

Hubungan hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan suhu permukaan laut dan klorofil di perairan Selat Makassar

[The relationship between small pelagic fish catches with sea surface temperature and chlorophyll in Makassar Strait waters]

Rini Sahni Putri¹, Surianti¹, Hasrianti¹, Damis¹, Muhammad Bibin¹,
Andi Rani Sahni Putri², Muh Kasim³, Suhartono Nurdin⁴

¹Prodi Ilmu Perikanan, Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Muhammadiyah Sidenreng Rappang, Jalan Angkatan 45 No.1A, Rappang 91651

²Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin
Jalan Perintis Kemerdekaan KM. 10, Makassar 90245

³Program Studi Teknik Penangkapan Ikan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Sorong
Jalan Kapitan Pattimura, Tanjung Kasuari, Kota Sorong, Papua Barat 98411

⁴Dinas Kelautan dan Perikanan, Provinsi Sulawesi Selatan
Jalan Baji Minasa No. 12, Tamarunang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90126
Surel: rinisahniputri@gmail.com, surianti23@gmail.com, anthiafnan@outlook.com,
damis.junardi@gmail.com, muhammad.bibin01@gmail.com, arani.sahni@gmail.com,
muh.kasim@polikpsorong.ac.id, ajitono2000@gmail.com

Diterima: 11 November 2021; Disetujui: 24 Februari 2022

Abstrak

Selat Makassar merupakan kawasan perairan yang memiliki potensi sumberdaya perairan yang cukup besar dan relatif subur. Kawasan Selat Makassar merepresentasikan zona pertemuan antara populasi ikan Samudera Pasifik dan Samudera Hindia. Kesuburan perairannya menjadikan daerah ini sebagai salah satu zona berkembang biak bagi sebagian besar biota perairan. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan kondisi perairan di Selat Makassar. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data tangkapan ikan dari Perairan Selat Makassar pada bulan Juni-September 2021. Data kondisi lingkungan perairan berupa Suhu Permukaan Laut dan konsentrasi klorofil-*a* perairan pada periode penelitian diperoleh dari satelit AQUA dengan sensor MODIS, kemudian dikombinasikan dengan Sistem Informasi Geografis. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kisaran suhu permukaan laut di Perairan Selat Makassar antara 26,7°C–31,3°C dan konsentrasi klorofil-*a* antara 0,7 mg/m³ - 1,30 mg/m³. Titik tangkapan tertinggi terdapat pada dua titik dengan hasil tangkapan pukat cincin yang sama yaitu 4000 kg pada 118°51'BT dan 5°10'59"LS serta pada titik 118°52'59"BT dan 5°3'LS, sedangkan tangkapan terendah sebanyak 5 kg pada titik 118°19'BT dan 4°57'LS. Disimpulkan bahwa keberadaan ikan kemungkinan dipengaruhi oleh kondisi perairan yang disukai ikan target tangkapan di Selat Makassar.

Kata penting: data satelit, klorofil, pelagis kecil, suhu.

Abstract

Makassar Strait is a waters area with a large and relatively fertile water resource potential. The Makassar Strait area represents the confluence zone between the Pacific Ocean and Indian Ocean fish populations. The fertility of the waters makes this area one of the breeding zones for most aquatic biota. This study aims to map the catch of small pelagic fishes with water conditions in the Makassar Strait. The data used in this study was fish catches data from Makassar Strait waters from June to September 2021. Data on environmental conditions in the form of Sea Surface Temperature and chlorophyll-*a* concentration in the waters during the study period were obtained from the AQUA satellite with MODIS sensors, then combined with the Geographic Information System (GIS). The results of this study indicate that the sea surface temperature range in Makassar Strait waters was between 26.7°C–31.3°C and the concentration of chlorophyll-*a* was between 0.7 mg/m³ - 1.30 mg/m³. The highest catch points were at two points with the same catch of the purse seine, namely 4,000 kg at 118°51'E and 5°10'59"S and at 118°52'59"E and 5°3'S,

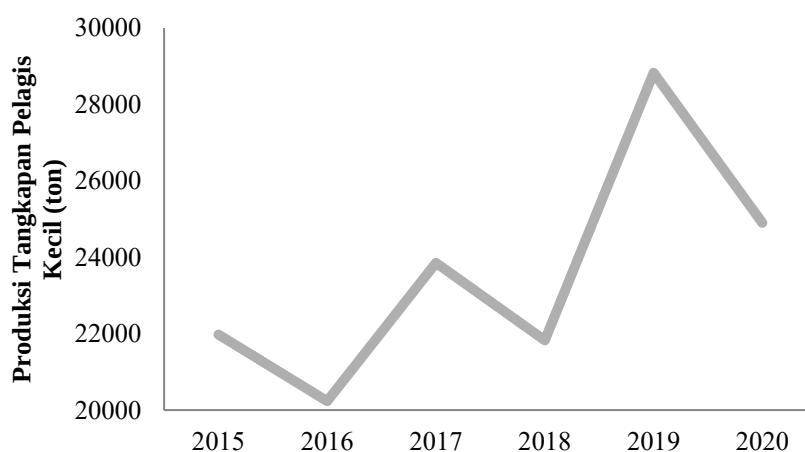
while the lowest catch was 5 kg at 118°19'E and 4°57'S. It can be concluded that the presence of fish may be influenced by the water's conditions favored by the target fish in the Makassar Strait.

Keywords: chlorophyll, satellite data, small pelagic, temperature.

Pendahuluan

Selat Makassar merupakan kawasan perairan yang memiliki potensi sumberdaya perairan yang cukup besar dan relatif subur (Gordon 2005). Kawasan Selat Makassar merepresentasikan zona pertemuan antara populasi Samudera Pasifik dan Samudera Hindia. Kesuburan perairannya menjadikan daerah ini sebagai salah satu zona berkembang biak bagi sebagian besar biota di Indonesia. Hal ini menyebabkan perairan Selat Makassar memiliki potensi sumberdaya perikanan yang cukup tinggi, termasuk sumberdaya ikan pelagis kecil. Namun jika tidak diperhatikan dengan baik, penurunan sumberdaya ikan di perairan dapat saja terjadi jika laju pemanfaatan tidak sejalan dengan laju pertumbuhannya.

Ikan pelagis kecil merupakan ikan yang menghabiskan sebagian besar hidupnya berada pada lapisan permukaan hingga kolom perairan, seperti lemuru (*Sardinella lemuru*), tembang (*Sardinella fimbriata*), teri (*Stolephorus* sp.), kembung perempuan (*Rastrelliger brachysoma*), kembung lelaki (*Rastrelliger kanagurta*), dan lain-lain. Produksi ikan pelagis kecil di Provinsi Sulawesi Selatan pada tahun 2015-2020 ditampilkan dalam Gambar 1 untuk memberikan gambaran fluktuasi perikanan tangkap beberapa tahun terakhir. Pada gambar tersebut terlihat pola produksi perikanan pelagis kecil yang sangat fluktuatif dari tahun 2015-2020. Selama periode ini produksi perikanan tangkap pelagis kecil yang paling tinggi yaitu pada tahun 2019 sebesar 28.827,7 ton, sedangkan



Gambar 1 Produksi perikanan tangkap di Sulawesi Selatan tahun 2015-2020 (DKP SulSel 2021)

produksi yang paling sedikit pada tahun 2016 sebesar 20.234,6 ton.

Kekhawatiran mengenai kelestarian sumberdaya perikanan di lautan mulai menyebar sejak tahun 1990-an (Pauly *et al.* 2003) ketika banyak peneliti dan media massa mulai mempublikasikan dampak penurunan sumberdaya perairan. Sumberdaya perikanan merupakan komponen penting bagi ketahanan pangan dan memberikan peluang dalam peningkatan perekonomian (Zeller *et al.* 2006, Bell *et al.* 2009). Keberadaan ikan di suatu perairan sangat dipengaruhi oleh kondisi oseanografi kawasan tersebut. Keterseediaan gerombolan ikan dipengaruhi oleh keadaan lingkungan perairan (Nataniel *et al.* 2021). Kurota *et al.* 2020 mengemukakan pentingnya kondisi lingkungan yang merupakan faktor pendorong pertumbuhan dan perkembangan ikan pelagis

Kajian tentang sumberdaya ikan dan kaitannya dengan kondisi lingkungan menggunakan metode penginderaan jauh seperti Oktari *et al.* (2019) yang melakukan pemetaan pola pergerakan penangkapan ikan dengan menggunakan data oseanografi dari satelit dan menemukan bahwa pola pergerakan ikan dipengaruhi secara signifikan oleh parameter oseanografi yaitu konsentrasi klorofil-*a*. Selain itu, kajian Putri *et al.* (2020) juga menggunakan metode penginderaan jauh untuk memperoleh data oseanografi untuk memberikan gambaran hubungan parameter oseanografi terhadap hasil tangkapan ikan pelagis kecil di Selat Makassar. Kajian ini menunjukkan bahwa suhu permukaan laut

dan klorofil-*a* memiliki rentang tertentu yang mempengaruhi kelimpahan ikan. Kajian ikan pelagis kecil di Selat Makassar telah banyak dilakukan seperti Nurdin *et al.* 2017 menunjukkan sebaran ikan kembung lele (*Rastrelliger kanagurta*) di Perairan Spermonde, Selat Makassar dan menunjukkan hubungan positif ikan pelagis kecil tersebut dengan suhu permukaan laut dan klorofil-*a*. Selain itu, kajian analisis upaya penangkapan ikan pelagis kecil juga sudah dilakukan di perairan Selat Makassar dan menunjukkan bahwa pukat cincin, bagan perahu, dan payang merupakan alat tangkap yang dominan, baik produksi maupun upaya penangkapan ikan pelagis kecil (Nelwan *et al.* 2017). Penelitian mengenai sebaran spasial ikan pelagis kecil penting dilakukan secara berkesinambungan untuk memberikan gambaran sebaran ikan pelagis kecil di Selat Makassar baik secara spasial maupun temporal.

Pengelolaan sumberdaya laut yang berkelanjutan memerlukan informasi persebaran ikan secara spasial dan berkesinambungan. Data satelit dikombinasikan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk memetakan lokasi penangkapan ikan secara spasial dan temporal (Hidayat *et al.* 2020), kemudian dihubungkan dengan kondisi lingkungan selama periode penelitian. Beberapa kajian zona potensial ikan hubungannya dengan kondisi oseanografi telah dilakukan seperti pendeteksian daerah potensial penangkapan ikan pelagis kecil yaitu kembung perempuan dengan menggunakan data penginderaan jauh (Nurdin *et al.* 2017). Selain itu, Chen *et al.*

(2005) melakukan kajian tentang persebaran ikan dan hubungannya dengan faktor lingkungan. Zainuddin *et al.* 2004 juga melakukan penelitian mengenai daerah penangkapan ikan yang potensial menggunakan data satelit dari *oceancolor*.

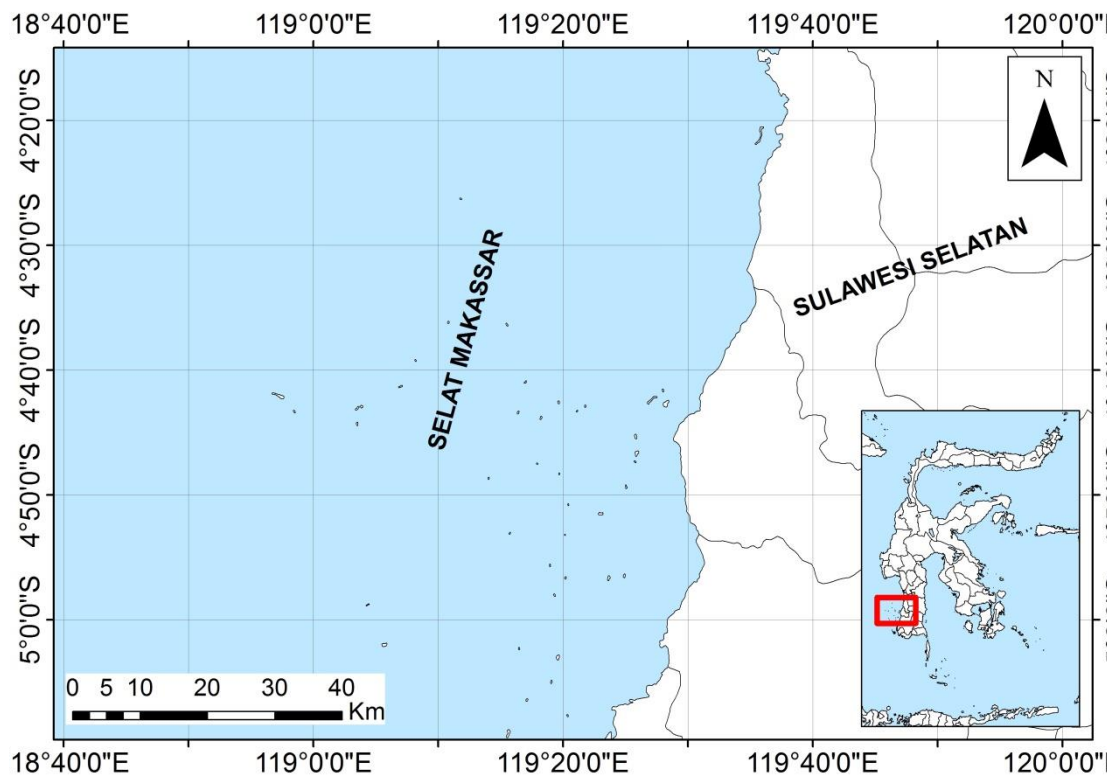
Pemanfaatan SIG dan penginderaan jauh menjadi salah satu alternatif dalam penggunaan data lingkungan karena dapat tersedia secara berkesinambungan. Citra satelit yang memiliki sensor untuk merekam keadaan permukaan laut dapat digunakan untuk memperoleh informasi prediksi zona potensial ikan dengan mempelajari sebaran kondisi oseanografi perairan. Faktor oseanografi menjadi faktor penentu keberadaan ikan, karena setiap jenis ikan umumnya memiliki kondisi oseanografi ideal bagi pertumbuhan dan perkembangannya. Sehingga, faktor tersebut sangat bermanfaat untuk pemanfaatan dan pengelolaan sumberdaya ikan, terutama dalam usaha penangkapan.

Gambaran spasial kondisi lingkungan merupakan informasi penting dalam kajian zona potensial penangkapan ikan. Hal ini menjadi kajian awal yang sangat erat kaitannya dengan keberadaan ikan, karena kondisi lingkungan sangat mempengaruhi bahkan menentukan keberadaan ikan di suatu perairan. Pengetahuan tentang keberadaan ikan akan sangat mempengaruhi efektif dan efisiennya kegiatan penangkapan serta mengoptimalkan hasil tangkapan. Informasi tersebut juga nantinya akan sangat dibutuhkan dalam penentuan langkah pengelolaan sumberdaya perairan yang berkelanjutan.

Kondisi oseanografi sangat memengaruhi pola migrasi ikan (Zainuddin *et al.* 2013) dan pertumbuhan ikan (Kasmi *et al.* 2017). Kaitannya dengan upaya optimalisasi pemanfaatan dan keberlanjutan sumberdaya ikan pelagis kecil, informasi mengenai kondisi oseanografi sangat penting untuk diketahui (Zorica *et al.* 2013). Pemanfaatan teknologi satelit menjadi salah satu metode yang baik dalam kajian sumberdaya ikan hubungannya dengan kondisi oseanografi. Metode ini dipilih karena dapat memberikan informasi kondisi oseanografi secara spasial dan temporal. Pemanfaatan teknologi satelit untuk memperoleh data oseanografi dapat membantu dalam memberikan saran lokasi penangkapan ikan dengan memperkirakan kelimpahan ikan dari data oseanografi yang sesuai dengan ikan target. Kajian ini bertujuan untuk memetakan hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan kondisi perairan di Selat Makassar. Ikan pelagis kecil yang menjadi target kajian ini yaitu ikan tembang (*Sardinella fimbriata*), kembung perempuan (*Rastrelliger brachysoma*) dan kembung lelaki (*Rastrelliger kanagurta*).

Bahan dan metode

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data tangkapan ikan yang diperoleh dengan mengikuti secara langsung kegiatan penangkapan ikan pada alat tangkap bagan perahu di Perairan Selat Makassar pada bulan Juni-September 2021. Lokasi penelitian Selat Makassar dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil tangkapan yang menjadi



Gambar 2 Lokasi penelitian

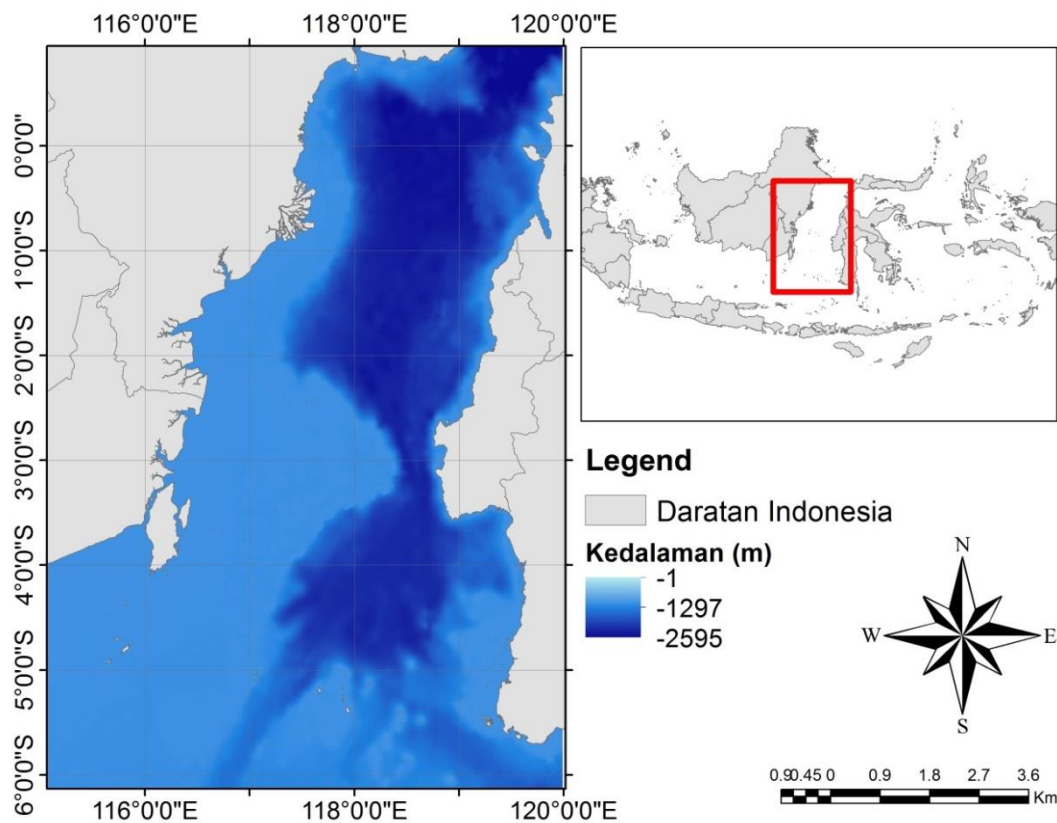
target dalam penelitian ini yaitu ikan pelagis kecil berupa ikan tembang (*Sardinella* sp.) , kembung perempuan (*Rastrelliger brachysoma*) dan kembung lelaki (*Rastrelliger kanagurta*) yang merupakan beberapa jenis ikan target utama dalam upaya penangkapan ikan karena memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Ikan pelagis kecil menjadi salah satu target utama dalam kegiatan penangkapan ikan di Perairan Selat Makassar.

Data kondisi lingkungan perairan berupa Suhu Permukaan Laut (SPL) dan konsentrasi klorofil-*a* perairan pada periode penelitian diperoleh dari satelit AQUA dengan sensor MODIS (*Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer*) dengan resolusi spasial 4 km dan resolusi temporal bulanan

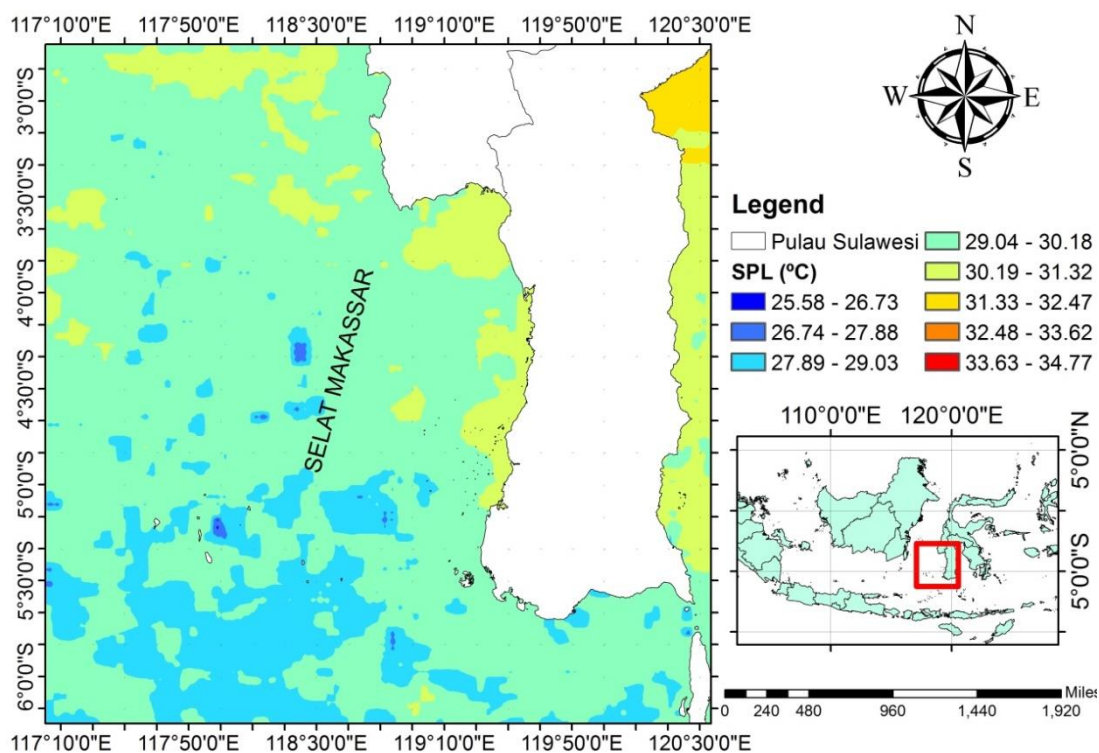
(*monthly*), kemudian dirata-ratakan untuk memperoleh gambaran spasial kondisi lingkungan di perairan tersebut. Gambaran spasial divisualisasikan dengan peta spasial kondisi lingkungan menggunakan perangkat lunak arcGIS 10.8.

Hasil

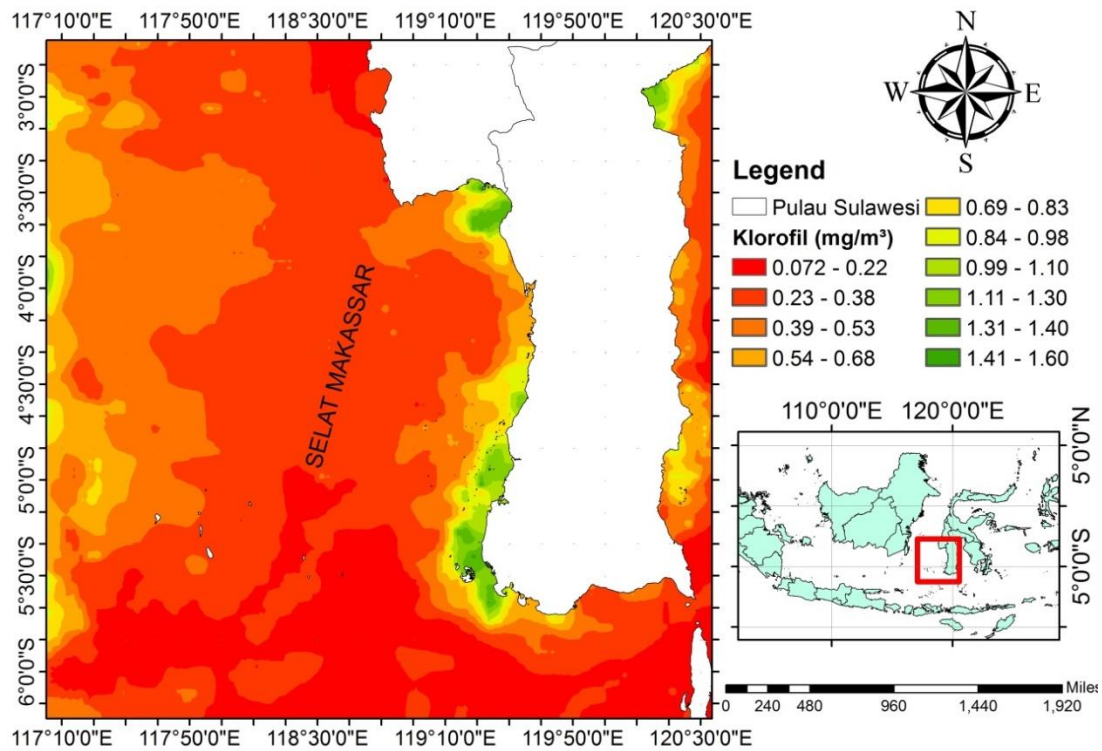
Perairan Selat Makassar termasuk salah satu perairan yang cukup dalam di Indonesia. Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa kisaran kedalaman Perairan Selat Makassar mencapai 2.595 m. Tidak jauh dari daratan Pulau Sulawesi terlihat perairan yang relatif dalam ditunjukkan dengan warna biru yang lebih tua membentang dari utara hingga ke selatan perairan tersebut.



Gambar 3 Kedalaman perairan Selat Makassar (sumber: ETOPO)



Gambar 4. Suhu Permukaan Laut (SPL) perairan Selat Makassar.

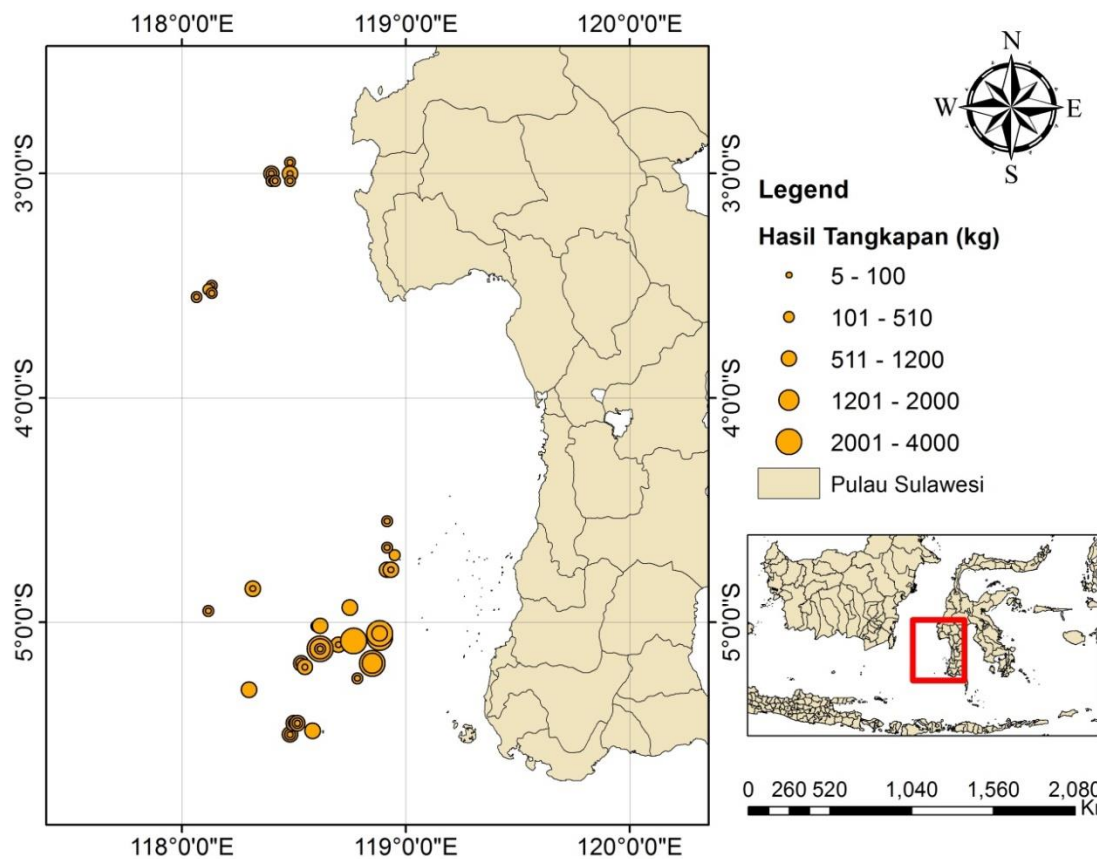


Gambar 5. Konsentrasi klorofil-*a* perairan Selat Makassar.

Kondisi lingkungan sangat memengaruhi keberadaan dan sebaran ikan. Suhu permukaan laut Selat Makassar terlihat bervariasi secara spasial (Gambar 4). Kisaran suhu permukaan laut di Perairan Selat Makassar antara 26,7°C–31,3°C. Parameter oseanografi yang juga penting dalam mempelajari sebaran ikan, terutama ikan pelagis kecil yaitu konsentrasi klorofil-*a* pada kawasan perairan tersebut. Gambar 5 menunjukkan sebaran spasial konsentrasi klorofil-*a* pada periode penelitian. Peta sebaran tersebut menunjukkan rentang konsentrasi klorofil-*a* berkisar antara 0,7 mg/m³ - 1,30 mg/m³ dan terlihat relatif lebih tinggi di dekat daratan.

Titik penangkapan ikan pelagis kecil pada penelitian ini sebanyak 264 titik

penangkapan yang kemudian dipetakan untuk melihat sebaran spasial keberadaan ikan pada periode penelitian. Pada Gambar 6 dapat dilihat titik tangkapan tersebar dari utara hingga ke selatan Perairan Selat Makassar dengan tangkapan berkisar antara 5 kg–4000 kg ikan pelagis kecil berupa ikan tembang (*Sardinella* sp.), kembung perempuan (*Rastrelliger brachysoma*) dan kembung lelaki (*Rastrelliger kanagurta*). Lokasi tangkapan tertinggi terdapat dua titik dengan hasil tangkapan yang sama yaitu 4000 kg pada 118°51'BT dan 5°10'59"LS serta pada titik 118°52'59"BT dan 5°3'LS. Tangkapan terendah sebanyak 5 kg pada titik 118°19'BT dan 4°57'LS, bergeser ke arah tengah perairan Selat Makassar.



Gambar 6 Titik tangkapan ikan pelagis kecil di Selat Makassar.

Pembahasan

Kajian Worm *et al.* 2009 menunjukkan bahwa dari hasil perhitungan *Maximum Sustainable Yield* (MSY) ditemukan sekitar 2/3 atau 63% dari populasi biomassa ikan telah menurun dibawah target pengelolaan. Menurunnya produksi perikanan di beberapa wilayah disebabkan beberapa faktor, seperti eksploitasi secara berlebihan, pertumbuhan populasi manusia dan perubahan iklim (Cinner *et al.* 2012; Houk *et al.* 2012; Bell *et al.* 2013). Dalam upaya manajemen perikanan berkelanjutan, pengetahuan tentang populasi biomassa ikan perlu diketahui. Hal tersebut menjadi salah satu pendorong

pentingnya kajian keberadaan ikan di suatu perairan dan hubungannya dengan kondisi lingkungan. Setiap perairan memiliki karakteristik lingkungan berbeda, sehingga perlu dilakukan kajian secara berkesinambungan di setiap kawasan perairan.

Suhu pada permukaan laut dipengaruhi oleh kondisi meteorologis seperti intensitas cahaya matahari, curah hujan, kecepatan angin, dan lain-lain. Suhu permukaan laut merupakan salah satu parameter oseanografi yang memiliki peranan penting dalam memprediksi sebaran ikan. Tingginya sebaran klorofil-*a* di perairan pantai dan pesisir umumnya disebabkan adanya suplai nutrisi

melalui perairan sungai yang berasal dari daratan (Nybakken 1992). Selain itu, tinggi rendahnya kandungan klorofil-*a* di suatu perairan juga disebabkan oleh suhu, salinitas, pH dan faktor-faktor lainnya (Sihombing *et al.* 2013).

Parameter oseanografi merupakan faktor penting dalam mempelajari sebaran spasial ikan dan merupakan faktor yang paling sering dikaitkan dengan spesies pelagis yaitu SPL (Suhu Permukaan Laut), CHL (Klorofil-*a*), dan kedalaman (Song *et al.* 2009; Fraile *et al.* 2010; Lan *et al.* 2017). Karakteristik oseanografi seperti suhu permukaan laut dan klorofil-*a* cenderung menjadi pendorong penting bagi kelimpahan ikan (Yuniarta *et al.* 2017). Parameter oseanografi merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap variabilitas hasil tangkapan ikan, karena hal tersebut berhubungan dengan proses metabolisme ikan secara biologis. Metabolisme tersebut memengaruhi pertumbuhan ikan di perairan yang harus dipenuhi untuk mempertahankan hidupnya (Yatsu 2011, Takahashi *et al.*, 2009).

Hasil penelitian ini menunjukkan kisaran suhu permukaan laut di Perairan Selat Makassar antara 26,7°C–31,3°C dan konsentrasi klorofil-*a* antara 0,7 mg/m³ - 1,30 mg/m³. Rentang suhu permukaan laut dan klorofil-*a* ditemukan berpengaruh positif terhadap keberadaan ikan pelagis kecil yaitu ikan tembang, kembung perempuan, dan kembung lelaki, terutama pada bagian selatan perairan Selat Makassar. Sejalan dengan penelitian Putri *et al.* 2021 yang menunjukkan bahwa

suhu permukaan laut 29,5,7°C–30,5°C dan klorofil-*a* 0,5 mg/m³–0,8 mg/m³ memiliki pengaruh terhadap hasil tangkapan ikan pelagis kecil. Selain itu, menurut Rasyid *et al.* 2014 kondisi suhu permukaan laut di perairan Makassar berkisar antara 26°C–31°C dan konsentrasi klorofil-*a* 0,1 mg/m³–1,0 mg/m³, dengan prediksi penangkapan mencapai 121–180 kg ikan pelagis kecil. Hal ini menunjukkan bahwa fluktuasi parameter oseanografi baik secara spasial maupun temporal memberikan pengaruh pada keberadaan ikan di suatu perairan.

Simpulan

Rentang suhu permukaan laut antara 26,7°C–31,3°C dan klorofil-*a* antara 0,7 mg/m³–1,30 mg/m³ ditemukan berpengaruh positif terhadap keberadaan ikan pelagis kecil, terutama pada bagian selatan perairan Selat Makassar.

Persantunan

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kemdikbudristek atas bantuan pendanaan penelitian melalui hibah Penelitian Dosen Pemula (PDP), kepada Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sulawesi Selatan serta nelayan yang terlibat dalam penelitian ini, serta penulis mengucapkan terima kasih kepada mitra bestari atas saran dan koreksinya sehingga artikel ini menjadi lebih berkualitas.

Daftar pustaka

- Bell JD, Ganachaud A, Gehrke PC, Griffiths SP, Hobbay AJ, Hoegh-Guldberg O, Johnson JE, Borgne RL, Lehodey P, Lough JM, Matear RJ, Pickering TD, Pratchett MS, Gupta AS, Senina I, & Waycott M. 2013. Mixed responses of tropical pasific fisheries and aquaculture to climate change. *Nature Climate Change*, 3(6): 591-599.
- Bell JD, Kronen M, Vunisea A, Nash W, Keeble G, Demmke A, Pontifex S, & Andrefouet S. 2009. Planning the use of fish for food security in the Pasific. *Marine Policy* 33(1): 64-76.
- Chen IC, Lee PF, & Tzeng WN. 2005. Distribution of albacore (*Thunnus alalunga*) in the Indian Ocean and its relation to environmental factors. *Fisheries Oceanography*, 14(1): 71-80.
- Cinner JE, McClanahan TR, Graham NAI, Daw TM, Maina J, Stead SM, Wamukota A, Brown K, & Bodin O. 2012. Vulnerability of coastal communities to key impacts of climate change on coral reef fisheries. *Global Environmental Change*, 22(1): 12-20.
- DKP (Dinas Kelautan dan Perikanan) Provinsi Sulawesi Selatan. 2021. *Data Statistik Perikanan Provinsi Sulawesi Selatan*. Makassar, Sulawesi Selatan.
- ETOPO. 2021. Dimuat dalam <https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/>.
- Fraile I, Murua H, Goni N, & Caballero A. 2010. Effect of environmental factors catch rates of FAD-associated yellowfin (*Thunnus albacares*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) tunas in the Western Indian Ocean. *Indian Ocean Tuna Commission Proceedings*, 22. IOTC-2010-WPTT-46.
- Gordon A. 2005. The oceanography of the Indonesian Seas and their throughflow. *Oceanography*, 18(4): 14-27.
- Hidayat R, Zainuddin M, Mallawa A, Mustapha MA, Safruddin, & Putri ARS. 2020. Estimating potential fishing zones for skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) abundance in southern Makassar Strait. *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science*. 564(1): 012082.
- Houk P, Rhodes K, Lindfield S, Fread V, & Mcilwain JL. 2012. Commercial coral-reef fisheries across Micronesia: a need for improving management. *Coral Reefs*, 31(1): 13-26
- Kasmi M, Hadi S & Kantun W. 2017. Biologi reproduksi ikan kembung lelaki, *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1816) di perairan pesisir Takalar, Sulawesi Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 17(3): 259-271.
- Kurota H, Cody SS, & Momoko I. 2020. Drivers of rescrutment dynamic in Japanese major fisheries resources: Effect of environmental conditions and spawner abundance. *Fisheries Research*, 221(1): 105353.
- Lan KW, Shimada T, Lee MA, Su NJ, & Chang Y. 2017. Using remote-sensing environmental and fishery data to map potential yellowfin tuna habitats in the tropical Pasific Ocean. *Remote Sensing*, 9(5): 1-14.
- Nataniel A, Jon L, & Maria S. 2021. Modelling seasonal environmental preferences of tropical tuna purse seine fisheries in the Mozambique Channel. *Fisheries Research*, 243(6): 106073.
- Nelwan A, Sondita F, Monintja DR, & D Simbolon. 2017. Analisis upaya penangkapan ikan pelagis kecil di Selat Makassar, Perairan Pantai Barat Sulawesi Selatan. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 10(1): 1-14.
- Nurdin S, Mustapha MA, Lihan T & Zainuddin M. 2017. Applicability of remote sensing oceanographic data in the detection of potential fishing grounds of *Rastrelliger kanagurta* in the archipelagic waters of Spermonde, Indonesia. *Fisheries Research*, 196: 1-12.

- Nybakken JW. 1992. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. Diterjemahkan oleh M. Eidman, H. PT.Gramedia. Jakarta. 459 p.
- Oktari AR, Ridwan M, Zainuddin M & Musbir. 2019. Pemetaan pola pergerakan penangkapan ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) dengan menggunakan data satelit dan purse seine di Selat Makassar selama Juli-Oktober 2018. *Jurnal IPTEKS Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan*, 6(12) : 175-185.
- Pauly D, Zeller D, Centre F, 2003. *Rationale for improving FAO's database*, Page 1 PART I: FISHERIES TRENDS The Global Fisheries Crisis as a Rationale for Improving the FAO's Database of Fisheries Statistics 1.
- Putri RS, Bibin M, Putri ARS & Asrifan A. 2020. GAM in modeling the distribution of small pelagic fish in the Makassar Strait. *Veterinary Practitioner*, 2(2): 310-314.
- Putri RS, Surainti, Hasrianti, Bibin M, Damis & Muhammad F. 2021. Distribusi pelagis kecil di Selat Makassar kaitannya dengan parameter oseanografi. *Jurnal IPTEKS Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan*, 8(2): 48-57.
- Rasyid AJ, Nurjannah N, A Iqbal B, & M Hatta. 2014. Karakter oseanografi perairan Makassar terkait zona potensial penangkapan ikan pelagis kecil pada musim timur. *Jurnal IPTEKS Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan*, 1(1): 69-80.
- Sihombing RF, Aryawati R & Hartoni. 2013. Kandungan klorofil-*a* fitoplankton di sekitar perairan Desa Sunsang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Maspuri Journal*, 5(1): 34-39.
- Song L, Zhou Y, Nishida T, Jiang W, & Wang J. 2009. Environmental preferences of bigeye tuna, *Thunnus obesus*, in the Indian Ocean: an application to a longline fishery. *Environmental Biology of Fishes*, 85(2): 153-171.
- Takahashi M, Watanabe Y, Yatsu A, & Nishida H. 2009. Contrasting responses in larva and juvenile growth to a climate-ocean regime shift between anchovy and sardine. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 66(6): 972-982.
- Worm B, Hilborn R, Baum JK, Branch TA, Collie JS, Costello C, Fogarty MJ, Fulton EA, Hutchings JA, Jennings S, Jensen OP, Lotze HK, Mace PM, McClanahan TR, Minto C, Palumbi SR, Parma AM, Ricard D, Rosenberg AA, Watson R, & Zeller D, 2009. Rebuilding global fisheries. *Science*, 325(5940): 578-585.
- Yatsu A. 2011. Recent stock status of migratory commercial species around Japan: possibility of a new alternation of dominant species. *Aquabiology*, 192(33): 3-6.
- Yuniarta S, Van Zwieten PAM, Groeneveld RA, Wisudo SH, & van Ierland EC. 2017. Uncertainty in catch and effort data of small and medium scale tuna fisheries in Indonesia: Sources, operational causes and magnitude. *Fisheries Research*, 193: 173-183.
- Zainuddin M, Nelwan A, Farhum SA, Najamuddin H, Kurnia MAI, & Sudirman. 2013. Characterizing potential fishing zone of skipjack tuna during the southeast monsoon in the Bone Bay-Flores Sea using remotely sensed oceanographic data. *International Journal of Geosciences*, 4(1): 259-266.
- Zainuddin M, Saitoh K, & Saitoh S. 2004. Detection of potential fishing ground for albacore tuna using synoptic measurements of ocean color and thermal remotesensing in the northwestern North Pacific. *Geophysical Research Letters*, 31(20): 1-4.
- Zeller D, Booth S, Pauly D, & Zeller D. 2006. Fisheries contributions to the gross domestic product: underestimating small-scale fisheries in the Pasific.

- Marine Resource Economics*, 21(4): 355-374.
- Zorica B, Vilibic I, Kec VI, & Epic J. 2013. Environmental conditions conducive to anchovy (*Engraulis encrasicolus*) spawning in the Adriatic Sea. *Fisheries Oceanography*, 22(1): 32–40.