

Deteksi Sebaran Klorofil-a Untuk Zona Tangkapan Ikan Pelagis Berdasarkan Musim di WPPN-RI 713

Muhammad Yusuf¹, Maddatuang², Abdul Malik³, Irwansyah Sukri^{4*}

Universitas Negeri Makassar

Email: geoirwansyah@mail.ugm.ac.id

Abstract. The condition of water fertility is the most significant factor affecting the presence of fish. It depends on the content of chlorophyll-a. This study aims to detect the distribution of chlorophyll-a for pelagic fishing in Indonesian waters (WPPN-RI 713). Detection of chlorophyll-a can be more easily and efficiently carried out by using remote sensing image analysis processed through a geographic information system (GIS). This technology plays an important role in supporting and covering the shortcomings of conventional chlorophyll-a detection. Spatially, the concentration of chlorophyll-a suitable for pelagic fish is mostly found in coastal areas or river estuaries, in contrast, it is lower towards the sea. Based on the monsoon, the water areas with the appropriate concentration of chlorophyll-a mostly occur in the west monsoon, transition I, and east monsoon. While in transition II there will be a decrease in the area of water with the appropriate concentration of chlorophyll-a. There are many suitable water areas in the Makassar Strait, namely, along the western coast of Kalimantan and South Sulawesi. The results of this study are expected to help support the development of fishery activities and the management of marine resources in WPPN-RI 713.

Keywords: Chlorophyll-a, Chl, Pelagic fish, Monsoon, citra MODIS.

PENDAHULUAN

Daerah Perairan merupakan lokasi utama untuk menjalankan kegiatan usaha penting di bidang perikanan, pariwisata, industri, dan bidang terkait lainnya. Jika suatu perairan tertentu memiliki tingkat kesuburan yang tinggi yang dapat dilihat dari produktivitas perairan itu, dapat dikatakan bahwa itu akan menjadi sumberdaya perairan tersebut. Fitoplakton merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi produktivitas perairan karena dapat mengalami transformasi fotosintesis (Aryawati & Thoha, 2011).

Potensi sumber daya alam di perairan Indonesia sangat besar dan beragam. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2021) jumlah hasil laut Indonesia mencapai 7.164.302 ton. Salah satu perairan yang kaya ikan yaitu wilayah pengelolaan perikanan Republik Indonesia/WPPNRI-713 (yakni Laut Flores, Laut Bali, Selat Makassar, dan Teluk Bone), karena dilewati arus lintas Indonesia (Arlindo) yang kaya nutrisi dari Samudra Pasifik menuju Samudra Hindia. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan tren hasil perikanan tangkap naik tiap tahun. Adanya hasil tangkapan yang terus meningkat dan tanpa henti, perlu memperhatikan keberlanjutannya yang didukung oleh informasi

sumber daya kelautan. Salah satu informasi penting yang harus disertakan adalah keberadaan klorofil.

Klorofil (chl) adalah pigmen yang dibuat oleh berbagai organisme dan merupakan bahan kimia tunggal yang paling penting dalam proses fotosintesis. Ada empat jenis klorofil dengan medium yang berbeda yaitu chl-a dikandung organisme autotrofik, chl-b dikandung alga hijau dan tanaman, chl-c dikandung alga pirang dan diatom (*Bacillariophyta*), sedangkan chl-d ditemukan pada alga merah. Klorofil yang digunakan dalam kajian zona penangkapan ikan adalah chl-a, yang ditemukan di permukaan laut (Maryanto & Febriyanti, 2020).

Berdasarkan beberapa faktor kontekstual, seseorang dapat menilai potensi perikanan secara efektif. Kondisi kesuburan perairan merupakan faktor yang paling signifikan memengaruhi keberadaan ikan. Tingkat kesuburan tersebut bergantung pada kandungan klorofil-a, sedangkan kandungan chl-a dapat diamati berdasarkan jumlah fitoplankton, karena penghasil terbesar chl-a adalah fitoplankton (Garini et al., 2021). Sehingga parameter yang digunakan untuk menentukan tingkat produktivitas perairan adalah kandungan chl-a yang dihasilkan fitoplankton. Analisis chl-a merupakan metode yang paling efektif untuk produktivitas primer (Effendi et al., 2012).

Penangkapan ikan cenderung kurang optimal dan bahkan boros bahan bakar karena pengetahuan nelayan mengenai lokasi potensial penangkapan ikan sangat kurang. Sebagian besar nelayan masih menggunakan cara tradisional dalam mencari ikan. Nelayan tetap mengandalkan pengalaman dan kebiasaan dalam menangkap ikan dengan teliti data-data lokasi yang optimal untuk menangkap ikan. Bagaimanapun, jelas bahwa mereka yang bertanggung jawab atas ikan penangkap dapat menggunakan teknologi penginderaan jauh untuk lebih meningkatkan pekerjaan mereka. Salah satu faktor tertentu yang memiliki pengaruh signifikan pada prevalensi ikan dalam populasi tertentu adalah tidak adanya jumlah makanan yang diperlukan. Konsumsi ikan melonjak di komunitas perairan terdekat. Daerah perairan pinggiran kota memiliki sumber hara yang melimpah seperti orthopospat, nitrat, nitrit, dan unsur hara lainnya. Wilayah ini biasanya diidentifikasi oleh tingginya tingkat fitoplankton dan konsentrasi klorofil-a (Syetiawan, 2021).

Pengetahuan perikanan mengenai lokasi potensial penangkapan ikan masih terbatas, menyebabkan penangkapan ikan menjadi kurang ideal dan kemungkinan boros bahan bakar. Kebanyakan Nelayan besar masih menggunakan cara konvensional untuk mencari ikan. Nelayan lebih menekankan insting dan pengalaman dalam menentukan lokasi yang terbaik untuk menangkap ikan. Bagaimanapun, jelas bahwa penangkap ikan menggunakan teknologi mutakhir dapat membantu mereka secara lebih efektif. Diantara faktor terpenting yang memiliki dampak signifikan secara statistik pada prevalensi ikan adalah keberadaannya. Orthopospat, nitrat, nitrit, dan lainnya melimpah di pinggiran kota yang diikuti tingginya jumlah fitoplankton dan konsentrasi chl-a (Syetiawan, 2021). Keberadaan klorofil-a telah lazim

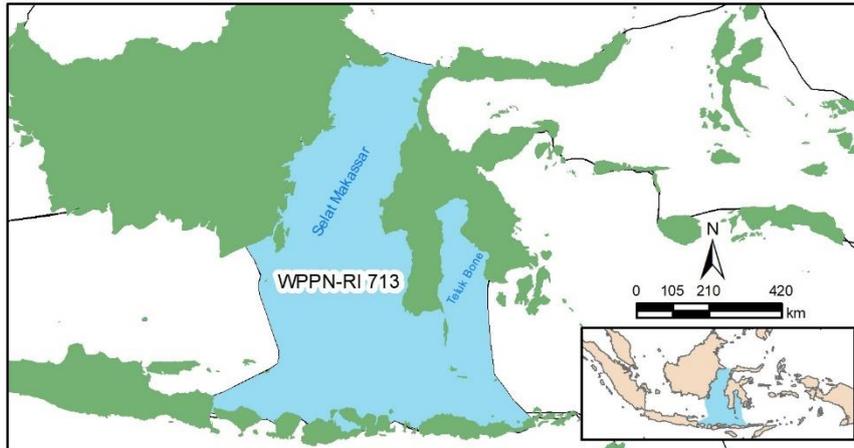
digunakan untuk mengukur biomassa fitoplankton untuk menduga kualitas di suatu perairan (Marlian et al., 2015).

Klorofil-a dapat diukur dengan memanfaatkan sifatnya yang dapat berpijar bila dirangsang dengan panjang gelombang cahaya tertentu. Namun, pengukuran konsentrasi klorofil-a sering dilakukan secara konvensional yaitu in situ atau analisa laboratorium. Hal tersebut tidak efisien karena membutuhkan waktu yang lama dan dana yang besar. Sebagaimana penelitian sebelumnya terkait klorofil-a telah dilakukan oleh Irawati (2015) yakni pendugaan kesuburan perairan berdasarkan sebaran nutrisi dan klorofil-a di teluk kendari Sulawesi Tenggara yang dilakukan dengan metode in situ. Zulfia & Aisyah (2013) telah melakukan studi status trofik perairan ditinjau dari kandungan unsur hara (NO_3 dan PO_4) serta klorofil-a di perairan danau dengan metode in situ. Adani et al. (2013) mengkaji keterkaitan antara chl-a dan kelimpahan fitoplankton dan tingkat kesuburan perairan berdasarkan kandungan chl-a fitoplankton menggunakan teknik pengambilan sampel metode di perairan sungai. Hidayah et al. (2016) melakukan studi sebaran klorofil-a secara horizontal di perairan muara sungai Silugonggo Kecamatan Batangan, Pati, dengan metode analisis laboratorium.

Studi ini bertujuan untuk mendeteksi sebaran klorofil-a untuk penangkapan ikan pelagis di perairan Indonesia (khususnya WPPN-RI 713). Dengan perkembangan teknologi khususnya penginderaan jauh, deteksi chl-a dapat lebih mudah dan efisien dilakukan dengan analisis citra satelit. Teknologi tersebut berperan penting dalam mendukung dan menutupi kekurangan deteksi chl-a secara konvensional. Dengan penginderaan jauh analisis dapat dilakukan dengan wilayah yang luas dan waktu yang singkat dengan kemampuan tingkat tinggi. Effendi et al. (2012) menganalisis konsentrasi chl-a di perairan sekitar kota Makassar menggunakan data satelit topex/poseidon. Hamuna & Dimara (2017) telah melakukan penelitian pendugaan konsentrasi chl-a memanfaatkan citra penginderaan jauh yakni citra satelit landsat 8 di perairan kota Jayapura. Dalam studi ini, kami menggunakan citra MODIS, menurut Semedi & Safitri (2015) citra MODIS memiliki nilai akurasi yang cukup tinggi untuk mengetahui nilai klorofil yang ada di perairan

METODE

Lokasi yang menjadi objek pengambilan data yakni di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia/WPPN-RI 713 (Gambar 1). Secara spesifik WPPN-RI 713 terdiri dari Laut Flores, Laut Bali, Selat Makassar, dan Teluk Bone.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan teknik analisis data menggunakan sistem informasi geografis (SIG). Data citra penginderaan jauh dianalisis dengan proses software ArcGIS diantaranya *clip*, *overlay*, *reclass* dan *calculate geometry*. Beberapa kajian deteksi lingkungan yang memanfaatkan citra diantaranya deteksi penggunaan lahan menggunakan citra landsat 7 & 8 (Sukri et al., 2021) dan deteksi sebaran mangrove menggunakan citra Sentinel (Simarmata et al., 2021). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data chl-a hasil estimasi dari sensor satelit Terra–MODIS dengan data waktu bulanan dari Tahun 2017–2021 yang didapatkan dari *NASA Ocean Color*.

Klorofil-a merupakan salah satu parameter oseanografi yang penting untuk mendeteksi habitat ikan pelagis. Dalam penelitian ini, diamati bahwa kisaran klorofil-a yang sesuai untuk berbagai spesies pelagis yang dapat digunakan untuk mengetahui daerah potensial penangkapan. Dalam penelitian ini kesesuaian konsentrasi chl-a yang digunakan untuk zona tangkapan ikan pelagis yaitu <0.5 (rendah, kurang sesuai), $0.5 - 2.5$ (sesuai), dan >2.5 (berlebihan, kurang sesuai).

Periode musim yang digunakan berdasarkan angin munson terbagi atas empat musim yaitu musim barat, pancaroba 1, musim timur, dan pancaroba 2. Periode musim barat terjadi pada bulan Desember sampai Februari, periode transisi pertama pada bulan Maret hingga Mei, periode musim timur pada bulan Juni hingga Agustus, dan periode transisi kedua pada bulan September hingga November. Adapun deteksi chl-a dilakukan untuk lokasi jenis ikan yang biasanya dianggap aman untuk dikonsumsi baik dalam bentuk makanan laut maupun minyak yakni ikan pelagis, yang meliputi tuna, cakalang, tenggiri, serta jenis yang lebih kecil seperti ikan lemuru, tembang, teri, dan berbagai jenis ikan lainnya.

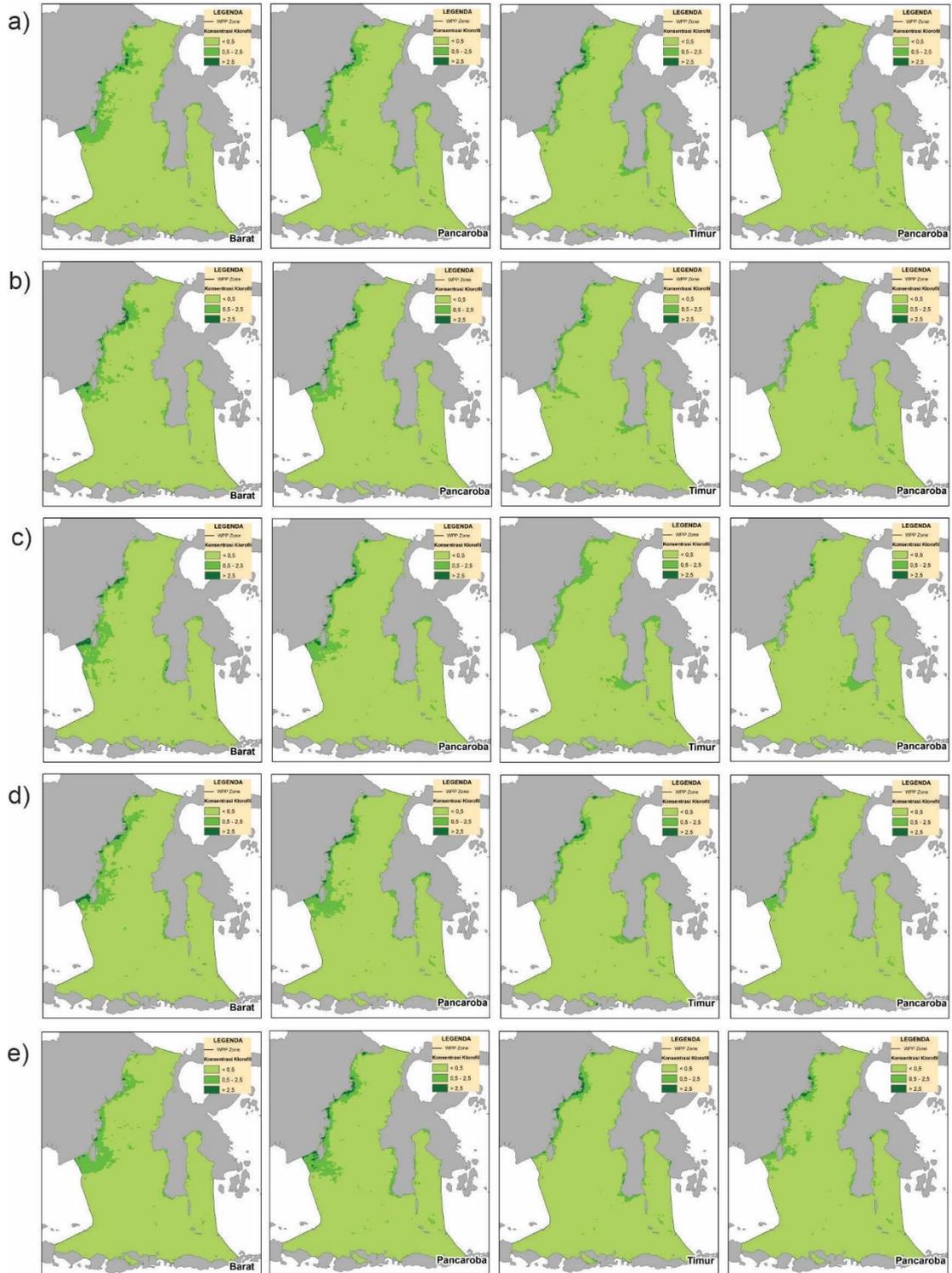
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

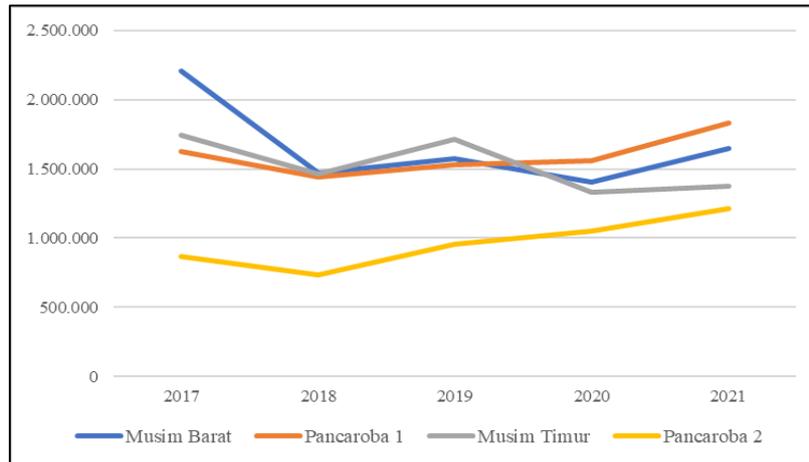
Hasil analisis citra modis untuk deteksi sebaran klorofil untuk zona penangkapan ikan pelagis berdasarkan musim di WPPN-RI 713 dari tahun 2017 hingga 2021 ditunjukkan pada gambar 2. Luas perairan di wilayah penelitian dengan konsentrasi chl-a yang sesuai untuk tangkapan ikan pelagis disajikan pada tabel 1. Adapun tren perubahan luas perairan dengan konsentrasi klorofil-a nya sesuai untuk tangkapan ikan pelagis dapat dilihat pada gambar 3.

Tabel 1. Luas perairan dengan konsentrasi chl-a yang sesuai untuk tangkapan ikan pelagis

No	Keterangan Waktu	Musim Barat (Ha)	%	Pancaroba 1 (Ha)	%	Musim Timur (Ha)	%	Pancaroba 2 (Ha)	%
1	2017	2.207.020	4,48	1.627.238	3,30	1.746.494	3,54	868.942	1,76
2	2018	1.468.392	2,98	1.443.170	2,93	1.462.236	2,97	732.961	1,49
3	2019	1.570.166	3,19	1.529.493	3,10	1.713.959	3,48	952.730	1,93
4	2020	1.402.156	2,84	1.559.444	3,16	1.328.866	2,70	1.050.613	2,13
5	2021	1.650.362	3,35	1.833.237	3,72	1.373.623	2,79	1.211.226	2,46



Gambar 2. Spasial temporal kesesuaian klorofil-a untuk zona tangkapan ikan pelagis di WPPN-RI 713



Gambar 3. Perubahan luas perairan dengan konsentrasi chl-a yang sesuai untuk tangkapan ikan

Pembahasan

Tujuan dari deteksi chl-a di perairan berdasarkan musim yaitu untuk mengetahui sebaran dan perubahannya secara spasial dan temporal. Sebaran distribusi chl-a sebagaimana pada gambar 2 menunjukkan bahwa chl-a dengan konsentrasi 0,5-2,5 mg/m³ dominan berada di perairan dekat daratan, sedangkan pada daerah lepas pantai chl-a tersebar dengan jumlah sedikit. Hal tersebut berarti wilayah tangkapan ikan pelagis potensial di daerah pesisir. Temuan tersebut sejalan dengan hasil studi (Hamuna & Dimara, 2017) yang melakukan penelitian sebaran klorofil-a di perairan Kota Jayapura, dimana perairan dekat pantai memiliki konsentrasi klorofil-a yang tinggi, sedangkan pada perairan lepas pantai rendah. Tingginya sebaran konsentrasi klorofil-a di perairan dekat pantai dipengaruhi oleh suplai nutrisi melalui run-off dari daratan, sedangkan rendahnya konsentrasi klorofil-a di perairan lepas pantai karena tidak adanya suplai nutrisi dari daratan secara langsung. Menurut Garini et al. (2021) tinggi rendahnya kandungan klorofil-a berkaitan erat dengan pasokan nutrisi dari darat melalui aliran sungai.

Pola distribusi horizontal klorofil-a didominasi perairan dekat dengan daratan, seperti sungai, mulut sungai, dan pinggiran teluk, kemudian secara bertahap sedikit menurun ke arah tengah teluk dan lebih rendah lagi ke arah terluar teluk (Marlian et al., 2015). Distribusi dari kandungan nitrat dan fosfat dengan klorofil-a secara linier menunjukkan keamatan yang tinggi dengan konsentrasi tinggi di muara dan semakin rendah ke arah laut (Ayuningsih et al., 2014). Tingginya kandungan chl-a pada perairan dekat pantai selain melalui limpasan air sungai, juga dipengaruhi oleh vegetasi mangrove. Kawasan vegetasi mangrove memberikan nutrisi ke perairan melalui proses dekomposisi dari serasah daun mangrove yang jatuh ke perairan (Hidayah et al., 2016).

Umumnya sebaran konsentrasi fitoplakton tinggi di perairan pantai sebagai

akibat dari tingginya suplai nutrien yang berasal dari daratan melalui limpasan air sungai, dan sebaliknya cenderung rendah di daerah lepas pantai. Akan tetapi, ada beberapa area masih ditemukan konsentrasi fitoplakton yang cukup tinggi, meskipun jauh dari daratan. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya nutrient yang dihasilkan melalui proses fisik massa air yang disebut *up-welling*, dimana massa air dalam terangkat bersama-sama dengan nutrient ke lapisan permukaan (Aryawati & Thoha, 2011).

Berdasarkan hasil analisis citra (tabel 1) terlihat bahwa terjadi perubahan luas area klorofil secara tahun dan musim. Luas wilayah perairan dengan konsentrasi chl-a yang sesuai untuk ikan pelagis secara musim tertinggi terjadi pada musim barat pada tahun 2017 & 2018, musim timur pada tahun 2019, dan pancaroba I pada tahun 2020 & 2021. Adapun pada musim pancaroba II menjadi waktu yang selalu paling rendah untuk luas wilayah perairan yang konsentrasi chl-a nya sesuai untuk zona tangkapan ikan. Hal ini berarti ketika memasuki musim pancaroba II (bulan Juni -Agustus) akan terjadi penurunan wilayah perairan dengan konsentrasi chl-a yang sesuai untuk ikan pelagis.

Musim pancaroba I menjadi musim paling subur yang terjadi pada tahun 2020 & 2021, sejalan dengan temuan Maryanto & Febriyanti (2020) di perairan Kendal, Jawa Tengah, bahwa sebesar 44.15% perairan tersebut memiliki konsentrasi chl-a yang tinggi. Salah satu faktor yang menyebabkan tingginya konsentrasi klorofil-a pada musim pancaroba I adalah faktor pencahayaan. Pada bulan Maret - Mei di WPPN-RI 713 matahari memancarkan sinar dengan intensitas yang cukup tinggi dimana mendukung fitoplankton untuk berfotosintesis. Perairan Indonesia berfungsi sebagai penghubung antara Samudera Pasifik dan Samudera Hindia dan sering terpapar oleh iklim monsun. Hal tersebut menimbulkan sifat yang khas pada perairan Indonesia yakni terjadi perbedaan pola sirkulasi massa air secara musiman (Rasyid, 2009).

Trend sebaran klorofil-a secara musim sebagaimana ditunjukkan (gambar 2) bahwa wilayah dengan klorofil-a yang sesuai untuk ikan pelagis di WPPN-RI 713 dominan terdapat di Selat Makassar yakni sepanjang pantai Provinsi Kalimantan bagian barat dan Sulawesi Selatan. Pada musim barat hingga pancaroba I wilayah dengan klorofil-a yang sesuai akan banyak di perairan Kalimantan Selatan. Pada musim selanjutnya klorofil-a yang sesuai di area tersebut akan berkurang dan sebaliknya akan banyak terbentuk di area Sulawesi Selatan khususnya perairan Kabupaten Jeneponto. Adapun di perairan Kalimantan Timur terbentuk klorofil-a yang tinggi terjadi sepanjang tahun (setiap musimnya). Kami menyarankan perlu perbandingan berbagai jenis citra dengan range data yang lebih banyak untuk deteksi sebaran klorofil-a di perairan sehingga dapat termonitoring dengan lebih baik. Pada penelitian selanjutnya dapat dikombinasikan dengan survey langsung (insitu), sehingga titik-titik yang memiliki potensi klorofil-a yang tinggi dapat terdeteksi dengan baik.

SIMPULAN

Deteksi sebaran klorofil-a menggunakan citra penginderaan jauh dengan pendekatan sistem informasi geografi (SIG) mampu, mudah, dan efisien dilakukan. Hasil analisis menunjukkan bahwa terjadi perubahan sebaran klorofil-a secara spasial-temporal. Klorofil-a yang tinggi cenderung selalu berada di daerah pantai atau muara sungai dan semakin rendah ke arah laut. Hal tersebut dipengaruhi oleh suplai nutrisi melalui run-off dari daratan dan dekomposisi dari daun mangrove. Wilayah perairan WPPN-RI 713 dengan klorofil-a yang sesuai untuk ikan pelagis dominan di Selat Makassar yakni sepanjang pantai Provinsi Kalimantan bagian barat dan Sulawesi Selatan. Luas wilayah perairan dengan konsentrasi chl-a yang sesuai untuk ikan pelagis secara musiman berubah-ubah dimana tertinggi dapat terjadi pada musim barat, pancaroba I, dan musim timur, sedangkan pada pancaroba II selalu paling rendah. Memasuki musim pancaroba II (bulan Juni -Agustus) akan terjadi penurunan wilayah perairan dengan konsentrasi klorofil-a yang sesuai untuk zona tangkapan ikan pelagis. Pada penelitian selanjutnya dapat dikombinasikan dengan survey langsung (insitu), sehingga titik-titik yang memiliki potensi klorofil-a yang tinggi dan sesuai untuk daerah tangkapan ikan dapat terdeteksi dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adani, N. G., Muskanonfola, M. R., & Hendarto, I. B. 2013. Kesuburan Perairan Ditinjau Dari Kandungan Klorofil-a Fitoplankton: Studi Kasus Di Sungai Wedung, Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (Maquares)*, 2(4), 38–45. <https://doi.org/10.14710/marj.v2i4.4266>
- Aryawati, R., & Thoha, H. 2011. Hubungan Kandungan Klorofil-A dan Kelimpahan di Perairan Berau Kalimantan Timur. *Maspari Journal*, 02, 89–94. <http://masparijournal.blogspot.com>
- Ayuningsih, M. S., Hendarto, B. I., & Purnomo, P. W. 2014. Distribusi Kelimpahan Fitoplankton dan Klorofil-a di Teluk Sekumbu Kabupaten Jepara: Hubungannya dengan Kandungan Nitrat dan Fosfat di Perairan. *Management of Aquatic Resources Journal (Maquares)*, 3(2), 138–147. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/maquares>
- BPS. 2021. Statistik Perusahaan Perikanan 2020. In *Badan Pusat Statistik*. Jakarta: BPS-Statistics Indonesia.
- Effendi, R., Palloan, P., & Ihsan, N. 2012. Analisis Konsentrasi Klorofil-a di Perairan Sekitar Kota Makassar Menggunakan Data Satelit Topex/Poseidon. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 8(3), 279–285.
- Garini, B. N., Suprijanto, J., & Pratikto, I. 2021. Kandungan Klorofil-a dan Kelimpahan di Perairan Kendal, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 10(1), 102–108. <https://doi.org/10.14710/jmr.v10i1.28655>
- Hamuna, B., & Dimara, L. 2017. Pendugaan konsentrasi klorofil-a dari citra satelit

- landsat 8 di perairan kota Jayapura. *Maspri Journal*, 9(2), 139–148.
- Hidayah, G., Wulandari, S. Y., & Zainuri, M. 2016. Studi Sebaran Klorofil-a Secara Horizontal di Perairan Muara Sungai Silugonggo Kecamatan Batangan, Pati. *Buletin Oseanografi Marina*, 5(1), 52–59. <https://doi.org/10.14710/buloma.v5i1.11296>
- Irawati, N. 2015. Pendugaan Kesuburan Perairan Berdasarkan Sebaran Nutrien dan Klorofil-a di Teluk Kendari Sulawesi Tenggara. *Aquasains (Jurnal Ilmu Perikanan Dan Sumberdaya Perairan)*, 3(1), 49–58.
- Marlian, N., Damar, A., & Effendi, H. 2015. Distribusi Horizontal Klorofil-a Fitoplankton Sebagai Indikator Tingkat Kesuburan Perairan di Teluk Meulaboh Aceh Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 20(3), 272–279. <https://doi.org/10.18343/jipi.20.3.272>
- Maryanto, T. I., & Febriyanti, A. 2020. Identifikasi Persebaran Klorofil-a untuk Zona Potensi Penangkapan Ikan Berdasarkan Interpretasi Citra Landsat 8 di Perairan Kendal Jawa Tengah. *Berkala Perikanan Terubuk*, 48(1), 287–297.
- Rasyid, A. 2009. Distribusi Klorofil-a Pada Musim Peralihan Barat-Timur di Perairan Spermonde Propinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 9(2), 125–132.
- Semedi, B., & Safitri, N. M. 2015. Estimasi Distribusi Klorofil-A di Perairan Selat Madura Menggunakan Data Citra Satelit Modis dan Pengukuran In Situ Pada Musim Timur. *Research Journal of Life Science*, 2(1), 40–49. <https://doi.org/10.21776/ub.rjls.2015.002.01.6>
- Simarmata, N., Wikantika, K., Tarigan, T. A., Aldyansyah, M., Tohir, R. K., Fauziah, A., & Purnama, Y. 2021. Analisis Transformasi Indeks Ndvi, NdwI Dan Savi Untuk Identifikasi Kerapatan Vegetasi Mangrove Menggunakan Citra Sentinel Di Pesisir Timur Provinsi Lampung. *Jurnal Geografi (Geografi Dan Pengajarannya)*, 19(2), 69–79. <https://doi.org/10.26740/jggp.v19n2.p69-79>
- Sukri, I., Harini, R., & Sudrajat. 2021. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Kabupaten Kulon Progo Menggunakan Citra Landsat 7 Tahun 2011 dan Landsat 8 Tahun 2019. *Seminar Nasional Geografi IV Magister Geografi UGM.*, Yogyakarta, 05 Juli 2021.
- Syetiawan, A. 2021. Penentuan Zona Potensi Penangkapan Ikan Berdasarkan Sebaran Penentuan Zona Potensi Penangkapan Ikan Berdasarkan Sebaran Klorofil-a. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 21, 131–136.
- Zulfia, N., & Aisyah. 2013. Status Trofik Perairan Rawa Pening Ditinjau dari Kandungan Unsur Hara (NO₃ dan PO₄) serta Klorofil -a. *Bawal*, 5(3), 189–199.