

ANALISIS PENGARUH PARAMETER OSEANOGRAFI SERTA FENOMENA ENSO TERHADAP HASIL TANGKAPAN DAN *CATCH PER UNIT EFFORT* (CPUE) DI PERAIRAN SULAWESI UTARA (STUDI KASUS DESEMBER 2014 – NOVEMBER 2019)

Astrid Yesica Lasut^{1,*}), Diana Cahaya Siregar², Regina Dara Ninggar³

¹Stasiun Meteorologi Sam Ratulangi Manado, Jl. A. A. Maramis Bandara Sam Ratulangi, Kota Manado, 95374

²Balai Besar Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Wilayah III, Jl. Raya Tuban, Kab. Badung, Bali, 80361

³Balai Besar Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Wilayah II, Jl. H. Abdul Ghani No. 5, Kota Tangerang Selatan, 15412

*Email: astrid.lasut@bmgk.go.id

ABSTRACT

The waters of North Sulawesi have a strategic location surrounded by the Sulawesi Sea and the Maluku Sea, considered the gateway to the water masses of the Pacific Ocean, which has a lot of fish potential and fishing areas. One of the problems naturally faced by fishermen is the impact of El Nino Southern Oscillation (ENSO), which can affect the fertility of the water, sea surface temperature variability, and chlorophyll-a in the waters of North Sulawesi. This research focuses on examining the variability of oceanographic parameters to determine fishing areas in the Sulawesi Sea using AQUA-MODIS satellite data and analyzing how ENSO influences catches and CPUE in North Sulawesi waters. The variability of oceanographic parameters such as sea surface temperature, chlorophyll-a, and surface winds was analyzed temporally, and correlation tests between parameters using the Pearson correlation method were used to measure the relationship of the Nino 3.4 Index to catches and CPUE. Temporal variability of oceanographic parameters shows relatively the same pattern in each seasonal period. Temperatures tend to be warm, and chlorophyll-a concentration values are low in the west monsoon period to transition season I, while in the east monsoon period to transition II, temperatures tend to be colder, and chlorophyll-a concentration values are high. Surface winds show relatively high wind speed values in the east season. The correlation test of the Nino 3.4 Index on catch results and CPUE has a negative or inverse relationship, and the effect is quite significant.

Keywords: Oceanography, Sea surface temperature, chlorophyll-a, surface wind, ENSO, catch, CPUE

ABSTRAK

Hasil Perairan Sulawesi Utara memiliki lokasi strategis yang dikelilingi oleh Laut Sulawesi dan Laut Maluku yang termasuk sebagai pintu gerbang massa air dari Samudera Pasifik, yang memiliki banyak potensi ikan dan daerah penangkapan ikan. Salah satu permasalahan yang secara alami dihadapi nelayan yaitu dampak dari El Nino Southern Oscillation (ENSO) yang dapat mempengaruhi kesuburan laut, variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a di perairan Sulawesi Utara. Penelitian ini berfokus untuk mengkaji variabilitas parameter oseanografi untuk menentukan daerah penangkapan ikan di Laut Sulawesi dengan menggunakan data satelit AQUA-MODIS, serta menganalisis bagaimana pengaruh ENSO terhadap hasil tangkapan dan CPUE di perairan Sulawesi Utara. Variabilitas parameter oseanografi seperti suhu permukaan laut, klorofil-a, dan angin permukaan dianalisis secara temporal dan uji korelasi antar parameter dengan metode korelasi pearson digunakan untuk mengukur hubungan Indeks Nino 3.4 terhadap Hasil Tangkapan dan CPUE. Variabilitas temporal parameter oseanografi menunjukkan pola yang relatif sama di setiap periode musimnya. Suhu cenderung hangat dan nilai konsentrasi klorofil-a rendah di periode musim barat hingga musim peralihan I, sedangkan pada periode musim timur hingga peralihan II suhu cenderung lebih dingin dan nilai konsentrasi klorofil-a tinggi. Angin permukaan menunjukkan nilai kecepatan angin yang relatif tinggi pada musim timur. Uji korelasi Indeks Nino 3.4 terhadap Hasil tangkapan dan CPUE memiliki hubungan negatif atau berbanding terbalik dan cukup signifikan pengaruhnya.

Kata kunci: Oseanografi, Suhu permukaan laut, klorofil-a, angin permukaan, ENSO, hasil tangkapan, CPUE

PENDAHULUAN

Eksploitasi ikan yang berlebihan diperkirakan dapat berdampak terhadap siklus hidup populasi ikan jika kondisi tersebut tidak diikuti dengan pertumbuhan dan reproduksi ikan. Selain itu, salah satu permasalahan secara alami yang dihadapi nelayan yaitu dampak dari *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) dimana kondisi anomali perairan yang disebabkan oleh ENSO akan mempengaruhi kondisi oseanografi dan sumber daya ikan di laut. Kejadian ENSO dapat mempengaruhi kesuburan laut (Kunarso, Setiyono, Rifai, & Subardjo, 2021), variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a (Lasut, et al., 2021), produksi tangkap dan *Catch per Unit Effort* (CPUE) (Kasim, Widodo, & Prasetyo, 2011).

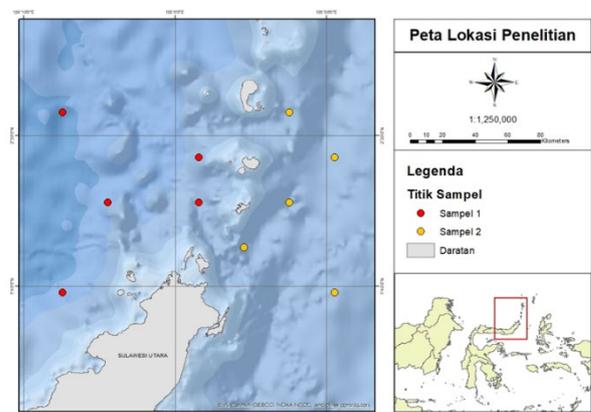
Produktivitas ikan primer terkait dengan tingkat kesuburan perairan secara langsung dapat menentukan kelimpahan sumber makanan ikan. Informasi kesuburan perairan dapat diketahui dengan menggunakan parameter oseanografi, seperti: suhu permukaan laut, klorofil-a dan angin permukaan (Kunarso, Setiyono, Rifai, & Subardjo, 2021). Pergerakan massa air laut yang bersuhu lebih dingin dan bermassa jenis lebih besar dari dasar laut bergerak ke permukaan akibat pengaruh dari pergerakan angin di atas permukaan air laut. Pergerakan ini umumnya membawa nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan fitoplankton di dekat permukaan laut. Kondisi ini akan semakin membaik jika permukaan perairan mendapatkan intensitas cahaya matahari cukup sehingga klorofil-a berkembang dengan baik, seperti penelitian (Prabowo, Triarso, & Kunarso, 2017) menunjukkan terdapat korelasi positif antara klorofil-a dengan CPUE ikan tenggiri di perairan Karimunjawa.

Penginderaan jarak jauh merupakan salah satu solusi yang dapat menyediakan informasi daerah penangkapan ikan melalui pendekatan parameter oseanografi. Penelitian ini mengkaji variabilitas temporal indikator oseanografi (suhu permukaan laut, klorofil-a dan angin

permukaan) untuk menentukan daerah penangkapan ikan di Laut Sulawesi dengan menggunakan data satelit AQUA-MODIS. Tingkat kesuburan perairan dapat diprediksi dengan menganalisis perubahan suhu air laut dan konsentrasi klorofil-a sebagai sumber nutrisi di laut. Perubahan variabel lingkungan di laut dapat dipengaruhi oleh ENSO dimana secara tidak langsung dapat mempengaruhi potensi keberadaan ikan. Laut Sulawesi memiliki potensi perikanan tinggi (Puspasari, et al., 2021), sehingga perlu dilakukan kajian mengenai pengaruh ENSO terhadap hasil tangkapan dan CPUE dengan menghitung uji korelasi antara indeks Nino 3.4 dengan dua parameter (hasil tangkapan dan CPUE).

METODE

Penelitian ini membagi wilayah perairan Sulawesi Utara menjadi dua (Gambar 1), yaitu Sampel 1 yang mewakili sisi barat perairan dan Sampel 2 yang mewakili sisi barat perairan. Tiap wilayah memiliki 5 titik lokasi yang ditentukan secara acak (Tabel 1). Pertama-tama, data parameter oseanografi (suhu permukaan laut atau SPL, klorofil-a dan angin permukaan) yang digunakan adalah data komposit yang diperoleh selama rentang waktu 5 tahun (Desember 2014 – November 2019) untuk 4 periode musim, yaitu: musim baratan (Desember-Januari-Februari), musim peralihan I (Maret-April-Mei), musim timuran (Juni-Juli-Agustus), dan musim peralihan II (September-Oktober-November).



Gambar 1. Peta wilayah penelitian

Tabel 1. Titik lokasi penelitian

Wilayah	Lintang	Bujur
Sampel 1	2,63°	124,38°
	2,13°	124,63°
	1,63°	124,38°
	2,38°	125,13°
	2,13°	125,13°
Sampel 2	2,63°	125,63°
	2,13°	125,63°
	1,88°	124,38°
	2,38°	125,88°
	1,63°	125,88°

Data SPL dan klorofil-a diperoleh dari pengolahan citra satelit AQUA-MODIS level 4 (<https://resources.marine.copernicus.eu/>), dan data angin permukaan diperoleh dari Era-Interim ECMWF (<https://cds.climate.copernicus.eu/>). Data parameter oseanografi diekstrak menggunakan *Ocean Data View* (ODV) dan dianalisis secara temporal dalam tampilan grafik garis. Selanjutnya, nilai indeks anomali suhu Nino 3.4 untuk periode Desember 2014 – November 2019 diunduh dari <https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/>. Data hasil tangkapan ikan di perairan Sulawesi Utara (termasuk nama kapal, posisi rumpon, tipe kapal, unit penangkapan, dan total hasil tangkapan berdasarkan jenis ikan) diperoleh dari Dinas PPP dan Pos AL Tumumpa dengan periode data yang digunakan yaitu tahun 2015–2019. Untuk mengetahui fluktuasi dan mengukur kekuatan hubungan antara ENSO dengan hasil tangkapan dan CPUE, maka dilakukan uji korelasi antar parameter dengan metode korelasi *pearson* (r) (Rumus 1.1) dimana nilai r akan diinterpretasikan sesuai Tabel 2 (Hasan, 2003).

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n xi yi - (\sum_{i=1}^n xi)(\sum_{i=1}^n yi)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n xi^2 - (\sum_{i=1}^n xi)^2] - [n \sum_{i=1}^n y^2i - (\sum_{i=1}^n yi)^2]}}$$

Keterangan:

r = korelasi *Pearson*

x = indeks Nino 3,4

y = hasil tangkapan atau CPUE

Tabel 2. Koefisien *pearson* (r)

Nilai r	Hubungan
r = 0	Tidak ada korelasi
0 < r < 0,2	Korelasi sangat rendah
0,2 < r < 0,4	Korelasi rendah
0,4 < r < 0,7	Korelasi yang cukup berarti
0,7 < r < 0,9	Korelasi yang tinggi, kuat
0,9 < r < 1,0	Korelasi sangat tinggi
r = 1	Korelasi sempurna

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Parameter Oseanografi

Kesiapsiagaan Suhu Permukaan Laut (SPL) merupakan salah satu faktor penting bagi kehidupan organisme di lautan. Umumnya organisme memerlukan fitoplankton sebagai sumber makanan di lautan. Fitoplankton akan mudah ditemukan jika terdapat konsentrasi klorofil-a yang cukup tinggi di wilayah perairan. Pada dasarnya, pergerakan massa air di laut akan dipengaruhi oleh pergerakan angin permukaan yang bertiup di atas perairan. Sistem angin di dunia umumnya kompleks dikarenakan distribusi daratan dan lautan yang tidak merata, radiasi matahari, siklus uap air di atmosfer, dan kemiringan poros rotasi bumi (Purwanti, Prasetyo, & Wijaya, 2017).

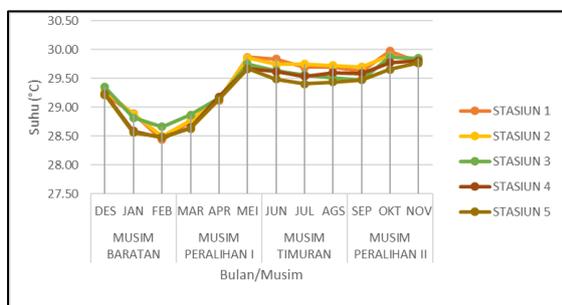
a. Suhu Permukaan Laut (SPL)

Berdasarkan Pola pergerakan SPL di Laut Sulawesi Utara mengikuti pola musim angin (monsun) yang bertiup menuju wilayah Indonesia. SPL di perairan Sulawesi Utara berkisar antara 28 – 30°C. Hal ini bersesuaian dengan SPL di perairan Indonesia yang telah dianalisis pada penelitian terdahulu yaitu berkisar 28 – 31°C (Nurdin, Panggabean, & Restiangsih, 2015). Nilai sebaran SPL di Sampel 1 berkisar antara 28,4 – 30,0°C dengan suhu terhangat relatif stabil di periode musim timuran dan musim peralihan II (Gambar 2). Nilai SPL di Sampel 2 berkisar antara 28,3 – 29,7°C dengan suhu yang relatif berfluktuasi di

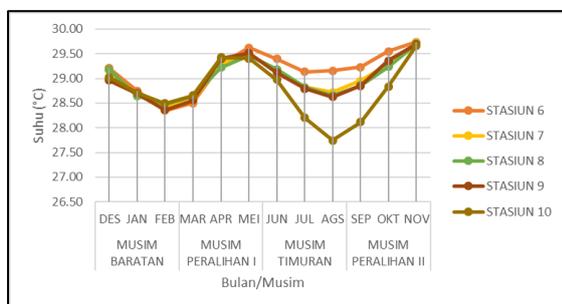
periode musim timuran dan musim peralihan II (Gambar 3).

Nilai SPL di Sampel 1 dan 2 akan mengalami penurunan di periode musim baratan serta mengalami peningkatan di periode musim peralihan I. Pada umumnya fluktuasi nilai suhu antar titik lokasi sampel menunjukkan bahwa rentang nilai rata-rata di Sampel 1 cenderung lebih hangat dibandingkan dengan Sampel 2. Fluktuasi nilai SPL di Sampel 2 pada periode musim timuran dan musim peralihan II terjadi diduga karena adanya pengaruh dari angin musim yang cukup kuat yang mendorong massa air di wilayah tersebut.

Kondisi ini mengakibatkan kenaikan massa air dari dasar laut yang mempunyai suhu lebih dingin ke atas permukaan. Naiknya massa air dari dasar laut ke permukaan laut membutuhkan waktu (*time lag*) untuk mengisi kekosongan massa air di permukaan laut. Adanya *time lag* ini menyebabkan suhu permukaan laut yang lebih dingin (Hestningsih, Sasmito, & A., 2017).



Gambar 2. Variabilitas nilai SPL di sampel 1

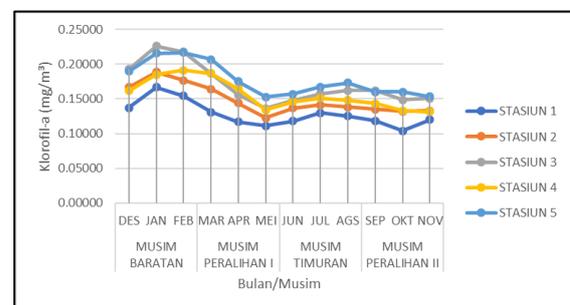


Gambar 3. Variabilitas nilai SPL di sampel 2

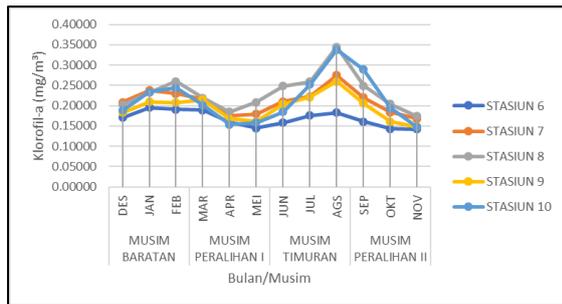
b. Klorofil-a

Nilai konsentrasi klorofil-a di perairan Sulawesi Utara untuk Sampel 1 berkisar antara 0,104 – 0,226 mg/m³ dengan pola fluktuasi yang menurun di setiap periode musimnya (Gambar 4). Nilai konsentrasi klorofil-a mulai menurun pada periode musim baratan hingga musim peralihan I dan relatif stabil pada periode musim timuran hingga musim peralihan II. Nilai konsentrasi klorofil-a di perairan Sulawesi Utara untuk Sampel 2 berkisar antara 0,142 – 0,345 mg/m³ dengan pola fluktuasi yang meningkat pada periode musim baratan dan timuran (Gambar 5). Nilai konsentrasi klorofil-a mulai menurun pada periode musim peralihan I dan peralihan II.

Konsentrasi klorofil-a yang berfluktuasi di Sampel 2 diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti: kecepatan angin yang bertiup di atas air dan curah hujan sebagai dampak dari interaksi antara lautan dan daratan. Peningkatan konsentrasi klorofil-a pada musim barat dikarenakan pergerakan angin dari Samudera Pasifik membawa uap air atau massa udara yang basah sehingga terjadi peningkatan curah hujan di wilayah perairan Sulawesi Utara. Kondisi tersebut membuat sebaran konsentrasi klorofil-a pada umumnya tinggi di perairan pantai sebagai akibat dari suplai nutrisi tinggi yang berasal dari daratan melalui limpasan air sungai, dan mengalami penurunan ke arah laut lepas.



Gambar 4. Variabilitas nilai konsentrasi klorofil-a di Sampel 1

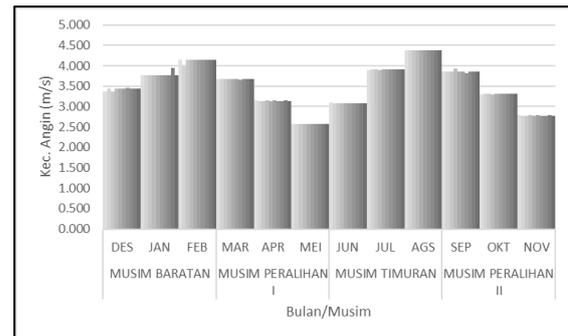


Gambar 5. Variabilitas nilai konsentrasi klorofil-a di Sampel 2

Kondisi peningkatan konsentrasi klorofil-a pada musim timur diduga dikarenakan pengaruh angin musim yang cukup kuat yang mendorong massa air di wilayah tersebut. Kecepatan angin maksimum yang berhembus di atas permukaan laut dan mendorong massa air laut yang berada di atas permukaan mengakibatkan kekosongan massa air, selanjutnya massa air yang berada di bawah lapisan permukaan akan mengisi kekosongan tersebut. Pergerakan massa air yang naik ke permukaan ini akan membawa suhu yang lebih dingin serta banyak membawa nutrisi (Setianto A., 2019).

c. Angin Permukaan

Nilai Pada umumnya nilai kecepatan angin di wilayah perairan Sulawesi Utara tidak mengalami perbedaan yang signifikan di Sampel 1 dan 2. Hal ini dikarenakan angin yang digunakan diukur pada ketinggian 10 m di atas permukaan laut. Pada ketinggian 10 m ke atas, angin sudah dianggap mendekati stabil karena nilai gradien menjadi semakin kecil (M.A., 2018), sehingga penjelasan variabilitas nilai kecepatan angin di perairan Sulawesi Utara akan dijelaskan berdasarkan waktu penelitian. Umumnya nilai kecepatan angin di wilayah perairan Sulawesi Utara berkisar antara 2,78 – 4,39 m/s, dengan pola fluktuasi yang meningkat di periode musim baratan dan timuran (Gambar 6).



Gambar 6. Variabilitas nilai kecepatan angin permukaan

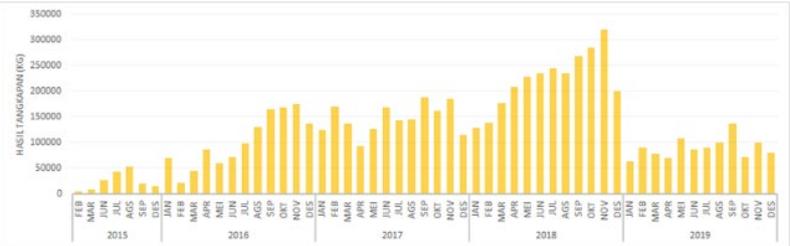
Kecepatan angin terlihat menurun di periode musim peralihan I dan II. Pada dasarnya, angin selalu bertiup dari tempat dengan tekanan udara tinggi ke tempat dengan tekanan udara yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan semakin besar perbedaan tekanan udara maka kecepatan angin akan semakin kuat. Diantara periode bulan yang mengalami peningkatan kecepatan angin, bulan Agustus termasuk yang paling tinggi untuk nilai kecepatan anginnya. Bulan Agustus termasuk periode musim timuran, di mana musim timuran merupakan musim yang memiliki kecepatan angin tertinggi daripada musim lainnya (Utami I. R., 2018).

2. Parameter Hubungan Indeks Nino 3.4 terhadap Hasil Tangkapan dan *Catch Per Unit Effort* (CPUE)

Kesiapsiagaan Perairan Sulawesi Utara termasuk perairan dengan massa air yang dipengaruhi oleh Samudera Pasifik dan dikelilingi oleh Laut Sulawesi dan Laut Maluku. Posisi geografis tersebut membuat wilayah perairan Sulawesi Utara memiliki potensi keanekaragaman hayati yang cukup bervariasi di bidang perikanan.

a. Hasil Tangkapan Ikan

Berdasarkan data dari PPP Tumumpa selama tahun 2015-2019, diketahui bahwa produksi tangkapan ikan di perairan Sulawesi Utara selama rentang tahun tersebut mengalami fluktuasi setiap bulannya (Gambar 7).

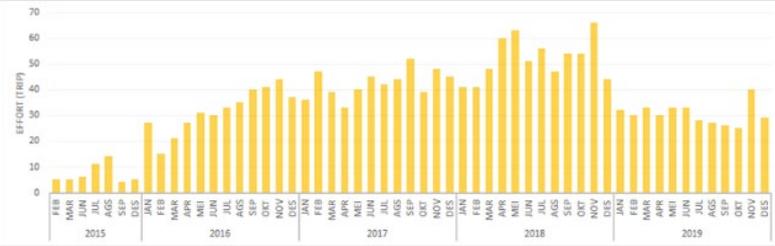


Gambar 7. Hasil tangkapan ikan tahun 2015–2019

Jumlah tangkapan ikan paling banyak tercatat pada bulan November 2018 dengan jumlah tangkapan sebesar 319.333 kg dan jumlah tangkapan ikan paling sedikit tercatat pada bulan Februari 2015 dengan jumlah tangkapan sebesar 5.576 kg. Rata-rata hasil tangkapan ikan selama tahun 2015–2019 yaitu sebesar 125.231 kg. Hasil tangkapan ikan di perairan Sulawesi Utara menunjukkan tren yang rendah di tahun 2015 kemudian mulai naik di tahun berikutnya hingga tahun 2018, akan tetapi terjadi penurunan yang signifikan di tahun 2019.

b. Upaya Penangkapan Ikan

Berdasarkan data dari PPP Tumumpa selama tahun 2015–2019, diketahui bahwa penangkapan ikan di perairan Sulawesi Utara rata-rata menggunakan kapal 10 – 99 GT dan jenis alat tangkap *purse seine*. Jumlah *trip* atau *effort* kapal penangkapan ikan di perairan Sulawesi Utara terlihat cukup beragam (Gambar 8). *Effort* tertinggi tercatat sebanyak 66 *trip* di bulan November 2018 dan *effort* terendah tercatat sebanyak 4 *trip* di bulan September 2015.



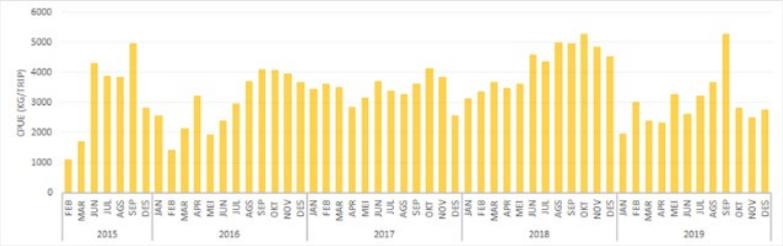
Gambar 8. Upaya penangkapan ikan tahun 2015–2019

Rata-rata nilai *effort* selama tahun 2015–2019 yaitu sebanyak 35 *trip*. Nilai *effort* mengalami penurunan yang cukup signifikan pada tahun 2015 dibandingkan tahun lainnya. Kondisi tersebut bisa dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain ditentukan oleh komponen pengetahuan tentang *behavior*, alat tangkap (*fishing gear*), kapal perikanan (*fishing boat*), cara pengoperasian alat tangkap (*fishing technique*) dan sumber ikan disuatu perairan (*fishing ground*) serta alat bantu penangkapan ikan (Dewanti, 2018).

c. Catch per Unit Effort (CPUE)

Produksi perikanan di suatu daerah mengalami kenaikan atau penurunan dapat diketahui dari hasil CPUE. Nilai rata-rata bulanan dari CPUE di perairan Sulawesi Utara cukup fluktuatif (Gambar 9). Nilai CPUE tertinggi tercatat pada bulan Oktober 2018 sebesar 5.279,07 kg/*trip* dan nilai CPUE terendah tercatat pada bulan Februari 2015 sebesar 1.115,2 kg/*trip*.

Nilai rata-rata CPUE selama tahun 2015 – 2019 yaitu 3.394 kg/*trip*. Jumlah hasil tangkapan dan *effort* cenderung rendah pada tahun 2015. Kondisi tersebut menunjukkan jumlah kualitas produktivitas sangat dipengaruhi oleh jumlah hasil tangkapan dan jumlah *effort*. Tingkat perubahan yang terjadi tidak selalu berbanding lurus, di mana pada tingkat upaya besar belum tentu besar pula hasil produksi, ini sangat tergantung dari produktivitas dan tergambar pada CPUE (Listiani, 2017).



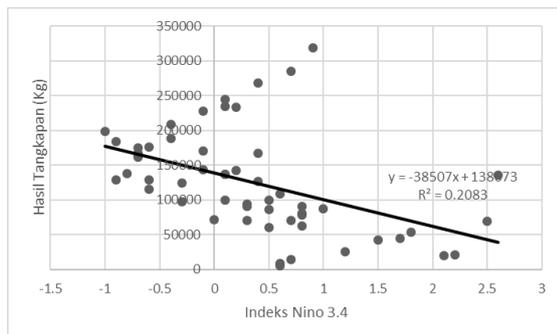
Gambar 9. CPUE tahun 2015–2019

d. Indeks Nino 3.4

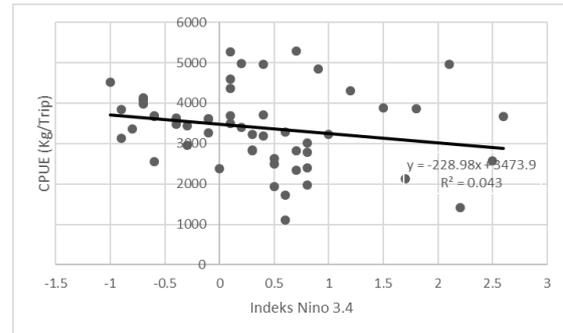
Hubungan antara indeks Nino 3.4 dengan hasil tangkapan (Gambar 10) menunjukkan hubungan yang cukup berarti dengan nilai r sebesar $-0,46$ (Tabel 3). Hubungan antara indeks Nino 3.4 dengan CPUE (Gambar 11) menunjukkan hubungan yang rendah dengan nilai r sebesar $-0,21$ (Tabel 3). Kondisi ini menunjukkan hubungan antara indeks Nino 3.4 terhadap hasil tangkapan dan CPUE yaitu berbanding terbalik dimana nilai determinasi (R^2) antara indeks Nino 3.4 dengan hasil tangkapan dan dengan CPUE berturut-turut yaitu $0,2083$ dan $0,043$. Nilai R^2 yang rendah menunjukkan perlunya mempertimbangkan variabel lain, seperti: arus, gelombang, curah hujan, pengoperasian unit penangkapan dan musim tangkapan. Pertimbangan faktor lain ini perlu dilakukan karena kejadian ENSO yang mempengaruhi kondisi oseanografi di suatu wilayah perairan terjadi pada periode khusus, sehingga hubungan ENSO terhadap hasil tangkapan dan CPUE di perairan Sulawesi Utara menunjukkan pengaruh secara tidak langsung.

Tabel 3. Nilai r antar variabel

Korelasi <i>Pearson</i> (r)	Indeks Nino 3.4
Hasil Tangkapan	-0.46
CPUE	-0.21



Gambar 10. Korelasi antara indeks Nino 3.4 dengan hasil tangkapan



Gambar 11. Korelasi antara indeks Nino 3.4 dengan CPUE

Nilai r cukup signifikan antara indeks Nino 3.4 dengan hasil tangkapan dikarenakan tinggi-rendahnya nilai indeks berkaitan dengan suhu permukaan laut dan klorofil-a karena pada dasarnya ENSO membawa implikasi laut Indonesia lebih dingin pada kejadian El Nino dan lebih hangat pada kejadian La Nina (Setyadji, 2017).

KESIMPULAN

Variabilitas temporal parameter oseanografi dalam penelitian ini menunjukkan pola relatif sama di setiap periode musimnya, mengingat secara teori hubungan keduanya berbanding terbalik. Suhu cenderung hangat dan nilai konsentrasi klorofil-a rendah di periode musim barat-musim peralihan I, sebaliknya suhu cenderung lebih dingin dan nilai konsentrasi klorofil-a tinggi di periode musim timur-musim peralihan II. Hal ini didukung dengan variabilitas temporal angin permukaan menunjukkan nilai kecepatan angin yang relatif tinggi pada musim timur, yang mengakibatkan semakin besar potensi *upwelling* di wilayah tersebut. Selanjutnya untuk hubungan indeks Nino 3.4 dengan Hasil tangkapan dan *Catch Per Unit Effort* (CPUE) diketahui dengan nilai uji korelasi yang menunjukkan keduanya memiliki hubungan negatif atau berbanding terbalik dan cukup signifikan pengaruhnya, sehingga dapat dinyatakan bahwa semakin meningkat nilai indeks Nino 3.4 maka hasil tangkapan atau *Catch Per Unit Effort* (CPUE) menurun begitu dengan sebaliknya. Hal ini dikarenakan tinggi

rendahnya nilai indeks berkaitan dengan suhu permukaan laut dan klorofil-a, yang merupakan faktor penentu dalam kesuburan perairan di Sulawesi Utara.

Daftar Pustaka

- Dewanti, L. A. (2018). Perbandingan Hasil dan Laju Tangkapan Alat Penangkap Ikan di TPI Pangandaran. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 3(1): 54-59. [Doi.org/10.24198/jaki.v3i1.23380](https://doi.org/10.24198/jaki.v3i1.23380).
- Hasan, I. (2003). *Pokok-pokok Materi Statistik 1 (Statistik Deskriptif)*. Edisi Kedua. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Hestiningsih, P. Y., Sasmito, & A., W. (2017). Identifikasi Kawasan Upwelling Berdasarkan Variabilitas Klorofil-a, Suhu Permukaan Laut Dari Data Citra AQUA MODIS Tahun 2003-2015 dan ARUS (Studi Kasus: Perairan Nusa Tenggara Timur). *Jurnal Geodesi Undip*. 6(1): 189-198. .
- Kasim, K., Widodo, A., & Prasetyo, A. (2011). Pengaruh Episode La Nina dan El Nino Terhadap Produksi Beberapa Pelagis Kecil yang Didaratkan di Pantai Utara Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 17(4): 257-264. [Doi.org/10.15578/jppi.17.4.2011.25](https://doi.org/10.15578/jppi.17.4.2011.25).
- Kunarso, A. M., Setiyono, H., Rifai, A., & Subardjo, P. (2021). Respon Kesuburan dan Hasil Tangkapan Ikan Terhadap Variabilitas ENSO dan IOD di Perairan Teluk Lampung Indonesia. *Indonesian Journal of Oceanography*.
- Lasut, A., Patty, W., Warouw, V., Sondakh, C., Bara, R., Luasunaung, A., & Sumilat, D. (2021). 2021. The relationship between El Nino Southern Oscillation (NSO) and oceanographic parameters in North Sulawesi waters. *Aquatic Science & Management*, 9(1): 17-25. [Doi.org/10.35800/jasm.9.1.2021.32494](https://doi.org/10.35800/jasm.9.1.2021.32494).
- Listiani, A. W. (2017). Analisis CPUE (Catch Per Unit Effort) dan Tingkat Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Lemuru (*Sardinella lemuru*) di Perairan Selat Bali. *Jurnal Perikanan Tangkap (Juperta)*, 1(1) : 1-9.
- M.A., W. (2018). Mengidentifikasi Besar Kecepatan Angin dan Energinya Melalui Data Ncep/Ncar Reanalysis dan 5 Stasiun BMKG di Provinsi Aceh. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Fisika Terapan*. 1: 1-10.
- Nurdin, E., Panggabean, A., & Restiangsih, Y. (2015). Pengaruh Parameter Oseanografi Terhadap Armada Tonda di Sekitar Rumpon di Pelabuhanratu. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 24(2): 117-126.
- Prabowo, D., Triarso, I., & Kunarso. (2017). Pengaruh Parameter Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a Terhadap CPUE Ikan Tenggiri (*Scomberomorus commersoni*) dengan Alat Tangkap Pancing Ulur di Perairan Karimunjawa. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*. 6(4): 158-167.
- Purwanti, I., Prasetyo, Y., & Wijaya, A. (2017). Analisis Pola Persebaran Klorofil-a, Suhu Permukaan Laut, dan Arah Angin untuk Identifikasi Kawasan Upwelling Secara Temporal Tahun 2003-2016 (Studi Kasus: Laut Halmahera. *Jurnal Geodesi Undip*. 6(4): 506-516. .
- Puspasari, R., Triharyuni, S., Alimi, T., Campbell, S., Jakub, R., Suherfian, W., . . . Setiawan, H. (2021). Pengaruh ENSO Terhadap Lingkungan Perairan dan Perikanan di Perairan Sulawesi Utara. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 27(2): 95-106. [Doi.org/10.15578/jppi.27.2.2021.%25P](https://doi.org/10.15578/jppi.27.2.2021.%25P).
- Setianto A., W. K. (2019). Studi Penyebaran Klorofil-a, Suhu Permukaan Laut, dan Angin untuk Identifikasi Upwelling di Perairan Selatan Sumbawa Tahun

2018. *Prosiding TPT XXVIII Perhapi*.
623-632.

Setyadi, B. d. (2017). Pengaruh Anomali Iklim (ENSO dan IOD) Terhadap Sebaran Ikan Pedang (*Xiphias gladius*) di Samudera Hindia Bagian Timur. *Jurnal Segara*, 13(1): 49-63. DOI.org/10.15578/segara.v13i1.6422 .

Utami I. R., J. M. (2018). Perhitungan Potensi Energi Angin di Kalimantan Barat. *Jurnal Prisma Fisika*. VI(01): 65-69.