pada pengembangan ilmu pengetahuan pemanfaatan sumberdaya perikanan, khususnya terkait dengan hubungan antara fenomena *Upwelling* dengan distribusi ikan tongkol yang ada pada perairan Sumatera Barat.

2. Bagi Nelayan

Nelayan memperoleh manfaat berupa informasi daerah penangkapan ikan tongkol yang potensial, sehingga nelayan dapat lebih efisien dalam upaya penangkapan ikan dan meningkatkan hasil tangkapan ikan tongkol.

3. Bagi Pemerintah

Pemerintah memperoleh manfaat untuk menyusun kebijakan perikanan yang lebih tepat, dalam pengaturan zona penangkapan, penetapan kuota tangkapan, serta pemberian izin penangkapan. Penelitian ini dapat membantu upaya pelestarian lingkungan laut, terutama terkait dengan pengelolaan ekosistem *Upwelling* yang sangat produktif.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Potensial Penangkapan Ikan

Daerah penangkapan ikan sebagai area dimana sumberdaya perikanan dapat diusahakan sepanjang waktu serta alat tangkap dapat dioperasikan dengan optimal (Simbolon et al., 2009). Selanjutnya dinyatakan daerah penangkapan ikan (*fishing ground*) dipergunakan menjadi tempat pelaksanaan kegiatan penangkapan ikan, atau dapat diindikasikan sebagai daerah yang terdapat gerombolan ikan.

Daerah potensial penangkapan ikan atau DPPI menjadi penting bagi keberlangsungan kegiatan penangkapan ikan. Setiap daerah pada perairan memiliki potensi sumberdaya perairan yang berbeda kualitas dan kuantitas (Nurhalizah, 2021). Selanjutnya dinyatakan dalam menentukan daerah penangkapan ikan beberapa kriteria dapat dijadikan dasar dalam mengidentifikasi perairan tersebut apakah berpotensi untuk dilakukan penangkapan.

Kriteria yang dijadikan indikator dalam pendugaan daerah penangkapan ikan berupa aspek biologi serta aspek ekologi (Nurhalizah et al., 2021). Selanjutnya dinyatakan daerah penangkapan ikan memiliki sifat dinamis atau selalu berubah dan berpindah sesuai dengan pergerakan ikan. Ikan secara alamiah akan memilih habitat yang sesuai yang dipengaruhi kondisi parameter oseanografi perairan. Untuk mengetahui arah dan posisi pasti perpindahan gerombolan ikan sangat sulit sehingga dilakukan pemetaan daerah penangkapan ikan sebagai informasi kepada nelayan tentang daerah penangkapan ikan (Alam, 2018).

2.2 Parameter Oseanografi

Dinamika faktor oseanografi cenderung berubah sesuai ruang dan waktu. Hal ini dapat mengakibatkan perubahan adaptasi dan tingkah laku ikan yang menjadi target penangkapan ikan. Setiap jenis ikan yang ditangkap memiliki kemampuan yang berbeda dalam beradaptasi terhadap kondisi oseanografi. Sebaran suhu permukaan laut, klorofil-a, dan arus dapat mempengaruhi aktivitas ikan baik dalam proses berkembang biak dalam mencari makanan, berproduksi, berruaya atau bermigrasi (Karuwal, 2019). Parameter oseanografi yang dapat ditelaah untuk mengetahui distribusi ikan yaitu suhu permukaan laut, klorofil-a, kecepatan arus, salinitas dan sebagainya.

Faktor tersebut memberikan manfaat dalam pengelolaan sumberdaya ikan, serta dalam kegiatan usaha penangkapan. Parameter oseanografi yang menjadi sarana dalam mempelajari fenomena di lautan. Beberapa parameter oseanografi tersebut diantaranya suhu permukaan laut, salinitas, arus, pasang surut dan gelombang (Siswanto dan Nugraha, 2014). Oleh karena itu, suhu permukaan laut, klorofil-a dan arus yang tinggi mengindikasikan kelimpahan ikan pada perairan tersebut.

Dalam upaya penentuan *fishing ground*, parameter oseanografi dapat dijadikan acuan, parameter yang dapat digunakan diantaranya suhu permukaan laut, klorofil-a dan arus. Daerah potensi *fishing ground* dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu dengan suhu permukaan laut antara 27-32°C dan klorofil-a antara 0,07-0,2 mg/m³ merupakan wilayah potensial sedang, wilayah potensial ditandai dengan suhu permukaan laut berkisar antara 21-24°C dan memiliki konsentrasi klorofil-a 1-14 mg/m³, dan untuk wilayah sangat potensial memiliki suhu permukaan laut yang berkisar antara 24-27°C dengan konsentrasi klorofil-a 0,2-1 mg/m³ (Namira et al., 2022).

2.2.1 Suhu Permukaan Laut

Salah satu yang menjadi indikator terjadinya *Upwelling* di perairan yakni suhu permukaan laut. Hal tersebut disebabkan *Upwelling* akan membawa serta massa air yang berasal dari perairan dalam dengan suhu permukaan laut yang rendah (Raditya et al., 2013). Menurut Fahrezi *et al.*, (2022) suhu permukaan laut termasuk kedalam sepuluh variabel iklim esensial permukaan laut. suhu permukaan laut yang dalam kondisi prima yang menopang kehidupan organisme perairan berkisar 18–30°C. Informasi mengenai variabilitas suhu permukaan laut digunakan dalam upaya melihat lokasi *front*, potensi distribusi ikan, *Upwelling*, dan perubahan suhu permukaan laut yang berlangsung di lautan (Namira et al., 2022).

Suhu permukaan laut atau kemudian disingkat menjadi suhu permukaan laut termasuk parameter yang digunakan untuk mengetahui sebaran potensi ikan di laut. Suhu permukaan laut mengalami perubahan tergantung Musim, letak lintang suatu wilayah, waktu pengukuran, sirkulasi udara, letak tempat terhadap garis edar matahari, aliran air, penutupan awan, serta kedalaman air. Suhu permukaan laut

salah satu parameter oseanografi yang penting bagi kehidupan berbagai organisme laut (Ramadhan, 2022). Ikan tongkol akan bermigrasi mencari perairan yang memiliki suhu sesuai dengan suhu optimal kehidupannya. Ikan tongkol dapat hidup pada suhu minimum 17°C dan hidup optimal pada suhu 20-30°C (Setyaningrum et al., 2023).

2.2.2 Klorofil-a

Klorofil-a Menurut Kuswanto *et al.*, (2017) terdapat pada tumbuhan, alga dan *cyanobacteria*. Klorofil-a yang berada di lautan identik dengan keberadaan *phytoplankton* merupakan produsen primer untuk organisme di lautan terutama ikan-ikan. Pengukuran konsentrasi klorofil-a menjadi tolak ukur kesuburan pada perairan yang disebut juga produktivitas primer.

Klorofil-a ialah parameter yang mengindikasikan produktivitas primer yang ada di lautan. Adanya sebaran terhadap konsentrasi variasi tinggi rendahnya klorofil-a berhubungan dengan keadaan oseanografis di perairan. Konsentrasi klorofil-a berhubungan dengan produktivitas perairan, klorofil-a sebagai variabel yang digunakan dalam usaha pengelolaan sumberdaya perikanan (Hatta, 2014).

Konsentrasi klorofil-a yang relatif tinggi menjadi indikasi terjadinya fenomena *Upwelling*. Fenomena terjadinya *Upwelling* dapat diindikasikan dengan sebaran konsentrasi klorofil-a yang berbeda baik sebaran spasial dan temporal. Massa air yang berada di lapisan dasar akan bergerak menuju pantai mengikuti lereng dasar laut hingga ke arah permukaan dan menyebabkan *Upwelling* yang membawa unsur hara seperti klorofil-a dari lapisan dasar menuju permukaan (Setiadi et al., 2020).

2.2.3 Arus

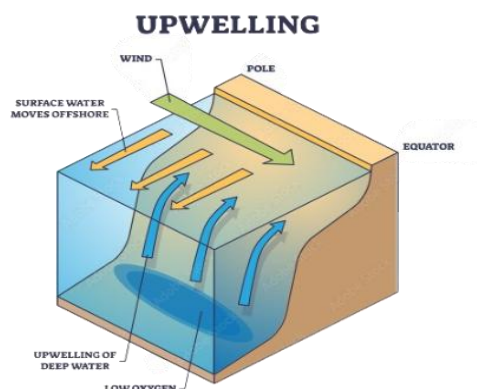
Pergerakan secara horizontal pada massa air menyebabkan tiupan angin di permukaan laut, atau perbedaan densitas memberikan pengaruh terhadap pasang surut laut dapat disebut arus (Permadi et al., 2015). Arus laut atau *sea current* dapat didefinisikan sebagai pergerakan massa air laut dari suatu tempat ke tempat lain secara vertikal atau gerakan ke atas dan secara horizontal atau gerakan ke samping secara terus menerus hingga stabil (Tanto et al., 2016).

Faktor yang mempengaruhi arus laut diantaranya arah angin, perbedaan densitas air, arus permukaan, beda tekanan air, *Upwelling* dan *downwelling* (Irawan et al., 2018). Di kawasan perairan dangkal atau tepi pantai, terjadi arus akibat gelombang laut, pasang surut laut serta angin. Arus juga dapat terjadi karena sifat angin yang Musiman, pada Musim arus bergerak ke satu arah menetap dan pada Musim berikutnya akan berubah arah mengikuti arah angin (Tanto et al., 2017).

Angin menimbulkan arus vertikal atau disebut juga *Upwelling* dan *downwelling* yang terjadi pada beberapa daerah di sekitar pantai. Hal tersebut terjadi karena arah angin bertiup sejajar dengan garis pantai. Gaya *Coriolis* menyebabkan menyebabkan transport *Ekman* di Belahan Bumi Selatan (BBS) kemudian berbelok ke kiri, sehingga massa air bergerak menjauh dari pantai yang mengakibatkan kekosongan di sekitar pantai. Kemudian massa air yang berada di lapisan bawah akan naik keatas untuk menggantikan ruang kosong pada permukaan (Lestari, 2024).

2.2.4 *Upwelling*

Proses *Upwelling* berhubungan dengan sebaran konsentrasi klorofil-a yang berbeda baik sebaran spasial dan temporal. Konsentrasi klorofil-a yang tinggi pada perairan pantai atau pesisir, kemudian rendah di perairan lepas pantai, akan tetapi pada daerah tertentu di perairan lepas pantai dijumpai konsentrasi klorofil-a dalam jumlah yang cukup tinggi, dapat didefinisikan sebagai *Upwelling* (Ratnawati et al., 2016).



Gambar 1. *Upwelling*

Fenomena *Upwelling* terjadi akibat adanya pergerakan angin di atas permukaan laut dengan gaya geostropik yang saling berinteraksi, air akan bergerak

menuju permukaan agar mengisi ruang kosong. *Upwelling* berakibat meningkatnya produktivitas berujung peningkatan produksi biologis ke semua tropik level. *Upwelling* terjadi dengan membawa serta air yang bersuhu lebih dingin, kaya akan nutrisi (Raditya et al., 2013).

Dalam rangka menjelaskan adanya kaitan antara *Upwelling* dengan *fishing ground*, bisa ditinjau data *Upwelling* dan perikanan di selatan NTB (Nusa Tenggara Barat) hingga Barat Sumatera. *Upwelling* di lokasi tersebut terjadi sekitar bulan April hingga November. Mencapai intensitas *Upwelling* optimum, pada periode Normal dan *La Niña* sekitar bulan Juli – September, puncaknya bulan Agustus, sedangkan pada saat *El Niño* sekitar bulan September – November, dan puncaknya bulan Oktober (Kunarso et al., 2005a).

Daerah perairan laut tempat terjadinya *Upwelling* dapat menjadi daerah penangkapan ikan potensial. Daerah *Upwelling* kaya akan unsur hara, *Upwelling* membawa serta massa air bersuhu rendah, sehingga meningkatkan kesuburan perairan. Informasi tentang lokasi fenomena tersebut akan memberikan bantuan kepada nelayan dalam upaya pencarian lokasi daerah penangkapan ikan (Mustikasari et al., 2015).

Upwelling di Barat Sumatera terjadi selama bulan Juni dan berpuncak di bulan Agustus dan berakhir di bulan September. Hal itu ditandai dengan sebaran suhu di lokasi terjadi fenomena *Upwelling* berkisar antara 25°C-28°C dengan perbedaan saat tidak terjadi *Upwelling* dengan suhu berkisar 29°C-31°C (Ranova, 2015). Wilayah terjadinya fenomena *Upwelling* ditandai suhu permukaan laut yang rendah jika dibandingkan dengan daerah sekitarnya perbedaan suhu sekitar 2°C dan kandungan klorofil-a tinggi yaitu $\geq 0,4 \text{ mg/m}^3$ (Ramadlanie et al., 2010).

2.3 Ikan Tongkol

Ikan tongkol memiliki karakteristik sebagai ikan pelagis, hidup dengan membentuk gerombolan, tipe perenang cepat, dan pemakan daging (karnivora) (Istianah dan Maulana, 2020). Ikan tongkol merupakan jenis tuna berukuran sedang dan termasuk jenis ikan migratori yang penyebarannya meluas di perairan tropis maupun subtropis dalam wilayah Indo-Pasifik. Di Indonesia, daerah penangkapan

ikan tongkol tersebar mulai dari kawasan Barat sampai dengan Timur Indonesia (Jamal et al., 2022).

Ciri-ciri ikan tongkol yaitu badannya memanjang, tidak bersisik kecuali pada garis rusuk. Sirip punggung pertama berjari-jari keras 15, sedangkan yang kedua berjari-jari lemah 13, diikuti 8–10 jari-jari sirip tambahan. Ukuran asli ikan tongkol cukup besar, bisa mencapai 1 meter dengan berat 13,6 kg. Rata-rata, ikan ini berukuran panjang 50 – 60 cm. Ikan tongkol memiliki kulit licin berwarna abu-abu, dagingnya tebal, dan warna dagingnya merah tua (Istianah dan Maulana, 2020).



Gambar 2. Ikan Tongkol

Klasifikasi tongkol menurut White *et al.*, (2013) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Teleostei
Ordo	: Perciformes
Subordo	: Scombroidei
Famili	: Scombridae
Genus	: Thunnus
Spesies	: Thunnus sp

Tongkol mempunyai lima bagian sirip utama (*fin*) dan satu bagian sirip tambahan (*finlet*). Kelima sirip utama tongkol abu-abu meliputi sirip punggung

(dorsal fin), sirip ekor (*caudal fin*), sirip dada (*pectoral fin*), sirip dubur (*anal fin*), dan sirip perut (*pelvic fin*). Bagian sirip yang berada pada punggung, dada, dan perut memiliki warna abu kehitaman. Sirip anal yang 7 dimiliki oleh ikan tongkol berwarna kekuningan, sedangkan pada bagian ekor berwarna kehitaman. Finlet yang dimiliki tongkol abu-abu berwarna kuning dan terdapat tepi putih yang keabuan. Tubuh tongkol memiliki bentuk memanjang (*fusiform*) yang mempunyai barisan bercak-bercak oval berwarna putih atau perak secara horizontal di bagian perutnya (Rizki, 2022).

2.4 Penginderaan Jarak Jauh

Penginderaan jarak jauh secara umum dapat didefinisikan sebagai ilmu, teknik, seni dalam upaya mendapatkan informasi atau data terkait dengan kondisi fisik suatu benda atau objek, target, sasaran maupun daerah dan fenomena dengan atau tanpa melakukan kontak secara langsung dengan benda atau target tersebut (Rahayu et al., 2015). Teknik ini akan menghasilkan data dalam bentuk citra yang kemudian diproses dan diinterpretasikan untuk menghasilkan data yang bermanfaat.

Tujuan dilakukannya penginderaan jauh yakni untuk mengumpulkan data sumberdaya serta lingkungannya. Informasi tersebut akan dikirimkan ke pengamat melalui sinyal elektromagnetik yang membawa informasi dan menjadi penghubung komunikasi. Sehingga data penginderaan jarak jauh pada menjadi informasi intensitas panjang gelombang yang diberikan kodenya sebelum informasi tersebut dapat dipahami secara penuh (Handayani dan Setiyadi, 2003).

Menurut Syah (2010) teknologi penginderaan jarak jauh menjadi metode alternatif menguntungkan apabila dimanfaatkan pada suatu wilayah yang luas seperti Indonesia. Beberapa keuntungan yang diberikan dalam penggunaan teknologi penginderaan jarak jauh, antara lain yaitu:

1. Citra dapat menggambarkan sebuah objek, daerah serta gejala yang terjadi di permukaan bumi dalam wujud letak objek yang mirip di permukaan bumi, memiliki fitur yang relatif lengkap dan menjangkau daerah yang sangat luas.
2. Objek yang tidak tampak dapat ilustrasikan dalam bentuk data citra, sehingga memudahkan pengenalan objeknya.

3. Memungkinkan menghimpun data dalam jumlah yang banyak dalam waktu sekali pengambilan data.
4. Dalam proses pengambilan data di pada wilayah yang sama dapat dilakukan secara berulang-ulang sehingga analisis data dapat dilakukan secara variasi spasial dan variasi temporal.

2.5 Musim Penangkapan

Musim penangkapan ikan suatu upaya yang dilakukan untuk memperoleh informasi yang memadai mengenai keberadaan ikan di daerah penangkapan. Dengan mengetahui informasi tersebut nelayan diharapkan dapat mengarahkan kegiatan operasi penangkapan ikan pada Musim penangkapan sehingga mendapatkan hasil tangkapan yang berlimpah (Rahmawati et al., 2013).

Keberadaan ikan yang berlimpah di suatu waktu dapat dianggap sebagai Musim penangkapan ikan menurut Faud *et al.*, (2022). Aktivitas kegiatan penangkapan pada waktu Musim puncak penangkapan dapat memberikan hasil tangkapan yang maksimal. Pola Musim penangkapan ikan berguna dalam upaya menjaga ketersediaan stok sumberdaya ikan melalui penggabungan informasi terkait waktu pemijahan ikan.

Kajian mengenai Musim penangkapan ikan memberikan informasi terkait dengan waktu atau Musim yang paling tepat dalam pelaksanaan kegiatan operasi penangkapan ikan dan mengurangi resiko kerugian penangkapan ikan. Kegiatan operasi penangkapan ikan yang berlangsung hanya pada Musim puncak, menghasilkan tangkapan yang optimum serta menjaga produktivitas sumberdaya ikan berkelanjutan (Simbolon et al., 2011).

2.6 Menganalisis Daerah Potensial Penangkapan Ikan Tongkol

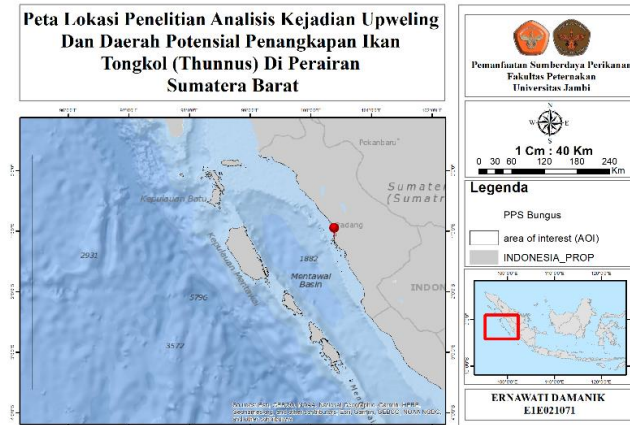
Penggunaan penginderaan jarak jauh mengenai suhu permukaan laut, klorofil-a, dan arus yang dapat mengindikasikan fenomena *Upwelling* sebagai daerah potensial penangkapan ikan tongkol. Penelitian yang dilakukan oleh Takwir *et al.*, (2021) memperoleh hasil kejadian *Upwelling* akan terjadi setiap tahun yang dimulai dari bulan Juli sampai dengan September. Musim penangkapan ikan tongkol yang optimum akan terjadi pada Musim Barat pada kondisi ini terjadi peningkatan produktivitas sejak Musim peralihan II hingga Musim Barat.

Penelitian yang dilakukan oleh Simbolon *et al.*, (2013) suhu permukaan laut di perairan Mentawai Sumatera Barat berkisar antara 23,1-30,1°C, dengan rincian: sewaktu Musim Timur antara 26,1- 29°C, sewaktu peralihan Timur ke Barat antara 23,1-29,1°C, sewaktu Musim Barat antara 23,1-30,1°C, sewaktu peralihan Barat ke Timur antara 25,1-30,1°C. Hal Tersebut diperkuat Zainuddin dan Chair Rani (2014) melalui pengkombinasian dinamika suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a, pada daerah potensial penangkapan ikan tongkol dapat dideteksi keberadaannya. Dinamika spasial dan temporal parameter oseanografi suhu permukaan laut, klorofil-a dan kecepatan arus dapat mengindikasikan secara lokasi dan waktu daerah potensial penangkapan ikan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu



Gambar 3. Peta Lokasi Penelitian

Penelitian ini mengambil lokasi di Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus, yang terletak di Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada peran penting Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus sebagai salah satu pusat aktivitas perikanan utama di wilayah Sumatera Barat. Penelitian ini dilaksanakan pada waktu yang telah ditentukan, yaitu mulai dari tanggal 4 November 2024 hingga 22 November 2024.

3.2 Materi dan Peralatan

Dalam penelitian ini digunakan materi data parameter *Oceanografi* melalui yang bersumber pada CMES (*Copernicus Marine Environment Service*) dengan alamat sumbernya <http://marine.copernicus.eu/>. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data suhu permukaan laut, klorofil-a dan arus dengan rentang waktu data yang digunakan mulai tanggal 1 Januari 2023 sampai 31 Desember 2023 serta logbook penangkapan ikan di tahun 2023. Periode ini dipilih untuk mencakup variasi Musiman yang terjadi di perairan Sumatera Barat.

Tabel 1. Perangkat yang digunakan

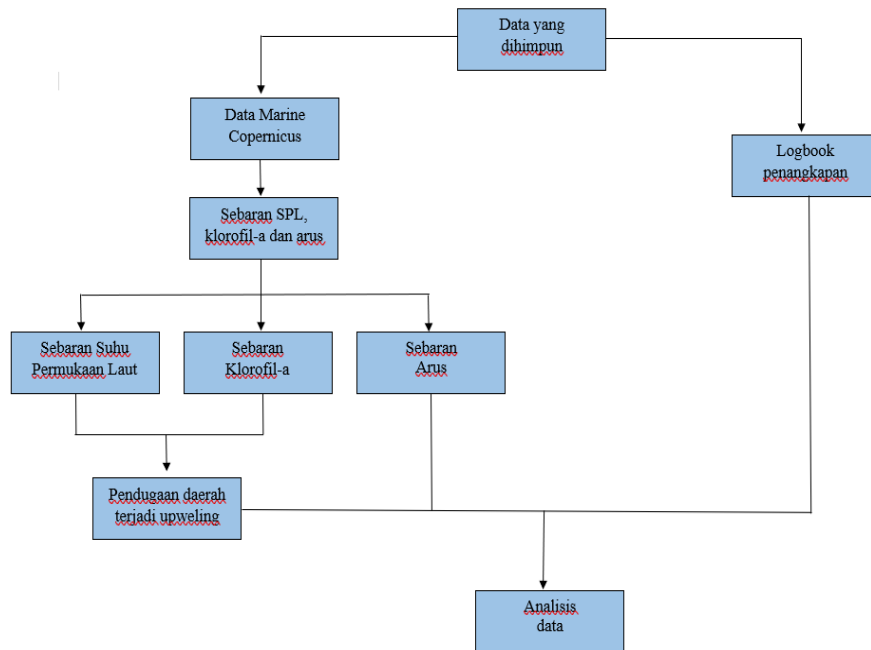
No	Perangkat Lunak	Fungsi
1.	Microsoft Word	Penyusunan dan penulisan hasil
2.	Microsoft Excel	Pengolahan data
3.	ArcGIS 10.8	Software dalam pembuatan peta

Tabel 2 Parameter yang digunakan

No	Parameter	Keterangan	Ukuran Data	Sumber Data
1.	Suhu permukaan laut	Pengukuran sebaran suhu permukaan laut	$0.083^{\circ} \times 0.083^{\circ}$	Global Ocean Physics Analysis and Forecast
2.	Klorofil-a	Pengukuran sebaran Klorofil-a	$0.083^{\circ} \times 0.083^{\circ}$	Global Ocean Biogeochemistry Analysis and Forecast
3.	Arus	Pengukuran Sebaran Arus	$0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$	Global Ocean Physics Analysis and Forecast

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan metode pendekatan survey. Menurut Nasir (1988) metode survey diartikan sebagai penyelidikan yang dilakukan untuk mendapatkan data dan fakta-fakta atas gejala-gejala yang ada dengan mencari keterangan faktual. Metode survey yang akan dilakukan menggunakan ArcGIS 10.8 sebagai aplikasi pengolahan data dan layout data agar hasil analisis didapatkan.



Gambar 4. Alur Proses Penelitian

Data yang dihimpun dalam penelitian ini berupa logbook penangkapan ikan yang berisikan daerah penangkapan, waktu penangkapan, berat hasil tangkapan tongkol yang diperoleh dari Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus. Kurun waktu logbook yang digunakan yakni 1 Januari 2023 sampai 31 Desember 2023. Serta

data sebaran suhu permukaan laut, klorofil-a dan arus yang didapatkan melalui website <http://marine.copernicus.eu/>. Data yang telah diperoleh akan dilayout melalui perangkat ArcGIS 10.8 kemudian dilakukan analisis mengenai daerah potensial penangkapan tongkol berdasarkan regresi linear berganda dan analisis potensi daerah penangkapan ikan.

Penentuan kekuatan daerah potensial penangkapan ikan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- (1). Menentukan nilai maksimum dan minimum suhu permukaan laut dan klorofil-a bulanan dan kemudian mencari nilai rerata.
- (2). Setelah mendapatkan nilai rerata, selanjutnya mencari nilai standar deviasi dari data tersebut.
- (3). Menghitung nilai batasan garis, dengan rumus sebagai berikut:

Suhu Permukaan Laut (°C):

$$A = (\text{nilai rerata}) - (0,5 \times \text{stdev})$$

$$B = (\text{nilai rerata}) + (0,5 \times \text{stdev.})$$

$$C = (\text{nilai B}) + (\text{nilai stdev})$$

Klorofil-a (mg/m³):

$$A = (\text{nilai rerata}) - (0,5 \times \text{stdev})$$

$$B = (\text{nilai rerata}) + (0,5 \times \text{stdev.})$$

$$C = (\text{nilai B}) + (\text{stdev})$$

Arus (m/s):

$$A = (\text{nilai rerata}) - (0,5 \times \text{stdev})$$

$$B = (\text{nilai rerata}) + (0,5 \times \text{stdev})$$

$$C = (\text{nilai B}) + (\text{stdev})$$

- (4). Setelah mendapatkan nilai batasan, kemudian akan digunakan raster calculator dengan format pada tabel 3. Yang kemudian dibagi dalam 4 kategori yakni, sangat kuat, kuat, lemah dan sangat lemah.

Tabel 3. Kategori Daerah Potensial Penangkapan Ikan

Parameter	SK	K	L	SL
Suhu Permukaan Laut	$X \leq A$	$(B \leq X) \& (X > A)$	$(C \geq X) \& (X > B)$	$X > C$
Klorofil-a	$Y \geq C$	$(B \leq Y) \& (Y < C)$	$(A \leq Y) \& (Y < B)$	$Y < A$
Arus	$Z \leq A$	$(B \geq Z) \& (X > Z)$	$(C \geq Z) \& (Z > B)$	$Z > C$

Keterangan:

X: Suhu permukaan laut	SK: Sangat Kuat
Y: Klorofil-a	K: Kuat
Z: Arus	L: Lemah
	SL: Sangat Lemah

3.3.1 Prosedur Penelitian

Berikut prosedur penelitian yang dilakukan dalam pengerjaan penelitian ini:

1. **Pengumpulan Data** yang diperlukan dalam penelitian ini terbagi atas data oseanografi dan data logbook penangkapan. Data oseanografi diperoleh dari website <https://data.marine.copernicus.eu> dan data logbook penangkapan di tahun 2023 yang diperoleh dari Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus.
2. **Pengolahan Data** oseanografi yang telah diperoleh kemudian diolah menggunakan Arcgis 10.8. Langkah yang digunakan dalam pengolahan data dimulai sejak menginput data yang telah diunduh, kemudian akan melalui proses raster, *erase*, *contur* hingga sampai ke tahap *topo to raster*.
3. **Layout Peta** setelah proses pengolahan data telah selesai masih menggunakan ArcGIS 10.8 akan dilakukan *layout* dengan menggunakan kaidah informasi peta yang baik dan benar.
4. **Analisis Data** dengan menggunakan regresi linear berganda dan analisis daerah potensial penangkapan ikan untuk mengetahui hubungan suhu permukaan laut, klorofil-a dan arus yang mengindikasikan *Upwelling* di perairan Sumatera Barat.

3.4 Analisis Data

3.4.1 Variabilitas sebaran suhu permukaan laut, klorofil-a, dan arus

Variabilitas dalam konteks oseanografi mengacu pada perubahan-perubahan yang terjadi pada suatu parameter yang mana dalam hal ini suhu permukaan laut, klorofil-a, dan arus. Variabilitas sebaran suhu permukaan laut, klorofil-a dan arus dapat ditemukan dengan melakukan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Suhu Permukaan Laut

Data sebaran suhu permukaan laut di perairan Sumatera Barat, data suhu permukaan laut diperoleh melalui <https://data.marine.copernicus.eu> diunggah ke dalam ArcGIS. Data tersebut dalam format raster, data tersebut diproses untuk

memperbaiki kualitasnya, dengan menghilangkan noise atau anomali. Setelah itu, data raster dikonversi menjadi untuk pembuatan peta kontur atau peta terklasifikasi. Sebaran suhu permukaan laut ditampilkan dalam bentuk visual yang menarik dan informatif, lengkap dengan skala, legenda dan informasi lainnya yang relevan.

b. Klorofil-a

Data klorofil-a diperoleh dari <https://data.marine.copernicus.eu> kemudian diunggah ke dalam ArcGIS. Data tersebut diproses untuk memperbaiki kualitasnya dan menghilangkan anomali. Selanjutnya, data raster klorofil-a diklasifikasikan dalam beberapa kelas berdasarkan konsentrasinya. Kemudian, peta sebaran klorofil-a dibuat menggunakan simbolisasi yang sesuai untuk setiap kelas. Sebaran klorofil-a ditampilkan dalam bentuk visual yang menarik dan informatif, lengkap dengan skala, legenda dan informasi lainnya yang relevan.

c. Arus

Data arus diperoleh dari <https://data.marine.copernicus.eu> diunggah ke dalam ArcGIS. Data tersebut diproses untuk memperbaiki kualitasnya dan menghilangkan nilai ekstrim atau anomali. Setelah itu, data arus divisualisasikan dalam bentuk panah yang menunjukkan arah dan kecepatan. Sesuaikan tampilan panah, ukuran, warna dan skala.

3.4.2 Penentuan Daerah *Upwelling*

Penentuan daerah terjadinya fenomena *Upwelling* dilakukan dengan melakukan *overlay* data klorofil-a terhadap suhu permukaan laut. Lalu diklasifikasikan intensitas *Upwelling* berdasarkan perhitungan melalui raster kalkulator. Kriteria *Upwelling* yang digunakan pada penelitian ini sesuai dengan Putra *et al.*, (2017) sebagai berikut:

Tabel 4. Kategori *Upwelling*

Kategori	Suhu Permukaan Laut (°C)	Klorofil-a (mg/m ³)
<i>Upwelling</i> Sangat Lemah (USL)	>29.008	< 0.147
<i>Upwelling</i> Lemah (UL)	≤ 28.033 - ≤ 29.008	≤ 0.147 - ≤ 0.353
<i>Upwelling</i> Kuat (UK)	≤ 27.058 - ≤ 28.033	≤ 0.353 - ≤ 0.560
<i>Upwelling</i> Sangat Kuat (USK)	< 27.058	> 0.560

3.4.3 Regresi Linear Berganda

Pengaruh dari parameter Oseanografi (suhu, klorofil-a dan arus) dapat menyebabkan fenomena *Upwelling* kemudian mempengaruhi daerah potensial penangkapan ikan maka dilakukan analisis regresi linear berganda. Untuk melihat pengaruh dari parameter Oseanografi (suhu permukaan laut, klorofil-a dan arus) yang menyebabkan fenomena *Upwelling* kemudian mempengaruhi daerah potensial penangkapan ikan maka dilakukan analisis deskriptif dalam bentuk peta dan analisis regresi linear berganda. Menurut Siregar (2015) regresi linear berganda dilakukan untuk mengetahui pengaruh satu atau lebih variabel bebas terhadap satu variabel tak bebas. Adapun rumus regresi linear yang digunakan adalah:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$$

Keterangan:

Y : Hasil tangkapan tongkol

A : Konstanta

X₁: Suhu permukaan Laut

X₂: Klorofil-a

X₃: Arus

b₁: Koefisien regresi parameter suhu permukaan laut

b₂: Koefisien regresi parameter klorofil-a

b₃: Koefisien regresi parameter arus

Tabel 5. Kategori nilai regresi

No.	Kategori	Nilai
1.	Kuat	0,67-1.00
2.	Moderat	0,33-0,66
3	Lemah	0,19-0,32

Sumber: (Chin, 1998)

3.4.4 Analisis Potensi Daerah Penangkapan Ikan

Persebaran *Upwelling* dapat dilihat melalui konsentrasi suhu permukaan laut dan klorofil-a secara lebih mendetail, maka akan diplotkan menjadi 4 bagian, daerah A, B, C dan D menggunakan grid dengan luasan wilayah yang sama.

Langkah selanjutnya akan dilakukan analisis korelasi untuk mengetahui keterkaitan antara daerah potensial penangkapan ikan (DPPI) terhadap fenomena *Upwelling* yang disebabkan oleh suhu permukaan laut, dan klorofil-a. Korelasi dapat dihitung dengan rumus menurut (Morissan, 2012) :

$$r = \frac{N(\sum XY) - (\sum X \sum Y)}{\sqrt{(N(\sum X^2) - (\sum X)^2)(N(\sum Y^2) - (\sum Y)^2)}}$$

Keterangan:

r : Daerah potensial penangkapan ikan

x : Nilai suhu permukaan laut

y : Nilai Klorofil-a

N : Jumlah data

Tabel 5. Nilai hubungan hasil korelasi

Koefisien Kolerasi	Interpretasi Hubungan
0.80 – 1.00	Korelasi sangat kuat
0.60 – 0.79	Korelasi kuat
0.40 – 0.59	Korelasi sedang
0.20 – 0.39	Korelasi lemah
0.00 – 0.19	Korelasi sangat lemah

Sumber : Morissan (2012)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum

Kawasan pesisir Teluk Bungus yang terletak di Selatan Kota Padang memegang peranan penting, tidak hanya bagi Provinsi Sumatera Barat khususnya Kota Padang, tetapi juga Indonesia bagian Barat pulau Sumatera. Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus adalah salah satu dari 22 buah pelabuhan perikanan yang merupakan Unit Pelaksana Teknis (UPT) Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), berada dibawah dan bertanggung jawab kepada Direktur Jenderal Perikanan Tangkap. Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bungus berada di Pantai Barat Sumatera Barat tepatnya di Jl. Raya Padang-Painan KM. 16 Kec. Bungus Teluk Kabung, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat (Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus, 2024).



Gambar 5. Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus

Alat tangkap yang beroperasi di Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus terdiri dari rawai tuna (*tuna longline*), pukot cincin (*purse seine*), pancing tonda (*troll line*), pancing ulur (*hand line*) dan bagan perahu (Lestari et al., 2024). Sistem penangkapan ikan tongkol di PPS Bungus ditangkap menggunakan kapal, bagan perahu, rawai tuna, pukot cincin dan pancing tonda (Purbani et al., 2016). Armada yang banyak melakukan penangkapan ikan di Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus salah satunya yaitu alat tangkap bagan perahu yang tergolong ke dalam *lift net* (Tamara et al., 2018).

Terdapat lima jenis ikan yang memiliki hasil produksi tertinggi berdasarkan data statistik PPS Bungus tahun 2020 seperti ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*), ikan tongkol pisang balaki (*Auxis thazard*), ikan teri (*Stolephorus sp*), ikan tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*) dan ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) (Somantri, 2021). Hal tersebut didukung oleh Nurlaela *et al.*, (2022) bahwa terdapat 3 jenis ikan hasil tangkapan utama khususnya pada kapal bagan perahu yaitu tongkol (*Euthynnus affinis*), tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) dan layang deles (*Decapterus macrosoma*) yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bungus.

4.2 Sebaran Spasial Temporal Suhu Permukaan Laut, Klorofil-a dan Arus.

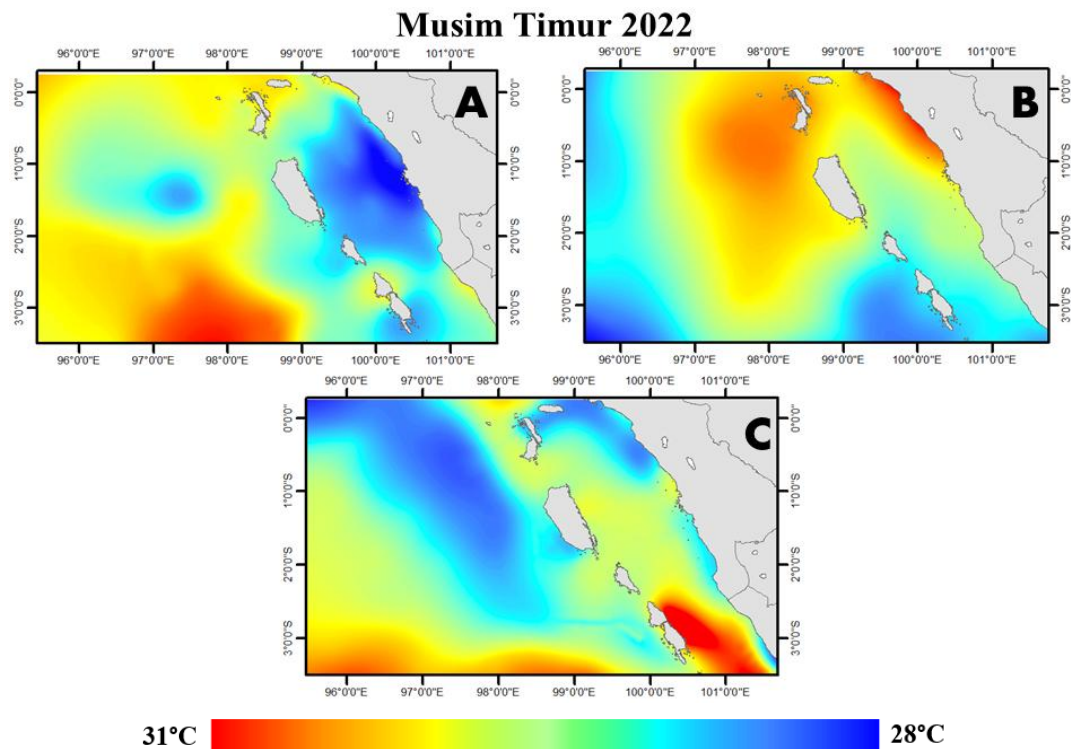
Sebaran spasial temporal suhu permukaan laut, klorofil-a dan arus laut adalah aspek penting dalam usaha mengetahui produktivitas dan penentuan daerah penangkapan ikan. Analisis sebaran spasial temporal akan memberikan gambaran mengenai variasi dan pola distribusi dari masing-masing parameter, serta interaksi di antara ketiganya. Indikasi terjadinya *Upwelling* di suatu perairan laut dapat dilihat dari sebaran suhu permukaan laut secara spasial dan temporal.

Sehingga dengan diketahuinya suhu permukaan laut maka dapat diduga suatu perairan laut terjadi *Upwelling* sehingga dapat dikatakan bahwa perairan tersebut subur atau tidak. Daerah perairan yang subur dapat diindikasikan dengan kelimpahan fitoplankton yang tinggi serta konsentrasi klorofil-a yang tinggi pula. Fitoplankton berperan sebagai produsen primer dalam rantai kehidupan di laut, sehingga keberadaannya sangat penting sebagai dasar kehidupan di laut. Klorofil-a merupakan pigmen yang sangat penting dalam proses fotosintesis fitoplankton di laut (Santoso, 2019).

4.2.1 Suhu Permukaan Laut

Berdasarkan analisa data yang telah dilakukan, suhu permukaan laut bulanan di perairan Sumatera Barat mengalami fluktuasi dalam periode waktu waktu 1 juni 2022 hingga 31 Mei 2023 nilai tertinggi pada bulan Mei 2023 atau Musim Peralihan I nilai tersebut dapat dilihat pada gambar 6 sampai 9 dengan warna merah. Suhu permukaan laut pada bulan tersebut mencapai nilai 31°C, sedangkan suhu permukaan laut dengan nilai terendah terjadi pada Februari 2023

atau Musim Barat dapat dilihat berwarna biru yang bernilai $28,1^{\circ}\text{C}$. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Lisna *et al.*, (2024) suhu permukaan laut tertinggi terjadi pada Musim Peralihan I (Maret-Mei) berkisar antara $29,99^{\circ}\text{C}$ sampai dengan $30,95^{\circ}\text{C}$. Hal tersebut dikarenakan perubahan Suhu permukaan laut dipengaruhi oleh melemahnya angin muson menyebabkan intensitas arus naik (*Upwelling*) berkurang.

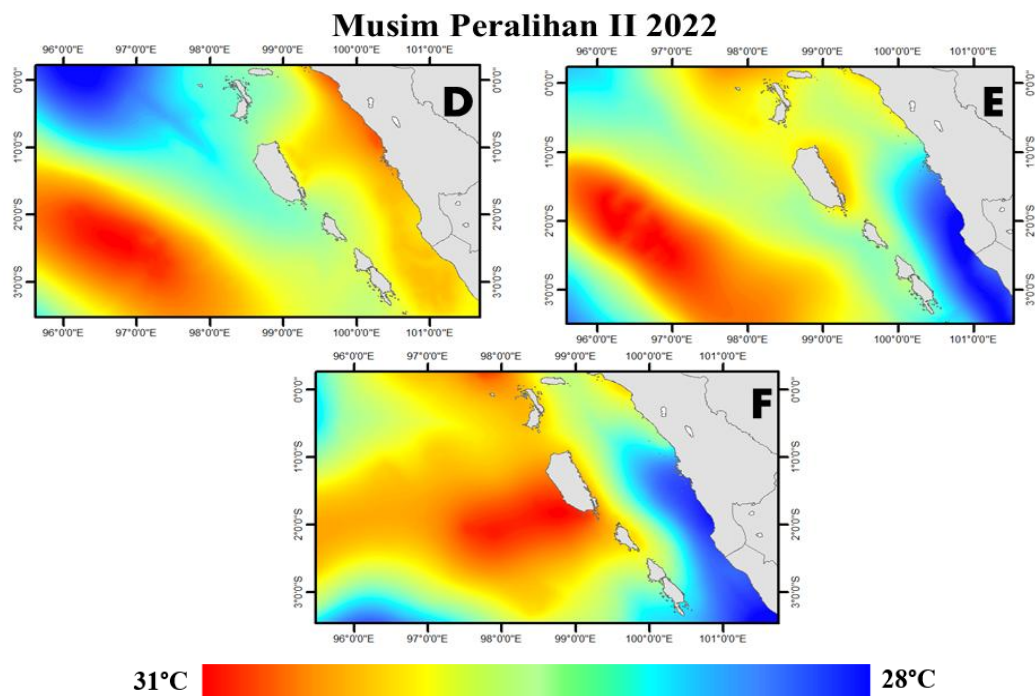


Gambar 6. Suhu Permukaan Laut Pada Musim Timur 2022
(A) Juni (B) Juli (C) Agustus

Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa suhu permukaan laut pada Musim Timur mengalami fluktuasi yang mana peningkatan suhu maksimal terjadi pada bulan Juli dengan nilai $29,6^{\circ}\text{C}$ - $30,4^{\circ}\text{C}$ dan nilai suhu minimal terjadi pada bulan Agustus 2022 yang berkisar $28,5^{\circ}\text{C}$ - $29,4^{\circ}\text{C}$. Suhu yang lebih hangat pada awal Musim Timur disebabkan oleh pancaran sinar matahari yang berada pada belahan bumi bagian utara sehingga menyebabkan tingkat SPL cenderung hangat di perairan Samudera Hindia bagian Timur Laut sebelah Barat (Nababan *et al.*, 2021).

Pada Musim Peralihan II yang terjadi pada bulan September hingga November, Kondisi suhu permukaan laut maksimal terjadi pada bulan November dengan kisaran $29,6^{\circ}\text{C}$ - $30,2^{\circ}\text{C}$ dan suhu permukaan laut minimal terjadi pada bulan

September berkisar 29°C-29,6°C. Pada penelitian yang dilakukan Ningsih *et al.*, (2024) Musim Peralihan II merupakan Musim perpindahan dari kondisi kemarau ke Musim Barat, sehingga terjadi penurunan suhu tertinggi dibanding suhu tertinggi pada Musim Timur, mulainya turun hujan pada Musim peralihan II menyebabkan perairan sungai lebih dingin dan mengalir ke muara dan menyebabkan terjadinya pencampuran dengan perairan laut yang dapat menurunkan suhu permukaan laut di perairan Pantai seperti yang terjadi pada gambar 7 E dan gambar 7 F.

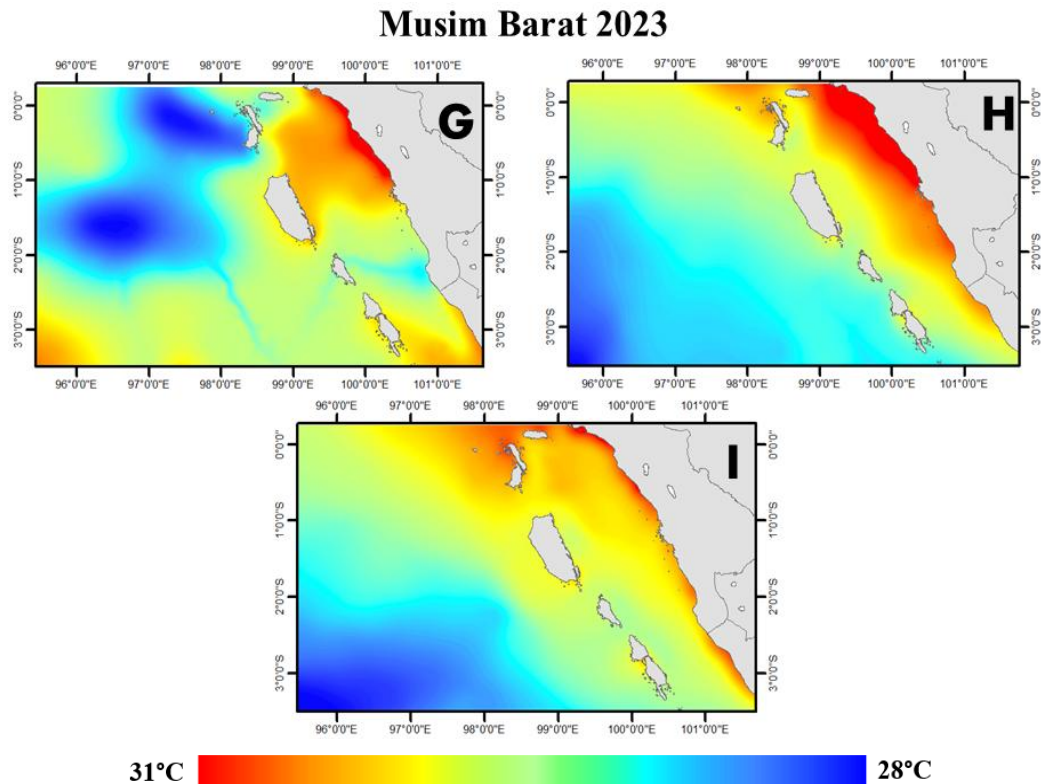


Gambar 7. Suhu Permukaan Laut Pada Musim Peralihan II 2022
(D) September (E) Oktober (F) November

Pada Musim Barat yang terjadi pada bulan Desember hingga Februari, Kondisi suhu permukaan laut cenderung lebih dingin jika dibandingkan dengan suhu permukaan laut pada Musim Timur dan Musim Peralihan II. Dimana suhu permukaan laut dengan nilai maksimal terjadi pada bulan Februari berkisar 29,9°C dan suhu permukaan laut minimal juga terjadi pada bulan Februari yang mencapai 28,1°C. Pada bulan Desember suhu berkisar antara 28,5°C-29,1°C dan pada bulan Januari suhu berkisar antara 28,4°C-29,5°C.

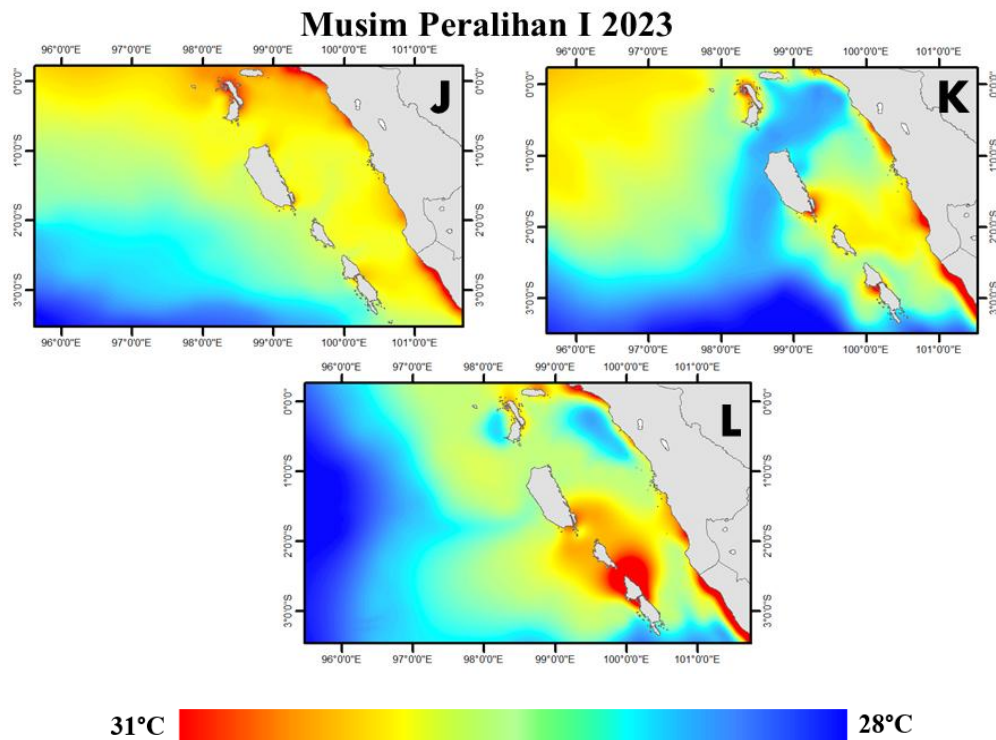
Intensitas curah hujan cukup tinggi, disertai tiupan angin, sehingga menyebabkan suhu airnya rendah, dengan curah hujan yang tinggi berarti keadaan langit tidak cerah (ditutupi awan), sehingga penyinaran matahari kurang efektif bagi

pemanasan massa air permukaan secara langsung, menurut Patty *et al.*, (2020). mengakibatkan suhu permukaan air laut menjadi turun. Demikian juga dengan meningkatnya kecepatan angin yang berhembus di atas permukaan laut menyebabkan penguapan dan mengalirkan panas dari laut ke udara. Penguapan dan pemindahan panas itu menyebabkan laut kehilangan energi dan mengakibatkan pendinginan.



Gambar 8. Suhu Permukaan Laut Pada Musim Barat 2023
(G) Desember (H) Januari (I) Februari

Pada Musim Peralihan I suhu permukaan laut dengan nilai maksimal terjadi pada bulan Mei dengan suhu 30,1°C-31°C dan suhu permukaan laut minimal terjadi pada bulan Maret yang berkisar 29°C-30,6°C. Didukung pula dengan penelitian Nababan *et al.*, (2021) secara umum berdasarkan rata-rata suhu permukaan laut peningkatan nilai suhu permukaan laut rata-rata bulanan ditemukan selama Musim Peralihan I. Penurunan nilai suhu permukaan laut rata-rata bulanan ditemukan selama Musim Barat, Musim Timur dan Musim Peralihan II.

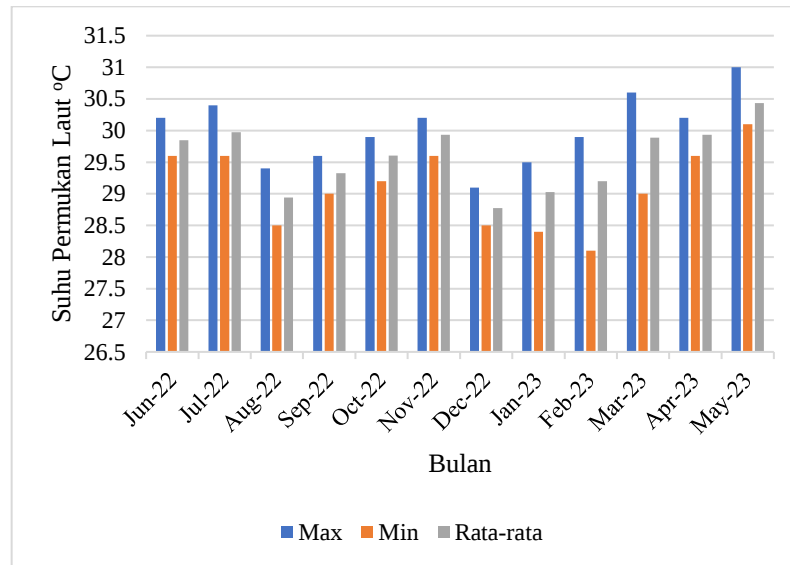


Gambar 9. Suhu Permukaan Laut Pada Musim Peralihan I 2023
(J) Maret (K) April (L) Mei

Pada Gambar 6 sampai Gambar 9 dapat dilihat pada wilayah pesisir memiliki suhu permukaan laut di perairan dekat pesisir cenderung memiliki warna merah ke kuning dibandingkan dengan suhu permukaan laut di perairan lepas Pantai yang berwarna biru. Hal ini didukung oleh *Ramadani et al.*, (2022) yang menyatakan suhu permukaan laut di perairan dekat pesisir cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan suhu permukaan laut di perairan jauh pesisir atau lepas pantai. Kondisi suhu di perairan pantai yang relatif tinggi diduga karena efek daratan yang lebih panas kondisi suhu di perairan pantai yang relatif tinggi diduga karena efek daratan yang lebih panas.

Grafik yang ditampilkan dibawah menunjukkan variasi suhu permukaan laut bulanan dari bulan Juni 2022 hingga Mei 2023, yang terdiri dari tiga parameter utama yaitu suhu maksimum, suhu minimum dan suhu rata-rata. Secara umum, suhu permukaan laut selama periode pengamatan berada dalam kisaran 28°C hingga 31°C. Suhu maksimum tertinggi tercatat pada bulan Mei 2023 yang mencapai 31°C, sedangkan suhu minimum terendah tercatat pada bulan Februari 2023 dengan nilai 28,1°C. Perbedaan antara suhu maksimum dan minimum dalam

tiap bulan menunjukkan adanya dinamika termal yang cukup konsisten, mencerminkan stabilitas suhu permukaan laut secara harian.



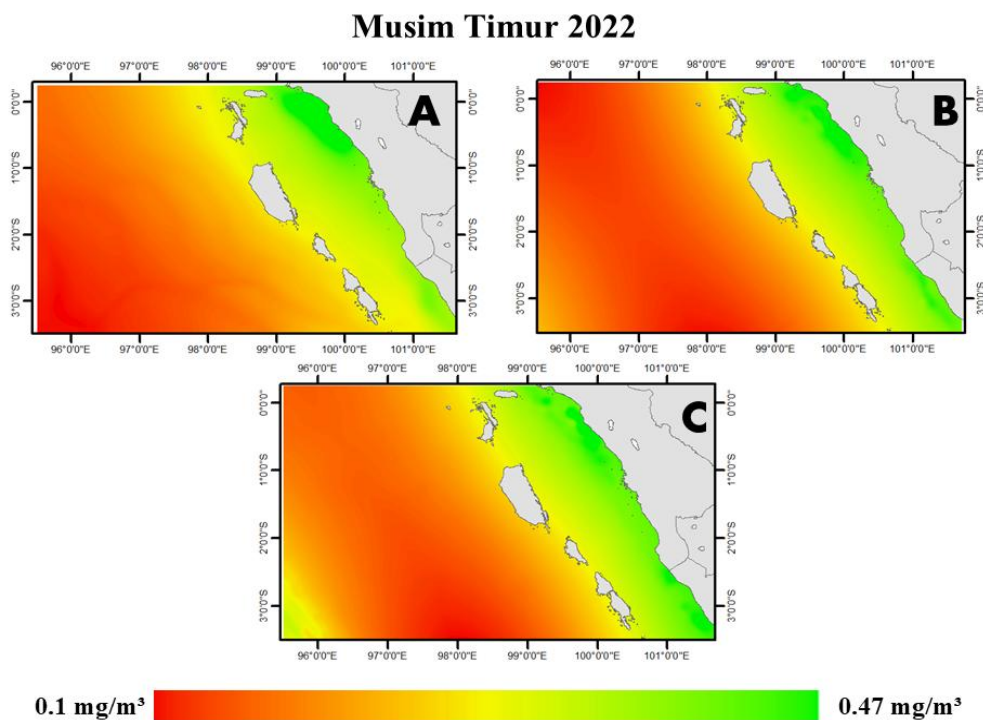
Gambar 10. Grafik Suhu Permukaan Laut

Pada Musim Timur yang berlangsung dari bulan Juni hingga Agustus 2022, suhu permukaan laut relatif tinggi dan stabil. Suhu maksimum pada periode ini berkisar antara 29,4°C hingga 30,4°C, dengan suhu rata-rata berada di atas 2°C. Namun, suhu minimum cenderung menurun, dari sekitar 29,6°C pada bulan Juni menjadi sekitar 28,5°C pada bulan Agustus. Memasuki bulan Desember 2022, suhu permukaan laut menunjukkan tren penurunan, baik pada nilai maksimum, minimum, maupun rata-rata. Tren ini dipengaruhi oleh peningkatan curah hujan dan berkurangnya intensitas radiasi matahari akibat awan tebal yang umum terjadi pada Musim peralihan menuju Musim hujan.

Penurunan suhu laut berlanjut hingga awal tahun 2023, dengan suhu terendah terjadi pada bulan Januari dan Februari. Periode ini mencerminkan fase pendinginan tahunan yang biasa terjadi di wilayah tropis sebagai akibat dari angin muson Barat yang membawa massa udara lembab dan menurunkan suhu perairan (Purwantara dan Ashari, 2024). Namun, sejak Maret hingga Mei 2023, suhu permukaan laut mulai menunjukkan peningkatan kembali. Pada bulan Mei 2023, tidak hanya suhu maksimum yang mencapai puncaknya, tetapi juga suhu minimum dan rata-rata menunjukkan angka tertinggi dibanding bulan-bulan sebelumnya, mengindikasikan pemanasan perairan yang kuat menjelang Musim kemarau.

4.2.2 Klorofil-a

Distribusi sebaran klorofil-a dapat konsentrasi klorofil-a tertinggi terjadi pada bulan Mei 2023 atau Musim Peralihan I dengan konsentrasi $0,41 \text{ mg/m}^3$ dan konsentrasi terendah $0,10 \text{ mg/m}^3$ terjadi pada bulan Juni, Agustus 2022 atau Musim Timur dan Februari, April serta Mei 2023 atau Musim Barat Dan Musim Peralihan I. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Muslim *et al.*, (2017) nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a terendah terjadi pada Musim Timur sebesar $0,13 \text{ mg/m}^3$ dan pada Musim Barat dan peralihan 1 memiliki nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a yang sama yaitu sebesar $0,14 \text{ mg/m}^3$. Berdasarkan nilai tersebut daerah perairan Sumatera Barat sesuai kriteria kondisi optimum bagi kelayakan hidup ikan pelagis kecil menurut Prayitno *et al.*, (2021) yang berkisar 0.3 mg/m^3 - 2.5 mg/m^3 .

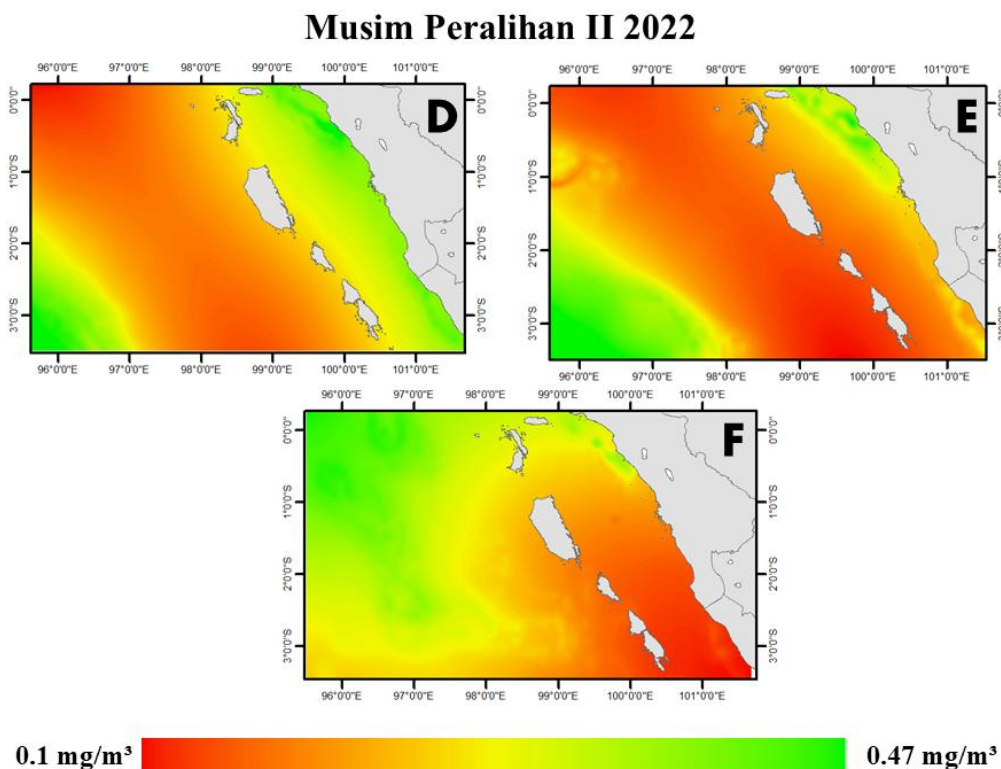


Gambar 11. Klorofil-a Pada Musim Timur 2022
(A) Juni (B) Juli (C) Agustus

Selama Musim Timur yang berlangsung dari bulan Juni hingga Agustus, konsentrasi klorofil-a menunjukkan variasi setiap bulannya. Pada bulan Juni 2022, konsentrasi klorofil-a tercatat berada pada kisaran $0,1 \text{ mg/m}^3$ - $0,4 \text{ mg/m}^3$, Pada bulan Juli 2022, konsentrasi tersebut sedikit menurun dengan kisaran antara $0,11 \text{ mg/m}^3$ - $0,3 \text{ mg/m}^3$. Sementara itu, pada bulan Agustus 2022, konsentrasi klorofil-a berada

pada rentang $0,1\text{mg}/\text{m}^3$ - $0,27\text{mg}/\text{m}^3$. Nilai tersebut didukung oleh Lisna *et al.*, (2024) nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a di perairan Sumatera Barat berkisar antara $0,08\text{mg}/\text{m}^3$ hingga $0,13\text{ mg}/\text{m}^3$.

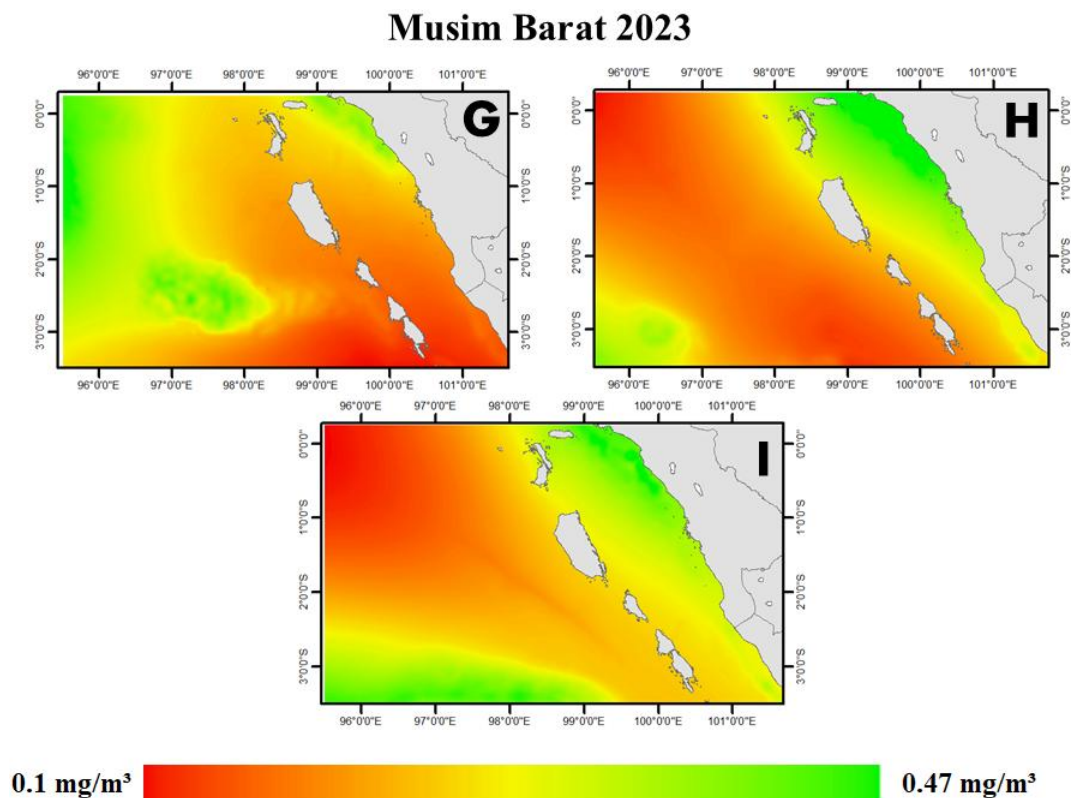
Pada Musim Peralihan II yang berlangsung dari bulan September hingga November memiliki Konsentrasi Klorofil-a yang bervariasi. Pada bulan September 2022 Konsentrasi klorofil-a berkisar $0,11\text{mg}/\text{m}^3$ - $0,26\text{mg}/\text{m}^3$, pada bulan Oktober 2022 berkisar $0,12\text{mg}/\text{m}^3$ - $0,28\text{mg}/\text{m}^3$, dan pada bulan November 2022 berkisar $0,16\text{mg}/\text{m}^3$ - $0,38\text{mg}/\text{m}^3$. Data ini menunjukkan adanya tren peningkatan konsentrasi klorofil-a secara bertahap dari bulan September hingga November selama periode Musim Peralihan II. Hal tersebut menurut Rosalina *et al.*, (2024) disebabkan Musim peralihan II masih dipengaruhi oleh Musim Timur, sehingga nilai sebaran konsentrasinya masih tinggi di laut lepas. Nutrien yang tinggi dapat meningkatkan kesuburan fitoplankton yang menyebabkan tingginya nilai sebaran konsentrasi klorofil-a.



Gambar 12. Klorofil-a Pada Musim Peralihan II 2022
(D) September (E) Oktober (F) November

Perbedaan yang cukup signifikan terlihat pada Musim Peralihan II, di mana nilai konsentrasi klorofil-a menunjukkan variasi yang mencolok jika dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya. Dalam studi yang dilakukan oleh Nababan *et al.*, (2021) sebaran spasial klorofil-a pada Musim Peralihan I (Maret–Mei) di Samudera Hindia bagian Timur Laut sebelah Barat Sumatera menunjukkan konsentrasi bulanan yang berkisar antara 0,10 mg/m³ hingga 0,21 mg/m³, dengan nilai rata-rata sebesar 0,14 mg/m³.

Hasil pengamatan terbaru pada Musim Peralihan II menunjukkan nilai yang berbeda secara mencolok, baik dari segi rentang maupun rata-ratanya. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh perbedaan waktu pengamatan, di mana kondisi oseanografi dan atmosferik seperti intensitas sinar matahari, pola angin, curah hujan, serta dinamika arus laut mengalami fluktuasi antar Musim yang berdampak langsung terhadap produktivitas primer perairan.

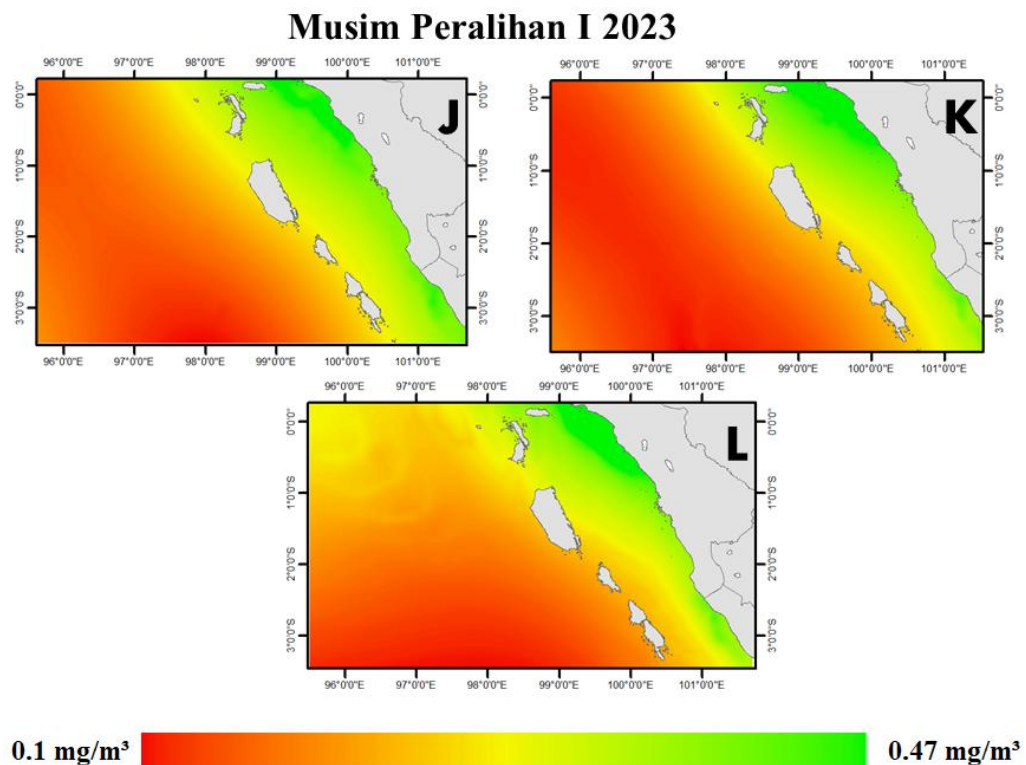


Gambar 13. Klorofil-a Pada Musim Barat 2023
(G) Desember (H) Januari (I) Februari

Konsentrasi klorofil-a pada Musim Barat menunjukkan variasi nilai selama periode pengamatan. Pada bulan Desember 2022, konsentrasi klorofil-a tercatat

berada pada kisaran Desember 2022 konsentrasi klorofil-a tercatat berada pada kisaran $0,12\text{mg/m}^3$ - $0,35\text{mg/m}^3$, Selanjutnya, pada Januari 2023, nilai konsentrasi berada antara $0,12\text{mg/m}^3$ - $0,29\text{mg/m}^3$, dan pada Februari 2023, kisaran konsentrasi klorofil-a menurun $0,1\text{mg/m}^3$ - $0,25\text{mg/m}^3$.

Pada Musim Barat menurut Sitorus *et al.*, (2025) sebaran klorofil-a cenderung paling banyak ditemukan pada wilayah dekat daratan hal ini terjadi dikarenakan aliran sungai yang membawa nutrisi dan bermuara ke pinggiran laut dan menyebabkan sebaran klorofil-a meningkat. Hujan yang intensif juga mempengaruhi sebaran klorofil-a pada Musim ini tinggi rendahnya kandungan klorofil sangat erat hubungannya dengan pasokan nutrisi yang berasal dari darat melalui aliran sungai-sungai yang bermuara ke perairan.



Gambar 14. Klorofil-a Pada Musim Peralihan I 2023
(J) Maret (K) April (L) Mei

Pada Musim Peralihan I, yang berlangsung dari bulan Maret hingga Mei, konsentrasi klorofil-a menunjukkan variasi nilai yang cukup signifikan. Pada bulan Maret, konsentrasi berkisar antara $0,11\text{ mg/m}^3$ hingga $0,25\text{ mg/m}^3$. Pada bulan April, nilai tersebut meningkat dengan rentang $0,16\text{ mg/m}^3$ hingga $0,38\text{ mg/m}^3$.

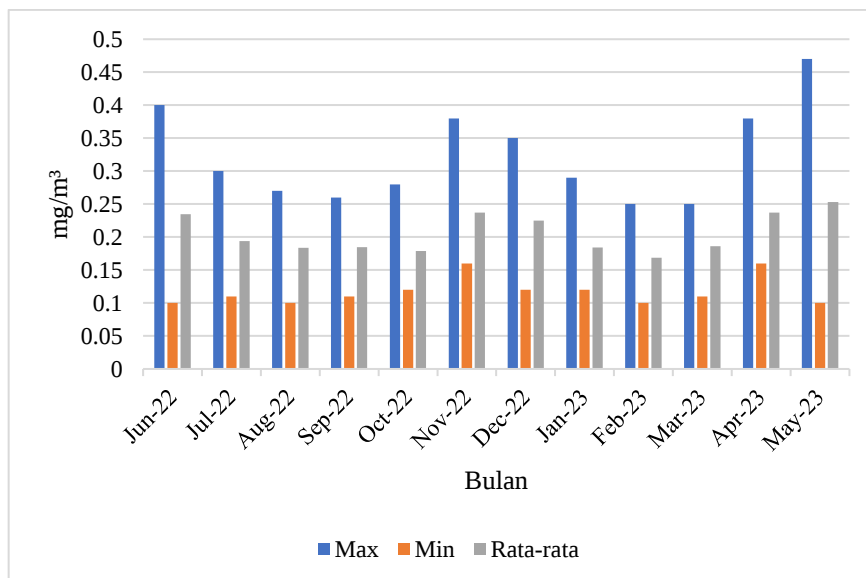
Sementara itu, pada bulan Mei, konsentrasi klorofil-a tercatat berada dalam kisaran 0,10 mg/m³ hingga 0,47 mg/m³.

Dapat dilihat pada Gambar 13 dan 14 adanya fluktuasi yang terjadi yang mana dari Musim Timur ke Musim Peralihan I dan Musim Barat menurun dan kembali meningkat di Musim Peralihan II. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan Fauzan *et al.*, (2024) bertempat Sumatera Barat yang menggunakan sampel dari tahun 2019–2023 sebaran konsentrasi klorofil-a tertinggi berada di Bulan Juli pada tahun 2020 sedangkan nilai distribusi klorofil-a rendah berada di Bulan Mei pada tahun 2023. Hal tersebut menunjukkan bahwasanya di perairan Sumatera Barat pada tahun 2023 mengalami penurunan jika dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya.

Nilai sebaran klorofil tersebut menurut Rahman *et al.*, (2015) penggolongan konsentrasi klorofil-a berdasarkan status trofik perairan Sumatera Barat tergolong oligotrofik dengan kandungan klorofil-a pada kisaran 0-2 mg/m³. Pada Gambar 11 sampai 14 warna hijau dapat terlihat di sepanjang tepi Pantai Sumatera Barat dan pada Musim Peralihan II dan Musim Barat terdapat daerah dengan konsentrasi tinggi di perairan lepas Pantai dengan warna hijau.

Konsentrasi klorofil-a yang warna hijau di sepanjang Pantai didukung melalui penelitian Cahyo *et al.*, (2024) secara spasial nilai konsentrasi distribusi klorofil-a lebih tinggi di wilayah pesisir dan semakin menurun saat ke lepas pantai. Menurut Suprijanto *et al.*, (2019) tingginya konsentrasi klorofil-a di pantai dapat disebabkan oleh adanya akumulasi nutrient yang dibawa dari daratan dan aktivitas manusia, sehingga dari konsentrasi nutrien tersebut dapat memicu pertumbuhan fitoplankton.

Grafik yang ditampilkan dibawah ini menggambarkan dinamika konsentrasi klorofil-a (mg/m³) selama periode satu tahun, mulai dari bulan Juni 2022 hingga Mei 2023. Pada bulan Juni 2022, konsentrasi maksimum klorofil-a mencapai sekitar 0,40 mg/m³, dengan nilai minimum sebesar 0,10 mg/m³, dan nilai rata-rata sekitar 0,24 mg/m³. Terjadi penurunan konsentrasi maksimum dan rata-rata pada bulan Juli dan Agustus 2022, di mana nilai maksimum turun menjadi 0,30mg/m³, serta nilai rata-rata menurun hingga sekitar 0,20 mg/m³.



Gambar 15 Grafik Klorofil-a

Memasuki bulan September hingga November 2022, konsentrasi klorofil-a mulai mengalami peningkatan secara bertahap. Nilai maksimum meningkat dari 0,26 mg/m³ pada bulan September menjadi 0,28 mg/m³ pada bulan November, sedangkan nilai rata-rata juga menurun dari 0,18 mg/m³ menjadi 0,17 mg/m³. Hal ini mengindikasikan adanya peningkatan produktivitas primer yang mungkin dipengaruhi oleh transisi Musim atau meningkatnya ketersediaan nutrisi di perairan.

Pada bulan Desember 2022 hingga Februari 2023, konsentrasi klorofil-a menunjukkan sedikit fluktuasi, namun tetap berada pada kisaran yang relatif stabil. Nilai maksimum berkisar antara 0,35 mg/m³, nilai minimum relatif konstan di angka 0,12–0,16 mg/m³, dan nilai rata-rata tetap berada di sekitar 0,16–0,22 mg/m³. Stabilitas ini dapat dikaitkan dengan kondisi lingkungan yang relatif konstan selama periode Musim penghujan.

Mulai bulan Maret 2023, terjadi trend peningkatan yang lebih signifikan. Nilai maksimum meningkat dari 0,25 mg/m³ pada bulan Maret menjadi 0,38 mg/m³ pada April, dan mencapai puncaknya pada bulan Mei dengan nilai maksimum tertinggi sebesar 0,47 mg/m³. Nilai rata-rata juga mengalami lonjakan dari 0,19 mg/m³ pada Maret menjadi 0,25 mg/m³ pada Mei. Hal ini mengindikasikan peningkatan tajam dalam konsentrasi klorofil-a selama Musim peralihan I (Maret–Mei), yang diduga kuat dipengaruhi oleh peningkatan intensitas cahaya matahari,

kondisi stratifikasi air, dan ketersediaan nutrien yang optimal bagi pertumbuhan fitoplankton.

Secara keseluruhan, grafik ini menunjukkan bahwa konsentrasi klorofil-a mengalami variasi Musiman yang mencerminkan dinamika produktivitas primer perairan. Puncak konsentrasi terjadi pada bulan-bulan peralihan dan menjelang akhir periode pengamatan, yang menandakan periode produktif bagi ekosistem laut setempat. Informasi ini penting untuk memahami proses ekologi perairan dan sebagai dasar dalam pengelolaan sumber daya laut secara berkelanjutan.

4.2.3 Arus

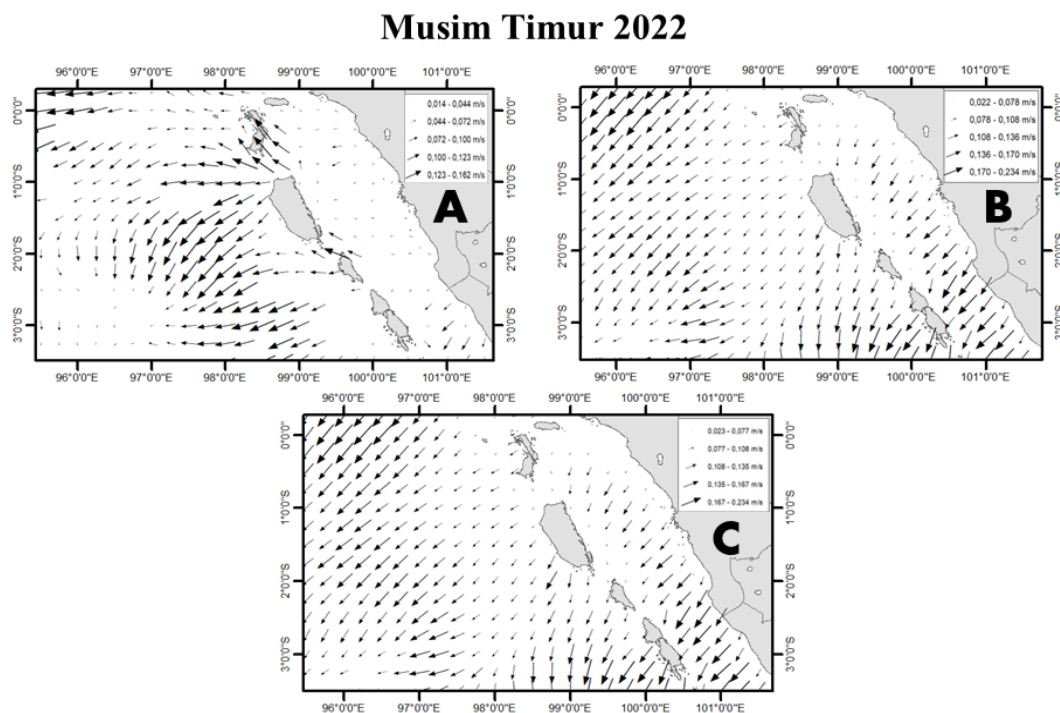
Pola serta karakteristik arus berupa jenis arus dominan, kecepatan, arah, serta pola pergerakan dari arus laut akan membuat kondisi suatu perairan lebih dinamis. Distribusi pergerakan arus penting diketahui sebagai informasi bagi penangkapan Santoso (2019). Arus permukaan dipengaruhi oleh iklim dan cuaca, dimana arus permukaan berguna untuk mentransfer panas dari daerah tropis ke lintang menengah dan tinggi, mendistribusi zat hara (nutrien) dan organisme laut serta transportasi laut (Fadila et al., 2021).

Melalui analisis data yang telah dilakukan pada parameter arus dengan rentang periode 1 Juni 2022 sampai 31 Mei 2023. Diperoleh hasil kecepatan arus di Sumatera Barat Pada Musim Timur mencapai kecepatan 0,00-0,28 m/s, Peralihan I 0,00-0,51, Musim Barat 0,00-0,54 m/s dan Peralihan II 0,00-0,34 m/s. Berdasarkan kategori kecepatan arus yang dinyatakan oleh Mansur *et al.*, (2023) Musim Barat dan Peralihan II merupakan arus sedang dengan rentang 0,20-0,39 m/s, Peralihan I dan Musim Timur merupakan arus kuat dengan rentang $\geq 0,40$ m/s.

Hal tersebut didukung Noya *et al.*, (2022) kecepatan arus permukaan selama Musim Barat berkisar antara 0.9 – 1.5 m/s. Perairan Samudera Hindia bagian Timur Laut sebelah Barat Sumatera mempunyai sifat yang unik dan kompleks karena dinamika perairan ini sangat dipengaruhi oleh sistem angin Muson, sistem angin Pasat dan arus geostropik. Selanjutnya Rahmadhanti *et al.*, (2023) mengungkapkan bahwa kecepatan arus yang lebih besar dapat terjadi akibat intensitas hujan yang tinggi menyebabkan perubahan kecepatan arus yang besar.

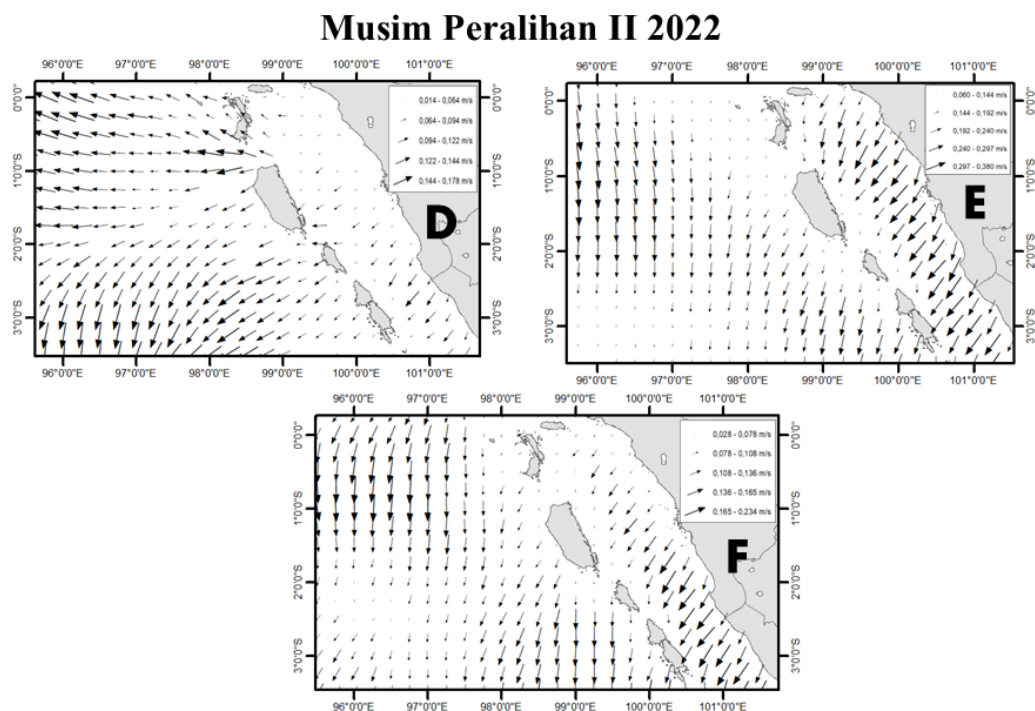
Kecepatan arus pada saat pasang lebih tinggi dibandingkan pada saat surut. Hal ini berkaitan dengan pasang surut air laut, dimana permukaan air laut pada saat menuju pasang air laut menjadi semakin tinggi sehingga kecepatan airnya semakin cepat, dan sebaliknya permukaan air laut pada saat menuju surut air laut semakin rendah sehingga kecepatan airnya semakin lambat (Daruwedho et al., 2016).

Pada Gambar 16 (A), arus laut mengalir dari tenggara ke arah Barat laut dengan kecepatan berkisar antara 0,014 hingga 0,162 m/s. Arah arus menjauhi pantai Barat Sumatera mengindikasikan adanya proses divergensi yang berpotensi memicu *Upwelling*. *Upwelling* ini membawa air kaya nutrisi dari lapisan bawah ke permukaan laut, sehingga dapat meningkatkan produktivitas primer Ramadlanie *et al.*, (2010). Pada Gambar 16 (B) menunjukkan pola arus yang cenderung sejajar dengan garis pantai Barat Sumatera, dengan arah dominan dari selatan ke utara. Kecepatan arus pada periode ini berada dalam kisaran 0,022 hingga 0,234 m/s. Arus yang mengalir stabil ke arah utara merupakan bagian dari sistem arus Musim Timur yang didorong oleh hembusan angin pasat tenggara.



Gambar 16. Arus Pada Musim Timur 2022
(A) Juni (B) Juli (C) Agustus

Gambar 16 (C) memperlihatkan pola arus yang lebih intensif dan terfokus, dengan arah dominan dari selatan ke Timur laut dan kecepatan arus berkisar antara 0,022 hingga 0,234 m/s. Arus yang ini menunjukkan adanya intensifikasi arus Musiman, kemungkinan besar dipengaruhi oleh peningkatan kekuatan angin monsun Timur pada periode tersebut (Fadika et al., 2014). Secara keseluruhan, ketiga panel menunjukkan bahwa selama Musim Timur 2022, arus permukaan laut di perairan Barat Sumatera mengalir dengan arah yang relatif konsisten menuju utara atau Barat laut. Kecepatan arus bervariasi antara 0,002 hingga 0,234 m/s, dengan kecenderungan meningkat pada periode tertentu sesuai pengaruh angin monsun.



Gambar 17. Arus Pada Musim Peralihan II 2022
(D) September (E) Oktober (F) November

Pada Gambar 17 (D), arus laut umumnya mengalir dari arah tenggara menuju Barat laut, dengan arah menjauhi pantai Barat Sumatera bagian Kepulauan Mentawai. Kecepatan arus di wilayah ini bervariasi mulai dari 0,014 hingga 0,178 m/s. Arah arus yang menjauhi pantai mengindikasikan kemungkinan terjadinya proses divergensi di permukaan laut, yang dapat memicu *Upwelling*, yaitu proses naiknya massa air dari lapisan bawah yang kaya nutrisi ke permukaan.

Pada Gambar 17 (E) menunjukkan arus laut yang relatif seragam, dengan arah dominan dari selatan ke utara sejajar dengan pantai Barat Sumatera. Kecepatan arus berkisar antara 0,060 hingga 0,380 m/s, yang menunjukkan peningkatan intensitas dibandingkan gambar 17 (D). Arah arus yang sejajar garis pantai menunjukkan adanya aliran lintas pantai yang stabil, yang dapat membantu distribusi massa air dan nutrisi ke arah utara perairan Sumatera.

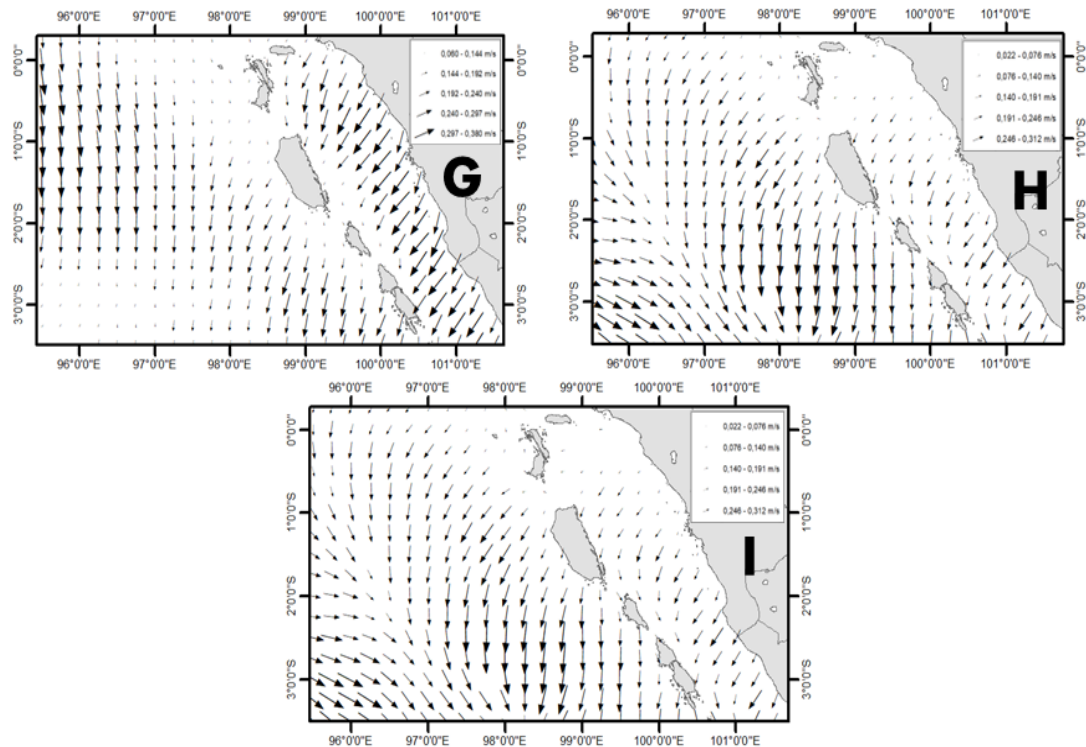
Gambar 17 (F) menampilkan arus laut yang relatif kuat dengan arah yang cenderung tegak lurus terhadap garis pantai, dari Barat daya menuju Timur laut. Kecepatan arus tercatat paling tinggi di antara ketiga panel, yakni berkisar antara 0,028 hingga 0,234 m/s. Kondisi ini dapat memperkuat dugaan terjadinya *Upwelling* lokal, terutama di daerah dengan arus yang menjauhi garis pantai secara langsung, karena pergerakan massa air permukaan ke arah lepas pantai akan digantikan oleh massa air dari lapisan bawah.

Peningkatan arus permukaan laut dari bulan September hingga November di perairan Sumatera Barat terutama dipengaruhi oleh perubahan pola angin Musiman yang terjadi selama Musim Peralihan II, serta oleh anomali atmosfer global Indian Ocean Dipole (IOD) (Noya et al., 2022). Dapat dilihat pada laut lepas samudera memiliki kecepatan yang lebih besar hal tersebut menurut Sari *et al.*, (2020) disebabkan hubungan korelasi antara arus permukaan dan angin memiliki hubungan cukup tinggi di wilayah tengah samudra, arus permukaan digerakkan oleh angin yang bertiup pada permukaan laut adanya gaya Coriolis menyebabkan arah arus permukaan dibelokkan karena arus permukaan bergerak dari tekanan tinggi menuju tekanan rendah.

Secara umum, pola arus yang tampak pada Musim Barat didominasi oleh arus yang mengalir ke arah tenggara hingga selatan, sejajar dengan garis pantai Barat Sumatera, yang merupakan ciri khas dari pengaruh angin monsun Barat laut yang kuat selama Musim Barat (Noya et al., 2022). Arus permukaan laut menunjukkan kecenderungan mengarah menjauhi pantai Barat Sumatera, terutama pada Gambar 18 (G dan H), yang mengindikasikan adanya proses divergensi di sepanjang zona pesisir. Proses ini berpotensi menimbulkan *Upwelling*, dari sisi kecepatan, arus permukaan laut bervariasi cukup signifikan. Pada Gambar 18 (G),

kecepatan arus berkisar antara 0,060 hingga 0,380 m/s, dengan sebagian besar wilayah pesisir memperlihatkan arus yang cukup kuat terutama di bagian selatan.

Musim Barat 2023

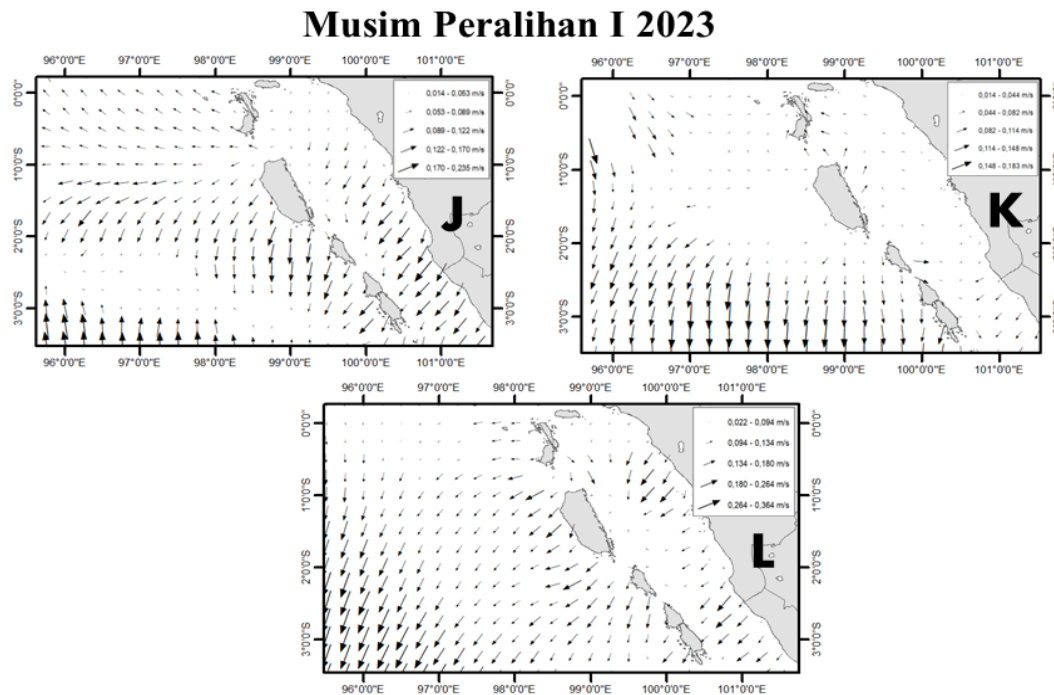


Gambar 18. Arus Pada Musim Barat 2023
(G) Desember (H) Januari (I) Februari

Gambar 18 (H) menunjukkan kecepatan yang bahkan lebih tinggi di beberapa area, mencapai 0,546 m/s, terutama di bagian pulau siberut menuju Pulau Sipora hingga Pulau Pagai. Sedangkan pada Gambar 18 (I), meskipun arah arus masih menunjukkan pola dominan ke selatan, kecepatan arus relative sama, berkisar antara 0,022 hingga 0,312 m/s. Pola arus ini selaras dengan kondisi angin monsun Barat laut yang berhembus dari Asia menuju Australia selama Musim Barat, mendorong massa air laut permukaan ke arah tenggara dan memperkuat sirkulasi arus di wilayah Barat Sumatera (Daruwedho et al., 2016).

Arah arus pada Musim Peralihan I masih didominasi oleh pola mengalir ke arah selatan sejajar pantai Barat Sumatera, meskipun intensitas dan pola arus mulai mengalami perubahan dibanding Musim Barat. Pada Gambar 19 (J), arus menunjukkan arah yang lebih menyebar, dengan dominasi gerakan ke tenggara dan Timur laut di wilayah selatan, serta arus ke selatan di bagian utara. Kecepatan arus

pada periode ini berkisar antara 0,014 hingga 0,235 m/s, dengan kecepatan tertinggi berada di perairan selatan, dekat wilayah Kepulauan Mentawai terutama pada pulau Siberut. Sementara itu, Gambar 19 (K) memperlihatkan pola arus yang lebih seragam ke arah selatan, dengan kecepatan berkisar antara 0,014 hingga 0,183 m/s, menunjukkan penurunan kecepatan dibanding bulan sebelumnya, namun tetap menunjukkan pergerakan massa air yang aktif.



Gambar 19. Arus Pada Musim Peralihan I 2023
(J) Maret (K) April (L) Mei

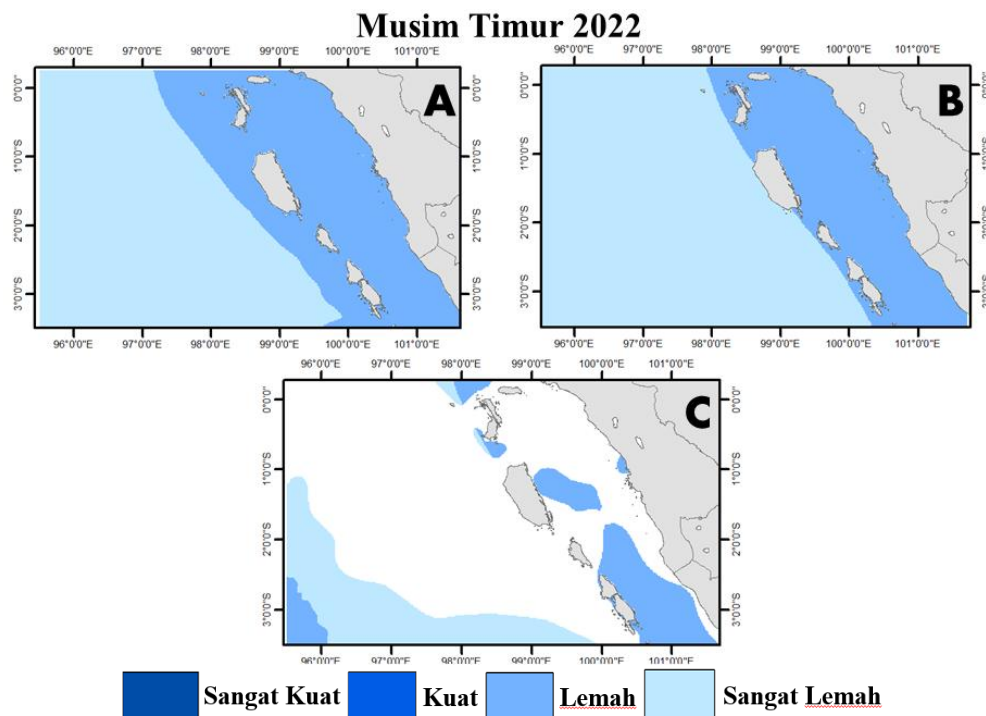
Sedangkan pada Gambar 19 (L), terdapat intensifikasi arus dengan kecepatan mencapai hingga 0,364 m/s, yang merupakan nilai tertinggi di antara ketiga peta. Arus bergerak relatif lebih lurus ke arah selatan dan tenggara, menandakan adanya pengaruh sisa angin Barat laut yang masih berperan mendorong arus permukaan ke arah ekuator. Secara keseluruhan, selama Musim Peralihan I tahun 2023, arus laut menunjukkan transisi dari pola kuat Musim Barat ke kondisi yang lebih variatif, namun tetap mempertahankan kecenderungan aliran ke arah selatan.

4.3 *Upwelling*

Sebaran *Upwelling* yang terjadi dibagi kedalam 4 kategori yang mana dalam penelitian ini kategori lemah dan sangat lemah mendominasi. Fenomena *Upwelling*

yang terjadi di perairan Sumatera Barat termasuk *Upwelling* lemah dan sangat lemah mencapai nilai $0,47 \text{ mg/m}^3$ dan suhu permukaan laut $28,1^\circ\text{C}$. Merujuk Pada Putra *et al.*, (2017) nilai klorofil untuk *Upwelling* lemah dan sangat lemah memiliki nilai suhu permukaan laut $\leq 28.033^\circ\text{C}$ - $\leq 29.008^\circ\text{C}$ dan klorofil-a memiliki nilai $\leq 0.147 \text{ mg/m}^3$ - $\leq 0.353 \text{ mg/m}^3$.

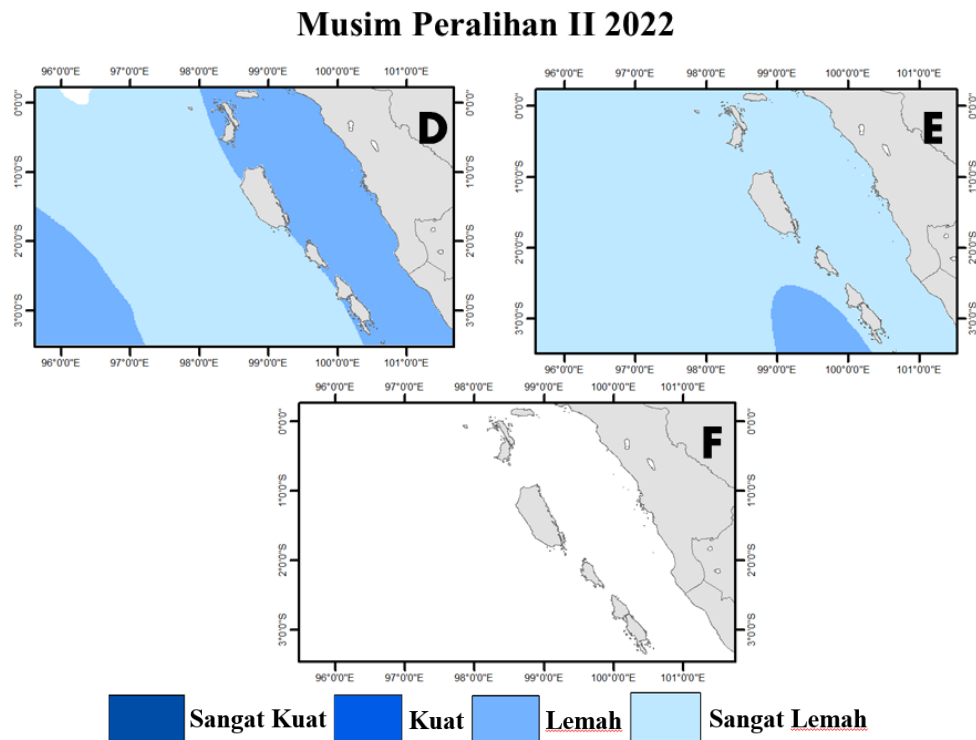
Dari Gambar 20 dapat disimpulkan bahwa *Upwelling* lebih dominan dan intens terjadi Juni dan Juli pada Musim Timur (A dan B), terlihat dari luasnya wilayah dengan warna biru sedang hingga tua di sepanjang pantai Barat Sumatera. Pada Agustus (C), aktivitas *Upwelling* cenderung menurun, ditunjukkan dengan dominasi warna putih dan biru sangat muda yang melambangkan melemahnya fenomena tersebut.



Gambar 20. *Upwelling* Pada Musim Timur 2022
(A)Juni (B)Juli (C) Agustus

Terjadinya fenomena *Upwelling* pada Musim Timur menurut Amri *et al.*, (2013) disebabkan oleh air laut dingin akibat angin muson tenggara yang kuat (kecepatan $0,90\text{-}6,61 \text{ m/s}$ di Barat Sumatera), jauh melebihi kecepatan angin pada Musim peralihan dan Musim Barat. Dalam fase IODM positif, angin muson tenggara yang lebih kuat dari biasanya bertiup lebih lama dan jika intensitasnya jauh lebih tinggi, lokasi *Upwelling* bergeser ke Barat Sumatera.

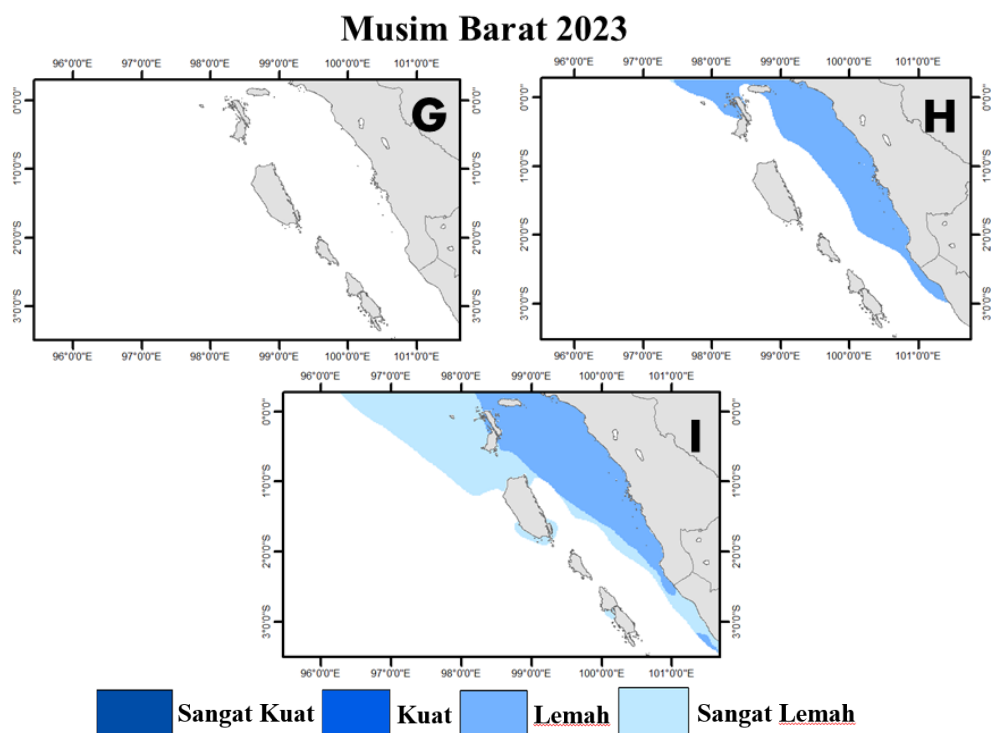
Pada awal Musim Peralihan II atau bulan September (D), terlihat adanya aktivitas *Upwelling* yang cukup lemah hingga sangat lemah di sepanjang wilayah Barat Sumatera, dengan dominasi warna biru muda dan biru sangat muda. Pada pertengahan Musim atau bulan Oktober (E), wilayah dengan aktivitas *Upwelling* justru lebih terbatas dan terkonsentrasi di bagian selatan, dengan intensitas masih tergolong lemah hingga sangat lemah. Sedangkan pada akhir Musim atau bulan November (F), tidak tampak adanya aktivitas *Upwelling* yang signifikan, yang ditunjukkan oleh seluruh wilayah yang berwarna putih.



Gambar 21. *Upwelling* Pada Musim Peralihan II 2022
(D) September (E) Oktober (F) November

Gambar 21 secara keseluruhan menunjukkan bahwa selama Musim Peralihan II tahun 2022, aktivitas *Upwelling* di wilayah Barat Sumatera cenderung melemah dan bahkan menghilang sepenuhnya di bulan November. Menurut Ramadlanie *et al.*, (2010) pada Musim peralihan II, intensitas *Upwelling* di Sumatera Barat mencapai puncaknya pada September dan Oktober. Hal ini ditandai dengan suhu permukaan laut (SPL) yang lebih rendah dan konsentrasi klorofil-a yang tinggi. Namun, fenomena ini mulai menghilang pada bulan November menurut Kunarso *et al.*, (2005b) terjadi seiring dengan melemahnya angin muson tenggara dan perubahan pola angin menuju Musim Barat.

Pada Musim Barat di bulan Desember (G), terlihat bahwa tidak terdapat aktivitas *Upwelling* yang terjadi di wilayah perairan Barat Sumatera, sebagaimana ditunjukkan oleh seluruh area yang berwarna putih. Memasuki bulan Januari (H), mulai muncul aktivitas *Upwelling* dengan intensitas lemah hingga kuat, terutama di sepanjang garis pantai Barat Sumatera bagian tengah hingga selatan, yang ditandai oleh kombinasi warna biru muda dan biru cerah. Kemudian pada bulan Februari (I), aktivitas *Upwelling* meluas dan meningkat intensitasnya ke wilayah yang lebih luas, mulai dari bagian utara hingga selatan pantai Barat Sumatera, meskipun dominasi intensitas masih pada kategori lemah hingga sangat lemah.

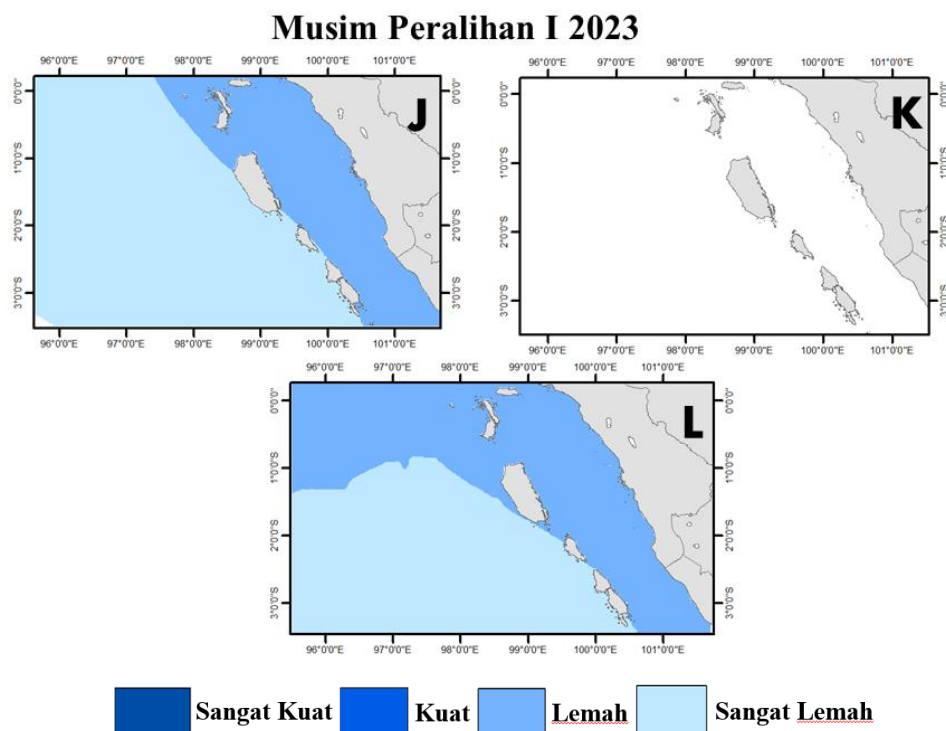


Gambar 22. *Upwelling* Pada Musim Barat 2023
(G) Desember (H) Januari (I) Februari

Gambar 22 menunjukkan bahwa aktivitas *Upwelling* di wilayah Sumatera Barat selama Musim Barat 2023 cenderung mulai muncul pada bulan Januari dan mengalami peningkatan cakupan wilayah hingga bulan Februari, meskipun kekuatannya masih tergolong rendah. Hal ini menggambarkan bahwa pada Musim Barat, meskipun terjadi *Upwelling*, namun tidak sekuat yang biasa terjadi pada Musim Timur, yang disebabkan oleh arah angin yang tidak terlalu mendukung terjadinya pengangkatan massa air dari bawah laut secara intensif. Menurunnya intensitas *Upwelling* pada Musim Barat menurut Amri *et al.*, (2013) karena tiupan

angin muson Barat yang membawa massa air hangat dari Samudera Hindia menuju perairan Indonesia. Hal ini menyebabkan suhu permukaan laut (SPL) meningkat dan mengurangi intensitas *Upwelling*.

Pada Musim Peralihan I dibulan Maret (J), tampak adanya aktivitas *Upwelling* dengan intensitas sangat lemah di sepanjang perairan Barat Sumatera, terlihat dari dominasi warna biru sangat muda di wilayah tersebut. Aktivitas ini dipicu oleh sisa-sisa pengaruh angin dari Musim sebelumnya. Namun, pada bulan April (K), terlihat bahwa fenomena *Upwelling* menghilang sepenuhnya, yang ditunjukkan oleh keseluruhan wilayah yang berwarna putih, menandakan tidak adanya aktivitas *Upwelling* yang terdeteksi selama periode ini. Pada bulan Mei (L), aktivitas *Upwelling* kembali muncul, meskipun hanya pada intensitas sangat lemah, dan menyebar secara luas di perairan Barat Sumatera.



Gambar 23. *Upwelling* Pada Musim Peralihan I 2023
(J) Maret (K) April (L) Mei

Gambar 23 menunjukkan bahwa selama Musim Peralihan I 2023, aktivitas *Upwelling* di perairan Barat Sumatera bersifat fluktuatif dan relatif lemah. Fenomena ini lazim terjadi pada Musim peralihan karena perubahan arah dan kecepatan angin yang tidak stabil, sehingga tidak cukup kuat untuk mendorong terjadinya *Upwelling* yang signifikan. Menurut Kunarso *et al.*, (2005) pada Musim

Peralihan I, angin cenderung berubah dari arah Barat ke tenggara, memicu *Upwelling* di beberapa wilayah perairan Sumatera Barat. Di Sumatera Barat, *Upwelling* biasanya mulai terbentuk pada bulan Maret dan berlangsung hingga Mei. Namun, intensitasnya dapat berkurang atau menghilang pada bulan April tergantung pada variabilitas angin dan kondisi iklim.

Pada bulan-bulan seperti November, Desember, dan April, angin muson yang bertiup biasanya melemah atau beralih ke musim barat yang memiliki karakteristik angin yang berbeda dan kurang mendukung terbentuknya *Upwelling*. Musim barat ini menyebabkan intensitas *Upwelling* menjadi sangat rendah atau bahkan tidak terjadi sama sekali karena tiupan angin yang tidak cukup kuat untuk menyebabkan perpindahan massa air permukaan dan pengisian oleh massa air dingin dari lapisan bawah (Silubun et al., 2015).



Gambar 24. Lokasi *Upwelling* Di Indonesia

Sumber: (Purba et al., 2019)

Peta *Upwelling* dari berbagai Musim di wilayah Sumatera Barat menunjukkan pola yang konsisten dengan peta sebaran *Upwelling* nasional di Indonesia (Gambar 24). Terlihat bahwa pada Musim Timur 2022, aktivitas *Upwelling* di Barat Sumatera sangat kuat, terutama di bagian selatan, yang sesuai dengan zona *Upwelling* yang ditunjukkan pada peta sebaran nasional (Gambar 24).

Pada Musim-Musim lain seperti Musim Peralihan I dan II, serta Musim Barat, *Upwelling* di wilayah ini melemah bahkan tidak terdeteksi, mencerminkan dinamika Musiman yang juga tercermin dalam peta nasional.

Kesamaan pola ini dapat mengkonfirmasi bahwa wilayah Barat Sumatera memang merupakan bagian penting dari zona *Upwelling* Indonesia, sebagaimana yang juga diidentifikasi oleh studi seperti Ranova (2015). *Upwelling* di wilayah ini sangat bergantung pada Musim, terutama saat angin Timur yang mendukung proses pengangkatan massa air kaya nutrisi ke permukaan laut.

Upwelling yang terjadi di perairan Sumatera Barat yang tidak terjadi di setiap waktu menurut Ishak *et al.*, (2020) termasuk kedalam tipe berkala (*periodic type*) yang terjadi hanya selama satu Musim saja. Lokasi terjadi *Upwelling* di Sumatera Barat yang berada di laut lepas hal tersebut dapat terjadi menurut Purba *et al.*, (2019) *Upwelling* di laut lepas dapat dipengaruhi oleh arus laut yang kuat, angin pasat di daerah khatulistiwa yang meniup permukaan air ke utara dan selatan, memungkinkan naiknya air dari kedalaman.

Daerah dengan warna merah pada suhu permukaan laut dan klorofil-a berwarna merah menunjukkan bahwa daerah tersebut tidak termasuk ke dalam kategori yang daerah terjadinya *Upwelling*. Meskipun terdapat daerah dengan warna hijau di daerah klorofil-a namun suhu permukaan laut memiliki warna merah *Upwelling* tidak dapat terjadi hal tersebut sama seperti yang terjadi di bulan November atau Peralihan I dan April atau Peralihan II, pada bulan tersebut tidak terjadi *Upwelling* dikarenakan salah satu dari suhu permukaan laut atau klorofil-a tidak mencapai nilai dari kategori terjadinya *Upwelling*.

Hal tersebut didukung Wahid (2020) *Upwelling* tidak terjadi di semua tempat, hanya terjadi di tempat-tempat khusus sesuai dengan karakteristik wilayahnya yang mendukung untuk terjadinya fenomena tersebut. Pada penelitian ini *Upwelling* terjadi di perairan lepas Pantai dikarenakan suhu permukaan laut yang lebih dingin akibat perairan yang lebih dalam dan konsentrasi klorofil-a yang cukup.

4.4 Daerah Potensial Penangkapan Ikan

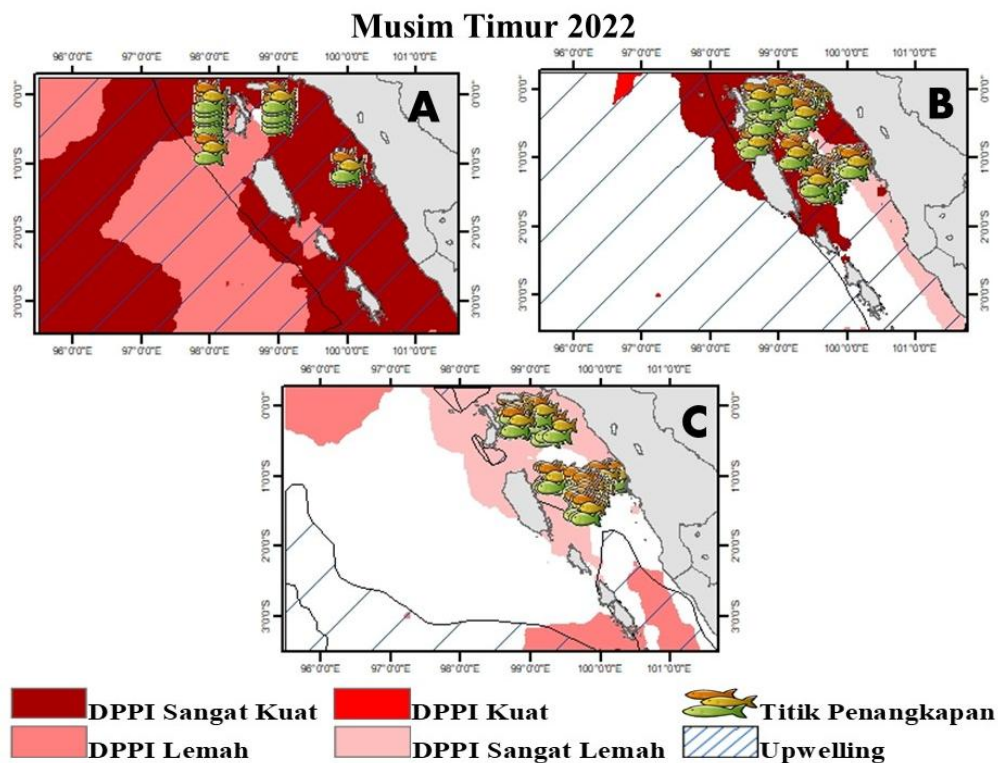
Daerah potensial penangkapan ikan tongkol di Sumatera Barat mencakup wilayah yang luas, mulai dari wilayah pesisir yang hingga zona lepas pantai di sekitar Kepulauan Mentawai. Daerah potensial penangkapan ikan pada umumnya tidak ada yang bersifat tetap, selalu berubah dan berpindah mengikuti pergerakan kondisi lingkungan, yang secara alamiah ikan memilih habitat yang lebih sesuai. Sedangkan habitat tersebut sangat dipengaruhi oleh parameter oseanografi perairan seperti suhu permukaan laut, klorofil-a, salinitas, kedalaman, kecerahan, kecepatan arus dan sebagainya (Pratiwi et al., 2015).

Jika dibandingkan dengan penelitian Namira et al. (2022) daerah potensi *fishing ground* dapat diklasifikasikan menjadi 3 perairan Sumatera Barat merupakan daerah potensial sedang dengan suhu permukaan laut 27-32°C dan klorofil-a antara 0,07-0,2 mg/m³ untuk dilakukan penangkapan berdasarkan parameter suhu tersebut. Sehingga meskipun titik penangkapan yang terjadi bukan di daerah *Upwelling* namun tetap terdapat hasil tangkapan ikan tongkol yang melimpah dikarenakan perairan Sumatera Barat termasuk daerah potensial sedang. Hal tersebut juga didukung oleh Ishak et al., (2020) yang menyatakan ikan tongkol pada umumnya tertangkap pada perairan pada kisaran suhu permukaan laut 27°C sampai 29°C. Usaha Penangkapan yang dilakukan jauh dari lokasi *Upwelling* dikarenakan jarak yang jauh dari *fishing base*.

Pada gambar 25 (A) menunjukkan wilayah Sumatera Barat didominasi area dengan potensi DPPI Kuat hingga Sangat Kuat, yang artinya merupakan wilayah yang sangat potensial untuk kegiatan penangkapan ikan. Titik penangkapan juga terlihat tersebar di sepanjang perairan ini yang tersebar di seluruh wilayah terjadi *Upwelling*. Pada gambar 25 (B) menggambarkan wilayah perairan juga didominasi oleh area dengan DPPI Sangat Kuat, terutama di area pantai bagian utara. Terlihat lebih banyak titik penangkapan dibandingkan dengan wilayah A, yang mengindikasikan aktivitas perikanan yang cukup padat di wilayah ini.

Pada gambar 25 (C) menunjukkan campuran kategori potensi, dari Sangat Lemah hingga Sangat Kuat, dengan beberapa area *Upwelling* yang menjadi indikator penting dalam menentukan zona penangkapan ikan. Titik-titik

penangkapan pun cukup padat di daerah dengan potensi tinggi. Pada gambar 26 (D) menggambarkan wilayah perairan Sumatera Barat sebagian besar wilayah ini didominasi oleh zona DPPI Lemah hingga Sangat Lemah, terutama di bagian selatan, meskipun masih terdapat beberapa area DPPI Kuat di bagian Kepulauan Mentawai.

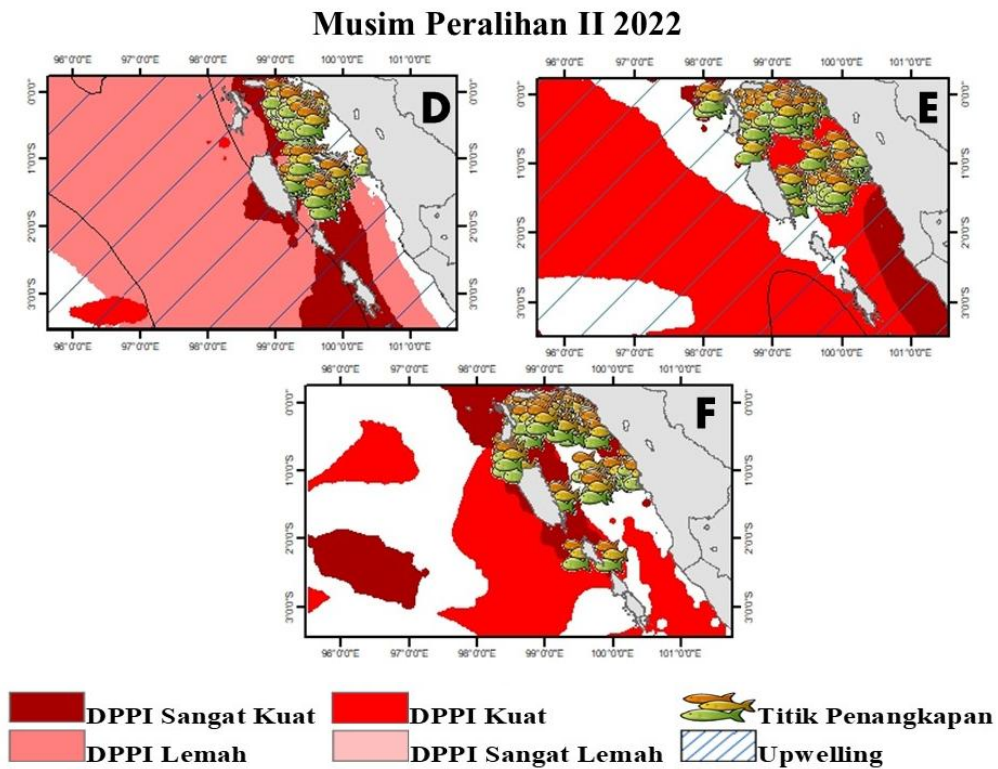


Gambar 25. Daerah Potensial Penangkapan Ikan Pada Musim Timur 2022
(A) Juni (B) Juli (C) Agustus

Titik-titik penangkapan terlihat tersebar cukup merata, namun terkonsentrasi di zona yang memiliki potensi lebih tinggi. Pada gambar 26 (E) menunjukkan dominasi oleh area DPPI Kuat hingga Sangat Kuat, yang terlihat dari dominasi warna merah dan merah tua. Titik-titik penangkapan di wilayah ini sangat padat, menandakan bahwa area ini pada Musim Peralihan II menjadi salah satu lokasi utama aktivitas perikanan.

Pada gambar 26 (F) menampilkan dominasi area dengan DPPI Kuat, dengan beberapa wilayah Sangat Kuat, terutama di bagian Kepulauan Mentawai. Aktivitas penangkapan ikan tampak sangat aktif di kawasan ini, terlihat dari banyaknya titik penangkapan. Selain itu, wilayah menunjukkan adanya *Upwelling*, yang memberikan dukungan ekologi penting dalam meningkatkan jumlah ikan di

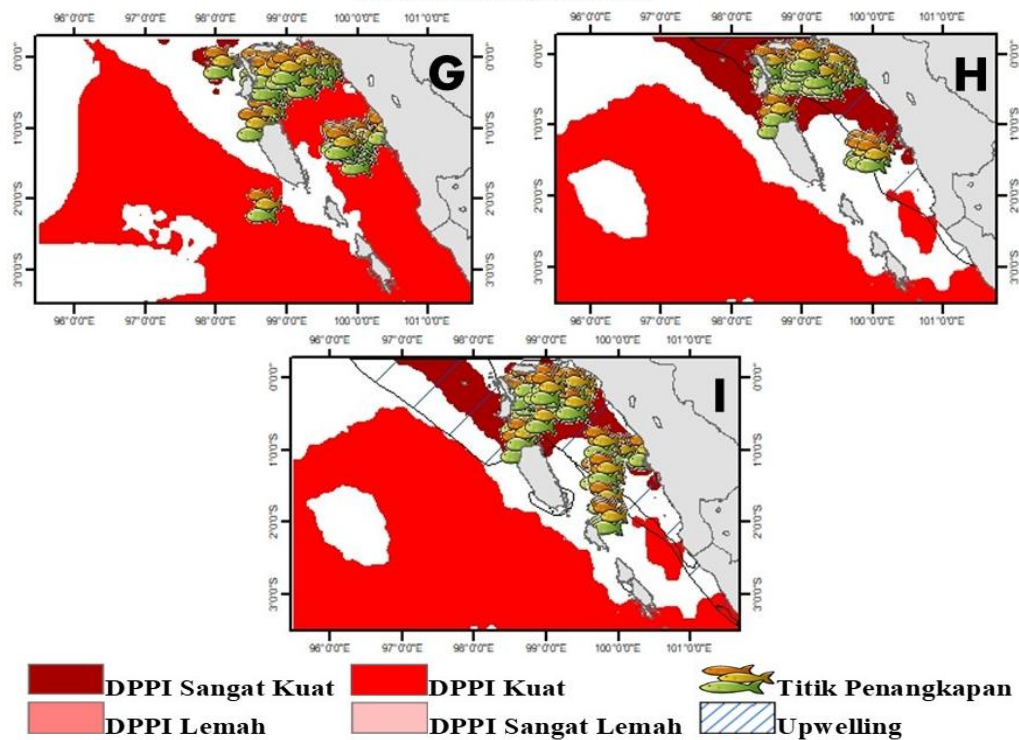
wilayah tersebut. Hal tersebut didukung oleh penelitian Utama *et al.*, (2024) wilayah yang dekat dengan daerah yang mempunyai kriteria *Upwelling* menunjukkan tingkat produktivitas air yang sangat tinggi dibandingkan wilayah lain.



Gambar 26. Daerah Potensial Penangkapan Ikan Pada *Musim* Peralihan II 2022
(D) September (E) Oktober (F) November

Pada gambar 27 (G) memperlihatkan daerah potensial penangkapan ikan pada bulan Desember, di mana area perairan didominasi oleh zona DPPI Kuat, khususnya di wilayah sepanjang pesisir hingga lepas Pantai Kepulauan Mentawai. Titik-titik penangkapan ikan terlihat cukup padat di wilayah pesisir utara hingga tengah, menunjukkan bahwa wilayah ini memiliki produktivitas perikanan yang tinggi selama Musim Barat.

Musim Barat 2023

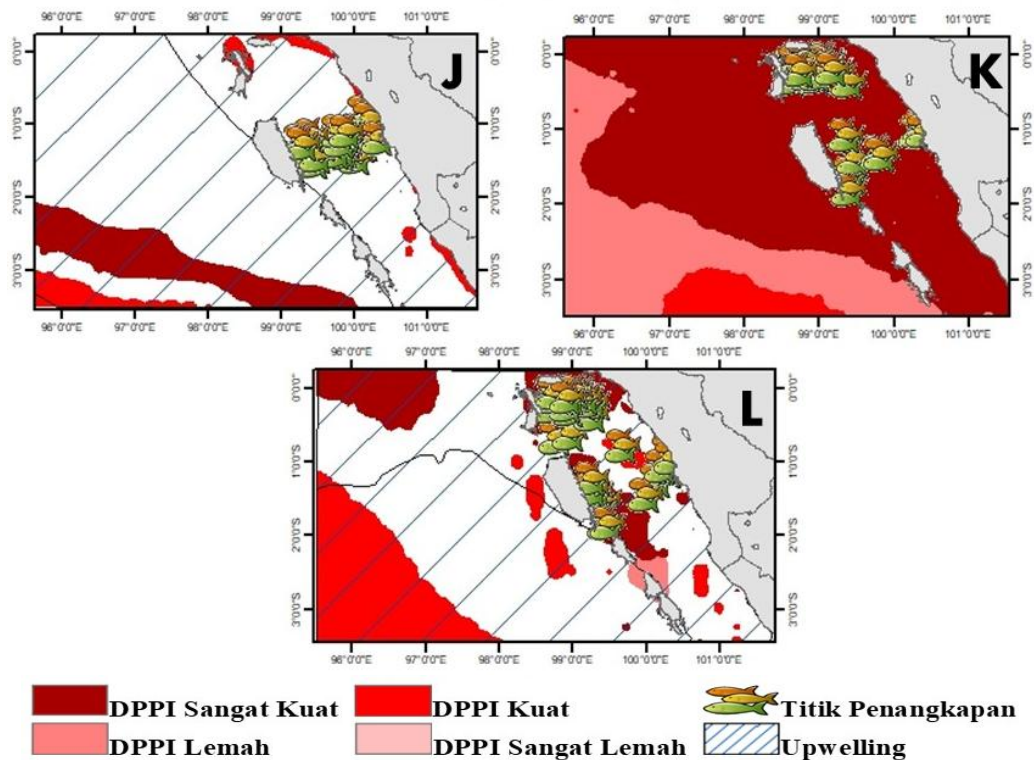


Gambar 27. Daerah Potensial Penangkapan Ikan Pada Musim Barat 2023
(G) Desember (H) Januari (I) Februari

Pada gambar 27 (H) menampilkan wilayah dengan sebaran luas wilayah DPPI Kuat dan sebagian kecil DPPI Sangat Kuat di Pulau Pini hingga Pulau Siberut. Konsentrasi titik penangkapan ikan padat di wilayah ini, khususnya di area yang menunjukkan potensi tinggi. Hal ini menandakan bahwa wilayah ini termasuk salah satu area strategis untuk kegiatan penangkapan ikan selama Musim Barat. Pada gambar 27 (I) menggambarkan wilayah yang sebagian besar wilayah perairan berada dalam kategori DPPI Kuat, dengan kehadiran DPPI Sangat Kuat di beberapa titik. Jumlah titik penangkapan ikan juga cukup tinggi dan tersebar merata, terutama pada area yang berdekatan dengan zona DPPI kuat.

Perairan di Sumatera Barat memiliki karakteristik oseanografi yang kompleks, baik dalam hal variasi kedalaman laut yang cukup signifikan. Gradasi kedalaman ini menciptakan lapisan-lapisan kolom air yang heterogen, yang mendukung terbentuknya beragam ekosistem laut, kondisi tersebut sangat ideal bagi berbagai jenis ikan pelagis, termasuk ikan tongkol, yang umumnya hidup dan bermigrasi pada kolom air menengah hingga permukaan (Pratama et al., 2024).

Musim Peralihan I 2023



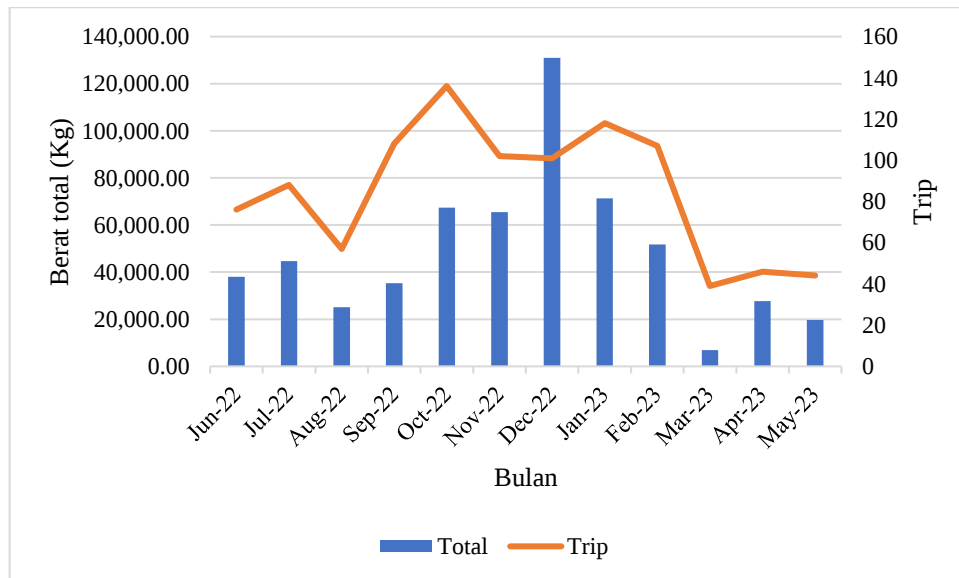
Gambar 28. Daerah Potensial Penangkapan Ikan Pada Musim Peralihan I 2023
(J) Maret (K) April (L) Mei

Pada Gambar 28 atau bulan Maret (J), terlihat bahwa sebagian besar wilayah pesisir Barat Sumatera bagian selatan hingga ke arah Barat daya Pulau Sumatera didominasi oleh zona DPPI Kuat dan Sangat Kuat. Konsentrasi titik penangkapan ikan cukup tinggi terutama di sekitar perairan Pulau Pagai dan Pulau Sipora, yang mengindikasikan tingginya aktivitas nelayan dan tingginya kelimpahan ikan di kawasan tersebut selama Musim peralihan ini. Kemunculan zona *Upwelling* di sebelah Barat daya juga menjadi indikator naiknya nutrisi dari lapisan bawah laut, yang memperkaya produktivitas primer dan mendukung keberadaan ikan pelagis seperti tongkol.

Sementara itu, Gambar 28 atau bulan April (K) menampilkan dominasi zona DPPI Sangat Kuat di sepanjang pesisir Barat, dari wilayah Pulau Siberut hingga ke utara Sumatera Barat. Zona ini berasosiasi erat dengan sebaran padat titik penangkapan ikan, terutama di perairan sekitar Pulau Siberut dan Pulau Pini. Fenomena ini menunjukkan bahwa wilayah tersebut menjadi daerah sangat berpotensi perikanan pelagis, termasuk ikan tongkol, selama Musim Peralihan I.

Perairan ini mungkin mengalami kombinasi optimal antara suhu permukaan laut yang mendukung dan kandungan klorofil-a yang tinggi.

Sedangkan pada Gambar 28 atau bulan Mei (L), distribusi zona DPPI Kuat cukup luas dan tersebar merata dari wilayah Barat laut hingga Barat daya Kepulauan Mentawai. Titik-titik penangkapan ikan tersebar secara merata di sepanjang wilayah DPPI Kuat dan Sangat Kuat, menunjukkan keberadaan kawanan ikan yang luas dan cukup stabil. Keberadaan beberapa titik *Upwelling* di bagian selatan juga menambah nilai produktivitas wilayah tersebut. Secara keseluruhan, peta-peta ini menunjukkan bahwa Musim Peralihan I 2023 merupakan salah satu periode penting bagi aktivitas penangkapan ikan di perairan Sumatera Barat, dengan distribusi wilayah potensial yang cukup luas dan intensif.



Gambar 29. Hasil Tangkapan

Berdasarkan grafik, terlihat bahwa total hasil tangkapan berfluktuasi dari bulan ke bulan. Pada Musim Timur (Juni–Agustus), total hasil tangkapan berkisar antara 25.175 hingga 44.622 Kg, Jika dikaitkan dengan Gambar 25 (A–C), yang menggambarkan Musim Timur, terlihat bahwa perairan Sumatera Barat pada bulan-bulan ini didominasi oleh zona DPPI Kuat hingga Sangat Kuat. Namun, data grafik menunjukkan bahwa meskipun trip meningkat, total hasil tidak mengalami peningkatan yang sebanding. Hal ini dapat disebabkan oleh penyebaran ikan yang mulai berpindah mengikuti parameter oseanografi. Selain itu, Gambar 25 (C)

menunjukkan adanya kategori Lemah hingga Sangat Kuat, yang kemungkinan besar menyebabkan terjadinya distribusi hasil pengumpulan yang tidak merata.

Pada Musim Peralihan II (September–November) mengalami peningkatan yang berkisar antara 35,318 hingga 67,375 kg. Terdapat peningkatan jumlah trip, terutama pada oktober, yang mencapai 136. Hal ini berkaitan dengan dominasi wilayah DPPI Sangat Kuat selama Musim Peralihan II, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 26 (E–F). Meski demikian, hasil pengumpulan tidak selalu sebanding dengan jumlah trip, yang mengindikasikan bahwa intensitas aktivitas nelayan belum tentu diikuti dengan hasil tangkapan optimal, kemungkinan akibat distribusi ikan yang tidak merata atau ketidaksesuaian alat tangkap dengan lokasi potensial.

Pada Musim Barat (Desember–Februari) terjadi peningkatan signifikan, terutama pada bulan Desember yang mencapai 130,972 Kg yang menjadikannya bulan dengan hasil tertinggi sepanjang periode. Hasil tangkapan yang melimpah pada Musim Barat dapat dikaitkan dengan kondisi perairan pada Musim Barat, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 27 (G–H), di mana wilayah Sumatera Barat didominasi oleh zona DPPI Kuat hingga Sangat Kuat. Serta jumlah titik penangkapan yang banyak pada bulan-bulan tersebut menjadi faktor dukung bahwa ikan tongkol bermigrasi ke wilayah dengan kondisi oseanografi yang optimal, yakni suhu permukaan laut antara 27–29°C dan konsentrasi klorofil-a yang mendukung produktivitas primer, sesuai temuan Namira et al. (2022) dan Ishak et al. (2020).

Setelah itu, terjadi penurunan bertahap di Musim Peralihan I (Maret–Mei) hingga mencapai titik terendah pada Maret dengan total 6,900 kg. Hal tersebut berkaitan dengan perubahan pola sebaran DPPI seperti ditunjukkan pada Gambar 28 (K–L). Meskipun wilayah ini masih menunjukkan zona DPPI Kuat, distribusinya lebih tersebar dan bergeser ke arah selatan Kepulauan Mentawai. Hal ini menyebabkan nelayan menghadapi tantangan akses dan keterbatasan jarak tempuh dari *fishing base*, sehingga jumlah trip tetap rendah meskipun potensi ikan masih tersedia di wilayah tertentu.

4.5 Analisis Hubungan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan didapatkan hasil analisis regresi linear berganda yang bertujuan untuk memahami bagaimana tiga variabel

independen (Suhu permukaan laut, Klorofil-a dan Arus) mempengaruhi sebuah variabel dependen (Hasil Tangkapan). Hasil regresi ini mampu menjelaskan sekitar 37,3% variasi dalam variabel dependen, seperti yang ditunjukkan oleh koefisien determinasi (*R Square*) sebesar 0.373 yang memiliki arti bahwa variabel dependen mempengaruhi variabel independent dalam kategori moderat.

Tabel 6. Hasil analisis faktor yang mempengaruhi hasil tangkapan.

Variabel	Koefisien	t Stat	P-value
Konstanta	1.455,776	3,522	0.002
Suhu Permukaan Laut	-263,297	-3,449	0.002*
Klorofil-a	-59,590	-2,937	0.007*
Arus	71,909	0,806	0.002*
R Square : 0,373			
Adjusted R Square : 0,301			
F statistik : 5,153			

Keterangan : *Signifikan pada taraf uji α 5%

$$Y = 1,455,776 - 263,297 X_1 - 59,590 X_2 + 71,909 X_3$$

Sisanya, sekitar 62,7%, dipengaruhi oleh faktor lain menurut Lestari et al. (2015) dipengaruhi oleh Gt kapal, Abk, trip dan jumlah alat tangkap. Analisis varians (*ANOVA*) menunjukkan bahwa model regresi ini signifikan secara keseluruhan ($p < 0.05$). Jika dibandingkan dengan penelitian Kuswanto *et al.*, (2017) hasil uji regresi linier antara suhu permukaan laut dan klorofil terhadap hasil tangkapan menunjukkan bahwa sebesar 37% faktor suhu permukaan laut dan klorofil-a berpengaruh terhadap hasil tangkapan ikan tongkol di Teluk Lampu. Kedua hasil ini menunjukkan konsistensi bahwa variabel oseanografi berupa suhu permukaan laut, klorofil-a dan arus, memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap hasil tangkapan ikan tongkol, meskipun sebagian besar variasi hasil tangkapan masih dipengaruhi oleh faktor lain.

Koefisien regresi menunjukkan bahwa suhu permukaan laut (X_1) memiliki pengaruh negatif signifikan terhadap variabel dependen ($p < 0.05$), dengan setiap peningkatan satu unit Suhu permukaan laut (X_1), nilai variabel dependen diperkirakan akan menurun sebesar 263,297 unit. Sementara itu, klorofil-a (X_2) memiliki pengaruh negatif signifikan terhadap variabel dependen ($p < 0.05$),

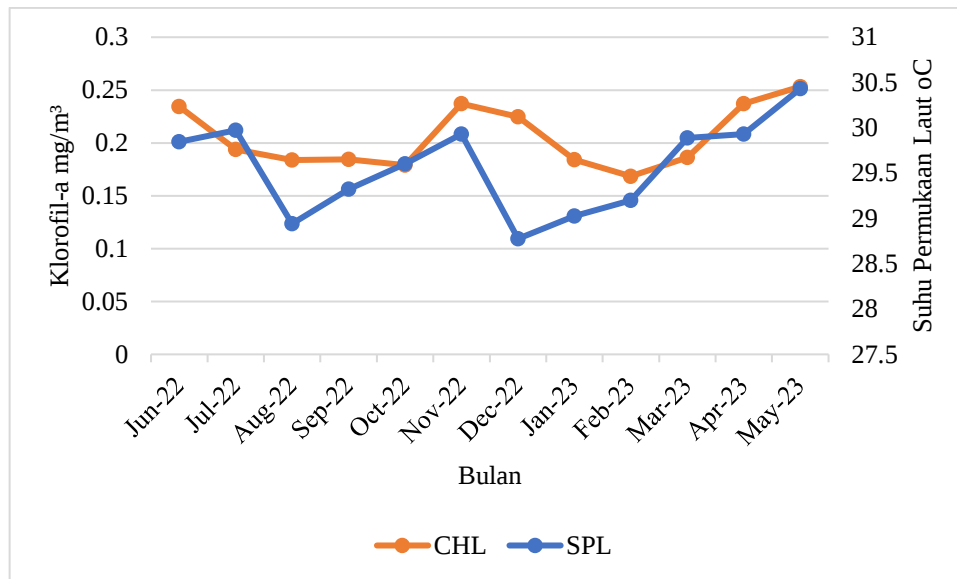
dengan setiap peningkatan satu unit klorofil-a (X_2), nilai variabel dependen diperkirakan akan menurun sebesar 59,590 unit.

Namun, arus (X_3) menunjukkan pengaruh signifikan positif terhadap variabel dependen ($p > 0.05$) dengan setiap peningkatan satu unit arus (X_3), nilai variabel dependen diperkirakan akan meningkat sebesar 71,909. Secara keseluruhan, Analisis regresi ini menunjukkan bahwa suhu permukaan laut (X_1), klorofil-a (X_2) dan arus (X_3) adalah prediktor yang signifikan untuk variabel dependen atau hasil tangkapan.

4.6 Analisis Korelasi

Berdasarkan hasil analisis korelasi yang telah dilakukan, diperoleh nilai korelasi sebesar 0,541 antara suhu permukaan laut (SPL) dan konsentrasi klorofil-a terhadap daerah potensial penangkapan ikan. Merujuk pada interpretasi koefisien korelasi menurut Morissan (2012) nilai tersebut termasuk dalam kategori korelasi sedang, yang mengindikasikan adanya hubungan yang cukup berarti antara variabel-variabel tersebut. Korelasi sedang ini menunjukkan bahwa perubahan suhu permukaan laut dan kandungan klorofil-a di suatu wilayah memiliki keterkaitan yang nyata terhadap satu sama lain.

Nilai koefisien korelasi sebesar 0,541 menunjukkan adanya hubungan positif yang bersifat sedang antara suhu permukaan laut (SPL) dan konsentrasi klorofil-a. Hal ini mengindikasikan adanya kecenderungan bahwa peningkatan suhu permukaan laut cenderung disertai dengan peningkatan konsentrasi klorofil-a, demikian pula sebaliknya. Keterkaitan ini mencerminkan bahwa wilayah perairan dengan suhu permukaan yang lebih hangat cenderung memiliki konsentrasi klorofil-a yang lebih tinggi, yang umumnya diinterpretasikan sebagai indikator produktivitas primer. Klorofil-a sendiri merupakan pigmen utama dalam proses fotosintesis pada fitoplankton, yang berperan sebagai produsen primer dalam ekosistem laut dan menjadi fondasi rantai makanan. Dengan demikian, konsentrasi klorofil-a yang tinggi dapat menunjukkan keberlimpahan fitoplankton, yang berpotensi menarik kehadiran ikan kecil hingga predator puncak seperti ikan tongkol.



Gambar 30. Grafik Korelasi Suhu Permukaan Laut Dan Klorofil-a

Namun demikian, perlu ditekankan bahwa hubungan korelasi tidak serta-merta menunjukkan adanya hubungan sebab-akibat (kausalitas). Artinya, meskipun terdapat hubungan positif antara SPL dan klorofil-a, hal tersebut tidak selalu berarti bahwa peningkatan suhu secara langsung menyebabkan peningkatan kadar klorofil-a. Variabel lain seperti ketersediaan nutrisi, intensitas cahaya matahari, serta pola arus laut juga memiliki peran penting dalam menentukan konsentrasi klorofil-a. Selain itu, nilai korelasi yang tergolong sedang menandakan bahwa hubungan antara kedua variabel ini tidak terlalu kuat, sehingga terdapat faktor-faktor lain yang turut memengaruhi dinamika klorofil-a dan distribusi ikan di perairan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di perairan Sumatera Barat dapat ditarik kesimpulan bahwa *Upwelling* yang terjadi di perairan Sumatera Barat dipengaruhi oleh variabilitas suhu permukaan laut, konsentrasi klorofil-a, dan arus. *Upwelling* yang terjadi di perairan Sumatera Barat termasuk kedalam kategori lemah dan sangat lemah. Daerah potensial penangkapan ikan yang terjadi didominasi kategori sangat kuat dan kuat. Berdasarkan hasil analisis suhu permukaan laut, klorofil-a dan arus memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil tangkapan Ikan tongkol di perairan Sumatera Barat serta terdapat korelasi sedang antara suhu permukaan laut dan klorofil-a terhadap daerah potensial penangkapan ikan tongkol.

5.2 Saran

Melalui penelitian ini dapat disarankan wilayah yang termasuk kedalam daerah potensial penangkapan sangat kuat yang belum dieksploitasi. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan data yang lebih rinci secara temporal dan spasial serta melihat secara langsung hubungan *Upwelling* dan daerah potensial penangkapan ikan. Pengumpulan data dengan rentang waktu yang lebih panjang akan memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai dinamika *Upwelling* di perairan Sumatera Barat. Serta dengan memperluas objek kajian ke spesies lain yang menjadi komoditas unggulan seperti ikan tuna.