

Analisis Fenomena *Upwelling* Berbasis Citra Satelit Pada Wilayah Pengelolaan Perikanan (Wpp) 716*(Analysis Of Upwelling Event Based On Satellite Imagery In Fishery Management Area (FMA) 716)*Nickyta Laurensis Setiadi^{1*}, Joshian Nicolas W. Schadu², Alfret Luasunaung², Ferdinand F. Tilaar², Lefrand Manoppo², Reiny A. Tumbol², Deiske A. Sumilat²¹Program Studi Magister Ilmu Perairan, Faklutas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Jl. Kampus Unsrat Bahu, Manado 95115 Sulawesi Utara, Indonesia²Staf Pengajar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi Manado - Sulawesi Utara, Indonesia.* Corresponding Author: nickytasetiadi@gmail.com**Abstract**

Oceanographic parameters are very important to analyze for determining fishing ground, it is related to upwelling. The aim of the study was to see the analysis of chlorophyll-a concentration at the time of upwelling at Fisheries Management Area (FMA) 716, then verify with the fisheries catch data. The research method is descriptive-analytical and statistical, which aims to describe or provide an overview of chlorophyll-a results from ASCAT imagery on the MetOp and NOAA satellites, and sea surface temperature results from MODIS imagery on the Aqua satellite. Then they processed for statistical correlation using the Pearson correlation method. The results showed that based on spatial and temporal analysis, the parameters that affect the upwelling in FMA 716 are sea surface temperature, so that the water mass moves from west to east, and increase the chlorophyll-a concentration. Pearson correlation shows that the correlation value of chlorophyll-a is higher than the sea surface temperature parameter with a value of 0.72. The fish catches data of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) appears a positive effect with a correlation value of 0.75.

Keywords: *upwelling, chlorophyll-a, temperature, Thunnus albacares, FMA 716.***Abstrak**

Konsentrasi klorofil-a dan suhu permukaan laut merupakan parameter yang dapat dijadikan indikator tingkat kesuburan di suatu perairan, yang berkaitan dengan kejadian *upwelling*. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis konsentrasi klorofil-a pada saat kejadian *upwelling* di Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 716, dengan *output* berupa tabel dan grafik, kemudian diverifikasi dengan data hasil tangkapan. Metode penelitian adalah deskriptif analitis, dan statistik, yang bertujuan untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap data parameter klorofil-a hasil pencitraan ASCAT pada satelit MetOp dan NOAA, dan suhu permukaan laut hasil pencitraan MODIS pada satelit Aqua. Kemudian diolah dan diuji korelasinya secara statistik dengan menggunakan metode korelasi Pearson. Hasil penelitian menunjukkan berdasarkan analisis spasial dan temporal parameter yang mempengaruhi kejadian *upwelling* pada WPP 716 adalah suhu permukaan laut, sehingga massa air bergerak dari arah barat menuju timur, dan meningkatkan konsentrasi klorofil-a. Korelasi pearson menunjukkan nilai korelasi klorofil-a lebih tinggi dibandingkan parameter suhu permukaan laut dengan nilai sebesar 0,72. Hasil tangkapan ikan Tuna Sirip Kuning (*Thunnus albacares*) tampak berpengaruh positif dengan nilai korelasi sebesar 0,75.

Kata kunci: *upwelling, klorofil-a, suhu, Thunnus albacares, WPP 716***PENDAHULUAN**

Potensi perikanan laut menjadi salah satu aset bangsa yang memberikan kontribusi sangat besar dalam perekonomian Indonesia. Menurut Amri *et al.*, (2017) Kondisi hidrologi dan tingkat kesuburan suatu perairan memiliki

keterkaitan terhadap kelimpahan sumber daya hayati perairan tersebut. Kondisi hidrologi perairan laut mencakup berbagai aspek oseanografi fisik, kimia, dan biologi berikut proses dinamika oseanografi (seperti *upwelling, downwelling*, pola arus, sebaran plankton, dan lain lain) yang

berkaitan dengan dinamika perubahan musim.

Salah satu fenomena oseanografi yang sering digunakan sebagai indikator adanya konsentrasi ikan di suatu perairan adalah *upwelling*. Menurut Lidiawati *et al.*, (2012) *upwelling* adalah fenomena gerakan naiknya massa air dingin yang kaya unsur hara dari lapisan dalam ke permukaan suatu perairan. Tingginya kadar unsur hara tersebut merangsang perkembangan fitoplankton dan meningkatkan kesuburan perairan di sekitarnya.

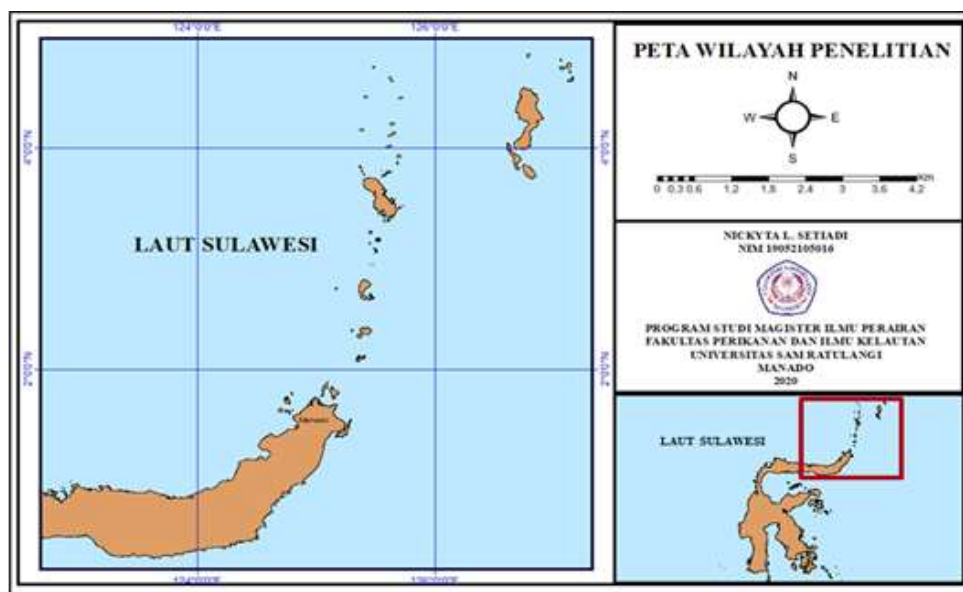
Distribusi klorofil-a di permukaan laut sangat bergantung pada suhu permukaan laut karena tinggi rendahnya suhu permukaan laut mempengaruhi terjadinya *upwelling* yang mengangkat klorofil-a ke permukaan. *Upwelling* tersebut akan meningkatkan konsentrasi klorofil-a yang menyebabkan meningkatnya pasokan makanan ikan, jumlah ikan di sekitar perairan lebih banyak dari biasanya (Siahaan, 2017).

Penelitian dilakukan pada WPP 716 yang meliputi wilayah perairan Laut Sulawesi dan perairan sebelah utara Pulau Halmahera yang tercakup dalam wilayah administrasi 5 provinsi yaitu: Kalimantan Utara, Gorontalo, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, dan Maluku Utara.

Sedangkan untuk Laut Sulawesi sendiri membentang disebelah utara provinsi Sulawesi Utara dan dibatasi oleh Samudera Pasifik dan kepulauan Sulu, Laut Sulu dan Kepulauan Filipina di bagian utara (Hozairi *et al.*, 2019).

Berdasarkan data hasil tangkapan ikan yang diperoleh dari Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bitung, Provinsi Sulawesi Utara pada tahun 2019 memiliki hasil tangkapan yang didominasi tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) khususnya pada WPP 716. Kemudian berdasarkan penelitian Burhanuddin, *et al.*, (2004) menyebutkan bahwa indikasi *upwelling* juga diduga terjadi di sepanjang pantai Manado dan Bitung.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui variabilitas suhu permukaan laut, dan menganalisis konsentrasi klorofil-a pada saat kejadian *upwelling* di WPP 716, kemudian diverifikasi dengan data hasil tangkapan ikan melalui analisis citra satelit. Dengan adanya informasi tersebut baik secara spasial dan temporal, maka diharapkan tingkat kepastian hasil tangkapan dapat ditingkatkan yang pada akhirnya dapat mengoptimalkan usaha penangkapan dan memperbaiki kesejahteraan nelayan melalui perencanaan waktu operasi penangkapan yang tepat.



Gambar 1. Peta wilayah penelitian

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah;

1. Wilayah penelitian pada WPP (716) dibatasi dengan koordinat 0°10'–5°10'LU dan 121°45'–127°02'BT
2. Data yang digunakan adalah data tahun 2019 yang terdiri dari data suhu permukaan laut (SPL), data klorofil-a, data *upwelling*, dan data hasil tangkapan ikan. Data SPL diperoleh dari pendekatan citra satelit Aqua MODIS, data klorofil-a dan *upwelling* diperoleh dari pendekatan citra satelit MetOp dan NOAA.
3. Sedangkan data pendukung yang adalah data hasil tangkapan ikan diperoleh dari Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bitung.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif analitis dan statistik. Pengumpulan data meliputi data SPL, data klorofil-a dan data *upwelling*. Data yang dihasilkan berupa angka-angka yang kemudian diolah sehingga diperoleh gambaran variabilitas klorofil-a dan SPL secara spasial dan temporal yang akan diverifikasi dengan data hasil tangkapan ikan.

Metode Pengumpulan Data

1. Data SPL hasil pencitraan MODIS pada satelit Aqua dengan resolusi 4 km diunduh dari https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/g_riddap/erdMH1sst1day.html.
2. Data klorofil-a, dan *upwelling* hasil pencitraan ASCAT pada satelit MetOp dan NOAA dengan resolusi 27 km diunduh dari https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/g_riddap/erdMH1chlamday.html.
3. Data hasil tangkapan ikan pada tahun 2019 diperoleh dari PPS Bitung.

Analisis Data

Citra SPL dan klorofil-a bulanan diekstrak dan ditampilkan dengan menggunakan perangkat lunak aplikasi GrADS. Sebelum ditampilkan, terlebih dahulu dilakukan penyaringan data untuk

menghilangkan data *error* yang merupakan data kosong. Data SPL dan klorofil-a tersebut selanjutnya ditampilkan untuk mengetahui sebaran spasial dan temporal (dalam bentuk grafik) dari data SPL dan konsentrasi klorofil-a. Menurut Kunarso (2005), daerah yang terjadi *upwelling* memiliki indikator suhu <27 °C dan konsentrasi klorofil-a >0,4 mg/m³.

Hubungan antara data SPL, klorofil-a dan angin Didapatkan dengan teknik korelasi. Metode yang digunakan untuk menentukan koefisien korelasi menggunakan persamaan *Pearson correlation* (Sugiyono, 2009).

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

Keterangan:

r_{XY} = Koefisien korelasi variabel X dan Y

n = Banyak pasangan variabel X dan Y

Untuk memudahkan dalam melakukan interpretasi mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel, berikut kriteria untuk nilai koefisien korelasinya:

- a. 0: Tidak ada korelasi antara dua variable
- b. > 0 – 0.25: Korelasi sangat lemah
- c. > 0.25 – 0.5: Korelasi cukup
- d. > 0.5 – 0.75: Korelasi kuat
- e. > 0.75 – 0.99: Korelasi sangat kuat
- f. 1 : Korelasi sempurna

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu Permukaan Laut Tahun 2019

Suhu merupakan salah satu factor yang sangat menentukan dalam proses metabolisme organisme di perairan. Suhu perairan dapat mengalami perubahan sesuai dengan musim, letak lintang suatu wilayah, letak tempat terhadap garis edar matahari, sirkulasi udara, penutupan awan, aliran air, waktu pengukuran, dan kedalaman air (Schadu, 2013).

Secara umum pada tahun 2019 kondisi suhu permukaan laut (Gambar 2) pada WPP 716 menunjukkan hasil yang bervariasi. Fluktuasi suhu permukaan laut yang terjadi secara spasial dan temporal selama penelitian diduga karena pengaruh

pola musiman intraseasonal (1-3 bulan) dan musiman (12 bulan), dimana variasi bulanan suhu permukaan laut di daerah ini menyerupai variasi bulanan suhu permukaan laut di Samudera Pasifik bagian selatan Tangke *et al.*, (2015).

Pada grafik suhu permukaan laut Gambar 2 terlihat diawal tahun 2019 yaitu pada bulan Januari, dan Februari grafik mengalami penurunan. Menurut Syafik *et al.*, (2013) suhu permukaan laut yang rendah dari daerah sekitarnya, merupakan dampak dari proses terjadinya *upwelling*. Kemudian pada bulan Maret hingga bulan Mei grafik terus meningkat, dan kembali menurun pada bulan Juni hingga bulan Agustus. Memasuki bulan September grafik kembali naik hingga pada puncaknya yaitu di bulan November dengan nilai 29,8°C. Pada bulan November ini menunjukkan suhu permukaan laut maksimum bila dibandingkan dengan bulan-bulan sebelumnya. Menurut Kida dan Richard (2008) variasi suhu permukaan laut dapat

dipengaruhi oleh faktor oseanografi yaitu arus, pasang surut, faktor meteorologi, dan faktor lokal seperti topografi dasar laut maupun faktor meteorologi seperti monsun, dan suhu udara.

Kondisi Klorofil-a Tahun 2019

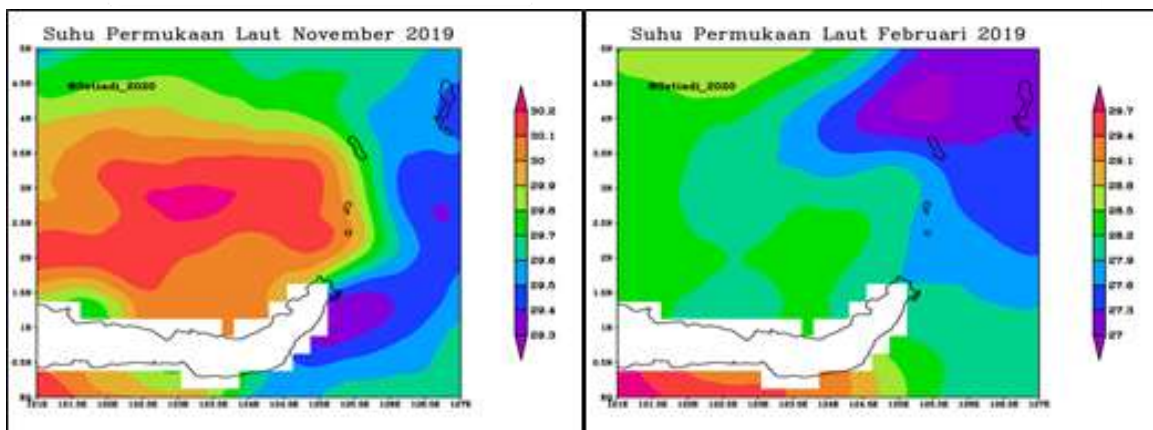
Proses *upwelling* dapat terindikasi dari sebaran konsentrasi klorofil-a yang bervariasi secara spasial dan temporal (Ramansyah, 2009). Menurut Martono, 2016 klorofil-a merupakan unsur penting dalam pembentukan produsen primer di lingkungan perairan laut. Berdasarkan grafik klorofil-a Gambar 3 terlihat bahwa nilai konsentrasi klorofil-a rata-rata cukup stabil, tidak mengalami penurunan dan kenaikan mulai bulan Januari hingga bulan Mei. Kemudian pada bulan Juni mulai berangsur-angsur meningkat, hingga pada puncaknya yaitu pada bulan Agustus dengan nilai 0,17 mg/m³. Kemudian terlihat grafik mulai mengalami penurunan pada bulan September hingga bulan Desember.



Gambar 2. Kondisi SPL Tahun



Gambar 3. Kondisi Klorofil-a Tahun 2019



Gambar 4. Gambar spasial

Penurunan konsentrasi Klorofil-a tersebut secara umum disebabkan adanya perubahan arah angin dominan menjadi baratan dari Asia menuju Australia. Pada bulan Agustus merupakan nilai maksimum dari klorofil-a. Menurut Prianto *et al.*, (2013) untuk mengetahui tingkat kesuburan dan kualitas suatu perairan dapat dilihat dari besarnya nilai klorofil-a yang terdapat pada perairan tersebut. Konsentrasi klorofil-a dalam jumlah yang cukup tinggi merupakan fenomena *upwelling* (Ramansyah, 2009).

Analisis Spasial SPL

Menurut Wyrski (1961), bahwa perairan Indonesia secara umum sangat dipengaruhi oleh musim barat yaitu terdapat pada bulan Desember sampai Februari kemudian disusul musim peralihan I yaitu pada bulan Maret sampai Mei sedangkan musim timur terdapat pada bulan Juni sampai Agustus dan disusul musim peralihan II yaitu pada bulan September sampai November. Suhu permukaan laut merupakan parameter oseanografi yang mempunyai pengaruh sangat dominan terhadap kehidupan hayati ikan dan sumberdaya hayati laut pada umumnya (Nontji, 1987). Menurut Nybakken (1988) Sebagian besar biota laut poikilometrik (suhu tubuh dipengaruhi lingkungan) sehingga suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme.

Tingginya suhu permukaan laut pada bulan November, disebabkan karena melemahnya kecepatan angin musiman, sehingga radiasi sinar matahari menjadi lebih efektif. Selanjutnya suhu terendah terjadi pada musim barat. Pada saat bulan Februari angin yang secara umum angin bertiup dari arah barat menuju arah timur yang disebut juga angin monsun baratan yang terjadi akibat gerakan semu matahari. Angin yang mengalir dari benua Asia (musim dingin) ke benua Australia (musim panas) dan mengandung curah hujan yang banyak di Indonesia bagian Barat, hal ini disebabkan karena angin melewati tempat yang luas, seperti perairan dan samudera (Sudarto, 2011).

Contoh perairan dan samudera yang dilewati adalah Laut China Selatan dan Samudera Hindia. Angin Musim Barat menyebabkan Indonesia mengalami musim hujan. Angin ini terjadi pada bulan Desember, Januari dan Februari, dan maksimal pada bulan Januari.

Menurut Kida and Richard (2008) monsun memainkan peranan dominan dalam variasi suhu permukaan laut secara spasial. Hampir semua populasi ikan yang hidup di laut mempunyai suhu optimum untuk kehidupannya (Hela dan Laevastu, 1970). Nontji (1987) menyatakan bahwa ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) hidup pada perairan dengan suhu berkisar antara 17°C - 31°C. Hal tersebut menunjukkan bahwa daerah lokasi penelitian yaitu pada WPP 716 sesuai dengan tempat hidup ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*).

Analisis Spasial Klorofil-a

Peningkatan konsentrasi Klorofil-a yang terjadi pada bulan Agustus (Gambar 5) secara umum disebabkan oleh angin timuran yang bertiup dari daratan Australia menuju Asia, angin timuran yang sejajar dengan garis pantai akibat transpor Ekman di belokkan 90° ke kiri dari arah angin di belahan bumi selatan dan sebaliknya pada belahan bumi utara (Stewart, 1985). Transpor Ekman menyebabkan air laut di lapisan permukaan bergerak menjauhi pantai sehingga terbentuk suatu kondisi dimana tinggi muka air di sisi pantai lebih rendah dibandingkan dengan muka air di lepas pantai (Siahaan, 2017). Menurut Pond dan Pickard (1983) akibat adanya gradien tekanan tersebut maka massa air akan berupaya menuju keseimbangan, sehingga massa air dari lapisan dalam ini bergerak ke arah pantai, khususnya massa air dari lapisan dalam. Massa air dari lapisan dalam ini bergerak ke arah pantai mengikuti lereng dasar laut menuju ke arah permukaan dan menimbulkan *upwelling* yang membawa zat-zat seperti klorofil-a dari lapisan dalam menuju permukaan.

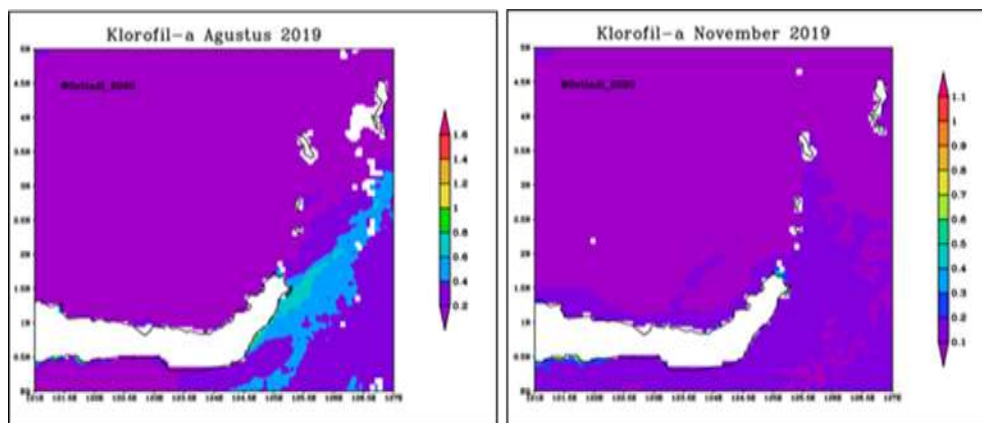
Pada bulan November, konsentrasi klorofil-a mulai mengalami penurunan

secara umum disebabkan karena perubahan arah angin dominan menjadi baratan dari Asia menuju Australia. Angin musim barat adalah angin yang mengalir dari Benua Asia (musim dingin) ke Benua Australia (musim panas). Angin musim barat menyebabkan wilayah Indonesia mengalami musim hujan. Disamping itu pengaruh massa air lautan Pasifik yang melintasi perairan Indonesia menuju lautan Hindia melalui sistem arus lintas Indonesia juga mempengaruhi terjadinya fluktuasi sebaran konsentrasi klorofil-a, dimana ketika massa air melewati perairan Indonesia, maka massa air Arlindo akan bercampur dengan massa air lainnya, sehingga terjadi percampuran massa air dari dua Samudera yang berbeda. Massa air tersebut meliputi suhu, salinitas, oksigen, klorofil-a, dan *tracer* lainnya yang dapat dijadikan indikator kesuburan perairan (Tomascik *et al.*, 1997).

Korelasi *upwelling* dengan SPL dan Klorofil-a

Fenomena *upwelling* pada suatu wilayah dapat diidentifikasi dengan melihat faktor lingkungan seperti suhu permukaan laut yang lebih rendah dan

konsentrasi klorofil-a yang lebih tinggi dari sekitarnya (Nontji, 2005). Berdasarkan Tabel 1 pada parameter suhu permukaan laut, nilai korelasi rata-rata dengan *upwelling* selama tahun 2019 adalah 0,70. Dengan nilai yang cukup bervariasi setiap bulan, untuk nilai korelasi sempurna yaitu pada bulan Juni, kemudian nilai korelasi kuat yaitu pada bulan Januari, Juli, Agustus, Oktober, November dan Desember dengan nilai berkisar antara 0,70 – 0,83, lalu diikuti korelasi cukup yaitu pada bulan Februari, Maret, April, Mei, dan September dengan nilai korelasi berkisar antara 0,51 – 0,62. Suhu permukaan laut dapat mempengaruhi proses fotosintesis di laut baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh secara langsung yakni suhu berperan untuk mengontrol reaksi kimia enzimatik dalam proses fotosintesis. Kenaikan suhu dapat menaikkan laju maksimal fotosintesis, sedangkan pengaruhnya tidak langsung yakni dalam merubah struktur hidrologi kolom perairan yang dapat mempengaruhi distribusi fitoplankton (Tomascik *et al.*, 1997).



Gambar 5. Gambar spasial Klorofil-a

Korelasi antara parameter klorofil-a dengan *upwelling* pada tahun 2019 memiliki nilai korelasi 0,72 yang merupakan nilai yang cukup tinggi bila dibandingkan dengan parameter-parameter lain. Pada bulan Januari hingga bulan Mei, nilai korelasi berkisar antara 0,81 – 0,95. Kemudian pada bulan Juni nilai korelasi menurun sangat signifikan,

dan pada bulan Agustus, September, Oktober, dan Desember nilai korelasi cukup stabil yaitu berkisar antara 0,72 – 0,86. Untuk bulan Juli dan bulan November nilai korelasi mendekati sempurna yaitu 0,99. Klorofil-a disebut merupakan salah satu komponen biologi laut yang penting terutama untuk menentukan potensi sumber daya

perikanan serta populasi dapat berubah dari tahun ke tahun terkait dengan perubahan iklim musiman dan tahunan (Hendiarti, 2008). Sebaran dan tinggi rendahnya konsentrasi klorofil-a sangat terkait dengan kondisi oseanografi suatu perairan.

Korelasi Klorofil-a dengan hasil tangkapan ikan Tuna Sirip Kuning

Tuna sirip kuning atau Madidihang (*Thunnus albacares*) merupakan ikan pelagis besar dengan distribusi geografis mulai dari daerah tropis sampai sub tropis, sifat dari ikan tuna tergolong peruyaya jarak jauh (Luasunaung, 2006).

Berdasarkan Tabel 2 nilai rata-rata korelasi antara *upwelling* dan klorofil-a secara umum pada tahun 2019 sebesar 0,75, artinya adanya hubungan yang kuat antara klorofil-a dengan hasil tangkapan. Kandungan klorofil-a pada suatu perairan

sangat erat kaitannya dengan rantai makanan. Kandungan klorofil-a yang tinggi pada perairan akan meningkatkan produktifitas zooplankton, sehingga tercipta suatu rantai makanan yang menunjang produktifitas ikan di perairan (Putra, 2012).

Konsentrasi klorofil yang terdapat di perairan tidak langsung mempengaruhi jumlah ikan yang berada pada daerah tersebut. Terdapat waktu dimana konsentrasi klorofil yang terdapat di wilayah perairan terlebih dahulu dimakan oleh struktur organisme herbivora, sebagai contohnya zooplankton, atau crustacea kecil (juvenil), dan selanjutnya dimakan oleh tingkat trofik di atasnya (Girsang, 2008 dalam Mujib *et al*, 2013). Menurut Loukus *et al.*, (2003), bahwa fitoplankton bukan merupakan makanan alami tuna tetapi sebagai rantai dasar makanan tuna.

Tabel 1. Korelasi *upwelling* dengan SPL dan Klorofil-a

Parameter/Bulan	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Korelasi
Klorofil-a	0.95	0.83	0.85	0.81	0.93	-1.00	0.99	0.80	0.79	0.86	0.99	0.78	0.72
SPL	0.80	0.51	0.54	0.61	0.64	1.00	0.82	0.83	0.56	0.71	0.72	0.71	0.70

Tabel 2. Korelasi Klorofil-a dengan hasil tangkapan ikan Tuna Sirip Kuning

Parameter/Bulan	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Korelasi
Klorofil-a	1.00	0.70	0.79	0.92	0.74	0.95	0.98	0.91	0.99	-0.80	0.92	0.93	0.75

Produksi tersier dan sekunder membuat makanan tuna (forage) bergantung pada produktivitas primer fitoplankton. Menurut Nontji (2005), bahwa perairan yang produktivitas primer planktonnya tinggi akan mempunyai sumberdaya hayati perairan yang besar pula. Dalam rantai makanan fitoplankton akan dimakan oleh hewan herbivora yang kemudian dimangsa oleh karnivora dan selanjutnya pada tropik level yang lebih tinggi. Dengan demikian fitoplankton sebagai produsen primer, merupakan fundamen dalam rantai makanan yang mendukung kehidupan biota laut lainnya.

sehingga peningkatan klorofil-a yang merupakan kandungan pigmen dari fitoplankton, berdampak terdapat hasil tangkapan yang meningkat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Analisis spasial dan temporal parameter yang mempengaruhi kejadian *upwelling* pada WPP 716 adalah suhu permukaan, sehingga massa air bergerak dari arah barat menuju timur, dan meningkatkan konsentrasi klorofil-a. Korelasi pearson menunjukkan nilai

klorofil-a lebih tinggi dibandingkan parameter lain. Hasil verifikasi dengan hasil tangkapan ikan Tuna Sirip Kuning pada tahun 2019 menunjukkan bahwa faktor yang mempengaruhi hasil tangkapan selain klorofil-a adalah suhu permukaan laut.

Saran

Penelitian lanjutan sebaiknya menambahkan waktu penelitian, Parameter oseanografi seperti arus permukaan, dan gelombang, sehingga dapat digunakan oleh masyarakat nelayan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim pembimbing Dr. Joshian Nicolas William Schaduw, S.IK, M.Si, dan Dr. Ir. Alfret Luasunaung, M.Si, tim penguji Dr. Ir. Frans F. Tilaar, M.Sc, dan Dr. Ir. Lefrand Manoppo, M.Si, panitia Dr. Ir. Reiny A. Tumbol, M.App.Sc, dan Korprodi Magister Ilmu Perairan Dr. Ir. Deiske A. Sumilat, M.Sc yg telah membantu dalam kajian ini, beserta semua pihak yang ambil bagian dalam kajian ini hingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, K. & Suprpto. 2013. *Kondisi fisik dan kimia Laut Sulawesi bulan Oktober 2012 kaitannya Terhadap Pola Sebaran Fito dan Zoo Plankton*. Buku Bunga Rampai Status Pemanfaat Sumberdaya Ikan di Perairan Laut Sulawesi. BPPL - IPB Press 2013: 213-230.17 hal.
- Amri, Khairul, Suwarso, dan Awwaludin. 2017. *Kondisi Hidrologis Dan Kaitannya Dengan Hasil Tangkapan Ikan Malalugis (Decapferus Macarellus) Di Perairan Teluk Tomini*. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia 12.3 (2017): 183-193.
- Hendiarti N., 2008. *Hubungan Antara Keberadaan Ikan Pelagis Dengan Fenomena Oseanografi Dan Perubahan Iklim Musiman*

Berdasarkan Analisis Data Penginderaan Jauh. Globe Vol 10, 19, dan 25.

- Hozairi, H., Buhari, B., Lumaksono, H., & Tukan, M. 2019. *Optimasi Penentuan Jumlah Kapal Pengawas Perikanan Di Wilayah Pengelolaan Perikanan–716 Menggunakan Algoritma Genetika*. NJCA (Nusantara Journal of Computers and Its Applications), 4(1), 35-43.
- Kida, S., and K. J. Richard. 2008. *Seasonal SeaSurface Temperature Variability in The Indonesia Seas*. J. Geophys. Res. 114, C06016, doi : 10.1029/2008JC005150.
- Kunarso. 2005. *Kajian Penentuan Lokasi-Lokasi Upwelling Di Perairan Indonesia dan Sekitarnya Serta*
- Lidiawati, L., Hadi, S., Ningsih, N., S., Putri M. R. 2013. *Identifikasi Upwelling Berdasarkan Distribusi Vertikal Suhu, Sigma-t, dan Arus di Selatan Jawa Hingga Nusa Tenggara Barat*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kebumihan.
- Luasunaung, A. 2006. *Peranan suhu sebagai salah satu faktor penentuan daerah penangkapan ikan tuna*. Makalah. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi.
- Martono. 2016. *Dampak El Niño 1997 Dan El Niño 2015 Terhadap Konsentrasi Klorofil-A Di Perairan Selatan Jawa Dan Bali-Sumbawa*. Jurnal Sains dan Teknologi Atmosfer.
- Mujib Z., Herry Boesono dan Aristi D. P.F., 2013. *Pemetaan Sebaran Ikan Tongkol (Euthynnus Sp.) Dengan Data Klorofil-A Citra Modis Pada Alat Tangkap Payang (Danish-Seine) Di Perairan Teluk Palabuhanratu, Sukabumi, Jawa Barat*. Journal Of Fisheries Resources Utilization Management and Technology. Vol 2 Nomor 2. Hal 150-160.
- Nontji, A. 1987. *Laut Nusantara*. Jakarta: Penerbit Djambatan 368 hal.
- Nontji, A., 2005. *Laut Nusantara* (edisi revisi). Djambatan Jakarta.

- Nybakken J, W. 1988. *Biologi Laut; Suatu Pendekatan Ekologis*. Gramedia. Jakarta. 488 hal.
- Pond, S. and G.L. Pickard. 1983. *Introductory dynamical Oceanography*. Second Edition. Pergamon Press. New York.
- Prianto, P., Ulgodry, T. Z., & Aryawaty, R. 2013. *Pola sebaran konsentrasi klorofil-a di Selat Bangka dengan menggunakan Citra Aqua-modis*. Maspari Journal, 5(1), 22-33.
- Putra, E., Gaol, J. L., & Siregar, V. P. 2012. *Hubungan konsentrasi klorofil-a dan suhu permukaan laut dengan hasil tangkapan ikan pelagis utama di perairan Laut Jawa dari citra satelit MODIS*. Jurnal teknologi perikanan dan kelautan, 3(2), 1-10.
- Ramansyah F. 2009. *Penentuan Pola Sebaran Konsentrasi Klorofil-a di Selat Sunda dan Perairan Sekitarnya dengan Menggunakan Data Inderaan Aqua Modis*. Skripsi. Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Sahala, H., dan Stewart M. E. 1985. *Pengantar oseanografi*. Jakarta: UI-Press.
- Schaduw, J. N., Ngangi, E. L., & Mudeng, J. D. (2013). *Land Suitability Of Seaweed Farming In Minahasa Regency, North Sulawesi Province*. Aquatic Science & Management, 1(1), 72-81.
- Setyaningrum, Desy, Sardiyatmo Sardiyatmo, dan Kunarso. 2017. *Analisis Hasil Tangkapan Thunnus albacares Pada Pancing Ulur Dan Keterkaitannya Dengan Variabilitas Suhu Permukaan Laut Dan Klorofil-A Di Perairan Selatan Nusa Tenggara*. Jurnal Perikanan Tangkap: Indonesian Journal Of Capture Fisheries.
- Siahaan, H. A. W. 2017. *Identifikasi Dan Prediksi Kejadian Upwelling Di Perairan Selatan Jawa Timur Dan Bali*. Skripsi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Sudarto. 2011. *Pemanfaatan Dan Pengembangan Energi Angin Untuk Proses Produksi Garam Di Kawasan Timur Indonesia*. Jurnal TRITON Volume 7, Nomor 2, Oktober 2011, hal. 61 – 70.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Syafik, A., Kunarso, Hariadi. 2013. *Pengaruh Sebaran Dan Gesekan Angin Terhadap Sebaran Suhu Permukaan Laut Di Samudera Hindia (Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia 573)*. Jurnal Oseanografi Vol. 2 No.3 Hal 318-328.
- Tangke, U., Karuwal, J. C., Zainuddin, M., & Mallawa, A. 2015. *Sebaran suhu permukaan laut dan klorofil-a pengaruhnya terhadap hasil tangkapan yellowfin tuna (Thunnus albacares) di Perairan Laut Halmahera bagian selatan*. Jurnal IPTEKS Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, 2(3).
- Tomascik, T., A. J. Mah, A. Nontji & M.K, Moosa. 1997. *The Ecology of Indonesian Seas. The Ecology of Indonesian Series*. Vol. VII. Periplus Eds. (HK) Ltd., p1074.
- Wyrski, K. 1961. *Physical Oceanography of The Southeast Asian Waters*. Naga Report 2. Inst. Of Oceanography.