

ANALISIS KEJADIAN UPWELLING DAN DAERAH POTENSIAL PENANGKAPAN IKAN TUNA DI PERAIRAN TELUK TOLO

Amadhan Takwir¹, Ari Berty Rondonuwu², Nurhalis Wahidin³, Arwan
Arif Rahman¹, La Ode Muh. Gunawan Giu⁴, Muh. Trial Fiar Erawan¹

¹Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo

²Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi

³Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Khairun

⁴Ikatan Sarjana Kelautan Indonesia DPW Sulawesi Tenggara

E-mail: atakwir@uho.ac.id

ABSTRAK

Parameter suhu, klorofil-a dan kejadian upwelling dapat dijadikan sebagai indikator untuk penentuan daerah penangkapan ikan. Penelitian ini bertujuan untuk menduga kejadian upwelling dan daerah penangkapan ikan baik secara spasial maupun temporal di perairan Teluk Tolo. Data yang digunakan adalah suhu dan klorofil-a mulai dari Januari 2016 sampai Desember 2020 yang diperoleh dari model CMES (*Copernicus Marine Environment Service*). Data dianalisis menggunakan pyferret untuk menampilkan informasi suhu dan klorofil-a perairan spasial dan temporal. Pendugaan daerah potensi penangkapan ikan dianalisis menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis dan dikonfirmasi menggunakan produksi hasil tangkapan tuna yang diperoleh dari data *Log Book* Perikanan Tangkap di WPP 714 yang dikeluarkan oleh KKP RI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa musim penangkapan ikan tuna optimum terjadi pada musim barat dengan kisaran rata-rata suhu berkisar antara 28°C - 29°C dengan konsentrasi klorofil-a berada pada kisaran 0,125 – 0,2 mg/L. Kejadian upwelling terjadi setiap tahun yang dimulai pada bulan Juli hingga September. Sebaran potensial penangkapan ikan berada pada koordinat 124.036738° BT - 125.104061° BT dan -2.753314° LS - -3.628224° LS.

Kata Kunci: Upwelling, Suhu, Klorofil-a, Daerah Penangkapan Ikan Tuna, Teluk Tolo

ABSTRACT

Sea temperature, chlorophyll-a concentration and upwelling can be used as indicators for determining fishing ground areas. This study aimed to predict the occurrence of upwelling and fishing ground areas both spatially and temporally in Tolo Bay. Data were obtained in CMES (Copernicus Marine Environment Service) model from January 2016 to December 2020. These data were visualized using pyferret spatially and temporally. The estimation of potential fishing areas was analyzed using GIS through sea temperature and chlorophyll-a overlay analysis. These area then confirmed using the production of tuna catches obtained from the Fisheries Log Book in WPP 714 issued by the Indonesian Ministry of Marine Affairs and Fisheries. Results showed that the optimal tuna fishing season occurred in the west monsoon season. The

dynamics of sea temperature ranged 28^oC - 29^oC while chlorophyll-a concentration ranged 0.125 - 0.2 mg/L. Upwelling event occurs every year starting from July to September. The distribution of fishing potential area was at 124.036738° E - 125.104061° E and -2.753314° S - -3.628224° S at each west monsoon season in Tolo Bay.

Keywords: Upwelling, Sea Temperature, Chlorophyll-a, Tuna Fishing Ground, Tolo Bay

PENDAHULUAN

Daerah penangkapan ikan yang potensial dapat ditentukan apabila tersedia informasi tentang indikator-indikator yang mempengaruhi keberadaan ikan. Indikator yang dimaksud antara lain kesuburan perairan yang bisa dilihat dari sebaran konsentrasi klorofil-a, suhu perairan dan kejadian upwelling (Simbolon *et al.*, 2013; Faizal *et al.*, 2012 dan Ekaputra *et al.*, 2019). Ketiga variabel tersebut dapat dikaji baik secara spasial maupun temporal. Adanya data dan informasi musiman pola sebaran suhu, klorofil-a dan kejadian upwelling dapat menjadi indikator pengambilan keputusan untuk pengelolaan perikanan tangkap.

Teluk Tolo secara geografis terletak di antara semenanjung timur dan tenggara Pulau Sulawesi (*Celebes*) dari wilayah Indonesia. Perairan Teluk Tolo secara langsung mendapat pengaruh dari Laut Banda yang merupakan kawasan perairan Indonesia timur dengan kedalaman lebih dari 2.000 m hingga 6.000 m (Wulandari, 2017). Variabilitas parameter oseanografi khususnya arus mendapat pengaruh dari pergerakan massa air berupa Arus Lintas Indonesia (Arlindo) yang masuk melalui Laut Banda bagian barat (Giu *et al.*, 2020). Adanya massa air tersebut diduga memberikan variasi musiman tersendiri terhadap pola penangkapan ikan tuna.

Ikan Tuna melakukan migrasi horizontal umumnya dalam rentang bulanan. Sama halnya dengan migrasi vertikal, migrasi horizontal dilakukan untuk mencari lingkungan yang sesuai dengan kapabilitas fisiologi serta daerah yang kaya akan makanan (Fajrianti, 2019). Keberadaan ikan tuna dapat diketahui melalui parameter oseanografi. Parameter oseanografi tersebut adalah suhu, kandungan klorofil-a dan upwelling (Sariato, 2018, Cahya *et al.*, 2016, Supyan *et al.*, 2020).

Pendugaan daerah penangkapan ikan di WPP714 telah banyak dilakukan namun fokus area studi terpusat pada perairan Laut Banda dan sekitarnya seperti yang telah dilakukan oleh Simbolon dan Tadjuddah (2008), Tadjuddah & Mustafa (2017), Haruna *et al.* (2019), Tangke *et al.* (2011) dan Sukresno *et al.* (2008). Namun riset-riset tentang potensi penangkapan ikan khususnya ikan tuna di perairan Teluk Tolo yang juga merupakan bagian dari WPPRI 714 belum banyak ditemukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variabilitas musiman suhu, klorofil-a, upwelling dan daerah potensi penangkapan ikan tuna di Teluk Tolo. Data dan informasi yang dihasilkan dari penelitian dapat dijadikan basisdata pengambilan keputusan dalam rangka pengelolaan WPPNRI sesuai dengan target *Sustainable Development Goals* (SDGs) 14 dimana salah satu indikatornya adalah

terkelolanya 11 wilayah pengelolaan perikanan (WPP) secara berkelanjutan di Indonesia.

MATERI DAN METODE

Data parameter oseanografi yang digunakan bersumber dari hasil keluaran model CMES (*Copernicus Marine Environment Service*). Data yang digunakan berupa data suhu, klorofil-a, arus komponen zonal (u) dan meridional (v) dengan rentang waktu data dari tanggal 1 Januari 2016 sampai 31 Desember 2020. Data tersebut dapat diakses melalui <http://marine.copernicus.eu/> berupa data dalam bentuk **nc file*. Data suhu dan arus mempunyai resolusi grid horizontal $1/12^\circ$ atau 9,25 km dan resolusi vertikal sekitar 350 meter atau setara 29 level kedalaman. Sementara data klorofil-a memiliki resolusi grid horizontal sebesar 4 km dan tersebar di wilayah permukaan laut. Analisis parameter oseanografi dilakukan dalam 4 tahapan, yaitu: 1) menghitung sebaran suhu perairan secara horizontal dan vertikal, 2) menghitung besaran klorofil-a; 3) Menentukan variabilitas upwelling berdasarkan parameter suhu dan klorofil-a; dan 4) menentukan daerah fishing berdasarkan parameter suhu dan klorofil-a menggunakan analisis overlay menggunakan Sistem Informasi Geografis. Data spasial lokasi pendugaan lokasi penangkapan ikan kemudian dikonfirmasi dengan data lokasi penangkapan ikan dan produksi perikanan tuna yang diperoleh dari *Log Book Perikanan Tangkap* yang dikeluarkan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

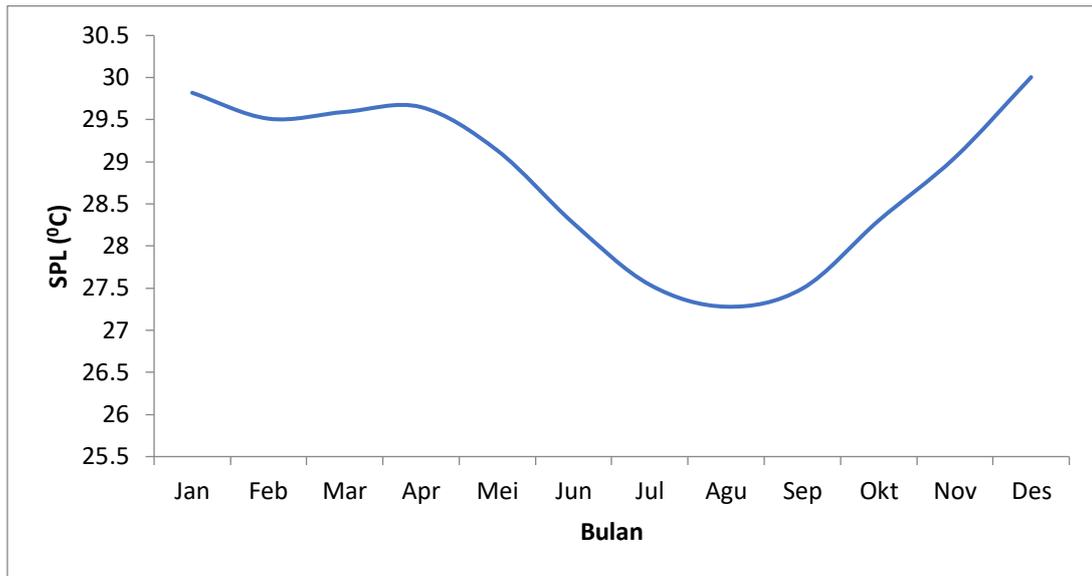
Suhu Perairan

Analisis data hasil model suhu permukaan laut (SPL) selama 5 tahun pada periode tahun 2016 – 2020 di perairan Teluk Tolo menunjukkan adanya fluktuasi musiman. SPL relatif lebih dingin pada Musim Timur (Juli, Agustus, September), dibandingkan Musim Barat (Januari, Februari, Maret), Peralihan I (April, Mei, Juni) dan Peralihan II (Oktober, November, Desember).

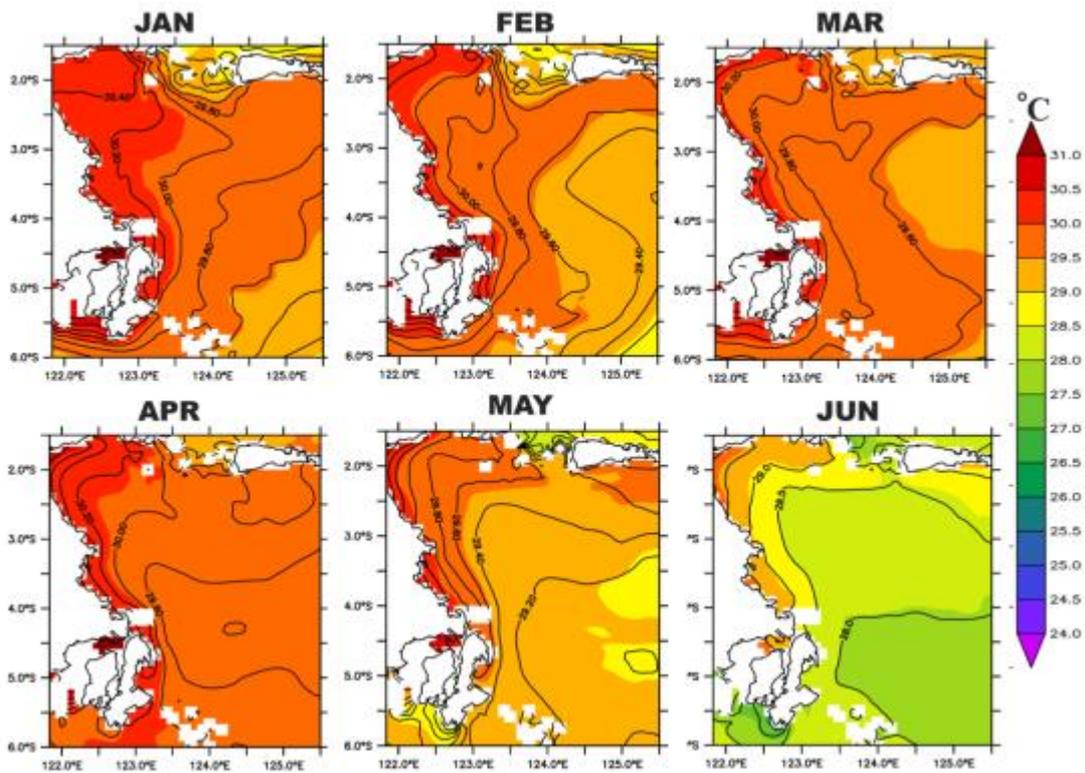
Hasil analisis menunjukkan rata-rata SPL pada musim Barat memiliki kisaran suhu antara $29,5^\circ\text{C}$ hingga $31,5^\circ\text{C}$, dimana semakin ke arah Teluk Tolo suhunya semakin hangat. Hal itu juga serupa terjadi pada musim Peralihan I. Namun sebaliknya pada Musim Timur, SPL di perairan Teluk Tolo lebih dingin dengan kisaran suhu antara $27,5^\circ\text{C}$ hingga $28,7^\circ\text{C}$.

Setiap tahun, secara temporal, terdapat kecenderungan yang sama yakni suhu lebih dingin akan terjadi pada musim timur yakni bulan Juli, Agustus dan September. Hal ini dapat diduga bahwa pada bulan tersebut terdapat potensi *upwelling*.

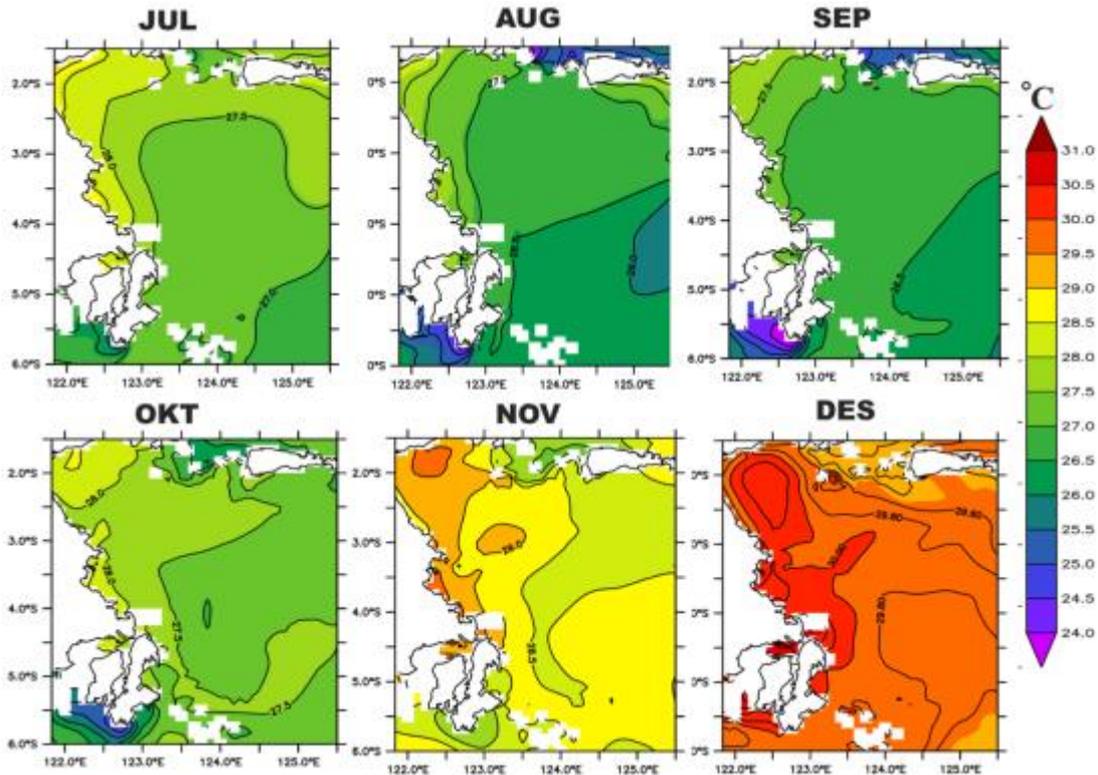
Pada kedalaman antara 0,5 – 30 meter yang merupakan *swimming layer* jenis ikan tuna cakalang (*Katsuwonus pelamis*), nilai rerata Suhu Permukaan Laut 29,64, 29,01, 27,43 dan 29,11 $^\circ\text{C}$ secara berturut-turut pada musim barat, peralihan 1, musim timur dan peralihan 2. Grafik suhu permukaan laut perbulan selama 4 tahun dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Gambar 1. Grafik SPL perairan Teluk Tolo pada kedalaman antara 0,5 – 30 m antara tahun 2016 - 2020.



Gambar 2. Peta sebaran SPL Musim Barat (JFM) dan Peralihan 1 (AMJ) di perairan Teluk Tolo.



Gambar 3. Peta sebaran SPL Musim Timur (JAS) dan Peralihan II (OND) di perairan Teluk Tolo.

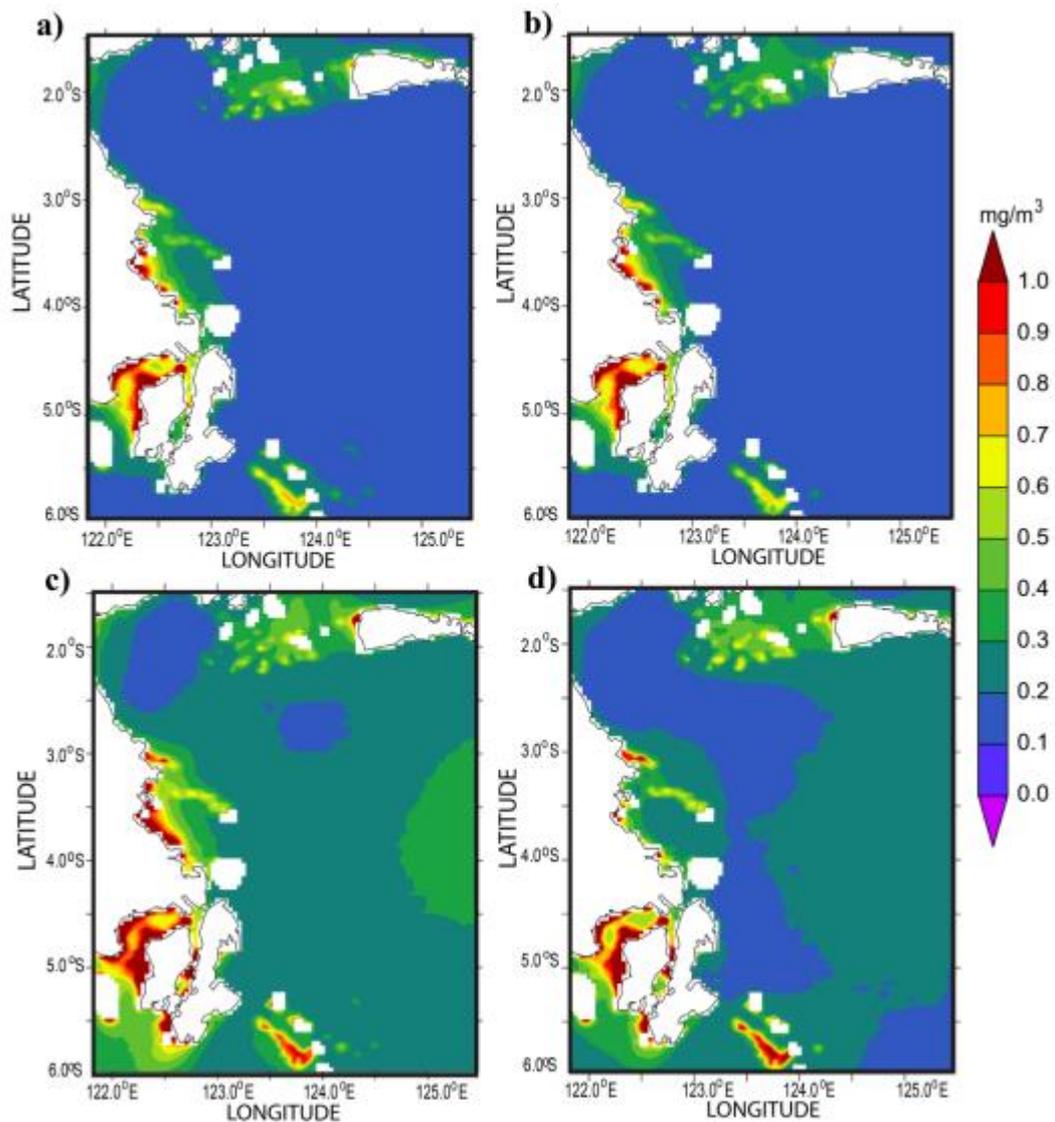
Kandungan Klorofil-a

Konsentrasi klorofil-a di perairan Teluk Tolo mengalami fluktuasi musiman sebagaimana terlihat pada Gambar 4, dimana pada musim timur klorofil-a lebih tinggi ($0,6-1,0 \text{ mg/m}^3$) dibandingkan pada musim barat ($0,5-0,7 \text{ mg/m}^3$). Pada Musim Barat (Gambar 4.a.) terlihat bahwa klorofil-a relatif rendah yang direpresentasikan dengan warna biru. Klorofil-a dengan konsentrasi yang cukup tinggi pada Musim Barat terlihat di dekat pesisir Konawe Utara dengan distribusi yang tidak merata. Sebaliknya pada musim Timur (Gambar 4.c.) klorofil-a terlihat sangat tinggi yang direpresentasikan dengan warna kuning hingga merah dengan distribusi spasial yang cukup luas dengan persebaran yang cukup jauh dari garis pantai hingga mencakup area Teluk Tolo.

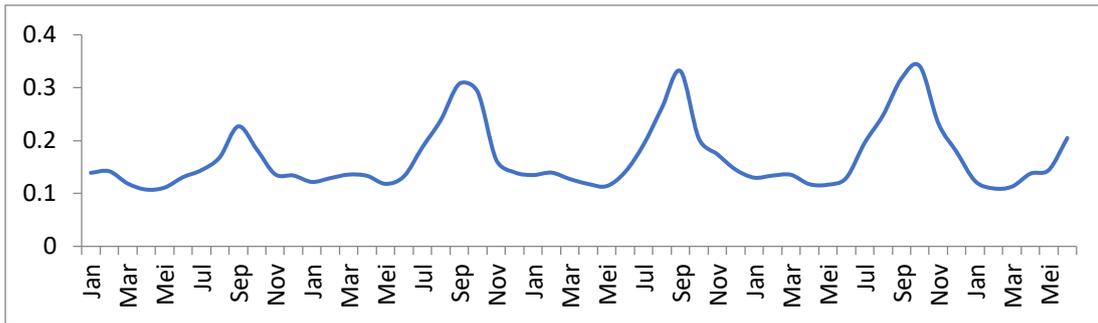
Umumnya sebaran konsentrasi klorofil-a tinggi di perairan pantai sebagai akibat dari tingginya suplai nutrisi yang berasal dari daratan melalui aliran air sungai dan *run off* bahan organik secara langsung. Selain itu di beberapa tempat ditemukan bahwa konsentrasi klorofil-a cukup tinggi walaupun jauh dari daratan. Kondisi demikian terjadi karena proses sirkulasi massa air yang memungkinkan terangkutnya sejumlah nutrisi dari lapisan laut dalam ke lapisan permukaan seperti yang terjadi pada daerah *upwelling* (Fitriya, *et al.*, 2011).

Selanjutnya, ekstraksi data model dilakukan untuk mendapatkan nilai rata-rata bulanan konsentrasi klorofil-a selama 5 tahun seperti yang tersaji

pada Gambar 4. Konsentrasi klorofil-a mulai mengalami peningkatan pada bulan April dan mengalami puncaknya pada bulan Agustus-September pada kisaran antara $0,32 \text{ mg/m}^3$ hingga $0,43 \text{ mg/m}^3$ serta menurun pada bulan Oktober dan November dengan rerata kisaran $0,18 \text{ mg/m}^3$. Variabilitas musiman klorofil-a di perairan Teluk Tolo, sesuai dengan pernyataan Iskandar *et al.* (2009); Ningsih *et al.* (2013), yang menyatakan bahwa klorofil-a mengalami pertumbuhan yang sangat signifikan pada Musim Barat dan mengalami puncaknya pada bulan Agustus-September, kemudian mengalami penurunan yang sangat cepat pada bulan November. Menurut, Kunarso *et al.*, (2008) bahwa puncak panen tuna umumnya terjadi pada saat kadar klorofil-a tinggi.



Gambar 4. Sebaran klorofil-a (2016-2020) pada Musim Barat (a), Musim Peralihan I (b), Musim Timur (c), dan Musim Peralihan II (d).

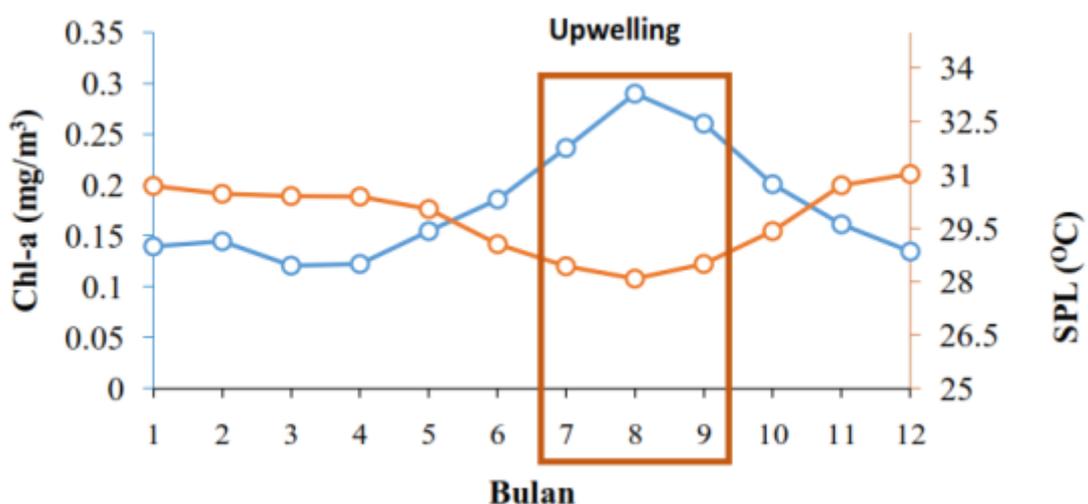


Gambar 5. Grafik Klorofil-a rata-rata bulanan periode 2016-2020.

Deteksi Upwelling

Analisis korelasi suhu dan klorofil diperoleh dari hasil rata-rata bulanan selama 5 tahun (2016-2020) seperti yang tersaji pada Gambar 6. Menunjukkan pola fluktuasi yang unik, dimana secara bulanan kedua data tersebut saling terkait. Pada saat SPL mengalami penurunan, konsentrasi klorofil-a mengalami peningkatan, demikian juga sebaliknya pada saat SPL mengalami kenaikan ternyata klorofil-a mengalami penurunan. Adanya waktu jeda (*time lag*) peningkatan klorofil-a yang mengikuti penurunan SPL terjadi kurang dari satu bulan sebagaimana terlihat misalnya ketika SPL mulai mengalami penurunan pada bulan Mei-Juni, diikuti oleh kenaikan klorofil-a pada bulan Mei-Juni.

SPL dapat dijadikan sebagai indikator terjadinya *upwelling* dan *front* karena perairan yang mengalami fenomena *upwelling* memiliki ciri yaitu memiliki suhu rendah yang dikelilingi oleh perairan bersuhu lebih hangat. Berdasarkan hasil penelitian terkait tangkapan tuna sirip kuning umumnya tertangkap pada kisaran suhu 22-24°C (Harahap *et al.* 2015; Barata *et al.* 2011).

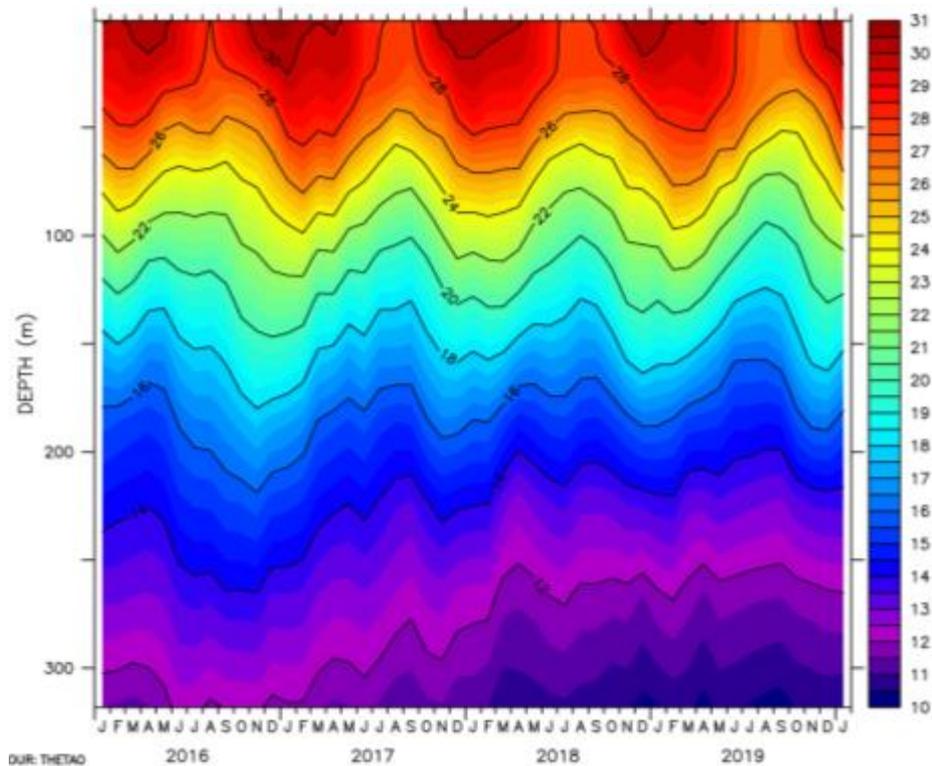


Gambar 6. Variabilitas klorofil-a dan suhu permukaan laut rata-rata bulanan selama 4 tahun (2016-2020) (area 122,5° BT-123,5° BT dan 2,7°LS-3,5° LS).

Dari gambar di atas, terlihat bahwa rata-rata suhu perairan pada kedalaman antara 0,5 – 30 meter di musim timur (Juli, Agustus dan September) relatif lebih dingin jika dibandingkan dengan musim barat, musim peralihan 1 dan musim peralihan 2. Nilai suhu pada kedalaman tersebut berkisar antara 27,2 – 27,5 °C. Fenomena tersebut terjadi setiap tahun mulai dari tahun 2016 – 2020. Diwaktu yang bersamaan, kandungan klorofil-a juga mengalami peningkatan yang mencapai 0,3 mg/L sehingga dapat diduga bahwa kejadian *upwelling* terjadi optimum pada bulan Juli hingga Agustus. Hal ini sejalan dengan yang diteliti oleh Hariati *et al* (2017) yang menyatakan bahwa fluktuasi terbesar suhu permukaan laut ke arah timur yang disebabkan oleh suhu permukaan laut yang rendah selama bulan Juni sampai September dapat dikaitkan dengan proses *upwelling* di bagian timur pada periode tersebut.

Sub-surface temperature atau suhu di bawah lapisan permukaan memiliki batas hingga kedalaman tertentu. Merujuk pada penelitian Sukresno *et al.* (2018) dalam penentuan profil *upwelling* dan *downwelling* dari variabilitas suhu berdasarkan kedalaman, maka di peroleh profil suhu di Perairan Teluk Tolo yang disajikan pada Gambar 7.

Dari Gambar 7, terlihat bahwa *upwelling* dan *downwelling* terjadi secara berulang. Pada Musim Timur massa air dingin naik ke permukaan, sedangkan pada Musim Barat massa air hangat turun ke kedalaman, bahkan pada periode tertentu seperti pada tahun 2016, *downwelling* mencapai hingga lebih dari >300 m. Profil suhu dari permukaan hingga kedalaman 300 m menunjukkan terjadinya *upwelling* di perairan Teluk Tolo bulan Juli hingga Oktober.



Gambar 7. Profil suhu dari permukaan laut hingga kedalaman 320 m.

Perbedaan suhu antara Musim Barat dan Musim Timur terlihat jelas pada kedalaman 50 m dan 100 m. Pada kedalaman 50 m Musim Timur (Gambar 8.b) memiliki suhu perairan yang lebih rendah sekitar 2°C dibandingkan pada Musim Barat, khususnya di selatan Pulau Taliabu sekitar lintang 3,0°S. Sementara pada kedalaman 100 m, perubahan suhu terjadi secara drastis yang berkisar 3°C, dimana Musim Timur jauh lebih dingin berkisar 21,5°C tersebar di muara Teluk Tolo dibandingkan musim Barat yang memiliki suhu 24,5°C. *Upwelling* terjadi sebagai akibat naiknya massa air dari kedalaman menuju permukaan yang membawa nutrisi dan suhu yang lebih dingin.

Berdasarkan suhu dan kedalaman penangkapan, jenis *yellowfin* lebih banyak tertangkap pada kedalaman 85,73 m–167,80 m dengan suhu 22,20°C–26,40 °C (Barata *et al*, 2011). Tuna merupakan salah satu jenis ikan pelagis yang dalam kelompok ruayanya akan muncul di atas lapisan termoklin menjelang matahari terbit dan saat matahari akan tenggelam pada sore hari (Bahtiar, 2016). Pada saat malam hari gerombolan tuna akan menyebar di antara lapisan permukaan dan termoklin.

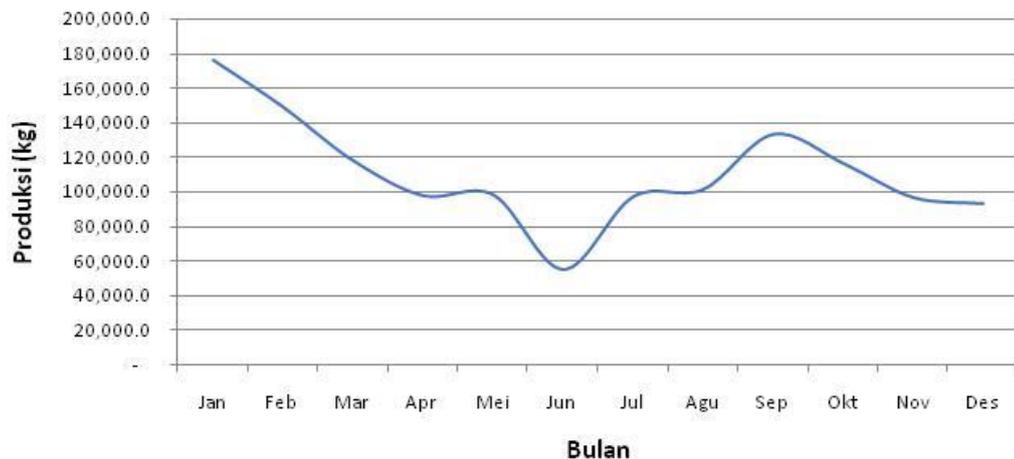
Pada musim Barat aliran arus yang ada di Teluk Tolo mendapat masukan dari arus utama Laut Maluku yang diteruskan menuju Laut Seram, selanjutnya aliran bergerak ke arah tenggara menuju Pulau Wakatobi dengan membentuk percabangan aliran, dimana sebagian aliran menuju Laut Flores dan sisanya mengalir ke Samudera Hindia melalui Selat Ombai. Sementara pada musim Timur aliran yang terbentuk hampir sama seperti pada musim Barat namun terdapat resirkulasi massa air (*eddies*) di sekitaran pulau Wakatobi. *Eddy* yang terbentuk merupakan *eddy* semi permanen yang selalu ada (hadir) di sepanjang tahunnya. Namun, mengalami massa pelemahan dan perkembangan yang sangat terkait dengan pola musiman. Pada Musim Barat *eddy* umumnya lemah dan mengalami perkembangan penuh selama Musim Timur.

Pendugaan Daerah Potensi Penangkapan Ikan

Analisis daerah potensi penangkapan ikan dilakukan melalui *overlay* antara data Suhu Permukaan Laut dan sebaran Klorofil-a baik. Daerah penangkapan ikan yang potensial adalah daerah yang konsentrasi klorofil-a optimum dengan suhu optimum untuk distribusi ikan yang disesuaikan produksi penangkapan.

Perairan Teluk Tolo merupakan lokasi penangkapan tuna yakni cakalang, madidihang dan tuna mata besar. Alat tangkap dominan di permukaan adalah purse seine, huhate dan pancing tonda. Sementara alat tangkap pada kedalaman 100 – 200 meter menggunakan *handline* tuna atau pancing ulur.

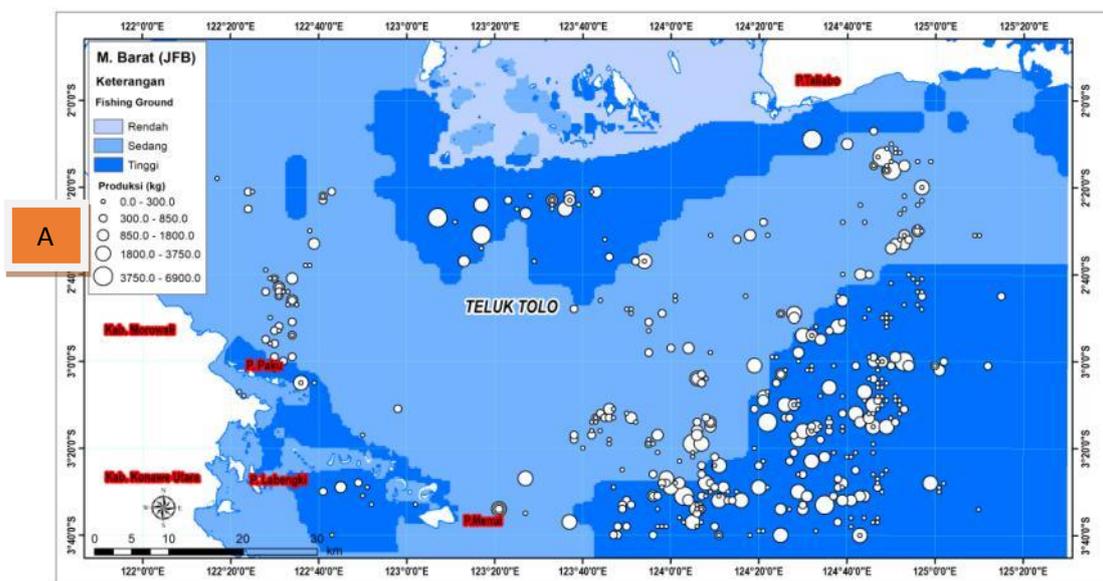
Di bawah ini ditampilkan grafik kecenderungan perubahan hasil tangkapan ikan tuna yang merupakan nilai produksi rata-rata selama 2016-2020, grafik rata-rata suhu pada kedalaman antara 0,5 – 30 meter dan grafik kandungan klorofil-a di lokasi studi.

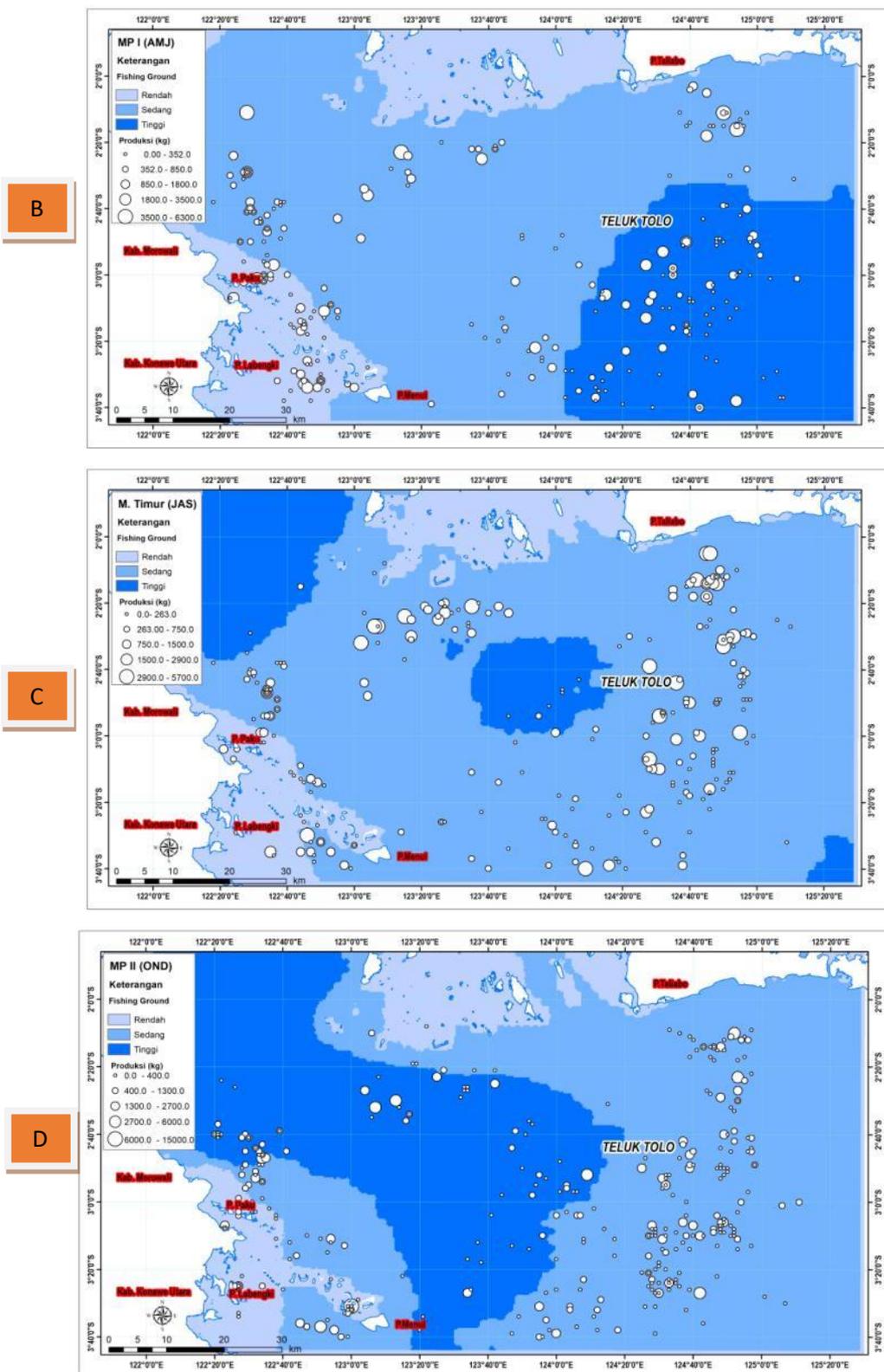


Gambar 10. Produksi perikanan tuna menggunakan alat tangkap Huhate, Purse Seine dan Pancing Tonda (Sumber: *Log Book* Perikanan Tangkap, KKP RI).

Dari grafik suhu dan klorofil-a di atas, secara umum bahwa karakteristik suhu potensial penangkapan ikan tuna di Perairan Teluk Tolo selama periode musim barat (musim penangkapan tinggi) yaitu pada kisaran antara 28,0°C dan 29,0°C. Daerah potensial tersebut memiliki karakteristik konsentrasi klorofil-a antara 0,125 dan 0,20 mg/L .

Dengan demikian dapat ditentukan daerah potensial penangkapan ikan tuna menggunakan variabel suhu perairan pada suhu 28 – 29°C dan kandungan klorofil-a 0,125 – 0,2 mg/L. Berikut di bawah ini sebaran daerah penangkapan ikan tuna potensial hasil *overlay* antara sebaran suhu perairan dengan kandungan klorofil-a di perairan Teluk Tolo yang dikonfirmasi dengan titik-titik lokasi penangkapan ikan tuna yang diperoleh dari data *Log Book* Perikanan Tangkap yang dikeluarkan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.





Gambar 11. Peta potensial penangkapan ikan tuna di perairan Teluk Tolo setiap musim. A. Musim Barat. B. Musim Peralihan I. C. Musim Timur. D. Musim Peralihan II.

Dari gambar di atas, sebaran titik-titik lokasi penangkapan ikan tuna mengalami peningkatan pada musim barat. Hal tersebut juga terkonfirmasi dengan grafik produksi penangkapan tuna yang optimal pada musim barat. Terlihat jelas bahwa produksi penangkapan relatif lebih tinggi pada musim barat. Sementara pada musim timur (Agustus-September) dan awal musim peralihan II (Oktober), suhu perairan menjadi lebih dingin dan kandungan klorofil-a meningkat yang diduga terjadi adanya upwelling. Jika produksi penangkapan tinggi yang terjadi pada musim barat (Januari, Februari dan Maret), maka dibutuhkan waktu sekitar 2 bulan setelah adanya upwelling hingga menjadi lokasi potensial tinggi penangkapan ikan tuna. Hal ini sejalan dengan hasil riset Rintaka (2015) yang melakukan penelitian di perairan Maluku yang menyatakan bahwa SPL minimum terlihat dari front suhu permukaan yang merupakan indikasi terjadinya upwelling pada bulan Juli–Agustus, selang waktu 1 bulan terjadi peningkatan konsentrasi klorofil-a pada bulan September–Oktober dan selang waktu (*time lag*) 5–6 bulan terjadi peningkatan jumlah tangkapan Skipjack tuna di perairan Laut Halmerara, Laut Maluku.

KESIMPULAN

Kejadian upwelling di perairan Teluk Tolo terjadi setiap tahun yang terjadi mulai dari bulan Juli hingga September. Musim penangkapan ikan tuna optimum terjadi pada musim barat atau mengalami peningkatan produktifitas sejak musim peralihan II hingga musim barat. Daerah potensial penangkapan ikan berada di perairan sebelah selatan Pulau Banggai dengan posisi koordinat 124.036738° BT - 125.104061° BT dan -2.753314° LS -3.628224° LS.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi atas penyelenggaraan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Direktorat Pengelolaan Sumberdaya Ikan Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia yang telah menyediakan data *Log Book* Hasil Tangkapan ikan tuna di lokasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahtiar, A., Barata, A., & Novianto, D. 2016. Taktik penangkapan tuna mata besar (*Thunnus obesus*) di Samudera Hindia berdasarkan data *hook timer* dan *minilogger*. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 19(1), 47-35.
- Barata, A., Novianto, D., Bahtiar, A. 2011. Sebaran Ikan Tuna Berdasarkan Suhu dan Kedalaman di Samudera Hindia. *Ilmu Kelautan* 16 (3): 165-170

- Cahaya, C. N., Setyohadi, D., & Surinati, D. 2016. Pengaruh parameter oseanografi terhadap distribusi ikan. *Oseana*, 41(4), 1-14.
- Ekaputra, M., Hamdani, H., Suryadi, I. B. B., & Apriliani, I. M. 2019. Penentuan Daerah Penangkapan Potensial Ikan Tongkol (*Euthynnus sp.*) Berdasarkan Citra Satelit Klorofil-A di Palabuhanratu, Jawa Barat. *Albacore Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, 3(2), 169-178.
- Faizal, A., Jompa, J., Nessa, M. N., & Rani, C. 2012. Dinamika spasio-temporal tingkat kesuburan perairan di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan. *In Seminar Nasional Tahunan IX Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*.
- Fajrianti, D. 2019. Tingkat Kematangan Gonad Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di Teluk Bone Laut Flores, Hubungannya Dengan Penangkapan Berkelanjutan (Disertasi: Universitas Hasanuddin).
- Fitriya, N., Surbakti, H., & Aryawati, R. 2011. Pola Sebaran Fitoplankton serta Klorofil-a pada Bulan November di Perairan Tambelan, Laut Natuna. *Maspari Journal: Marine Science Research*, 3(2), 1-8.
- Giu, L.M., Atmadipoera, A. S., Naulita, Y., & Nugroho, D. 2020. Struktur Vertikal Dan Variabilitas Arlindo Yang Masuk Ke Tepi Barat Laut Banda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(2), 457-472.
- Harahap, SA. Syamsuddin, ML., Purba NP. 2015. Pendugaan Hotspot Tuna Sirip Kuning (*Thunnus Albacares*) di Perairan Selatan Jawa Barat. *Omni-Akuatika* 11(2), Hal: 50–60
- Hariati, T., Amri, K., & Choridjah, U. 2017. Fluktuasi Hasil Tangkapan Ikan Layang (*Decapterus Spp.*) di Perairan Kendari dan Sekitarnya Serta Kaitannya Dengan Sebaran Suhu Permukaan Laut, Salinitas, dan Klorofil-A Permukaan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 16(2), 135-146.
- Haruna, J. B., Tawari, R. H., Tupamahu, A., Siahainenia, S. R., & Silooy, F. D., 2019. Dinamika Daerah Penangkapan Tuna Madidihang (*Thunnus albacares*) di Perairan Laut Banda. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan XVI ISOI 2019* Ambon, 7-8 November 2019.
- Iskandar 1, I., Rao 2, S.A. & Tozuka, T. 2009. Chlorophyll-a bloom along the southern coasts of Java and Sumatra during 2006. *International Journal of Remote Sensing*, 30(3), pp.663-671.
- Kunarso, Supangat, A., Wiweka. 2008. Studi Keunggulan Aplikasi Teknologi Peramalan Fishing Ground dengan Data Upwelling dan Real Time Satellite untuk Berburu Ikan Tuna pada Variasi Iklim Global. Laporan Penelitian. Kementerian Negara Riset dan Teknologi, Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro, Semarang. 158 hal.

- Ningsih, N.S., Rakhmaputeri, N. & Harto, A.B. 2013. Upwelling variability along the southern coast of Bali and in Nusa Tenggara waters. *Ocean Science Journal*, 48(1), pp.49-57.
- Rintaka, W. E. 2015. Analisis seasional suhu permukaan laut (SPL), thermal front dan klorofil a terhadap jumlah tangkapan skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) di Perairan Utara Maluku-Papua. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan XII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*.
- Sarianto, D. 2018. Analisis Daerah Penangkapan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di Sekitar Bacan dan Obi, Halmahera Selatan. *SEMAH Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Perairan*, 2(3).
- Simbolon, D., & Tadjuddah, M. 2008. Pendugaan Front dan Upwelling Melalui Interpretasi Citra Suhu Permukaan Laut dan Clorofil-A di Perairan Wakatobi Sulawesi Tenggara. *Buletin PSP*, 17(3).
- Simbolon, D., Silvia, S., & Wahyuningrum, P. I. 2013. Pendugaan Thermal Front dan Upwelling sebagai Indikator Daerah Potensial Penangkapan Ikan di Perairan Mentawai (The Prediction of Thermal Front and Upwelling as Indicator of Potential Fishing Grounds in Mentawai Water). *Marine Fisheries: Journal of Marine Fisheries Technology and Management*, 4(1), 85-95.
- Sukresno B., Jatisworo D., Kusuma DW. 2018. Multilayer Analysis of Upwelling Variability in South Java Sea. *Jurnal Kelautan Nasional*, 13(1):15-25.
- Sukresno, B., Suniada, K. I., & Riset, B. 2008. Observasi pengaruh ENSO terhadap produktifitas primer dan potensi perikanan dengan menggunakan data satelit di Laut Banda. *Globe*, 10(2), 97-107.
- Supyan, S., Susanto, A. N., & Malik, F. R. (2020). Hubungan sebaran suhu permukaan laut dan klorofil-a dengan hasil tangkapan ikan cakalang di daerah fishing ground bagian barat pulau Halmahera. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 3(1).
- Tadjuddah, M., & Mustafa, A. 2017. Sebaran suhu permukaan laut dan tracking daerah penangkapan Ikan Cakalang di Perairan Barat Laut Banda. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*, 2(1).
- Tangke, U., Mallawa, A., & Zainuddin, M. 2011. Analisis Hubungan Karakteristik Oseanografi dan Hasil Tangkapan Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*) di Perairan Laut Banda. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 4(2), 1-14.

Wulandari, A. V. 2017. Pengaruh Arlindo terhadap Distribusi Klorofil-a dan salinitas di Laut Banda Tahun 2006-2015. Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya 2017.