

# PREDIKSI SPASIAL PRODUKTIVITAS KLOOROFIL-A LAUTAN MENGGUNAKAN METODE BACKPROPAGATION

**Sitti Najmia Rifai**

Sistem dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Kendari, Jln. K.H. Ahmad Dahlan Kendari

---

**Riwayat artikel:**

*Received: 5 Desember 2022*

*Accepted: 29 Desember 2023*

*Published: 1 Januari 2024*

**Keywords:**

**Klorofil-a, Sistem Informasi Geografis, Backpropagation**

**Correspondent Email:**

sitti.najmia@umkendari.ac.id

**Abstrak.** Indonesia memiliki sumber daya laut yang melimpah, termasuk berbagai jenis ikan yang telah memberikan kontribusi signifikan pada peningkatan ekspor komoditi perikanan. Salah satu tantangan yang kerap dihadapi dalam sektor kelautan dan perikanan, terutama oleh para nelayan, adalah ketidakmampuan mereka untuk mengakses informasi yang akurat dan real-time mengenai kondisi laut, migrasi ikan, serta perubahan pola penangkapan ikan. Keterbatasan ini dapat mengakibatkan pemborosan waktu dan sumber daya karena proses penangkapan yang kurang efisien, memberikan dampak negatif pada pendapatan nelayan dan keberlanjutan sumber daya laut. Parameter Klorofil-a dalam lautan merupakan pigmen aktif dalam sel tumbuhan yang memainkan peran krusial dalam proses fotosintesis di lingkungan air, dan dapat berfungsi sebagai indikator tingkat keberlimpahan ikan dalam suatu wilayah, mencerminkan gambaran siklus rantai makanan di laut. Dengan penerapan sistem prediksi spasial menggunakan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan metode backpropagation yang dapat diakses secara langsung, produktivitas klorofil-a di perairan laut dapat memberikan informasi yang dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam kegiatan penangkapan ikan. Hal ini bertujuan untuk mengurangi waktu, biaya, dan tenaga yang diperlukan dalam proses penangkapan, sehingga dapat mencapai efisiensi optimal.

**Abstract.** Indonesia has abundant marine resources, including various types of fish which have made a significant contribution to increasing fishery commodity exports. One of the challenges often faced in the marine and fisheries sector, especially by fishermen, is their inability to access accurate and real-time information regarding sea conditions, fish migration, and changes in fishing patterns. This limitation can result in a waste of time and resources due to less efficient fishing processes, hurting fishermen's income and the sustainability of marine resources. Parameters Chlorophyll-a in the ocean is an active pigment in plant cells that plays a crucial role in the process of photosynthesis in the aquatic environment and can function as an indicator of the level of fish abundance in an area, reflecting a picture of the food chain cycle in the sea. By implementing a spatial prediction system using Geographic Information System (GIS) technology with a backpropagation method that can be accessed directly, chlorophyll-a productivity in marine waters can provide information that can increase effectiveness and efficiency in fishing activities. This aims to reduce the time, costs, and energy required in the fishing process so that optimal efficiency can be achieved.

## 1. PENDAHULUAN

Sumber kekayaan laut Indonesia termasuk berbagai jenis ikan tangkapan, terutama ikan cakalang yang telah berkontribusi besar pada peningkatan ekspor komoditi perikanan. Sangat penting untuk memahami persebaran ikan di perairan karena populasinya cenderung berubah-ubah [1].

Klorofil-a dapat dianggap sebagai tolok ukur yang mencerminkan kesehatan ekosistem perairan dan ketersediaan sumber daya bagi organisme di dalamnya, termasuk ikan. Memahami hubungan antara tingkat klorofil-a dengan kelimpahan ikan dapat memberikan wawasan mendalam tentang dinamika ekologi perairan dan membantu para ahli lingkungan untuk mengembangkan strategi pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan [2].

Dalam era kemajuan teknologi informasi dan kebutuhan akan pemahaman mendalam terhadap ekosistem laut, prediksi produktivitas klorofil-a laut menjadi perhatian utama dalam penelitian ilmiah. Klorofil-a, sebagai indikator utama aktivitas fotosintesis, memberikan gambaran yang penting tentang kesehatan ekosistem laut dan dinamika trofiknya.

Parameter oseanografi perairan seperti suhu permukaan laut dan klorofil perairan sangat mempengaruhi distribusi ikan di laut [3]. Kondisi keadaan primer yang baik akan menarik ikan untuk datang mencari makan. Dengan mengetahui konsentrasi klorofil-a dan suhu permukaan laut di perairan, besarnya produktivitas primer yang ada pada perairan dapat diperkirakan. Kelimpahan produktivitas perairan dapat ditunjukkan oleh konsentrasi klorofil-a dan juga dapat digunakan sebagai ukuran banyaknya fitoplankton yang ada di perairan [4].

Salah satu masalah yang sering dihadapi oleh bidang kelautan dan perikanan terutama para nelayan adalah karena kurangnya akses nelayan terhadap informasi yang akurat dan real-time mengenai kondisi laut, migrasi ikan, serta perubahan pola penangkapan ikan. Keterbatasan ini dapat menyebabkan waktu dan sumber daya yang terbuang akibat penangkapan yang kurang efisien, berdampak kurang baik

pada penghasilan nelayan dan keberlanjutan sumber daya laut.

Dengan adanya sistem prediksi spasial menggunakan teknologi sistem informasi geografis dengan metode *backpropagation* yang dapat diakses secara langsung menjadikan produktivitas klorofil-a lautan dapat memberikan informasi agar dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam melakukan penangkapan ikan agar dapat meminimalisir waktu, biaya dan tenaga.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Daerah Penyebaran Ikan

Penyebaran ikan atau tempat rumpon ikan dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori, yaitu penyebaran horizontal yang terkait dengan lokasi geografis perairan, dan penyebaran vertikal yang sangat berkaitan dengan kedalaman air laut. Sehubungan dengan penyebaran ikan cakalang, seringkali mengikuti arus garis konvergensi antara arus dingin dan arus panas, yang dikenal sebagai wilayah kaya akan organisme dan diyakini sebagai tempat yang sangat baik untuk penangkapan ikan tuna dan cakalang [5]. Dalam konteks perikanan tuna dan cakalang, pemahaman tentang sirkulasi arus menjadi sangat penting, karena kepadatan populasi ikan di suatu perairan sangat dipengaruhi oleh karakteristik arus tersebut [6].

Spesies cakalang secara kontiniu ditemukan sepanjang tahun melintasi samudera dari arah Timur ke Barat, mencakup wilayah antara 45° LU hingga Selatan 45° LS di bagian Barat Samudera Pasifik, dan antara 30° LU hingga 30° LS di bagian Timur mengarah ke Samudera Pasifik. Di Samudera Atlantik, terdapat cakalang juga tercatat tertangkap antara 45° LU hingga 45° LS di bagian baratnya, dan antara 35° LU hingga Selatan 40° LS di bagian timurnya.

## 2.2 Klorofil-a

Faktor biofisik yang signifikan dalam memengaruhi distribusi ikan dan seringkali digunakan untuk meramalkan potensi penangkapan ikan adalah klorofil-a dan arus permukaan laut. Klorofil-a memiliki hubungan erat dengan tingkat produktivitas, yang tercermin dalam jumlah biomassa fitoplankton sebagai tingkat pertama dalam rantai makanan ikan pelagis. Fertilitas suatu perairan dapat diukur dari ketersediaan zat organik yang menjadi sumber makanan bagi organisme laut (produktivitas primer). Produktivitas primer yang tinggi akan menarik perhatian ikan untuk mencari makanan [7].

Distribusi klorofil-a dalam perairan umumnya cenderung menunjukkan konsentrasi yang lebih tinggi di sekitar perairan pantai, yang disebabkan oleh suplai nutrisi yang tinggi dari daratan melalui muara sungai. Meskipun demikian, dalam situasi tertentu, perairan yang berjarak dari pantai juga menunjukkan konsentrasi klorofil-a yang signifikan, kemungkinan disebabkan oleh kejadian *upwelling* di wilayah perairan tersebut [8].

## 2.3 Backpropagation

Metode backpropagation merupakan suatu teknik yang umum digunakan dalam pelatihan jaringan saraf tiruan (*Artificial Neural Networks* - ANN). Proses ini melibatkan dua tahap utama, yaitu tahap *feedforward* dan tahap *backpropagation*. Pada tahap *feedforward*, sinyal input disampaikan melalui jaringan saraf untuk menghasilkan output. Setelah itu, perbedaan antara output yang dihasilkan dan target yang diinginkan diukur menggunakan fungsi kerugian [9].

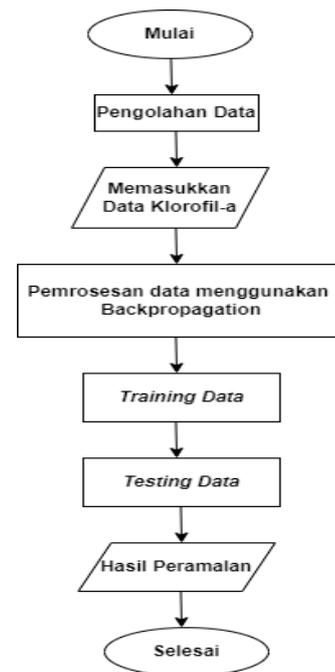
Tahap *backpropagation* melibatkan penyesuaian bobot dan bias dalam jaringan dengan menggunakan gradien dari fungsi kerugian tersebut. Gradien ini dikembalikan melalui jaringan dari output ke input, sehingga setiap neuron dapat menyesuaikan bobotnya sesuai dengan kontribusinya terhadap kesalahan [10][11].

Iterasi proses ini terus dilakukan hingga konvergensi atau hingga batas iterasi tertentu. Metode *backpropagation* membantu jaringan saraf untuk belajar dan meningkatkan kinerjanya dalam memodelkan pola dan melakukan prediksi.

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Alur Kerja Sistem

Dalam penelitian ini, digunakan metode backpropagation untuk meramalkan atau memprediksi kelimpahan dan kesuburan daerah penangkapan ikan cakalang dengan memanfaatkan data klorofil-a lautan. Gambar 1 menggambarkan tahapan-tahapan dalam alur kerja sistem tersebut.



Gambar 1. Alur kerja sistem

### 3.2 Akuisisi Data

Data yang digunakan pada penelitian ini melibatkan parameter klorofil-a yang mencakup periode tiga tahun terakhir (2020-2022). Parameter klorofil-a digunakan untuk mengidentifikasi wilayah penangkapan ikan.

Dataset diperoleh dari citra satelit menggunakan sensor *Moderate Resolution*

*Imaging Spectroradiometer* dan data ini telah diverifikasi sesuai *Standar Mapped Image* (SMI) dengan format berkas (nc). Akses terhadap data dapat dilakukan melalui situs web <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov> dengan resolusi spasial sembilan kilometer dan empat kilometer. Lokasi penelitian ini terletak di perairan Teluk Bone, yang dijelaskan dengan lebih rinci pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Pengambilan Data

Pemrosesan data dimulai sebelum data diarahkan ke dalam sistem. Proses ini bertujuan untuk meraih hasil yang lebih akurat dengan mengonversi format data dari gambar satelit ke format yang lebih dapat diakses dan efisien.

### 3.3 Input Data

Diketahui dari Tabel 1, data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data klorofil-a, yang berasal dari citra satelit yang telah diubah menjadi format data numerik. Sebagai contoh, dataset yang digunakan adalah dataset ke-20 dari total 725 setelah melalui proses pengolahan citra satelit.

Tabel 1. Dataset Klorofil-a

Titik Koordinat	Klorofil-a (mg/m <sup>3</sup> )
-4.0208435,121.81249	0,21
-4.0209335,121.854164	0,16
-4.0208345,120.89583	0,16
-4.0208355,120.93749	0,15
-4.0208336,120.979164	0,22
-4.0208346,121.104164	0,05
-4.0625,121.104164	0,20
-4.0625,121.14583	0,20
-4.0625,121.18749	0,10
-4.0625,121.229164	0,35
-4.0208335,120.43749	0,11
-4.0208335,121.02083	0,24
-4.0208335,120.56249	0,24
-4.0208335,120.604164	0,11
-4.0208335,120.64583	0,05
-4.0208335,120.68749	0,17
-4.0208335,120.729164	0,19
-4.0208335,120.77083	0,13
-4.0208335,120.81249	0,21
-4.0208335,120.854164	0,16

### 3.4 Training Data

Jumlah dataset yang digunakan secara keseluruhan selama tiga tahun terakhir berjumlah 26.100 data, dengan rincian ; dalam satu bulan terdapat 725 titik dan dalam satu periode (tahun) sebanyak 8.700. dari keseluruhan dataset maka dibagi menjadi dua bagian yaitu training data berjumlah 17.400 dan testing data berjumlah 8.700 data.

Backpropagation melibatkan tiga langkah dalam pelatihan, dimulai dengan awalnya menginisialisasi bobot input dan menghasilkan bobot acak untuk setiap unit input ( $X_i, i = 1, \dots$ ). Selanjutnya, proses training data melibatkan penerimaan sinyal input  $x_i$  dan penyebaran sinyal ke seluruh unit tersembunyi, diikuti dengan perhitungan semua keluaran di unit tersembunyi.

#### a. Langkah I

Langkah Forward Propagation, yang sering disebut sebagai proses perhitungan "maju" dari input hingga mendapatkan output

model, melibatkan penggunaan persamaan berikut:

$$y_j = \sum_{i=1}^N w_{ij} X_i + b_i \quad (1)$$

Rumus fungsi aktivasi sebagai berikut :

$$\sigma(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (2)$$

Dimana,  $\sigma(x)$  : simbol sigma dalam fungsi aktivasi,  $e$  : nilai konstanta = 2,718

b. Langkah II

Menghitung nilai kesalahan, karena tujuan dari backpropagation adalah menghasilkan prediksi yang seakurat mungkin dibandingkan dengan nilai aktual. Persamaan yang terkait dinyatakan sebagai berikut:

$$Error = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (target - prediksi)^2 \quad (3)$$

c. Langkah III

Mengoreksi nilai atau bobot kesalahan dengan menggunakan metode backpropagation. Formula yang digunakan untuk menyesuaikan bobot berdasarkan nilai kesalahan adalah sebagai berikut:

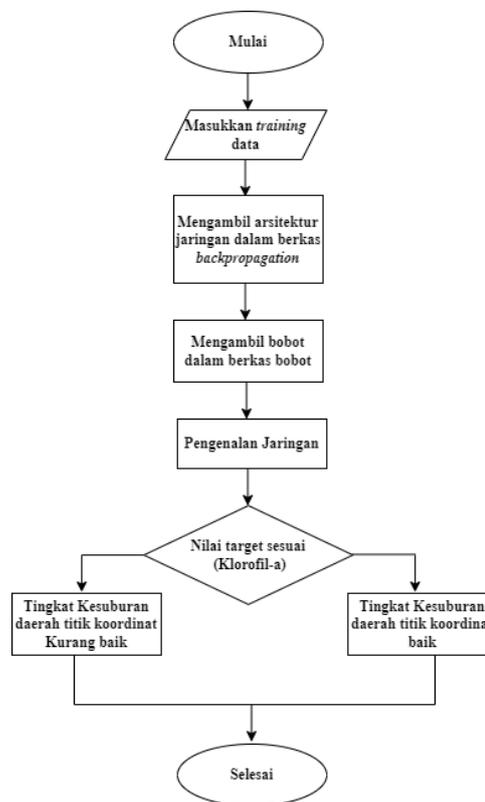
$$W_{new} = W_{old} - \alpha \frac{\partial E}{\partial W} \quad (4)$$

Dimana,  $W_{new}$  : new weight value,  $W_{old}$  : current weight value,  $\alpha$  : learning rate,  $\frac{\partial E}{\partial W}$  = turunan parsial ( $E$ ) terhadap ( $w$ ).

3.5 Testing Data

Pada tahap testing data, digunakan nilai bobot yang telah diperoleh dari proses training data, dan proses testing atau hasil dapat mengklasifikasikan titik koordinat sebagai potensial atau tidak potensial. Proses pengujian tersebut melibatkan 8.700 data yang kemudian dibandingkan dengan nilai target.

Jika nilai bobot sesuai dengan nilai target, maka hasilnya dianggap potensial; sebaliknya, jika tidak memenuhi nilai target, hasilnya dianggap tidak potensial. Gambar 3 menunjukkan diagram alur dari proses pengujian data.



Gambar 3. Flowchart testing data

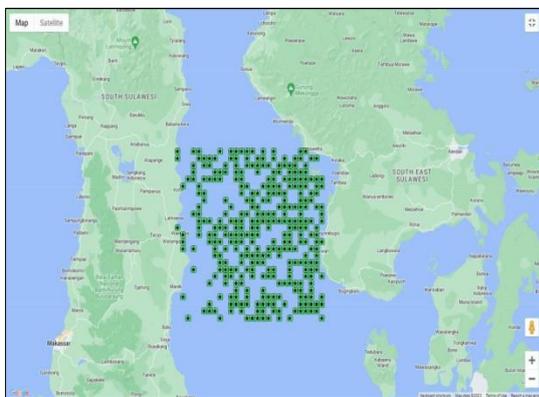
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, diajukan suatu aplikasi untuk memprediksi tingkat kesuburan air laut dengan parameter klorofil-a. Proses pelatihan model menggunakan data *time series* sebanyak 26.100 data dari tahun 2020 hingga 2022. Data klorofil-a tersebut mencakup setiap koordinat titik dalam wilayah laut Kabupaten Bone.

Penelitian ini berfokus pada prediksi spasial setiap bulan dengan melakukan analisis terhadap kondisi kesuburan kandungan klorofil-a yang mempengaruhi fisiologis dan kebutuhan nutrisi ikan cakalang. Ikan cakalang cenderung banyak ditemukan pada rentang nilai klorofil-a antara 0,15 hingga 0,35 mg/m [12].

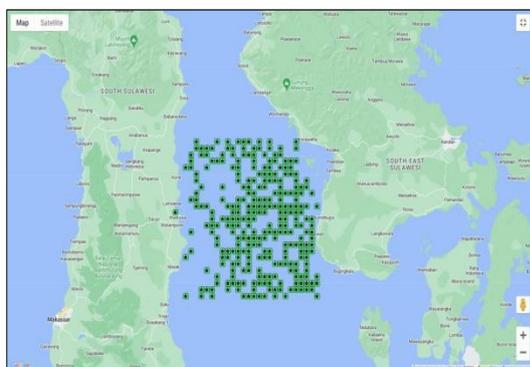
#### 4.1 Analisis Spasial Prediksi Kesuburan Klorofil-a

Pada peta spasial, titik-titik yang berwarna hijau menunjukkan bahwa daerah tersebut memiliki kesuburan atau produktivitas klorofil-a yang baik. Jika kesuburan klorofil-a baik maka daerah tersebut banyak mengandung nutrisi sebagai bahan makanan utama ikan. Berikut adalah visualisasi spasial dari prediksi kluster titik koordinat lokasi potensial untuk penangkapan ikan cakalang selama periode Januari hingga Desember.



Gambar 4. Prediksi Spasial Bulan Januari

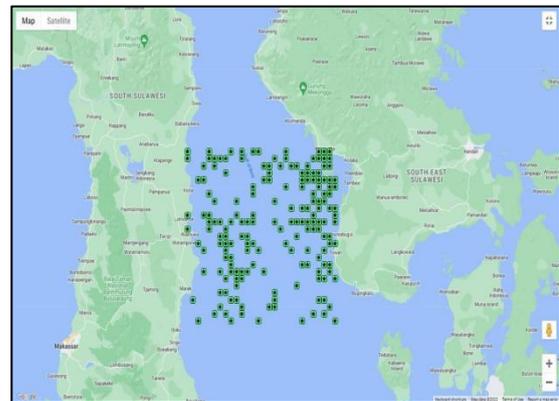
Peta spasial pada gambar 4 menggambarkan daerah produktivitas klorofil-a berdasarkan parameter oseanografi yaitu jumlah nutrisi pada perairan Bone. Pada peta tersebut, terlihat bahwa pada bulan Januari, kondisi produktivitas primer di sekitar lokasi penelitian sangat optimal, dengan rata-rata nilai klorofil-a mencapai  $0,31 \text{ mg/m}^3$ .



Gambar 5. Prediksi Spasial Bulan Februari

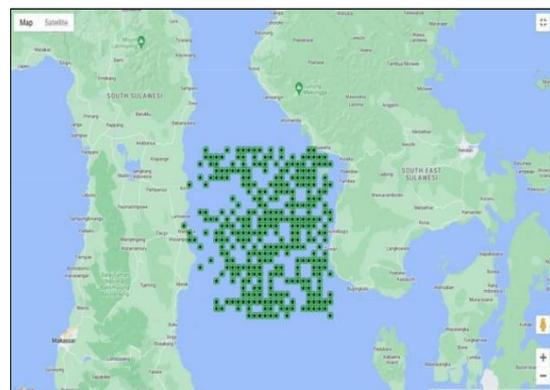
Peta spasial pada gambar 5 menggambarkan daerah produktivitas klorofil-a. Pada peta

spasial tersebut, terlihat bahwa pada bulan Februari, kondisi produktivitas primer klorofil-a di sekitar lokasi penelitian sangat optimal, dengan rata-rata nilai klorofil-a mencapai  $0,22 \text{ mg/m}^3$ .



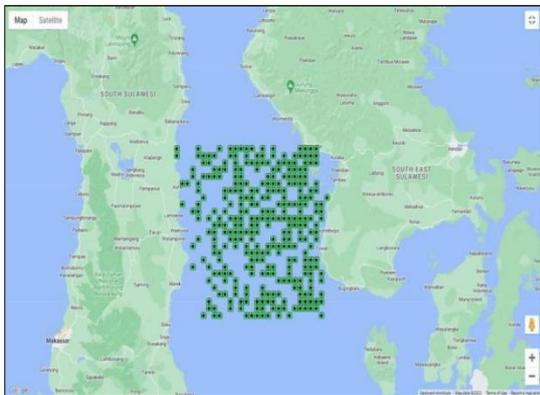
Gambar 6. Prediksi Spasial Bulan Maret

Peta spasial pada gambar 6 menggambarkan daerah produktivitas klorofil-a. Pada peta spasial tersebut, terlihat bahwa pada bulan Maret, kondisi produktivitas primer klorofil-a di sekitar lokasi penelitian sangat optimal, dengan rata-rata nilai klorofil-a mencapai  $0,23 \text{ mg/m}^3$ .



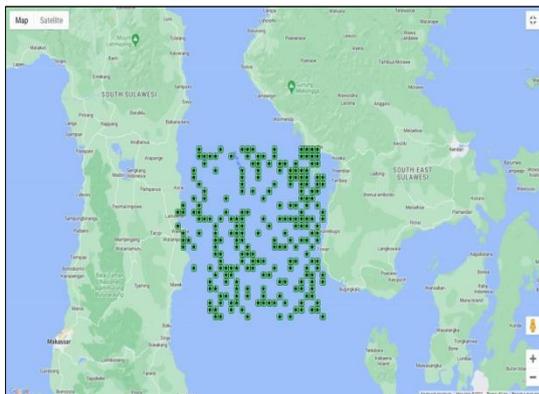
Gambar 7. Prediksi Spasial Bulan April

Peta spasial pada gambar 7 menggambarkan daerah produktivitas klorofil-a. Pada peta spasial tersebut, terlihat bahwa pada bulan April, kondisi produktivitas primer klorofil-a di sekitar lokasi penelitian sangat optimal, dengan rata-rata nilai klorofil-a mencapai  $0,31 \text{ mg/m}^3$ .



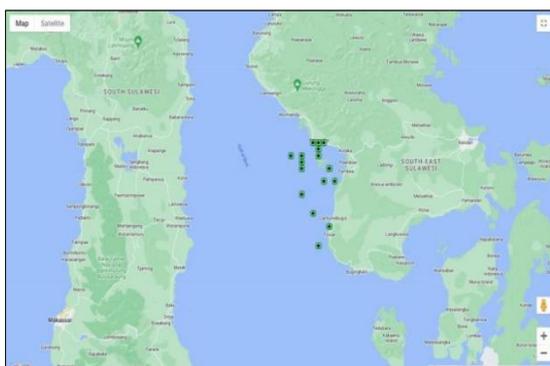
Gambar 8. Prediksi Spasial Bulan Mei

Peta spasial pada gambar 8 menggambarkan daerah produktivitas klorofil-a. Pada peta spasial tersebut, terlihat bahwa pada bulan Mei, kondisi produktivitas primer klorofil-a di sekitar lokasi penelitian cukup baik, dengan rata-rata nilai klorofil-a mencapai  $0,20 \text{ mg/m}^3$ .

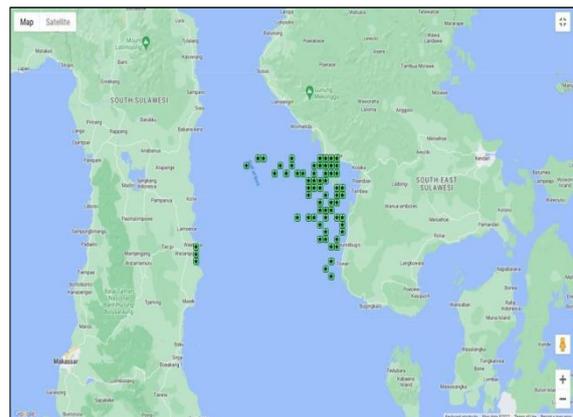


Gambar 9. Prediksi Spasial Bulan Juni

Peta spasial pada gambar 9 menggambarkan daerah produktivitas klorofil-a. Pada peta spasial tersebut, terlihat bahwa pada bulan Juni, kondisi produktivitas primer klorofil-a di sekitar lokasi penelitian cukup baik, dengan rata-rata nilai klorofil-a mencapai  $0,31 \text{ mg/m}^3$ .

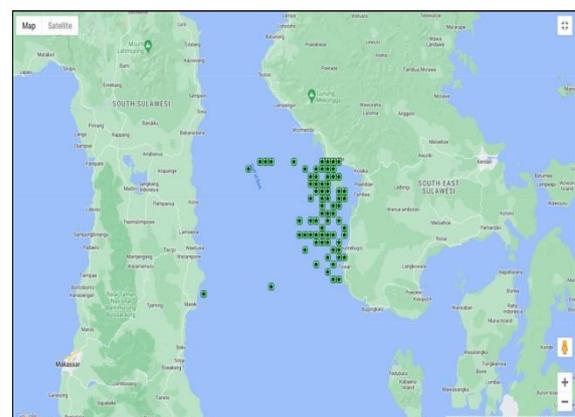


Gambar 10. Prediksi Spasial Bulan Juli  
Peta spasial pada gambar 10 menggambarkan daerah produktivitas klorofil-a. Pada peta spasial tersebut, terlihat bahwa pada bulan Juli, kondisi produktivitas primer klorofil-a di sekitar lokasi penelitian kurang baik tetapi ada bagian Tenggara Teluk Bone mengarah ke bagian Kolaka cukup baik, dengan rata-rata nilai klorofil-a mencapai  $0,17 \text{ mg/m}^3$ .



Gambar 11. Prediksi Spasial Bulan Agustus

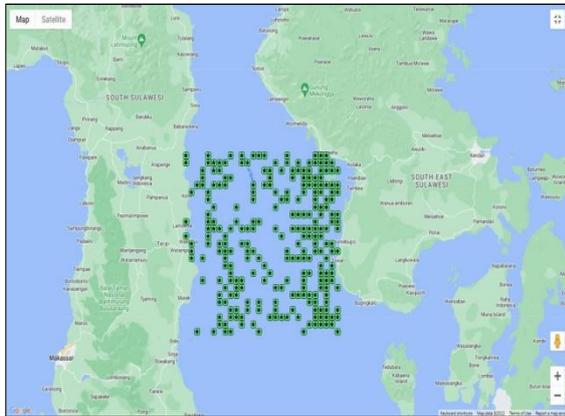
Peta spasial pada gambar 11 menggambarkan daerah produktivitas klorofil-a. Pada peta spasial tersebut, terlihat bahwa pada bulan Agustus, kondisi produktivitas primer klorofil-a tidak berbeda jauh dengan kondisi prediksi bulan Juli yang dimana produktivitas klorofil-a di sekitar lokasi penelitian kurang baik tetapi ada bagian Tenggara Teluk Bone mengarah ke bagian Kolaka cukup baik, dengan rata-rata nilai klorofil-a mencapai  $0,22 \text{ mg/m}^3$ .



Gambar 12. Prediksi Spasial Bulan September

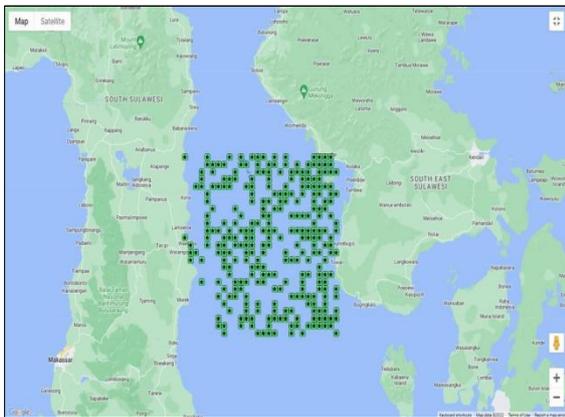
Peta spasial pada gambar 12 menggambarkan daerah produktivitas klorofil-a. Pada peta spasial tersebut, terlihat bahwa pada bulan

September, kondisi produktivitas primer klorofil-a di sekitar lokasi penelitian cukup baik dibandingkan dua bulan sebelumnya, dengan rata-rata nilai klorofil-a mencapai  $0,23 \text{ mg/m}^3$ .



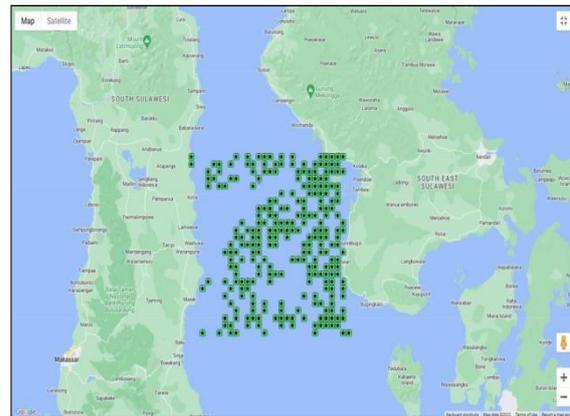
Gambar 13. Prediksi Spasial Bulan Oktober

Peta spasial pada gambar 13 menggambarkan daerah produktivitas klorofil-a. Pada peta spasial tersebut, terlihat bahwa pada bulan Oktober terjadi perubahan kondisi yang sangat signifikan, kondisi produktivitas primer klorofil-a di sekitar lokasi penelitian cukup baik dibandingkan dibandingkan tiga bulan sebelumnya dengan rata-rata nilai klorofil-a mencapai  $0,31 \text{ mg/m}^3$ .



Gambar 14. Prediksi Spasial Bulan November

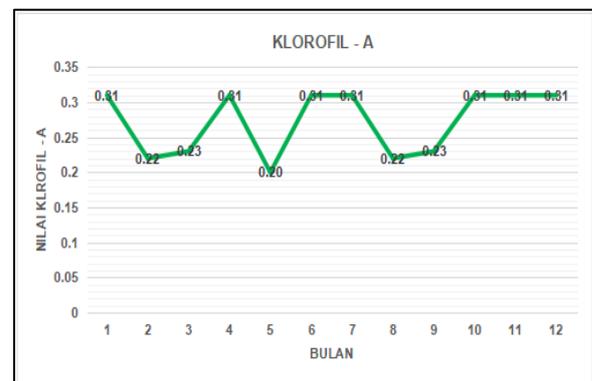
Peta spasial pada gambar 14 menggambarkan daerah produktivitas klorofil-a. Pada peta spasial tersebut, terlihat bahwa pada bulan November, kondisi produktivitas primer klorofil -a di sekitar lokasi penelitian sangat optimal, dengan rata-rata nilai klorofil-a mencapai  $0,31 \text{ mg/m}^3$ .



Gambar 15. Prediksi Spasial Bulan Desember

Peta spasial pada gambar 14 menggambarkan daerah produktivitas klorofil-a. Pada peta spasial tersebut, terlihat bahwa pada bulan Desember, kondisi produktivitas primer klorofil-a di sekitar lokasi penelitian sangat optimal, dengan rata-rata nilai klorofil-a mencapai  $0,23 \text{ mg/m}^3$ .

#### 4.2 Analisis Rata - Rata Klorofil-a



Gambar 16. Prediksi Nilai Rata - Rata Klorofil-a

Klorofil-a yang terdapat di dalam perairan laut adalah pigmen aktif yang memiliki peranan penting dalam proses fotosintesis pada sel tumbuhan di lingkungan air. Pigmen ini tidak hanya berfungsi sebagai komponen vital dalam fotosintesis, tetapi juga dapat berperan sebagai penanda tingkat kelimpahan ikan di suatu daerah, mencerminkan dinamika siklus rantai makanan di ekosistem laut.

Pada gambar 16, terlihat bahwa nilai rata-rata klorofil-a yang mendominasi setiap bulan berkisar antara  $0,20$  hingga  $0,31 \text{ mg/m}^3$ . Temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa

zona potensial penangkapan ikan dapat terbentuk, terutama selama musim peralihan pertama, terutama pada bulan Januari hingga Mei, dan selama musim barat, khususnya pada bulan November. Sebagian besar wilayah penangkapan ikan cakalang menunjukkan potensi perkembangan sejalan dengan karakteristik oseanografi setempat.

## 5. KESIMPULAN

Penelitian ini mengimplementasikan suatu sistem perkiraan produktivitas tingkat kesuoran nutrisi yang dapat mempengaruhi distribusi ikan secara spasial dengan menggunakan algoritma Backpropagation, menggunakan data citra satelit oseanografi laut. Parameter oseanografi yang digunakan adalah klorofil-a, dengan total data sebanyak 26.100. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aktivitas penangkapan ikan lebih efektif dilakukan pada bulan Januari hingga Mei, serta Oktober hingga Desember dengan rata-rata nilai klorofil-a 0.20 - 0.31 mg/m<sup>3</sup>.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rifai, S. N., Ilham, A. A., & Achmad, A. (2022, September). Temporal Forecasting System of Potential Catching Areas of Skipjack Tuna in Bone Sea Using Artificial Neural Network. In *2022 International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICELTICs)* (pp. 71-77). IEEE. DOI: 10.1109/ICELTICs56128.2022.9932066
- [2] Rifai, S. N. (2023). Analisis Oseanografi Lautan Menggunakan Model Jaringan Syaraf Tiruan. *Prosiding Seminar Nasional Pemanfaatan Sains Dan Teknologi Informasi, 1*(1), 1-10. Retrieved from <https://epublikasi.digitallinnovation.com/index.php/semptatin/article/view/35>
- [3] Yunus, F., Zainuddin, M., & Farhum, S. A. (2019). Pemetaan Daerah Potensial Penangkapan Ikan Tongkol (*Euthynnus* sp) Di Perairan Selat Makassar. *Jurnal IPTEKS Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan*, 6(11). DOI: <https://doi.org/10.20956/jipsp.v6i11.6273>
- [4] Santos, R., Pabon, A., Silva, W., Silva, H., & Pinho, M. (2020). Population structure and movement patterns of blackbelly rosefish in the NE Atlantic Ocean (Azores archipelago). *Fisheries Oceanography*, 29(3), 227-237. DOI: <https://doi.org/10.1111/fog.12466>
- [5] Eden Ishal, A. (2012). *Studi Perbandingan Jumlah Hasil Tangkapan Pole and Line (Huhate) Berdasarkan Waktu Penangkapan di Perairan Baubau* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin). <http://repository.unhas.ac.id/eprint/10439/1/ahmadedeni-2856-1-skripsi%201-2.pdf>
- [6] Syetiawan, A. (2015). Penentuan Zona Potensi Penangkapan Ikan Berdasarkan Sebaran Klorofil-a. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 21(2), 131-136. [https://www.researchgate.net/profile/agung-syetiawan/publication/355108709\\_penentuan\\_zona\\_potensi\\_penangkapan\\_ikan\\_berdasarkan\\_sebaran\\_klorofil-a/links/615e5a9250be5507288c319d/penentuan-zona-potensi-penangkapan-ikan-berdasarkan-sebaran-klorofil-a.pdf](https://www.researchgate.net/profile/agung-syetiawan/publication/355108709_penentuan_zona_potensi_penangkapan_ikan_berdasarkan_sebaran_klorofil-a/links/615e5a9250be5507288c319d/penentuan-zona-potensi-penangkapan-ikan-berdasarkan-sebaran-klorofil-a.pdf)
- [7] Nababan, B., Rosyadi, N., Manurung, D., Natih, N. M., & Hakim, R. (2016). The seasonal variability of sea surface temperature and chlorophyll-a concentration in the south of Makassar Strait. *Procedia Environmental Sciences*, 33, 583-599. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.03.112>
- [8] Rosdiana, A., Prartono, T., Atmadipoera, A. S., & Zuraida, R. (2017). Nutrient and chlorophyll-A distribution in Makassar upwelling region: From MAJAFLOX cruise 2015. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 54, No. 1, p. 012087). IOP Publishing. DOI:10.1088/1755-1315/54/1/012087
- [9] Prayudha, J., Purwadi, P., & Mariami, I. (2019, August). Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Memprediksi Hasil Perkebunan Dengan Metode Backpropagation. In *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Informasi (SENSASI)* (Vol. 2, No. 1). <http://seminar-id.com/prosiding/index.php/sensasi/article/view/342>
- [10] Putra, K. O., Nurcahyo, G. W., & Santony, J. (2018). Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Volume Pemakaian Air Dengan Metode Backpropagation (Studi Kasus PT. PDAM Kota Padang). *JSR: Jaringan Sistem Informasi Robotik*, 2(1), 86-90. DOI: 10.58486/jsr.v2i1.30
- [11] Dina, R. (2019). *Optimasi Backpropagation Neural Network Menggunakan Metode Algoritma Genetika Dalam Memprediksi Jumlah Pengangguran* (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau). <http://repository.uin-suska.ac.id/eprint/23604>
- [12] Hidayat, R., Zainuddin, M., Mallawa, A., Mustapha, M. A., & Putri, A. R. S. (2021). Mapping Spatial-Temporal Skipjack Tuna Habitat As a

Reference For Fish Aggregating Devices (Fads)  
Settings In Makassar Strait,  
Indonesia. *Biodiversitas Journal Of Biological  
Diversity*, 22(9). DOI:  
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d220905>