Vol. 15 | No. 2: 193 - 210
Oktober, 2026
Peer-Reviewed ☑

AMANISAL - Jurnal Teknologi dan Manejemen Perikanan Tangkap
(E-ISSN 2988-3172, P-ISSN 2085-5109)
URL: https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/amanisal/index
https://doi.org/10.30598/amanisal.v15i2.27805

Hubungan Variabilitas Multi-Parameter Oseanografi dengan Produksi Telur Ikan Terbang di Maluku Tenggara

(Relationship between Multi-Parameter Oceanographic Variability and Flying Fish Egg Production in Southeast Maluku)

Ronald D. Hukubun[1]✉, Friesland Tuapetel[2], Wiwien G. Hukubun[3], Imanuel V. T. Soukotta[4], Valentine D. Saleky[4], Yopi Riupassa[5]

[1]Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura, Jl. Mr. Chr Soplanit Kampus Poka. Kode Pos 97233 Ambon
[2]Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura, Jl. Ir. M. Putuhena Kampus Poka, Kode Pos 97234 Ambon
[3]Departemen Teknologi Penangkapan Ikan Polikant, Politeknik Perikanan Negeri Tual, Jl. Raya Langgur-Sathean, Langgur, Kec. Kei Kecil, Kabupaten Maluku Tenggara, Maluku 97611
[4]Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura, Jl. Ir. M. Putuhena Kampus Poka, Kode Pos 97234 Ambon
[5]Departemen Program Studi Pendidikan Matematika di Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Seram Raya

Email: *ronald.hukubun@lecturer.unpatti.ac.id, friesland.tuapetel@lecturer.unpatti.ac.id, winhukubun@ymail.com, ivtsoukotta@gmail.com, yopiriupassa@gmail.com.*

☑ **Article Info :**
Recived : 01 September 2026
Accepted : 31 Oktober 2026
Online : 31Oktober 2026

Article type

	Review Article
	Commin Serv. Articel
✓	*Research Article*

🕮 **Keyword :**
Fish egg production, Flying fish, Oceanography, Southeast Maluku, Spawning.

✉ **Corresponding Author :**
Ronald D. Hukubun
Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura.

Email:
ronald.hukubun@lecturer.unpatti.ac.id

Abstract

The waters of Southeast Maluku Regency have unique oceanographic characteristics influenced by upwelling, the Indonesian Throughflow, and monsoon winds, which enhance marine primary productivity and affect the life cycle of flying fish. This study aims to analyze the relationship between the variability of oceanographic parameters and flying fish egg production, as well as to identify the key environmental factors that have the greatest influence in the region. The study was conducted in the waters of Southeast Maluku during the east monsoon and the second transitional season (June–November 2020). The oceanographic data examined included wind, waves, currents, sea surface temperature (SST), chlorophyll-a, salinity, and flying fish egg production. In addition, the relationship between the oceanographic characteristics of the waters and flying fish egg production was examined using Principal Component Analysis (PCA). The results of the study indicate significant seasonal variations in environmental parameters. During the east monsoon season (June–August), the southeast monsoon winds strengthen (3.13–10.46 m/s) and generate significant waves (0.68–1.59 m) in the southern region. Current speeds reached 0.73 m/s, SPL ranged from 23.84–28.54 °C, salinity ranged from 33.76–34.54 psu, and chlorophyll-a concentrations ranged from 0.14–3.07 mg/m³. In contrast, during the second transitional season (September–November), wind speeds decreased (0.29–6.15 m/s), wave heights decrease (0.29–1.14 m), currents reach 0.78 m/s, sea surface temperature ranges from 24.59 to 29.89 °C, salinity ranges from 34.14 to 34.53 psu, and chlorophyll-a ranges from 0.06 to 2.87 mg/m³. The total collected flying fish egg production amounted to 113,076 kg, with the

Indexed : ASCI BASE WorldCat Google Scholar GARUDA Dimensions sinta

highest production peak occurring in August at 34,030 kg. The results of the PCA analysis confirmed that fluctuations in flying fish egg production are strongly influenced by oceanographic parameters that vary between seasons. During the east monsoon season, the data points clustered closely along the direction of the wave vector and chlorophyll-a, indicating that these two factors were the primary drivers of production. In contrast, during the second transitional season, the distribution of data points widened with higher variability due to shifts in wind direction and ocean currents.

Copyright © 2026, Ronald D. Hukubun, Friesland Tuapetel, Wiwien G. Hukubun, Imanuel V. T. Soukotta, Valentine D. Saleky, Yopi Riupassa

PENDAHULUAN

Perairan Dinamika oseanografi memiliki dampak yang signifikan terhadap produktivitas primer laut secara global. Faktor oseanografi dimaksud, antara lain: suhu permukaan laut (SPL), salinitas, klorofil-a, arus dan gelombang. Dinamika dan Fenomena perairan ini tidak hanya merupakan isu lokal, tetapi juga bersifat global, mengingat pentingnya ekosistem laut bagi kehidupan manusia dan keberlanjutan sumber daya alam. Perubahan iklim yang terus berlangsung memiliki dampak yang semakin nyata, dan berkaitan erat dengan siklus reproduksi ikan pelagis sebagai bagian integral dari rantai makanan laut. Menurut Budiman dkk. (2023), perubahan iklim telah menyebabkan penurunan produksi ikan pelagis, yang merupakan sumber protein bagi manusia. Selain itu, pengaruh fenomena ENSO (El Niño Southern Oscillation) dan MJO (Madden-Julian Oscillation) turut berkontribusi terhadap fluktuasi signifikan dalam ekosistem laut, yang tidak hanya mempengaruhi kelimpahan ikan, tetapi juga kualitas dan keberlanjutan stok ikan.

Hasil penelitian Dewi (2017) menunjukkan bahwa suhu laut global meningkat, dengan rata-rata peningkatannya sebesar 0,11°C per dekade sejak 1971. Peningkatan suhu ini berpotensi mengubah pola distribusi dan reproduksi spesies ikan, terutama ikan pelagis yang sangat tergantung pada kondisi lingkungan untuk berkembang biak. Penurunan produksi telur ikan pelagis, yang menjadi sumber protein penting bagi populasi manusia, menjadi hal penting yang perlu diteliti lebih lanjut. Dalam konteks ini, penting untuk memahami pengaruh dan variabilitas oseanografi dapat mempengaruhi siklus hidup ikan pelagis dalam kolom perairan.

Ikan terbang (Exocoetidae) memiliki peran ekologis dan ekonomis yang sangat penting dalam ekosistem laut, terutama sebagai spesies pelagis yang bernilai ekonomis tinggi. Ikan ini tidak hanya menjadi sumber makanan bagi predator laut seperti ikan tuna, burung laut, dan mamalia laut, tetapi juga berkontribusi signifikan terhadap pendapatan perikanan di daerah tropis, termasuk Kabupaten Maluku Tenggara. Data BPS Maluku Tenggara (2021), produksi ikan terbang dan telur ikan terbang menyumbang sekitar 15% dari PAD Kabupaten Maluku tenggara. Ketersediaan telur ikan terbang yang melimpah telah menjadi target makanan bagi ikan tuna dan ikan pelagis lainnya. Di sisi lain, fluktuasi produksi telur ikan terbang yang dipengaruhi oleh variabilitas lingkungan dapat mengganggu keberlanjutan stoknya.

Perairan di sekitar Maluku Tenggara memiliki karakteristik oseanografi yang unik, dengan fenomena upwelling yang dipengaruhi oleh Arus Lintas Indonesia dan angin muson. Upwelling ini menjadikan perairan Maluku Tenggara menjadi subur dan memiliki produktivitas primer tinggi. Menurut Hafizhurrahman dkk. (2015), terlihat peningkatan konsentrasi klorofil-a yang berhubungan dengan periode upwelling. Dengan adanya peningkatan konsentrasi klorofil-a, produksi telur ikan terbang akan selalu meningkat.

Faktor lain mempengaruhi distribusi ikan terbang yakni perubahan suhu dan salinitas, dimana akan mempengaruhi kemampuan ikan untuk berkembang biak secara efektif. Menurut Sarwati dkk. (2025), adanya hubungan signifikan antara suhu dan kelimpahan ikan pelagis, tetapi tidak mempertimbangkan faktor-faktor seperti salinitas, gelombang dan angin. Keterbatasan ini menciptakan celah penelitian yang perlu diisi, terutama dalam konteks produksi telur ikan terbang di perairan Maluku Tenggara. Pendekatan multi-parameter oseanografi yang komprehensif dapat memberikan gambaran yang lebih akurat, yang belum banyak diterapkan dalam studi sebelumnya. Dengan memahami interaksi antara

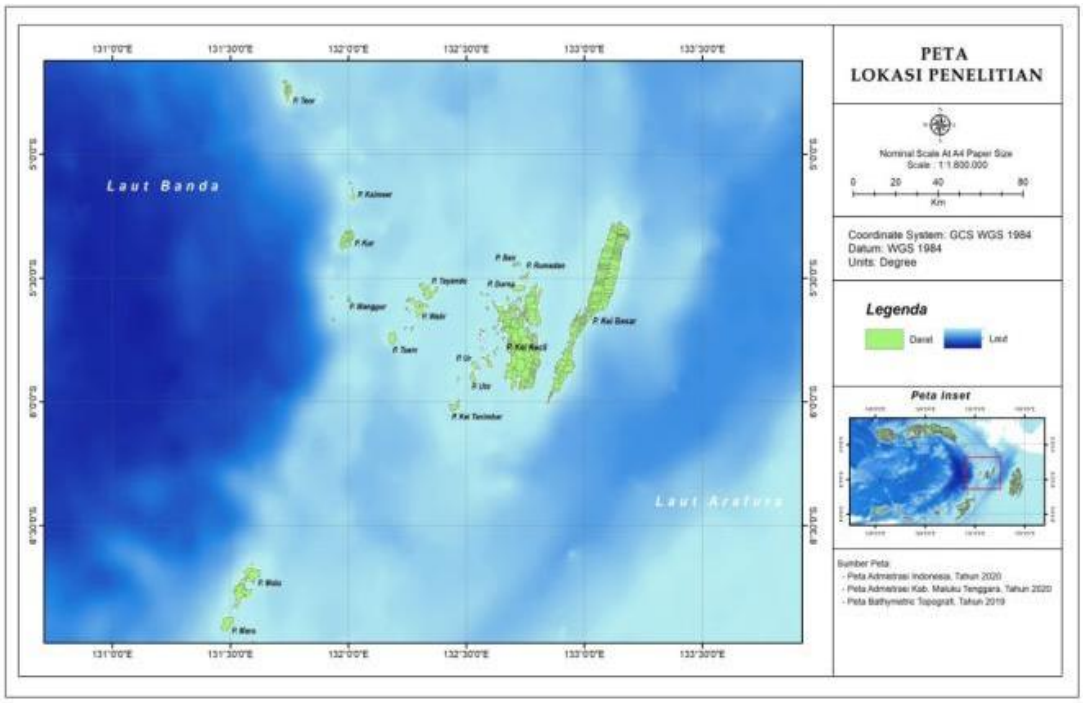
berbagai parameter oseanografi, dapat dikembangkan strategi pengelolaan yang lebih efektif.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan penelitian untuk mengkaji bagaimana variabilitas multi-parameter oseanografi berkorelasi dengan produksi telur ikan terbang. Dengan demikian tujuan penelitian ini adalah menganalisis hubungan antara berbagai parameter oseanografi dan produksi telur ikan terbang, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan kebijakan perikanan yang berkelanjutan, dan menjaga keseimbangan ekosistem laut dan memastikan keberlanjutan sumber daya perikanan di masa depan.

MATERI DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada wilayah perairan administrasi Kabupaten Maluku Tenggara (Gambar 1), dengan posisi astronomis 131°30'BT - 133°00'BT dan 5°30'LS - 6°00'LS. Adapun waktu penelitian berlangsung pada bulan Juni 2020 (musim timur) hingga bulan November 2020 (musim peralihan II), dimana dalam kurun waktu ini merupakan periode puncak ikan terbang melakukan pemijahan (Retraubun dkk., 2023).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini tersaji pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Alat dan Bahan

No.	Alat dan Bahan	Kegunaan
1	Data Climate Copernicus	Menyediakan data angin
		Menyediakan data gelombang
2	Data Marine Copernicus	Menyediakan data arus
		Menyediakan data Salinitas
3	Data MODIS	Menyediakan data SPL dan Klorofil-a
4	Data PPN Tual	Menyediakan data produksi telur ikan terbang

No.	Alat dan Bahan	Kegunaan
5	Seadas	Perangkat lunak yang menginterpretasi data dalam bentuk gambar dan grafik
6	Ocean Data View	
7	Surfer	
8	Microsoft Excel	
9	SPSS	Perangkat lunak yang menganalisis hubungan data oseanografi dan telur ikan terbang
10	Komputer/Laptop	Perangkat mengunduh data, menabulasi dan mengolah data penelitian

Metode Pengumpulan Data

Data Angin, Gelombang dan Arus

Data-data ini diperoleh dari Copernicus Climate Change Service, dan diunduh dari situs: https://cds.climate.copernicus.eu. Data angin merupakan data bulanan dengan resolusi 0,25° x 0,25°. Data gelombang bulanan memiliki resolusi spasial 0,5° x 0,5°. Sedangkan data arus memiliki resolusi spasial 0,083° x 0,083°.

Data Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a

Data SPL dan klorofil-a merupakan hasil perekaman dari Citra MODIS-Aqua, diakses dari National Aeronautics and Space Administration (NASA) dengan situs: https://oceandata.sci.gsfc.nasa.gov/cgi/getfile. Data SPL dan klorofil-a merupakan data level 3 pada resolusi temporal"bulanan" dengan resolusi spasial "4 km", dan dalam format ".nc".

Data Salinitas

Data salinitas merupakan data 10 harian hasil model assimilasi yang berasal dari Estimating Circulation and Climater of Ocean pada kedalaman 5 meter, dengan resolusi spasial 0,083° x 0,083° dalam format NetCDF. Data diperoleh melalui situs: https://data.marine.copernicus.eu/product.

Data Telur Ikan Terbang

Data telur ikan terbang diperoleh dari PPN Perikanan Tual sebagai pangkalan pendaratan hasil tangkap sumberdaya laut yang beroperasi di kawasan WPP 714 dan WPP 718. Data produksi telur ikan terbang merupakan hasil tangkapan yang terdata pada bulan Juni hingga November 2020.

Metode Analisis Data

Analisis Data Angin, Gelombang dan Arus

Data angin, gelombang dan arus hasil unduhan kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak Ocean Data View (ODV). Dari gambar tersebut selanjutnya dikaji pola, dominasi arah, dan kecepatan.

Analisis Data Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a

Data SPL dan klorofil-a yang telah diunduh dalam bentuk NetCDF, selanjutnya di cropping menggunakan perangkat lunak Seadas 7.3. Data ini ditabulasikan menjadi data bulanan, dan dianalisis dengan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel 2010. Selanjutnya dianalisis pola sebaran horisontal dengan perangkat Surfer 12. Hasil dianalisis ditampilkan dalam bentuk gambar sebaran, kemudian dikaji pola sebaran dan fenomena-fenomena atau dinamika perairan.

Analisis Data Salinitas

Data salinitas hasil unduhan dalam bentuk NetCDF diubah datanya menggunakan seadas 7.3. Selanjutnya diolah nilai statistiknya menggunakann Microsoft Excel. Hasil analisis selanjutnya ditampilkan dalam bentuk gambar sebaran dan fluktuasi salinitas permukaan laut

dengan bantuan perangkat lunak Surfer 12. Berdasarkan gambar sebaran salinitas permukaan perairan selanjutnya dikaji fenomena yang terjadi di perairan.

Analisis Data Telur Ikan Terbang

Data telur ikan terbang ditabulasikan dengan menggunakan Microsoft Excel 2010 sehingga diperoleh data bulanan dan musiman. Data ini kemudian diinterpretasikan dalam bentuk gambar dan grafik untuk melihat fluktuasi produksi telur ikan terbang secara bulanan.

Analisis Hubungan karakteristik oseanografi dan sebaran telur ikan terbang

Uji lanjutan menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA) dengan *software SPSS,* dimana mengkaji hubungan variabel parameter oseanografi dan sebaran telur ikan terbang. Jika variabel memiliki korelasi yang kuat, maka dimensi data bisa direduksi. Luaran uji PCA ialah gambar (sumbu Y) dari setiap musim timur dan musim peralihan-II, dan sumbu X menunjukkan produksi telur dimana menunjukan tingkat korelasi diantara variabel-variabel yang diuji antara kuadran positif dan negatif sehingga dapat diketahui musim mana yang tinggi produksi telur ikan terbang, dan selanjutnya akan diuraikan secara deskriptif.

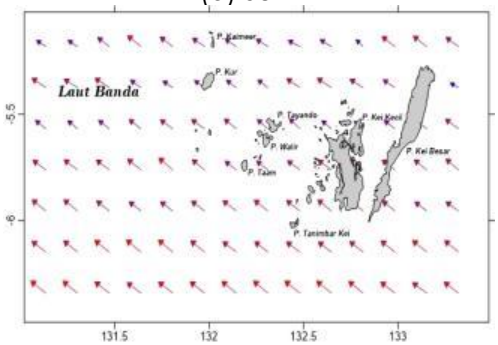
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pola Distribusi Angin

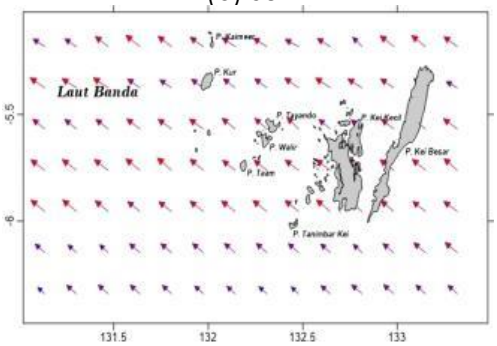
permukaan untuk membawa telur menempel ke atraktor (daun kelapa, rumput laut). Musim Timur SPL turun ke 27,5 - 28,5°C (dari 30°C di Peralihan II). Penurunan SPL 1-2°C ini adalah pemicu hormonal ikan untuk mematangkan gonad dari TKG III ke TKG IV. Jadi di Peralihan II, laut memang tenang, tapi SPL terlalu panas dan makanan sedikit, gonad lama matangnya. Puncak pemijahan ikan terbang itu ada 2x:Puncak 1 (Utama): Musim Timur (Juli - Agustus) -> Jumlah telur terbanyak, TKG IV dominan 70-80%, Puncak 2 (Kecil): Peralihan II (Okt - Nov) -> Jumlah telur lebih sedikit, TKG IV hanya 30-40%.

Perairan Maluku Tenggara dan sekitarnya dipengaruhi oleh sistem angin muson yaitu muson barat laut dan muson tenggara. Hasil menunjukkan bahwa nilai variabilitas angin permukaan laut rata-rata bulanan selama Juni hingga November 2020 berkisar 2,70–9,63 m/det. Kecepatan angin permukaan tertinggi berada pada musim timur dibandingkan musim peralihan II (Gambar 2). Gerakan angin sangat penting dalam hal percampuran massa air maupun terhadap dinamika musiman di Indonesia (Fahlevi dkk., 2022).

(a) Juni

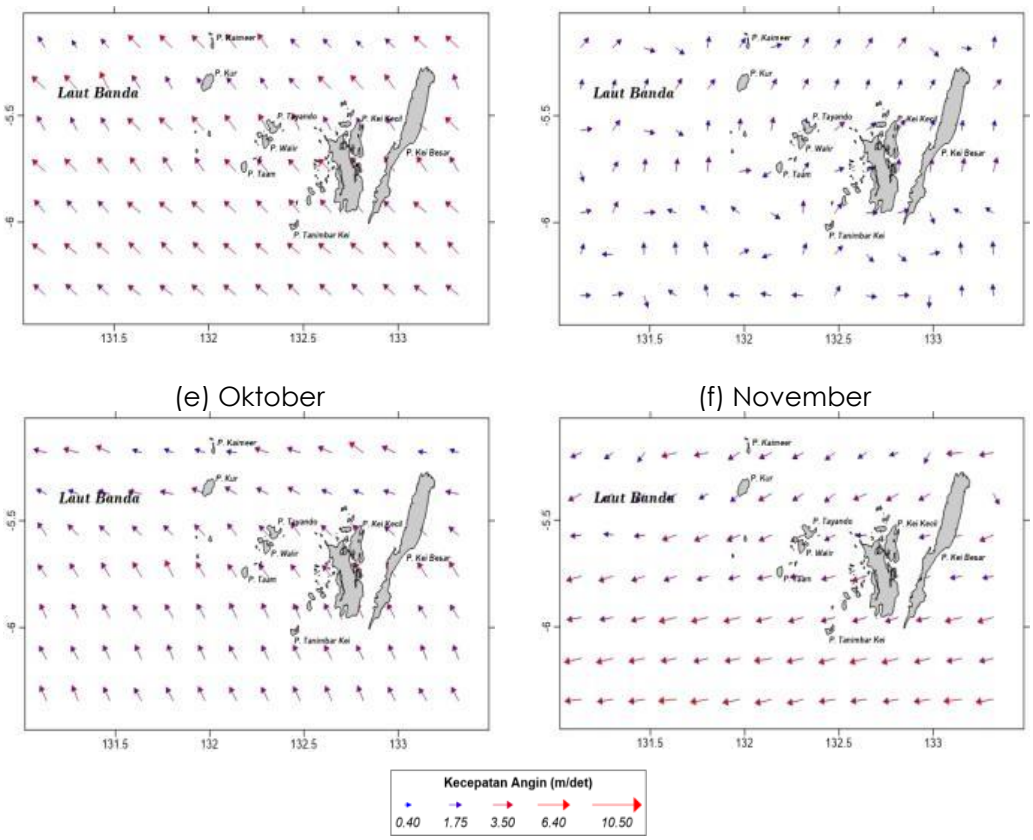


(b) Juli



(c) Agustus

(d) September



Gambar 2. Sebaran Angin di Perairan Maluku Tenggara

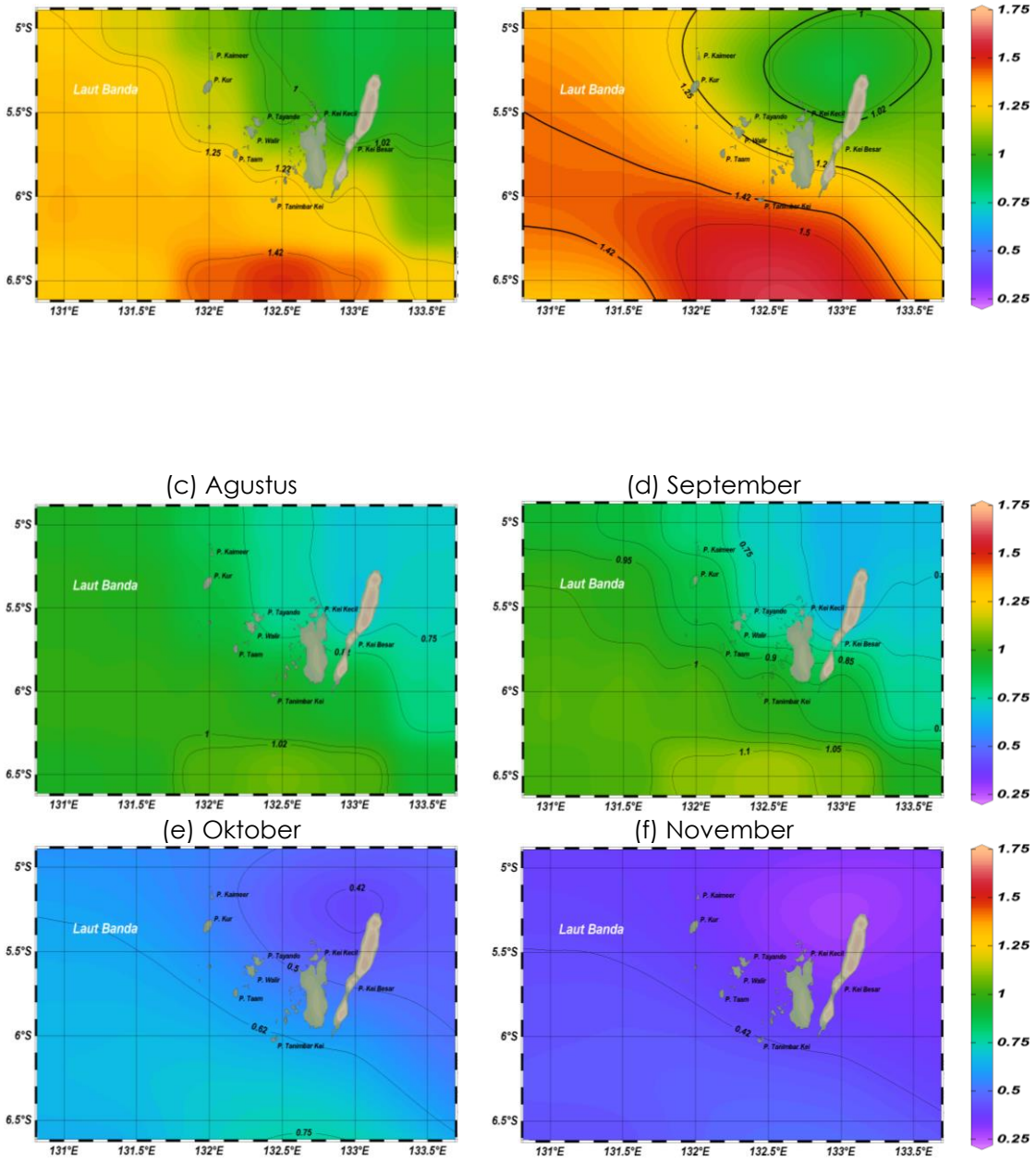
Pada musim timur (Juni-Agustus), tiupan angin muson tenggara meningkat secara signifikan. Kecepatan angin berkisar antara 3,13-10,46 m/det. Menurut Riupassa & Wattimury (2022) mengatakan bahwa bertiupnya angin muson tenggara tertinggi berada pada bulan Juli-Agustus. Kecepatan angin di perairan Maluku Tenggara pada musim timur mengalami peningkatan dengan bertambahnya waktu. Kecepatan angin mengalami kecepatan maksimum pada bulan Juli (Gambar 2b) dan selanjutnya mulai melemah pada bulan Agustus (Gambar 2c).

Musim peralihan-II (September-November), angin bertiup dengan kecepatan berkisar 0.29 – 6,15 m/det. Pada bulan September-Oktober, pola sebaran angin masih menunjukkan bertiupnya angin muson tenggara namun kecepatan semakin melemah, sedangkan pada bulan November, arah angin menunjukkan pola yang berubah-ubah. Perubahaan ini disebebkan karena posisi matahari yang berada di sekitar garis ekuator yang memungkinkan rendahnya tekanan angin pada daerah sekitar garis ekuator namun daratan Asia dan Australia juga tidak memiliki perbedaan tekanan yang signifikan. Pola sebaran angin pada musim peralihan II memperlihatkan angin bertiup dari tenggara (Laut Arafura) ke arah barat dan barat laut (Laut Banda).

2. Gelombang

Gelombang di laut sering nampak tidak teratur dan berubah-ubah. Hal ini bisa diamati dari permukaan laut yang diakibatkan oleh arah perambatan gelombang yang sangat bervariasi dengan yang tidak beraturan. Variasi rata-rata bulanan tinggi gelombang di perairan Maluku Tenggara memperlihatkan berkisar tinggi gelombang antara 0,4-1,20 m (Gambar 3).

(a) Juni (b) Juli



Gambar 3. Sebaran Gelombang di Perairan Maluku Tenggara

Tinggi gelombang signifikan perairan Maluku Tenggara menunjukkan variasi secara musiman. Tinggi gelombang signifikan mencapai tinggi maksimum pada musim timur dan selanjutnya diikuti pada musim barat, sedangkan tinggi gelombang rendah pada musim peralihan. Gelombang mencapai tinggi maksimum pada musim timur disebabkan karena kuatnya tiupan angin muson tenggara. Berdasarkan gambar sebaran tinggi gelombang dari Juni hingga November 2020 berkisar 0,29 - 1,59 m (Gambar 3a-3f). Secara spasial, hampir sepanjang tahun perairan bagian selatan Maluku Tenggara memiliki gelombang lebih tinggi bila dibandingkan dengan bagian wilayah perairan lainnya. Tingginya gelombang pada bagian selatan perairan disebabkan oleh posisi perairan yang lebih terbuka terhadap tiupan angin.

Pada musim peralihan II (September-November), tinggi gelombang berkisar antara 0.29-1,14 m. Pada musim ini, gelombang umumnya rendah/kecil, namun demikian terlihat gelombang dengan karakter sedikit lebih besar/tinggi dijumpai di Laut Banda dan Laut Arafura yang letaknya lebih terbuka terhadap arah tiupan angin. Berdasarkan pola sebaran angin, pada bulan September-Oktober masih bertiup angin muson tenggara meskipun

kecepatannya mulai lemah. Pola sebaran secara spasial menunjukkan bahwa konsentrasi gelombang yang lebih besar berada di sekitar Laut Banda dan Laut Arafura.

Tinggi gelombang pada musim timur (Juni–Agustus) di perairan Maluku Tenggara berkisar antara 0,68 - 1,59 m. Secara umum pada musim timur, gelombang relatif lebih tinggi/besar. Dalam kurun waktu ini , pola gelombang pada musim timur memperlihatkan adanya konsentrasi gelombang yang sangat tinggi di bagian barat perairan Maluku Tenggara yaitu Laut Banda dan bagian selatan perairan Maluku Tenggara yaitu Laut Arafura, sedangkan gelombang tingkat sedang terdapat di perairan timur laut pulau Kei Besar. Pada umumnya semakin kuatnya tiupan angin maka semakin besar gelombang yang terbentuk. Gelombang tersebut memiliki kecepatan yang tinggi dan panjang gelombang yang besar. Bila angin bertiup dengan arah yang tetap dengan kekuatan yang maksimum pada suatu perairan, maka gelombang yang terjadi akan semakin besar (Setiawan dkk., 2020). Pada bulan Juni, Juli, dan Agustus pengaruh angin muson tenggara di perairan Maluku Tenggara, sehingga tinggi gelombangnya akan lebih signifikan.

Berdasarkan pola sebaran gelombang di perairan Maluku Tenggara (Gambar 3a-3f) maka diperoleh bahwa pada musim timur (Juni-Agustus) dinamika perairan sangat kuat. Hal ini disebabkan karena kuatnya tiupan angin muson tenggara. Kuatnya tiupan angin dan besarnya tinggi gelombang merupakan parameter yang berperan terhadap tingkah laku ikan terbang terutama berkaitan dengan proses pemijahan. Hasil wawancara nelayan tangkap telur ikan terbang di Maluku Tenggara mengungkapkan bahwa semakin kuat tiupan angin dan besarnya tinggi gelombang di perairan maka semakin besar peluang ikan terbang melakukan pemijahan. Menurut Matrutty (2021), daerah penangkapan ikan yang potensial harus didukung oleh habitat yang disenangi ikan, karena akan berpengaruh terhadap metabolisme, saraf maupun aktivitas ikan tersebut.

3. Arus

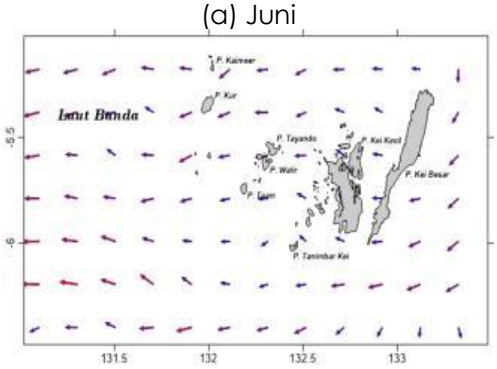
Secara umum kecepatan arus rata-rata di permukaan di perairan terlihat pada Gambar 4. Pola sebaran rata-rata bulanan berkisar 0,01 - 0,78 m/det. Arus pada musim timur di perairan Maluku Tenggara lebih kuat bila dibandingkan musim lainnya (Haryanto dkk., 2021). Sedangkan arah arus berdasarkan komponennya memperlihatkan bahwa musim barat dan musim timur arus dominan dipengaruhi oleh komponen zonal (u) dari pada komponen meriodonal (v), dengan demikian arah arus di perairan Maluku Tenggara lebih berorientasi ke arah timur barat dari pada utara selatan. Secara temporal, pada musim barat saat bertiup angin muson barat laut, arus cenderung ke arah timur sedangkan pada musim timur saat bertiap angin muson tenggara, arus umumnya bergerak ke arah barat. Menurut Sari dkk. (2020), arus pada permukaan perairan bergerak 45^{o} di sebelah kiri dari arah angin di belahan bumi selatan. Dengan demikian bila bertiup angin muson tenggara, arus cenderung bergerak ke arah barat dan sebaliknya pada saat bertiup angin muson barat laut.

Kecepatan arus permukaan perairan Maluku Tenggara pada musim timur berkisar antara 0,01 - 0,73 m/det. Semakin kuatnya arus permukaan disebabkan karena semakin kuatnya tiupan angin muson tenggara. Pola pergerakan arus permukaan memperlihatkan pergerakan massa air permukaan dari bagian timur perairan menuju Laut Banda yakni bagian barat perairan Maluku Tenggara. Di musim peralihan II, kecepatan arus berkisar 0,01 - 0,78 m/det, dengan pergerakan arus permukaan cenderung masih kuat ke arah barat. Hal ini disebabkan masih bertiupnya angin muson tenggara terutama dibagian selatan perairan. Kecepatan arus permukaan selanjutnya melemah seiring dengan berjalannya waktu, dan selanjutnya mengalami perubahan arah pada bulan November.

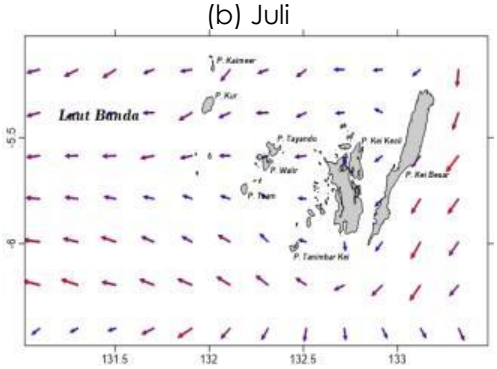
Arus sangat mempengaruhi penyebaran ikan terutama berkaitan dengan migrasi ikan dan distribusi telur ikan hasil pemijahan. Hubungan arus terhadap penyebaran ikan adalah arus membawa telur-telur dan anak-anak ikan pelagis dan daerah pemijahan ke daerah pembesaran dan ke tempat mencari makan. Ikan bereaksi secara langsung terhadap perubahan lingkungan yang dipengaruhi oleh arus dengan mengarahkan dirinya secara langsung pada arus. Arus tampak jelas dalam organ mechanoreceptor yang terletak garis mendatar pada tubuh ikan. Mechanoreceptor adalah reseptor yang ada pada organisme yang mampu memberikan informasi perubahan mekanis dalam lingkungan seperti gerakan,

tegangan atau tekanan. Biasanya gerakan ikan selalu mengarah menuju arus (Tamimi dkk., 2023).

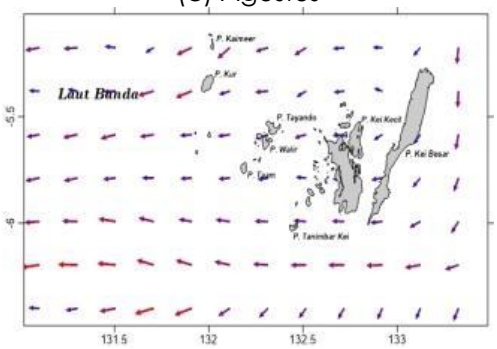
(a) Juni



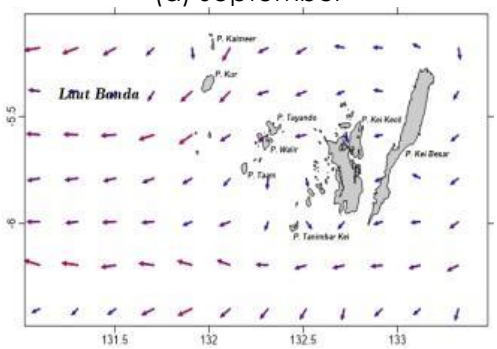
(b) Juli



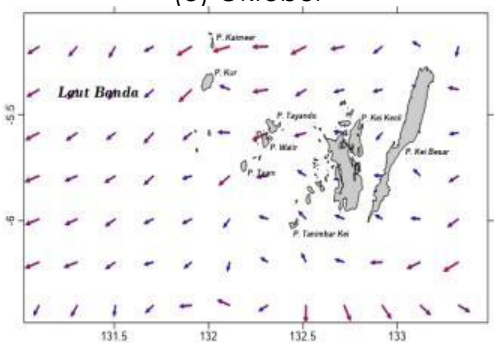
(c) Agustus



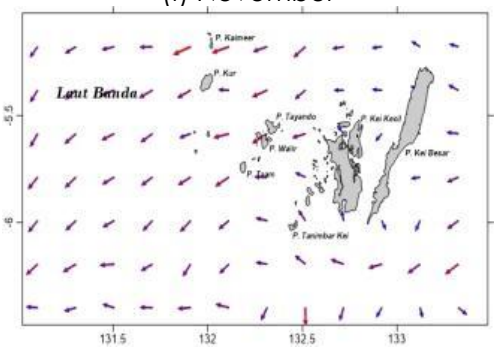
(d) September

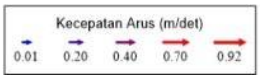


(e) Oktober



(f) November



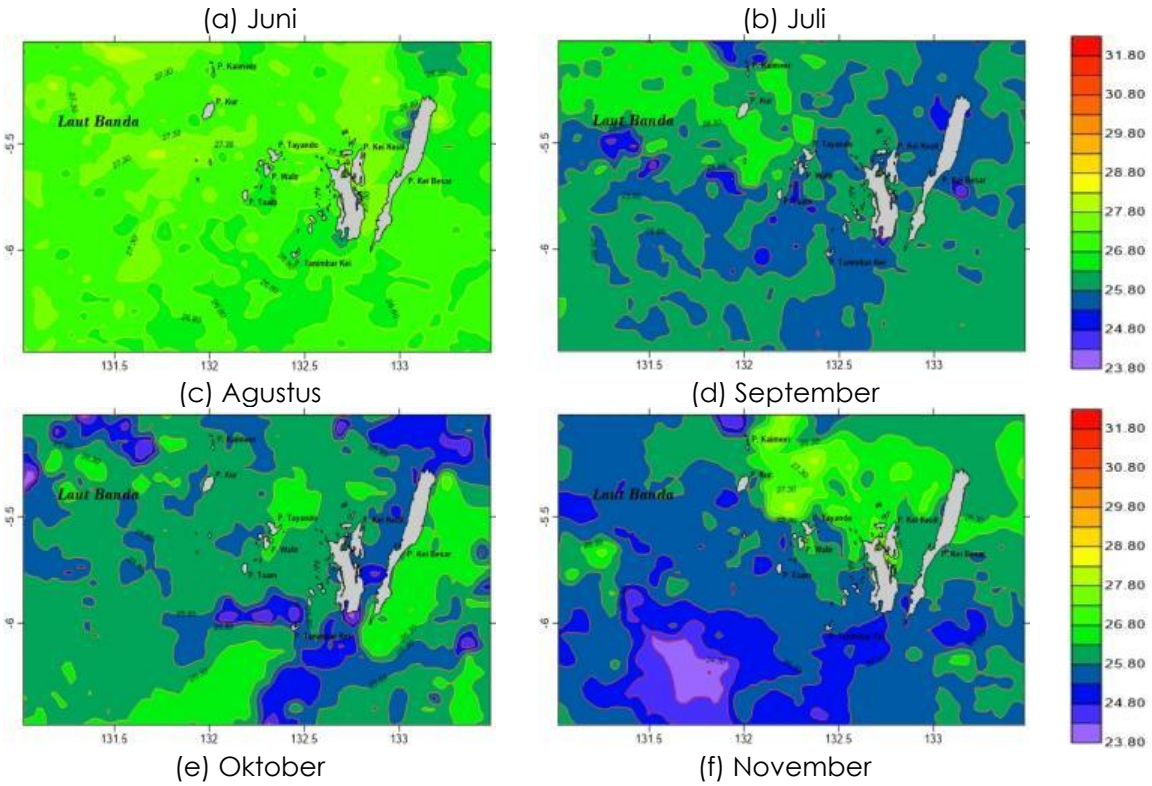


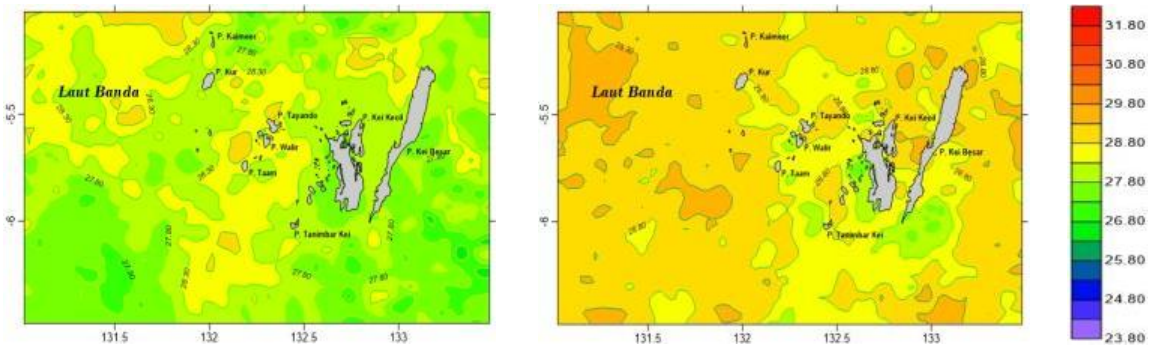
Gambar 4. Sebaran Arus di Perairan Maluku Tenggara

4. Suhu Permukaan Laut

Suhu permukaan laut (SPL) di perairan Maluku Tenggara secara musiman memperlihatkan variasi yang cukup signifikan. Menurut Nababan dkk. (2021) menyebutkan variasi SPL disebabkan oleh interaksi antara laut dan udara dan sirkulasi arus muson. Selain itu pergerakan massa air dan proses percampuran massa air yang terjadi pada lapisan permukaan perairan juga turut mempengaruhi SPL (Surinati & Corvianawatie, 2019).

Sebaran rata-rata bulanan SPL bulan Juni hingga November 2020 menunjukkan bahwa umumnya rata-rata suhu terendah pada bulan Agustus dan tertinggi pada bulan November (Gambar 5). Rendahnya suhu permukaan laut pada bulan Agustus yang merupakan bagian dari musim timur disebabkan karena fenomena upwelling yang terjadi di perairan Laut Banda, Laut Arafura serta perairan sekitar Maluku Tenggara sedangkan tingginya suhu pada bulan November disebabkan karena posisi matahari yang berada di belahan bumi selatan sehingga lebih banyak menerima intensitas cahaya matahari dan juga karena lemahnya tiupan angin sehingga mengurangi pelepasan bahang ke udara. Secara umum rata-rata bulanan suhu terendah dijumpai pada bulan Agustus sebesar 23,84°C dan tertinggi pada bulan November sebesar 29,89 °C. Retraubun dkk. (2023) mengatakan bahwa pola sebaran suhu permukaan laut di perairan Maluku Tenggara pada musim timur (Juni-Agustus) umumnya sangat dingin dan mencapai nilai terendah pada bulan Agustus. Hal ini disebabkan karena tiupan angin muson mencapai kecepatan maksimum dan menyebabkan terjadinya proses pengangkatan massa air dingin dari lapisan dalam ke lapisan permukaan (upwelling).





Gambar 5. Sebaran SPL di Perairan Maluku Tenggara

Pada musim timur memperlihatkan dominasi massa air dingin di perairan yang berkisar 23,84 - 28,54 °C. Secara temporal, sebaran rata-rata SPL pada bulan Juni terlihat pada 27,01 °C di seluruh wilayah perairan Maluku Tenggara dan semakin menurun pada bulan Juli dan Agustus. Pada bulan Juli dan Agustus, rata-rata SPL berada pada 25,89 - 25,92 °C. Rendahnya suhu perairan disebabkan karena semakin kuatnya tiupan angin muson tenggara sehingga menyebabkan proses dinamika perairan menjadi lebih dinamis. Hal ini dapat menimbulkan terjadinya percampuran massa air, pengangkatan massa air dan semakin banyak energi panas yang dilepaskan dari permukaan air (laut) ke atmosfer (udara).

Berdasarkan Gambar 5a-5f terlihat bahwa pada bulan musim timur terlihat adanya pusat konsentrasi massa air dingin perairan Laut Banda, selatan Maluku Tenggara dan perairan bagian barat Maluku Tenggara terutama di perairan sekitar Kepulauan Kur-Tayando, perairan Tanimbar Kei dan juga di perairan timur laut Maluku Tenggara. Pusat konsentrasi massa air dingin tersebut mengindikasikan terjadinya upwelling di perairan Maluku Tenggara. Fenomena upwelling di Laut Banda dan sekitarnya termasuk perairan Maluku Tenggara dan Laut Arafura terjadi selama periode musim timur antara bulan Juni hingga Agustus (Retraubun dkk., 2023).

Pada musim peralihan II, sebaran SPL menunjukkan adanya peningkatan suhu dibandingkan dengan musim timur. Kisaran SPL berkisar antara 24,59 - 29,89 °C, dengan SPL rata-rata bulanan antara 26,68 – 28,96 °C. Secara temporal suhu permukaan laut mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu dan massa air permukaan menjadi lebih hangat pada bulan November. Lebih dinginnya masih air permukaan pada bulan September dan Oktober bila dibandingkan dengan bulan November disebabkan karena pada bulan September dan Oktober terutama pada bulan September masih bertiup angin muson tenggara meskipun dengan kekuatan yang mulai melemah. Hal ini menyebabkan di perairan Maluku Tenggara masih terjadi upwelling dengan intensitas yang rendah. Hangatnya massa air pada bulan November disebabkan karena posisi matahari yang berada di bagian belahan bumi selatan dan melemahnya tiupan angin. Pola sebaran SPL menunjukan adanya keterkaitan dengan pola pergerakan ikan terbang. Kawanan ikan terbang mulai bermigrasi ke wilayah perairan Maluku Tenggara sebagai upaya mencari perairan yang sesuai untuk melakukan proses peneluran *(spawning ground)*.

5. Salinitas

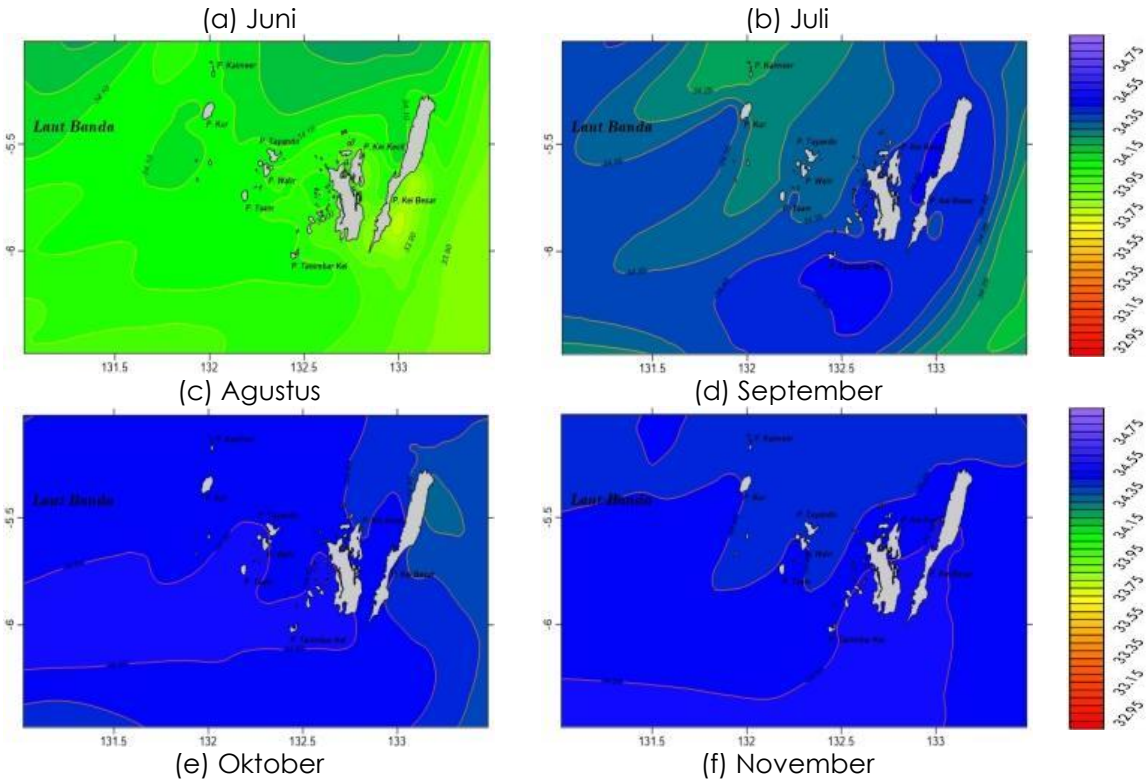
Sebaran salinitas rata-rata bulanan memperlihatkan variasi secara bulanan. Kecenderungan rata-rata salinitas berkonsentrasi tinggi terlihat disepanjang bulan Juni-November (Gambar 6). Rata-rata bulanan salinitas perairan Maluku Tenggara berkisar antara 33,76 - 34,54 psu. Tingginya salinitas pada musim timur dan peralihan II disebabkan karena massa air permukaan lebih didominasi oleh massa air lapisan dalam yang terangkat ke lapisan permukaan akibat fenomena upwelling. Upwelling di perairan Maluku Tenggara dipicu oleh tiupan angin muson tenggara. Massa air yang terangkat dicirikan oleh karakter suhu rendah dan salinitas tinggi.

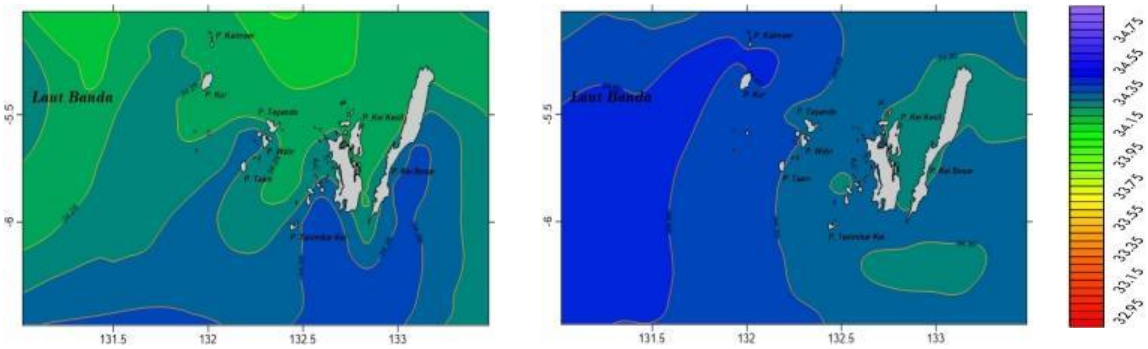
Pada musim timur (Juni-Agustus), salinitas permukaan laut tampak lebih tinggi di bagian utara, barat hingga selatan. Musim Timur ini memiliki kisaran salinitas permukaan laut berkisar antara 33,76 - 34,54 psu dan memiliki rata-rata bulanan 34,04 - 34,46 psu. Secara umum, tingginya salinitas disebabkan karena terjadinya upwelling di perairan sekitar Maluku

Tenggara tapi juga karena pengaruh massa air Laut banda dan Arafura yang mengalami peningkatan salintas pada permukaan perairan akibat terjadinya upwelling.

Pada musim peralihan II (September-November), sebaran salinitas permukaan laut perairan Maluku Tenggara tetap terlihat tinggi dan berada pada kisaran 34,14 - 34,53 psu dengan rata-rata bulanan berkisar antara 34,27 - 34,47 psu. Kondisi tersebut disebabkan upwelling masih terjadi di bagian selatan perairan Maluku Tenggara sebagai dampak masih bertiup angin muson tenggara meskipun dengan kekuatan yang sudah melemah. Hal ini ditunjukkan melalui adanya pusat massa air dengan karakteristik salinitas tinggi. Upwelling di bagian selatan perairan terjadi karena dampak dari tiupan angin muson tenggara dan menyebabkan adanya transpor Ekman yang bergerak menjauhi pantai. Kondisi ini mengakibatkan terangkatnya massa air dalam mengantikan massa air permukaan yang bergerak menjauhi pantai.

Berdasarkan pola sebaran salinitas di perairan Maluku Tenggara (Gambar 6a-6f) menunjukkan bahwa salinitas perairan cukup tinggi saat bertiup angin muson tenggara akan sangat mendukung aktivitas pemijahan dari ikan terbang. Menurut Nur (2023), pemijahan ikan terbang dilakukan dengan terlebih dahulu mengikuti arah arus dengan kisaran salinitas yang relatif tinggi (33,0-34,5 psu). Dengan demikian periode musim timur dan peralihan II merupakan kondisi yang baik dan menujang proses pemijahan telur ikan terbang di perairan Maluku Tenggara. Perairan dengan sebaran salinitas yang tinggi mengindikasikan bahwa perairan Maluku Tenggara merupakan daerah pemijahan *(spawning ground)* yang cocok bagi ikan terbang.





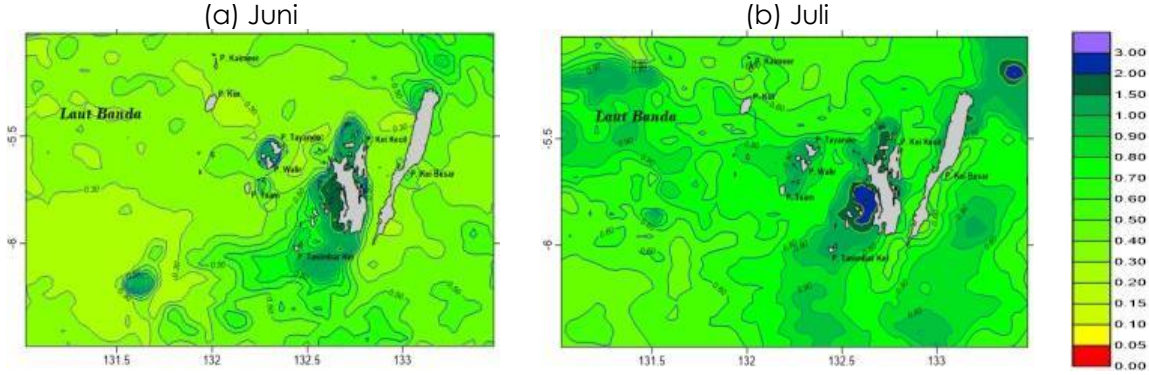
Gambar 6. Sebaran Salinitas di Perairan Maluku Tenggara

6. Klorofil-a

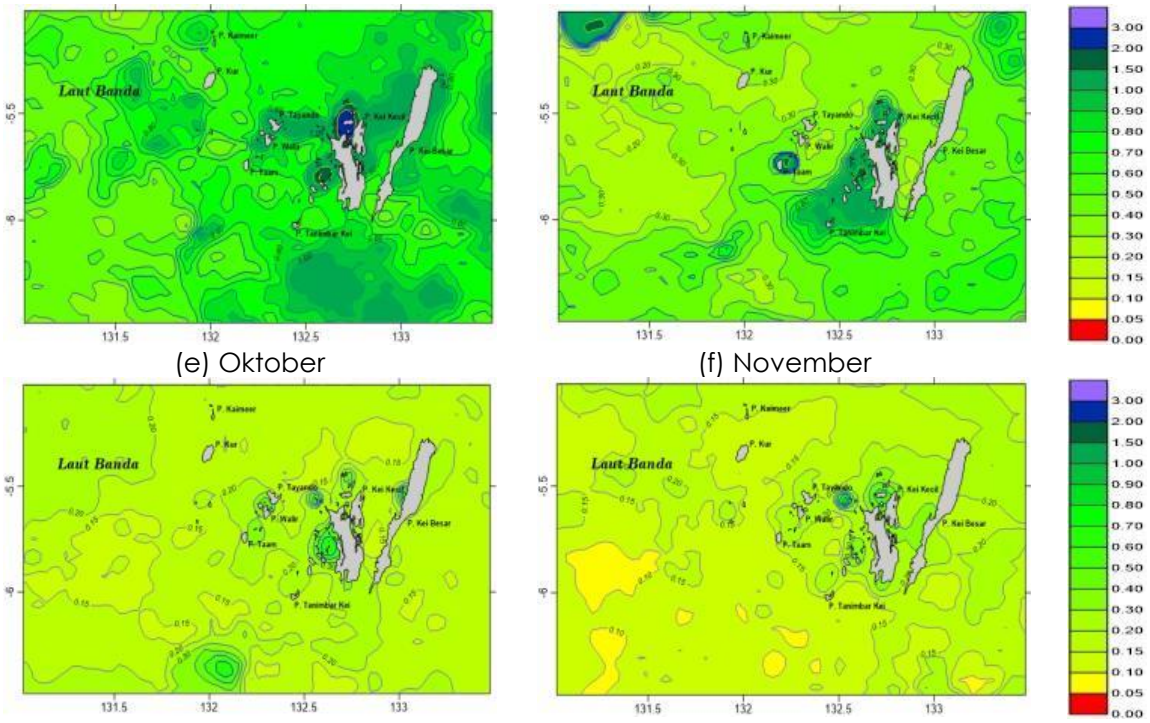
Klorofil-a merupakan indikator untuk mengetahui distribusi dan kelimpahan fitoplankton. Oleh karenanya klorofil dapat digunakan sebagai pendekatan untuk mengetahui kesuburan suatu perairan dan ketersediaan makanan yang merupakan penciri dari *fishing ground* (Salwa & Larasati, 2024). Konsentrasi klorofil-a rata-rata bulanan di perairan Maluku Tenggara dalam kurun waktu Juni - November 2020 berkisar antara 0,06 – 3,07 mg/m^3 (Gambar 7) diartikan bahwa berpengaruh positif dan signifikan terhadap jumlah ikan terbang yang bertelur. Nilai klorofil-a tertinggi pada Musim Timur (3,07 mg/m3) menunjukkan tingginya produktivitas primer akibat upwelling, yang meningkatkan ketersediaan pakan (zooplankton) dan mempercepat proses pematangan gonad dari TKG III ke TKG IV, sehingga jumlah telur yang dihasilkan meningkat. Sebaliknya pada Musim Peralihan II dengan klorofil-a rendah (0,06 mg/m3), ketersediaan pakan terbatas sehingga proses vitellogenesis terhambat dan jumlah telur menurun.

Konsentrasi klorofil-a rata-rata bulanan tertinggi ditemukan pada musim timur (Agustus), dan kandungan klorofil-a terendah terlihat pada akhir musim peralihan II (November). Pola sebaran rata-rata bulanan konsentrasi klorofil-a di perairan Maluku Tenggara menunjukkan bahwa konsentrasi kloroflil-a mencapai puncaknya pada bulan Agustus selanjutnya mengalami penurunan. Pola tersebut menunjukkan kemiripan dengan pola penurunan suhu perairan dan peningkatan salinitas perairan. Dengan demikian fenomena upwelling yang terjadi saat bertiup angin muson tenggara berdampak terhadap peningkatan konsentrasi klorofil-a. Massa air dalam adalah massa air yang kaya nutrien. Bila massa air tersebut terangat ke lapisan permukaan maka fenomena upwelling menyebabkan terjadinya mengayakan nutrien pada lapisan permukaan dan berdampak terhadap kepadatan fitoplankton.

(a) Juni (b) Juli



(c) Agustus (d) September



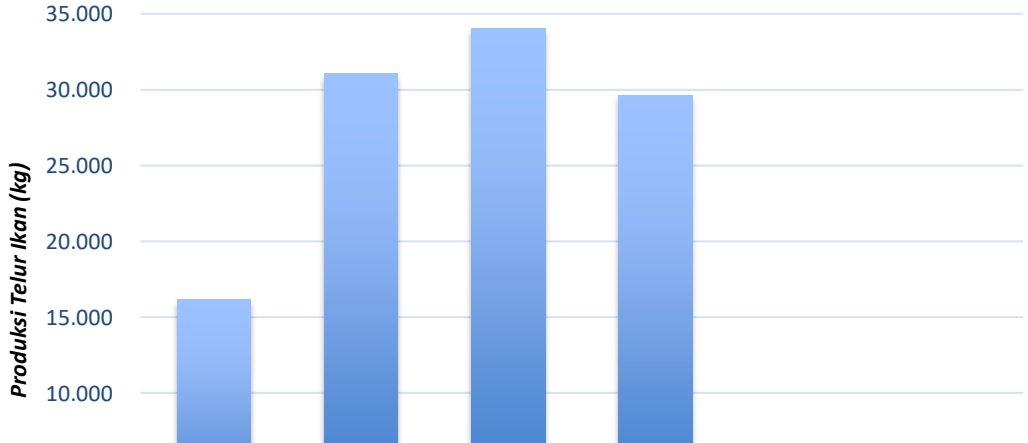
Gambar 7. Sebaran Klorofil-a di Perairan Maluku Tenggara

Analisis sebaran konsentrasi klorofil-a secara spasial dan temporal menunjukkan bahwa konsentrasi klorofil-a tertinggi dijumpai pada musim timur, dengan kisaran sebesar 0,14 – 3,07 mg/m^3, sedangkan rata-rata bulanan konsentrasi klorofil-a memiliki nilai 0,38 - 0,68 mg/m^3. Selanjutnya pada musim peralihan-II, konsentrasi klorofil-a mimiliki kisaran 0,06 – 2,87 mg/m^3, dan rerata bulanan konsentrasi klorofil-a berkisar 0,15 – 0,41 mg/m^3.

Tingginya konsentrasi klorofil-a periode musim timur dan musim peralihan-II mengindikasikan bahwa kedua musim tersebut merupakan periode penyuburan perairan. Konsentrasi klorofil-a mengalami peningkatan secara signifikan, hal tersebut diduga sebagai akibat limpasan dan sirkulasi massa air dari perairan sekitar seperti Laut Arafura, perairan Kepulauan Aru dan peristiwa upwelling yang membawa nutrien dan berpotensi untuk menyegarkan dan menyuburkan perairan tersebut. Menurut Nurafifah dkk. (2022), konsentrasi klorofil-a di Laut Banda dan Laut Arafura pada saat angin monsun tenggara berhembus lebih tinggi dibandingkan muson barat laut. Secara spasial, perairan bagian barat dan selatan Maluku Tenggara memiliki pusat konsentrasi klorofil-a yang sangat tinggi.

7. Produksi Telur Ikan Terbang

Telur ikan terbang di perairan Maluku Tenggara dilakukan penangkapan pada Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 714 dan 718 (Gambar 8). Berdasarkan data yang diperoleh dari PPN Tual, penangkapan telur ikan terbang yang berlangsung dalam kurun waktu Juni hingga November 2020 (musim timur dan musim peralihan II) memiliki total produksi 113.076 kg. Produksi telur ikan tertinggi terlihat pada bulan Agustus sebesar 34.030 kg. Adapun jumlah kapal yang mendaratkan telur ikan terbang sebanyak 36 unit. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian Retraubun dkk. (2023), terlihat bahwa produksi telur ikan terbang di tahun 2020 ini jauh lebih tinggi dibandingkan tahun-tahun sebelumnya.



Gambar 8. Hasil Tangkapan Telur Ikan Terbang di Maluku Tenggara

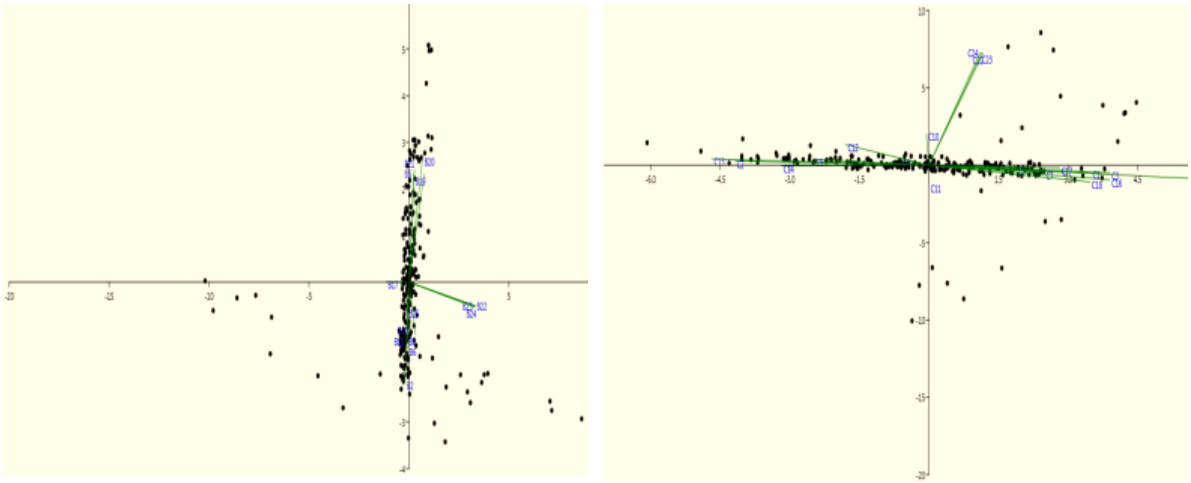
8. Hubungannggara

Interaksi faktor lingkungan oseanografi (angin, gelombang, arus, SPL, salinitas, klorofil-a) dan sebaran telur ikan terbang di perairan Maluku Tenggara menjadi hal penting dalam kajian sumberdaya perikanan ikan terbang secara komprehensif. Menurut Ma'mun dkk. (2019), sumberdaya ikan pelagis di kolom perairan mengalami variasi dalam sebaran dan kelimpahan menurut musim. Disamping itu kondisi oseanografis perairan akan sangat mendukung kelimpahan sumberdaya ikan pelagis di perairan (Pratama dkk., 2022).

Berdasarkan hasil analsis, pola sebaran titik dan arah vektor pada biplot memperkuat interpretasi korelasi positif di atas. Pada Gambar 9a (musim timur), titik data mengelompok rapat sepanjang sumbu vertikal, membentuk pita sempit yang searah dengan vektor gelombang dan klorofil-a. Fluktuasi produksi telur ikan terbang pada musim timur mengikuti perubahan kedua parameter ini secara konsisten, sesuai nilai korelasi 0,976–0,981 untuk variabel gelombang. Vektor gelombang hampir sejajar dengan sumbu utama komponen, sehingga gelombang menjadi kontributor dominan terhadap keragaman data pada musim ini. Vektor klorofil-a membentuk sudut lebih lebar, sejalan dengan korelasinya yang lebih rendah (0,725).

Pada Gambar 9b (musim peralihan II), sebaran titik data melebar di sepanjang sumbu horizontal, dengan beberapa outlier menjauh dari pusat sumbu. Musim peralihan membawa variabilitas oseanografi lebih tinggi daripada musim timur, karena arah angin dan arus berganti pada periode ini. Vektor gelombang (C22–C24) tetap mengarah konsisten dan berdekatan satu sama lain, sehingga korelasinya bertahan tinggi (0,962–0,970) meski tinggi gelombang rata-rata menurun dari September ke November. Vektor kecepatan angin (C6) membentuk sudut lebih tajam terhadap kelompok vektor gelombang, yang menjelaskan korelasinya yang lebih rendah (0,818) dibanding parameter gelombang.

Pola biplot pada kedua musim menegaskan prinsip dasar PCA: sudut kecil antar-vektor berbanding lurus dengan kekuatan korelasi antarvariabel. Dinamika gelombang muncul sebagai faktor oseanografi paling berpengaruh terhadap produksi telur ikan terbang di lokasi penelitian pada kedua musim ini.



(a) Musim Timur (b) Musim Peralihan II

Gambar 9. Hubungan Parameter Oseanografi dengan Produksi Telur Ikan Terbang

Produksi telur ikan terbang (Gambar 8) menjelaskan musim puncak dan paceklik telur ikan yang terdata dari PPN tual. Pengumpulan data ikan pada bulan Juni didominasi ukuran ikan 21-24 cm sudah memasuki Tingkat kematangan gonad III, kondisi ini didukung oleh data bulan juni untuk klorofil-a tertinggi dijumpai pada musim timur, dengan kisaran sebesar 0,14 – 3,07 mg/m^3, sedangkan rata-rata bulanan konsentrasi klorofil-a memiliki nilai 0,38 - 0,68 mg/m^3. Posisi klorofil tertinggi dari Juni pada gambar 9a kurva PCA berdasarkan data bulan Juni 0,22 - 2,23 mg/m^3 nilai ini tidak tersebar merata pada koordinat sehingga pada saat ikan mendekati perairan tersebut untuk bertelur produksinya 17.000 kg dengan SPL 29-30 ◦C dimana bulan Juni SPL yang ideal ikan bertelur itu ditunjukan pada gambar 9a titik mengarah sumbu y positif menjelaskan klorofil rendah namun SPL tinggi, menggabungkan rekrutmen ikan yang masuk bertelur merupakan gabungan ikan ukuran gonad TKG III dan IV yang siap melepaskan telur pada kondisi perairan hangat, karena pemijahan ikan ini pada suhu terlalu dingin atau terlalu panas kondisi telur bisa mati. Pada bulan Juli kondisi 0,22 - 9.23 mg/m^3, nilai 9.23 ini tidak merata tersebar pada koodinat lokasi telur namun pada bulan Juli, kondisi ikan yang diukur memperoleh 25 – 27 cm, ini sudah memasuki tingkat kematangan gonad fase IV sudah siap bertelur dengan jumlah total ton produksi telur 27.000 kg telur didukung dengan SPL 28 ◦C mendekati 31 ◦C namun tidak merata di semua koodinat ini diperjelas saat pengukuran ikan dibulan juli jumlah ikan jantan sedikit dari ikan betina. Kondisi telur sendiri sudah TKG IV memasuki TKG V siap memijah, kurva PCA gambar 9a ini hubungan SPL tinggi dan klorofil rendah, mengarah ke sumbu y SPL signifikan terhadap klorofil yang membuat tingkat produksi telur ikan meningkat (Retraubun dkk., 2023). SPL bulan Agustus berkisar 28-30 ◦C dijelaskan bahwa Suhu Optimal Ikan Terbang Bertelur, ikan terbang punya suhu optimal yang sangat sempit: 27,0 - 28,5 optimum ruaya bertelur (Puncak Bertelur) 28,5 - 29,5, sesudah musim bertelurn(Telur Mulai Berkurang)> 29,5°jika SPL Agustus kamu 28-30°artinya telur ikan berada di peralihan dari optimum ke paceklik telur. Mekanisme Ilmiahnya kenapa Pada 28°C, metabolisme induk masih efisien. Hormon GnRH aktif, memicu pelepasan LH yang mematangkan gonad dari TKG III ke TKG IV.Kuning telur (vitellogenin) dibentuk di hati dengan cepat.Induk betina bisa melepas telur 2-3 kali dalam sebulan (multiple spawner)dengan Gambar 8, 1 kapal dapat 300 kg ikan basah, tapi yang jadi telur hanya 28-30 kg. Jadi: 28 kg telur x 21 hari = 588 kg per kapal. 588 kg x 36 kapal = 21.168 kg telur. Ini baru ketemu 21.000 kg. mendekati hasil dari PPN sebesar mendekati 35000 kg ini data tahun 2020, artinya kondisi telur per kg semakin menurun. Terjadi penurunan pada gambar 9a kurva PCA menurun musim timur bulan agustus berada pada sumbu y negatif dipengaruhi oleh rata-rata klorofil 0.25

mg/m^3 dan rata-rata SPL 28 ◦C membuat hasil agustus 2026 (sebanyak 21000 kg) bisa naik atau turun jika kondisi perairan stabil. Ruaya migrasi ikan terbang di Laut Cina Selatan terhadap SPL dan pasang surut menunjukan tidak ada pengaruh signifikan (Chang and Ame, 2012).

Selanjutnya pada musim peralihan-II, konsentrasi klorofil-a mimiliki kisaran 0,06 – 2,87 mg/m^3, dan rerata bulanan konsentrasi klorofil-a berkisar 0,15 – 0,41 mg/m^3. Agustus, suhu permukaan laut berada pada kisaran kurang dari 26,0 ◦C. Gambar 9b, musim peralihan II bulan september, oktober november dimana ikan selesai memijah,atau kantong telur kembali kosong,kondisi inii ikan mencari makan dan melanjutkan proses pembentukan telur TKG I, II menuju musim timur TKG III, IV, V. Kondisi rata-rata bulan september-november SPL dari 28 - 30 ◦C dan klorofil 0,21 - 0,53 mg/m^3 sangat rendah pemijahan tidak bisa terjadi walaupun SPL pada suhu ideal. Menurut nelayan lokal bulan oktober ada terjadi panen telur namun tidak sebanyak musim timur terlihat pada sumbu x kurva PCA yang berada pada sisi positif dan negatif. Tidak semua bale-bale atau rumpon daun kelapa tempat ikan meletakan telurnya itu penuh pada musim peralihan II, kemungkinan besar ikan yang mau bertelur ruaya perairan pulau Dobo menuju utara ke pulau seram untuk kawin,ini terbukti pada bulan oktober di pulau Haruku,desa Oma dan pulau Geser punya nelayan melakukan puncak tangkap ikan terbang pada bulan Oktober (Tuapetel, 2020).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal antara lain:

1. Dinamika oseanografi di perairan Maluku Tenggara tergolong sangat tinggi, dipicu oleh kuatnya intensitas angin muson yang mendorong terjadinya percampuran massa air. Kondisi inilah yang menjadikan kawasan tersebut sebagai habitat potensial untuk penangkapan serta pemijahan ikan terbang, dengan puncak musim pemijahan yang berlangsung selama musim timur.
2. Interaksi faktor lingkungan oseanografi secara signifikan memengaruhi variasi musiman dan kelimpahan telur ikan terbang di perairan Maluku Tenggara, dengan dinamika arus dan klorofil mendominasi potensi penyebaran telur ikan sebagai faktor paling dominan pada musim timur dan musim peralihan II.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi atas pendanaan yang diberikan melalui Skema Penelitian Dasar (Penelitian Dasar Fundamental). Apresiasi juga disampaikan kepada Pimpinan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, dan Universitas Pattimura atas dukungannya selama penelitian ini berlangsung.

PERNYATAAN PENULIS

1. Pernyataan Penggunaan Artificial Intelligence (AI)

Dalam penyusunan artikel ini, penulis menggunakan teknologi Artificial Intelligence (AI) secara terbatas untuk membantu proses penyuntingan bahasa, perbaikan tata bahasa, penyusunan struktur tulisan, dan pemeriksaan kejelasan narasi. AI tidak digunakan untuk menghasilkan, memanipulasi, atau menggantikan data penelitian, analisis ilmiah, interpretasi hasil, maupun kesimpulan penelitian. Seluruh isi artikel, data, analisis, interpretasi, dan keputusan ilmiah merupakan tanggung jawab penulis.

2. Kontribusi Penulis

- **Ronald D. Hukubun:**
  Bertindak sebagai konseptor utama penelitian, merancang metodologi studi, melakukan analisis spasial dan temporal multi-parameter oseanografi, menyusun draf awal naskah, serta penyuntingan akhir naskah sebelum publikasi.
- **Friesland Tuapetel:**

Berkontribusi dalam perancangan kerangka kajian biologi perikanan ikan terbang, supervisi metodologi, serta validasi interpretasi ekologi.

- **Wiwien G. Hukubun:**
  Bertanggung jawab dalam pengumpulan data lapangan di wilayah perairan Maluku Tenggara, dan kurasi data produksi telur ikan terbang.
- **Imanuel V. T. Soukotta:**
  Berkontribusi dalam perancangan kerangka kajian biologi perikanan ikan terbang, supervisi metodologi, serta melakukan analisis statistik guna melihat hubungan antar-parameter.
- **Valentine D. Saleky:**
  Berkontribusi dalam tinjauan pustaka, dinamika penangkapan telur ikan terbang oleh nelayan lokal, dan penyuntingan substansi naskah.
- **Yopi Riupassa:**
  Berperan dalam pengolahan data citra satelit oseanografi, dan visualisasi peta sebaran spasial

Seluruh penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir naskah serta bertanggung jawab atas isi artikel.

3. Pernyataan Pendanaan

Penelitian ini didukung oleh Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi atas pendanaan melalui Skema Penelitian Dasar (Penelitian Dasar Fundamental). Apresiasi juga disampaikan kepada Pimpinan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, dan Universitas Pattimura atas dukungannya selama penelitian ini berlangsung.

4. Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan, baik secara finansial maupun nonfinansial, yang dapat memengaruhi pelaksanaan penelitian, analisis data, interpretasi hasil, maupun publikasi artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

Budiman, I., Wisudyawati, D., & Azzahra, A. (2023). Penyebab dan Dampak Ekologis dari Susut Hasil Produksi Ikan di Indonesia. Diterbitkan pertama pada 2023 oleh Penerbit BRIN. Tersedia untuk diunduh secara gratis: penerbit. brin. go. id., 95.

Chang, S. and Ame, E. (2012). Species Composition And Distribution Of The Dominant Flyingfishes (Exocoetidae). Associated With The Kuroshio Current, South China Sea. 60(2), pp. 539–550.

Dewi, P. R. K. (2017). Climate Change Will Cause The Next Migrant Crisis: Studi Kasus Kiribati. Jurnal PIR Vol, 2(1).

Fahlevi, M. R., Bayhaqi, A., Sugianto, D. N., Fadli, M., Wang, H., Susanto, R. D., & Wouthuyzen, S. (2022). Karakteristik Massa Air di Selat Sunda dan Perairan Lepasnya. Buletin Oseanografi Marina, 11(3), 231-247.
DOI: 10.14710/buloma.v11i3.41323

Hafizhurrahman, I., Kunarso, K., & Suryoputro, A. A. D. (2015). Pengaruh iod (indian ocean dipole) terhadap variabilitas nilai serta distribusi suhu permukaan laut dan klorofil-a pada periode upwelling di perairan sekitar Bukit Badung Bali (Doctoral dissertation, Diponegoro University).

Haryanto, Y. D., Hadiman, H., Agdialta, R., & Riama, N. F. (2021). Pengaruh El Nino terhadap pola distribusi klorofil-a dan pola arus di wilayah perairan selatan Maluku. Jurnal Kelautan Tropis, 24(3), 364-374.
DOI: https://doi.org/10.14710/jkt.v24i3.10456

Ma'mun, A., Priatna, A., Amri, K., & Nurdin, E. (2019). Hubungan antara kondisi oseanografi dan distribusi spasial ikan pelagis di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI) 712 Laut Jawa. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, 25(1), 1-14.

Matrutty, D. D. (2021). Daerah Penangkapan Ikan Daerah Kepulauan dan Keberlanjutan-nya. Sistem Perikanan Dan Kelautan Di Wilayah Kepulauan, 47-51.

Nababan, B., Sihombing, E. G. B., & Panjaitan, J. P. (2021). Variabilitas Suhu Permukaan Laut Dan Konsentrasi Klorofil-A Di Samudera Hindia Bagian Timur Laut Sebelah Barat Sumatera. Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan Vol, 12(2), 143-159.

Nur, M. (2023). Pemanfaatan dan tantangan pengelolaan sumber daya ikan terbang berkelanjutan (exocoetidae) di perairan selat makassar. Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut Berkelanjutan.

Nurafifah, U. O., Zainuri, M., & Wirasatriya, A. (2022). Pengaruh ENSO dan IOD terhadap distribusi suhu permukaan laut dan klorofil-a pada periode upwelling di Laut Banda. Indonesian Journal of Oceanography, 4(3), 74-85.
DOI: https://doi.org/10.14710/ijoce.v4i3.14971

Pratama, G. B., Nurani, T. W., Mustaruddin, M., & Herdiyeni, Y. (2022). Hubungan parameter oseanografi perairan terhadap pola musim ikan pelagis di Perairan Palabuhanratu. Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan, 13(1), 67-78.
DOI: https://doi.org/10.24319/jtpk.13.67-78

Retraubun, A. S., Tubalawony, S., Masrikat, J. A., & Hukubun, R. D. (2023). Analysis of sea surface temperature and chlorophyll-a and its relationship with catch results flying fish eggs in the waters of the Kei Islands. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 9(12), 11311-11324.
DOI: 10.29303/jppipa.v9i12.6240

Riupassa, Y. O. P. I., & Wattimury, J. J. (2022). Variabilitas musiman suhu permukaan laut dan angin di Laut Arafura. Jurnal Laut Pulau: Hasil Penelitian Kelautan, 1(2), 71-84.
DOI: https://doi.org/10.30598/jlpvol1iss2pp71-84

Salwa, H., & Larasati, C. E. (2024). Sebaran Spasial Plankton Dan Klorofil-A Sebagai Indikator Penentuan Daerah Potensial Penangkapan Ikan Di Perairan Gili Trawangan. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, 16(3), 343.
DOI: 10.29244/jitkt.v16i2.57446

Sari, Y. N., Wirasatriya, A., Kunarso, K., Rochaddi, B., & Handoyo, G. (2020). Variabilitas Arus Permukaan Di Perairan Samudra Hindia Selatan Jawa. Indonesian Journal of Oceanography, 2(1), 1-7.
DOI: DOI: https://doi.org/10.14710/ijoce.v2i1.6785

Sarwati, D. E., Suryono, C. A., & Suryono, S. (2025). Pendugaan daerah tangkapan ikan pelagis kecil di perairan Pesisir Utara Jawa Tengah berdasarkan paremater lingkungan laut. Jurnal Kelautan Tropis, 28(1), 107-117.
DOI: https://doi.org/10.14710/jkt.v28i1.26262

Setiawan, F., Prasita, V. D., & Widagdo, S. (2020). Pergerakan arus permukaan laut selat bali berdasarkan parameter angin dan cuaca. Jurnal Riset Kelautan Tropis, 1(2), 1-4.
DOI: http://dx.doi.org/10.30649/jrkt.v1i2.25

Surinati, D., & Corvianawatie, C. (2019). Dinamika Massa Air di Sekitar Pulau-Pulau Kecil Terluar (PPKT) Perairan Utara Papua. OLDI (Oseanologi dan Limnologi di Indonesia), 4(3), 187-203.
DOI: 10.14203/oldi.2019.v4i3.251

Tamimi, R., Ahmad, J., & Pelu, R. (2023). Habitat dan Tingkah Laku Ikan. Penerbit NEM.

Tuapetel, F. (2020). Ikan Terbang, Potensi Perairan Maluku Yang Terabaikan. Warta Iktiologi, 4(3), 11–18.