

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/bawal>

e-mail: bawal.puslitbangkan@gmail.com

BAWAL WIDYA RISET PERIKANAN TANGKAP

Volume 14 Nomor 3 Desember 2022

p-ISSN: 1907-8226

e-ISSN: 2502-6410

Nomor Akreditasi Kementerian RISTEK-BRIN: 148/M/KPT/2020



PEMODELAN KESESUAIAN HABITAT IKAN PELAGIS BERBASIS KONDISI OSEANOGRAFI DI PERAIRAN PALABUHANRATU

MODELING OF HABITAT SUITABILITY OF PELAGIC FISH BASED ON OCEANOGRAPHIC CONDITIONS IN PALABUHANRATU WATERS

Gilar Budi Pratama^{1*}, Tri Wiji Nurani², Mustaruddin², Yeni Herdiyeni³

¹Program Studi Teknologi Perikanan Laut Institut Pertanian Bogor, Jl Agathis, Kampus IPB Dramaga, Bogor

²Program Studi Teknologi dan Manajemen Perikanan Tangkap Institut Pertanian Bogor, Jl Agathis, Kampus IPB Dramaga, Bogor

³Program Studi Magister Ilmu Komputer Institut Pertanian Bogor, Jl Meranti Wing 20 Level 5, Kampus IPB Dramaga, Bogor

Teregistrasi I tanggal: 21 Oktober 2022; Diterima setelah perbaikan tanggal: 28 Januari 2023;

Disetujui terbit tanggal: 6 Februari 2023

ABSTRAK

Palabuhanratu merupakan pusat kegiatan potensial perikanan tangkap di Kabupaten Sukabumi. Salah satu tangkapan ikan yang dominan didaratkan di lokasi ini adalah kelompok jenis ikan pelagis. Kelompok jenis ikan pelagis memiliki sifat bergerombol (*schooling*) dalam bermigrasi. Sebaran dan kelimpahannya dipengaruhi oleh beberapa parameter oseanografi seperti suhu permukaan laut, konsentrasi klorofil- a, salinitas, arus hingga kedalaman perairan. Keberhasilan upaya penangkapan ikan sangat tergantung pada ketepatan dalam memprediksi daerah penangkapan. Pendugaan daerah penangkapan ikan, dapat dilakukan dengan pemahaman terhadap kondisi parameter oseanografi. Data parameter oseanografi selain berasal dari hasil pengukuran in-situ juga dapat memanfaatkan data hasil pantauan sensor satelit penginderaan jauh. Penelitian ini mengkaji kesesuaian habitat ikan pelagis berbasis kondisi oseanografi hasil pengukuran sensor satelit penginderaan jauh. Analisa kesesuaian habitat menggunakan pemodelan *Maximum Entropy (Maxent)*. Hasil analisa kemudian ditransformasikan untuk menduga zona potensial penangkapan ikan dalam bentuk model. Hasil yang diperoleh menunjukkan nilai uji kontribusi dan *jackknife* yang menyatakan salinitas sebagai parameter oseanografi yang memiliki tingkat informasi paling tinggi dalam pembangunan model. *Response curve* menunjukkan parameter klorofil-a yang optimal bagi ikan pelagis pada rentang 0,015 mg/m³ hingga 0,25 mg/m³, suhu optimal pada rentang 26,3°C hingga 27,7°C, kecepatan arus yang optimal pada 0,37m/s, salinitas yang optimal berkisar 32,15 PSU hingga 32,5 PSU dan batimetri yang optimal pada kedalaman 200 hingga 5000 meter.

Kata Kunci: Daerah penangkapan ikan; Kesesuaian habitat; Parameter oseanografi; Pemodelan

ABSTRACT

Palabuhanratu is a potential activity for capture fisheries in Sukabumi Regency. One of the dominant fish catches landed at this location is the pelagic fish species. The pelagic fish species has a schooling characteristic in migrating. Their distribution and abundance are influenced by several oceanographic parameters such as sea surface temperature, chlorophyll-a concentration, salinity, currents, and depth of the waters. The success of fishing efforts is very dependent on the accuracy in predicting the fishing area. Estimation of fishing areas can be done by understanding the condition of oceanographic parameters. Apart from in-situ measurement results, oceanographic parameter data can also utilize data from monitoring by remote sensing satellite sensors. This study examines the suitability of pelagic fish habitat based on oceanographic conditions measured by remote sensing satellite sensors. Habitat suitability analysis using Maximum Entropy (Maxent) modeling. The results of the analysis are then transformed to estimate potential fishing zones in the form of a model. The results obtained show the contribution and jackknife test values which state salinity as an oceanographic parameter that has the highest level of information in model development. The response curve shows the optimal chlorophyll-a parameters for pelagic fish in the range of 0.015 mg/m³ to 0.25 mg/m³, optimal temperature in the range of 26.3°C to 27.7°C, optimal current velocity of 0.37m/s, Optimal salinity ranges from 32.15 PSU to 32.5 PSU and optimal bathymetry at depths of 200 to 5000 meters.

Keywords: Fishing areas; oceanographic parameters; modeling; habitat suitability

Korespondensi penulis:
gilarbudi@apps.ipb.ac.id

PENDAHULUAN

Perairan Palabuhanratu merupakan daerah penangkapan ikan pelagis yang sangat potensial di Jawa Barat. Kelompok jenis ikan pelagis memiliki sifat bergerombol (*schooling*) dalam bermigrasi. Keberadaan ikan pelagis di perairan sangat dinamis dan secara alami akan bermigrasi memilih habitat yang lebih sesuai dan mendukung kehidupannya secara optimal Ekaputra *et al.*, (2019). Menurut Priatna & Natsir (2007); Saifudin *et al.* (2014); Wang *et al.* (2016) dan Nurdin *et al.* (2018) migrasi, persebaran, dan kelimpahan ikan pelagis dipengaruhi oleh beberapa parameter oseanografi seperti suhu permukaan laut (SPL), konsentrasi klorofil- a, kecepatan arus, salinitas dan kedalaman.

Sadly & Awaluddin (2017) menjelaskan bahwa parameter oseanografi khususnya klorofil-a dan SPL berpengaruh terhadap penyebaran ikan dan sebagai indikator keberadaan ikan di suatu perairan. Oleh karenanya, pemahaman informasi kedua jenis parameter oseanografi ini menjadi faktor penting dalam upaya eksplorasi daerah penangkapan ikan. Salah satu cara perolehan parameter oseanografi seperti suhu permukaan laut dan klorofil-a adalah dengan memanfaatkan data/citra hasil pengukuran sensor penginderaan jauh. Melalui Analisa pemodelan, hasilnya dapat digunakan menduga kesesuaian daerah penangkapan ikan. (Nurani *et al.*, 2021).

Beberapa pemodelan berbasis tingkat kesesuaian habitat yang dapat digunakan dalam menduga zona potensial penangkapan ikan adalah *Biomapper*, *Domain*, *Generalized Additive Modelling* (GAM) dan *Maximum Entropy* (*Maxent*). Menurut Phillips *et al.* (2006) dan Elith *et al.* (2016) *Maxent* terbukti mampu menghasilkan model dengan kinerja prediksi yang paling baik dibandingkan model lainnya.

Penelitian ini menggunakan pemodelan *Maxent* dalam memodelkan kesesuaian habitat ikan yang kemudian diaplikasikan untuk menduga zona potensial penangkapan ikan. Model kesesuaian habitat bertujuan untuk menilai kualitas habitat suatu spesies dengan menggunakan parameter lingkungan (oseanografi) yang berhubungan dengan tingkah laku spesies (Kusumanegara, 2017).

Variasi parameter oseanografi yang sesuai dengan karakteristik ikan mampu membentuk habitat yang optimal

bagi kehidupan ikan. Semakin tinggi kesesuaian habitat ikan terhadap karakteristik ikan maka tingkat persebaran dan keberadaan ikan di dalam habitat tersebut juga akan semakin tinggi (Setyohadi, 2011). Model *Maxent* dapat mengeliminasi adanya jeda atau *timelag* yang muncul pada pendugaan daerah penangkapan ikan menggunakan metode yang biasa digunakan yaitu berdasarkan kelimpahan klorofil-a maupun nutrisi. *Timelag* terjadi karena ikan pelagis tidak langsung berinteraksi dengan kelimpahan fitoplankton maupun nutrisi sebagai sumber makanan (Simbolon & Girsang, 2009).

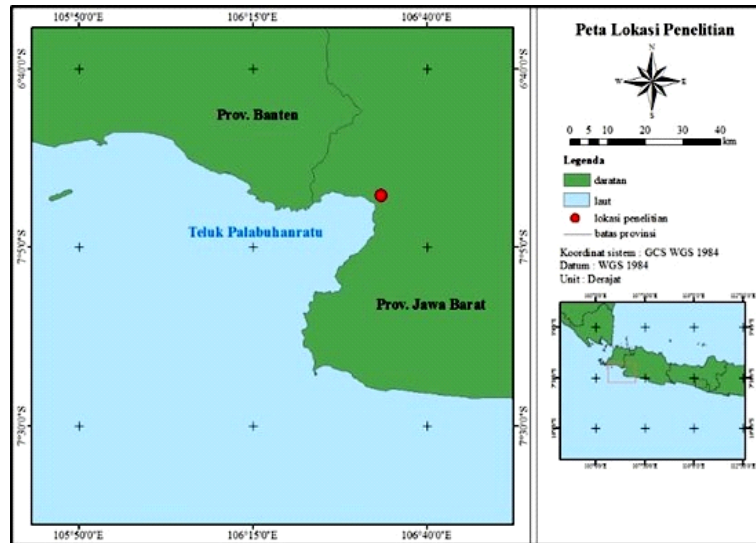
Pemodelan *Maxent* dihasilkan dari pengolahan data parameter oseanografi yang meliputi nilai klorofil-a, SPL, salinitas, arus, dan batimetri. Selanjutnya, model dipetakan secara spasial sehingga nilai sebaran *Habitat Suitability Index* (HSI) dapat ditampilkan sebagai informasi peluang kemunculan ikan pelagis di suatu perairan. Nilai HSI berkisar antara 0-1. Jika nilai HSI semakin tinggi, maka tingkat kesesuaian habitat ikan pelagis di area perairan tersebut semakin tinggi. Dengan demikian, peluang kemunculan ikan juga semakin tinggi. Peta spasial HSI yang dihasilkan dapat dijadikan sebagai pendekatan dalam menduga zona potensial penangkapan ikan pelagis berbasis kondisi oseanografi perairan Palabuhanratu.

Penelitian ini bertujuan memodelkan zona potensial penangkapan ikan pelagis menggunakan pemodelan *Maxent* berbasis data penginderaan jauh di perairan Teluk Palabuhanratu dan sekitarnya. Pemodelan *Maxent* memanfaatkan data kehadiran ikan dan data parameter lingkungan, dimana pada parameter lingkungan terdiri dari data penginderaan jauh berupa SPL, klorofil-a, salinitas, arus dan bathimetri. Hasil dari pemodelan diharapkan dapat dimanfaatkan Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan melalui Pusat Informasi Pelabuhan Perikanan (PIPP) untuk melakukan *update* informasi daerah penangkapan ikan untuk nelayan Palabuhanratu ataupun sebagai bahan pembuatan sistem informasi pendugaan daerah penangkapan ikan oleh PPN Palabuhanratu.

BAHANNANMETODE

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian di Perairan Palabuhanratu, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat, dengan posisi geografis 6.50°LS – 7.20°LS dan 106.00°BT – 106.40°BT (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi penelitian.
Figure 1. Research sites.

Jenis Data dan Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer merupakan data hasil wawancara dan pengisian kuisioner, meliputi data posisi kapal penangkapan ikan pelagis dengan ukuran <5GT. Sementara data sekunder terdiri dari data parameter oseanografi meliputi data SPL, klorofil-a, salinitas, kecepatan arus dan batimetri, serta data produksi perikanan yang tercatat di PPN Palabuhanratu serta data posisi kapal penangkapan ikan yang diambil dari VMS Indonesia. Data VMS Indonesia terdiri dari sebaran posisi kapal perikanan dengan ukuran >30GT, yang memungkinkan memiliki teknologi yang canggih seperti *fish finder*. Penggunaan *fish finder* dapat meningkatkan akurasi dalam mengestimasi keberadaan ikan. Penggunaan sampel kapal dengan ukuran berbeda, yaitu >30GT dan <5 GT dimaksudkan untuk mendapatkan sampel yang lebih representatif sehingga hasil pemodelan akan semakin akurat. Hal lain juga disebabkan karena aktivitas penangkapan ikan pelagis di Perairan Pelabuhanratu didominasi oleh kapal dengan ukuran <5GT, namun data posisi kapal yang tersedia pada kapal dengan ukuran ini sangat terbatas dan tidak cukup akurat dalam mengestimasi keberadaan ikan sehingga diperlukan data tambahan berupa data VMS dengan kapal dengan ukuran >30GT yang menggunakan *fish finder*.

Data citra konsentrasi klorofil-a dan sebaran SPL diperoleh dari situs <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>. Data salinitas dan kecepatan arus diperoleh melalui situs <https://marinecopernicus.com/>, sedangkan batimetri diperoleh melalui situs <https://gebco.net/>. Data klorofil-a dan suhu permukaan laut merupakan citra AQUA MODIS Level-3 bulanan (2016 hingga 2020, dengan resolusi spasial 4 km. Ekstraksi nilai konsentrasi klorofil-a menggunakan

algoritma *Ocean Chlorophyll 3-band algorithm MODIS (OC3M)*.

Tahap Pengolahan Data

Penelitian dilakukan dengan beberapa tahap, pertama, pengamatan dan pengambilan data aspek penangkapan ikan ke lokasi pendaratan ikan di PPN Palabuhanratu (Mei 2022). Kedua pengolahan dan analisis data dilakukan di Laboratorium Teknologi Perikanan Laut, Institut Pertanian Bogor (Juni hingga Juli 2022).

Pengolahan data dimulai dari pengunduhan data klorofil-a, suhu permukaan laut, salinitas, kecepatan arus dan batimetri. Format data klorofil-a, suhu permukaan laut, salinitas dan kecepatan arus berupa *NonConformance (.nc)* sedangkan data batimetri memiliki format ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*). Alasan penggunaan data batimetri dalam pemodelan ini adalah bahwa batimetri menjadi ruang migrasi secara vertikal bagi ikan pelagis. Data kemudian diekstrak menggunakan aplikasi *SeaDAS 7.5.3* dan dilakukan *cropping* sesuai dengan koordinat wilayah penelitian. Setelah proses *cropping*, kemudian dilakukan *export mask pixel* dan disimpan dalam bentuk *Text Tab Delimited (.txt)*. Data txt yang dihasilkan pada pengolahan *SeaDAS* kemudian dibuka pada *Microsoft Excel*, untuk dilakukan proses koreksi tutupan awan dan daratan dengan menghilangkan nilai-nilai pixel yang tidak relevan. Proses berikutnya adalah visualisasi sebaran parameter oseanografi menggunakan aplikasi *ArcGIS 10.8* untuk mengubah data txt menjadi data *shapefile* serta mempermudah interpolasi secara spasial dan proses *layout*. Metode interpolasi yang digunakan adalah *Inverse Distance Weighted (IDW)*.

Pemodelan Kesesuaian Habitat Ikan dengan Maxent

Hasil perhitungan *Maxent* adalah nilai kesesuaian habitat yang kemudian dapat dikaitkan dengan probabilitas kehadiran kelompok jenis atau spesies ikan pada lokasi tertentu dengan rentang nilai 0 (tidak sesuai) hingga 1 (sangat sesuai) (Phillips & Dudik, 2008). Semakin sesuai suatu habitat akan semakin tinggi nilai probabilitas kehadiran ikan di suatu perairan. Perairan dengan nilai probabilitas kehadiran ikan yang tinggi berpotensi menjadi zona potensial penangkapan ikan.

Langkah-langkah perhitungan *Maxent* secara statistika menurut Phillips *et al.* (2006): **a)** Estimasi kepekatan yang dijelaskan *Maxent* mewakili data *probability of presence* di atas data lingkungan. Jika diasumsikan target kelas sebagai *y*, maka $P(y=1 | x)$ adalah *probability of presence*. Persamaan perhitungan *probability of presence* adalah sebagai berikut:

$$P(y=1 | x) = \frac{P(x | y=1) P(y=1)}{P(x)} = \pi(x) P(y=1) \dots\dots\dots(1)$$

dimana:

- $P(y = 1 | x)$ = probability of presence
- $P(x | y = 1)$ = likelihood
- $P(y = 1)$ = prior target
- $P(x)$ = prior evidence

Nilai dari *probability of presence* akan menunjukkan besarnya kemungkinan (*probabilitas*) suatu spesies hadir pada titik *x*, atau dalam hal ini adalah koordinat tertentu, **b)** menghitung distribusi eksponensial menggunakan *Gibbs Distribution*, sbb:

$$q(x) = \frac{\exp(\sum_{j=1}^n \lambda_j f_j(x))}{Z_\lambda} \dots\dots\dots(2)$$

dimana:

- $q(x)$ = estimasi $P(y = 1 | x)$
- λ_j = bobot *x* pada variabel ke-*j*
- f_j = nilai *x* pada variabel ke-*j*
- Z_λ = jumlah eksponensial vector bobot fitur himpunan *x*

c) setelah diperoleh estimasi dari $q(x)$, langkah selanjutnya menghitung entropi dari $q(x)$ dengan rumus sebagai berikut:

$$H(x) = - \sum_{x=1}^n q(x) \ln q(x) \dots\dots\dots(3)$$

d) selanjutnya adalah penghitungan distribusi peluang estimasi yang didapatkan dari persamaan berikut:

$$P(y = 1 | x) = \frac{e^{H(x)} q(x)}{1 + e^{H(x)} q(x)} \dots\dots\dots(4)$$

dimana $q(x)$ adalah estimasi dari $q(x)$ dan *H* adalah entropi dari $q(x)$.

Pengolahan dengan *Maxent* 3.3.3, dengan memasukkan data penangkapan (.csv) dan data parameter lingkungan (.asc) pada kolom *environmental layer*. Kemudian dilakukan menyesuaikan pengaturan, dengan *checklist* kolom *create respon curves, make pictures of predictions* dan *jackknife variable importance* serta pada kolom *maximum iterations* diatur sebanyak 500 dengan *random perstage* sebesar 25%. Setelah proses pengolahan data selesai, *Maxent* akan menghasilkan beberapa *output* seperti kurva respon kesesuaian habitat, evaluasi model, analisis kontribusi variabel lingkungan dan peta prediksi.

Evaluasi model

Evaluasi model bertujuan untuk mengetahui seberapa baik kinerja model atau seberapa tepat model dapat melakukan prediksi dengan cara menguji model menggunakan data uji (Usmadi, 2019). Model yang dihasilkan akan dievaluasi kinerjanya menggunakan kurva *Receiver Operating Characteristic* (ROC). Kurva ROC akan membentuk luasan yang disebut sebagai *Area Under Curve* (AUC) dengan rentang nilai 0-1. Nilai AUC inilah yang kemudian digunakan sebagai kriteria penilaian model, dimana kriteria sangat baik sekali pada nilai AUC 0,9-1,00, sangat baik pada nilai 0,8-0,9, baik pada nilai 0,7-0,8, cukup pada nilai 0,6-0,7 dan buruk pada nilai 0,5-0,6 (Monserud & Leemans, 1991).

HASIL DAN BAHASAN

Hasil

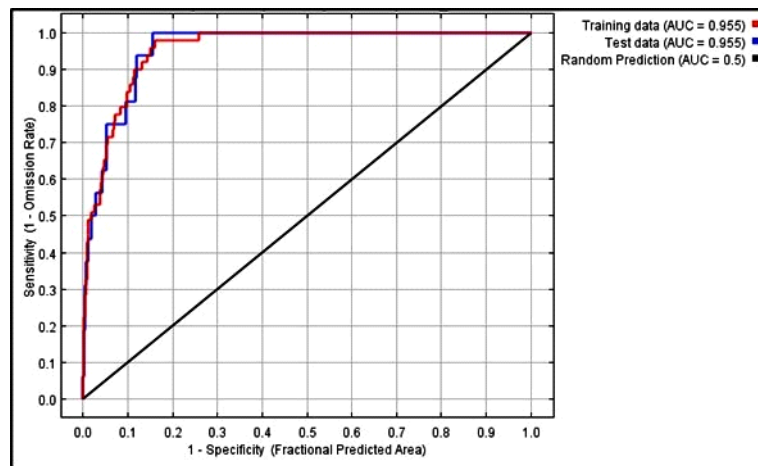
Uji Kinerja Model

Model kesesuaian habitat ikan pelagis pada penelitian ini telah melewati uji kinerja model menggunakan kurva ROC. Berdasarkan kurva ROC model memiliki tingkat akurasi yang baik sekali dalam memprediksi kesesuaian habitat ikan pelagis, dengan nilai AUC sebesar 0,955. Pada kurva ROC terdapat garis merah yang menggambarkan nilai AUC pada penggunaan 75% data (*training data*) untuk membangun model dan garis biru yang menggambarkan nilai AUC pada penggunaan 25% data (*testing data*) untuk membangun model.

Kontribusi Parameter Oseanografi terhadap Model

Parameter oseanografi utama ditentukan sesuai dengan besaran kontribusi pada proses pembuatan model. Terdapat 5 parameter oseanografi yang digunakan dengan nilai kontribusi kumulatif sebesar 100%. Parameter oseanografi dengan kontribusi tertinggi adalah salinitas dengan 61,9%, diikuti suhu permukaan laut (21,4%), kecepatan arus (10,3%), konsentrasi klorofil-a (4%) dan

terakhir adalah batimetri (2,4%). Kontribusi dari masing-masing parameter oseanografi dapat dilihat pada Tabel 1.



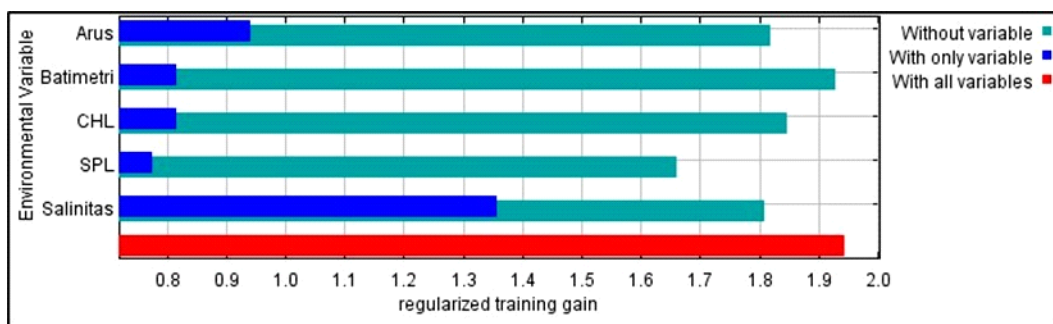
Gambar 2. Evaluasi model dengan kurva Receiver Operating Characteristic (ROC).
Figure 2. Model evaluation with Receiver Operating Characteristic (ROC) curve.

Tabel 1. Kontribusi masing-masing parameter oseanografi dalam pemodelan
Table 1. Contribution of each oceanographic parameter in modeling

| Parameter Oseanografi Oceanographic Parameters | Satuan Units | % Kontribusi % contribution |
|--|-----------------|--------------------------------|
| Salinitas (<i>salinity</i>) | PSU | 61,9 |
| Suhu permukaan laut (<i>sea surface temperature</i>) | °C | 21,4 |
| Kecepatan arus (<i>current speed</i>) | m/s | 10,3 |
| Klorofil-a (<i>chlorophyll-a</i>) | mg/m3 | 4 |
| Batimetri (<i>bathymetry</i>) | m | 2,4 |

Uji *jackknife* digunakan untuk menggambarkan pengaruh masing-masing parameter terhadap nilai *training gain* serta pengaruhnya apabila parameter tersebut dihilangkan (Friedlaender *et al.*, 2011). Perlakuan yang

digunakan pada uji *jackknife* terdiri dari tiga perlakuan, yaitu hanya dengan parameter tersebut, tanpa parameter tersebut dan dengan semua parameter. Grafik uji *jackknife* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil uji jackknife parameter oseanografi.
Figure 3. Oceanographic parameter jackknife test results.

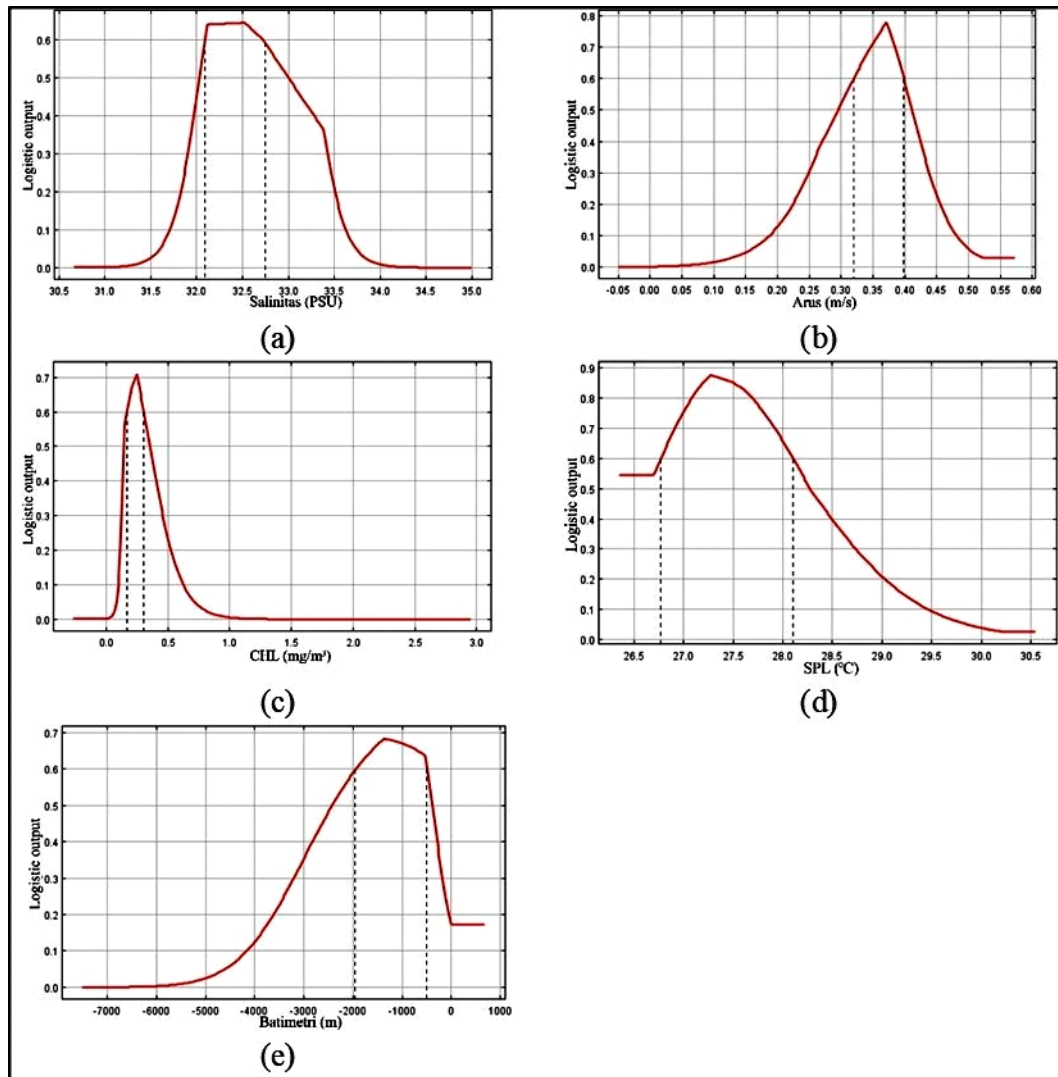
Berdasarkan pengujian tersebut, dapat dilihat bahwa parameter salinitas memiliki nilai *training gain* yang paling tinggi (1,356) ketika digunakan secara mandiri dalam membangun model. Apabila parameter salinitas dihilangkan memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap nilai *training gain*, yaitu terjadi penurunan nilai dari 1,928 menjadi 1,802. Hal ini memiliki arti bahwa salinitas memiliki informasi yang paling berguna dibandingkan parameter lainnya. Berdasarkan hasil uji t pada regresi linier berganda, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,00, yang menunjukkan

parameter salinitas terbukti secara signifikan mempengaruhi nilai kesesuaian habitat ikan pelagis ($p\text{-value} < 0,05$).

Batimetri merupakan parameter oseanografi dengan kegunaan informasi paling rendah, sehingga tanpa menggunakan parameter batimetri nilai *training gain* pada pemodelan tetap tinggi (1,928). Sedangkan SPL merupakan parameter yang paling banyak menurunkan nilai *training gain* ketika dihilangkan, karena SPL mengandung banyak informasi yang tidak dapat dijelaskan oleh parameter lain.

Selanjutnya respon tiap parameter oseanografi dapat dilihat melalui hasil grafik *response curve* (Phillips & Dudik,

2008). Kurva respon kesesuaian habitat ikan pelagis di perairan Palabuhanratu dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kurva kesesuaian habitat berdasarkan parameter oseanografi (a) salinitas; (b) kecepatan arus; (c) klorofil-a; (d) suhu permukaan laut; dan (e) batimetri.

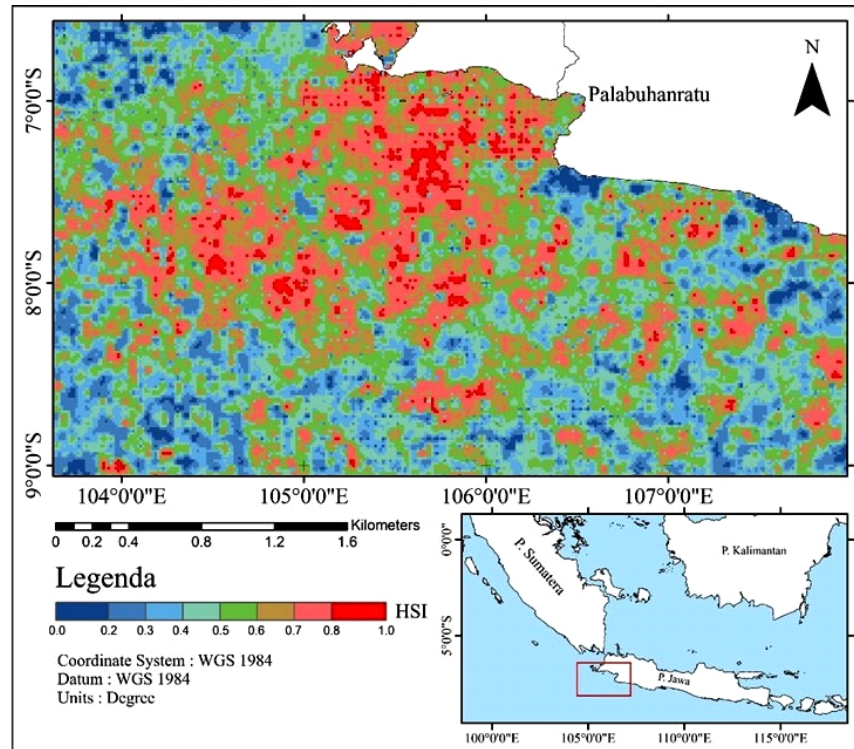
Figure 4. Habitat suitability curve based on oceanographic parameters (a) salinity; (b) current speed; (c) chlorophyll-a; (d) sea surface temperature; and (e) bathymetry.

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat nilai klorofil-a yang optimal bagi ikan pelagis pada rentang 0,015 mg/m³ hingga 0,25 mg/m³, parameter SPL yang optimal pada rentang 26,3 °C hingga 27,7°C, parameter kecepatan arus yang optimal pada nilai 0,37m/s, parameter salinitas yang paling optimal bagi ikan pelagis pada rentang nilai 32,15 PSU hingga 32,5 PSU dan parameter batimetri yang optimal bagi ikan pelagis pada rentang kedalaman 200 hingga lebih dari 5000 m.

Peta Distribusi Kesesuaian Habitat Ikan Pelagis

Berdasarkan hasil plotting nilai parameter oseanografi pada diagram *boxplot*, diperoleh bahwa hampir semua data bulanan parameter oseanografi memiliki nilai pencilan

(*outlier*). Oleh karenanya pemodelan distribusi kesesuaian habitat ikan pelagis dilakukan menggunakan data median, karena data median lebih stabil terhadap keberadaan *outlier* dibandingkan data *mean*. Area perairan yang menjadi habitat yang sesuai bagi ikan pelagis (nilai HSI tinggi) pada peta spasial HSI merupakan area dengan nilai parameter yang optimal bagi kehidupan ikan pelagis sesuai hasil pada *response curve*. Habitat yang dinilai memiliki kesesuaian paling tinggi untuk ikan pelagis digambarkan dengan warna merah dan semakin tidak sesuai digambarkan dengan warna biru tua. Distribusi HSI dengan nilai sangat tinggi (>0.8), tepusat pada cakupan perairan 104.913 bujur timur hingga 106.3578 bujur timur dan -6.9462 lintang selatan hingga -7.9529 lintang selatan.



Gambar 5. Peta distribusi kesesuaian habitat ikan.

Figure 5. Distribution map of fish habitat suitability.

Bahasan

Jenis ikan pelagis yang mendominasi hasil tangkapan dan didaratkan di PPN Palabuhanratu adalah tongkol, cakalang, tenggiri, layaran, dan tuna (madidihang dan tuna mata besar). Kelimpahan ikan pelagis ini umumnya meningkat pada musim timur ketika intensitas *upwelling* di perairan ini meningkat sehingga menyebabkan peningkatan nutrisi. Pertukaran massa air yang terjadi secara musiman akan menentukan pola kelimpahan dan keberadaan ikan pelagis di suatu perairan (Priatna & Natsir 2007). Oleh karena itu, secara tidak langsung parameter oseanografi memiliki pengaruh penting dalam kelimpahan ikan pelagis.

Laevastu & Hayes (1981), menyatakan bahwa suhu dan salinitas perairan merupakan parameter yang sangat penting dalam menentukan kesesuaian habitat biota laut. Selanjutnya penelitian Priatna & Natsir (2007) menggunakan metode akustik dalam menentukan kelimpahan ikan pelagis berdasarkan kedalaman perairan (batimetri). Hasil penelitian Ma'mun *et al.* (2019), menyatakan parameter oseanografi suhu, salinitas, klorofil-a, oksigen dan suhu secara bersama-sama memiliki pengaruh terhadap kelimpahan ikan pelagis di perairan Utara Jawa-Madura, di mana oksigen dan salinitas memiliki pengaruh paling besar. Parameter oseanografi ini kemudian menjadi salah satu indikator kesesuaian habitat ikan pelagis di suatu wilayah perairan. Kesesuaian habitat dapat menggambarkan tingkat kemampuan suatu wilayah dalam

menopang kehidupan suatu spesies (Phillips *et al.*, 2006). Model kesesuaian habitat bertujuan untuk menilai kualitas habitat suatu spesies dengan menggunakan parameter lingkungan yang berhubungan dengan tingkah laku spesies.

Hasil uji *jackknife* (Gambar 3) menunjukkan bahwa batimetri merupakan parameter yang apabila dihilangkan dalam proses pemodelan tidak menurunkan nilai *training gain* secara signifikan dibandingkan dengan nilai *training gain* pada model dengan menggunakan semua parameter. Batimetri menghasilkan nilai *training gain* sebesar 0,8164 apabila digunakan secara parsial atau mandiri dalam membangun model. Nilai ini tergolong rendah, sehingga dapat dikatakan bahwa parameter batimetri tidak cukup efektif dalam membangun model jika hanya menggunakan satu parameter saja. Namun nilai *training gain* yang diperoleh ketika batimetri digunakan bersama keempat parameter lainnya lebih tinggi dibandingkan tanpa menggunakan batimetri. Batimetri berkaitan dengan ruang ruaya ikan secara vertikal. Batimetri di Teluk Palabuhanratu dan sekitarnya dapat mengakomodir kebutuhan ruang ruaya ikan pelagis, khususnya pelagis kecil dimana ikan pelagis kecil umumnya beruaya pada lapisan atas *thermoklin* dengan kedalaman kurang dari 200 meter (Barata *et al.*, 2011).

Parameter klorofil-a menghasilkan nilai *training gain* sebesar 0,8157 ketika digunakan secara parsial dalam pembangunan model. Menghilangkan parameter klorofil-

a dalam proses pemodelan mampu menurunkan nilai *training gain* menjadi 1,8462 terhadap nilai *training gain* pada model dengan menggunakan semua parameter. Kelimpahan klorofil-a di perairan tidak dapat dimanfaatkan ikan pelagis secara langsung. Bagi ikan pelagis, kelimpahan klorofil-a tidak serta merta akan mendorong kelimpahannya menjadi lebih besar. Hal ini disebabkan karena ikan pelagis tidak memanfaatkan fitoplankton sebagai sumber makanan (Simbolon & Girsang, 2009). Fitoplankton dibutuhkan ikan-ikan kecil sebagai sumber makan, dan kemudian ikan kecil tersebut yang memacu bertambahnya kelimpahan ikan pelagis. Hal ini menunjukkan bahwa parameter klorofil-a tetap berpengaruh terhadap habitat ikan pelagis di perairan meskipun tidak secara langsung.

Parameter arus menghasilkan nilai *training gain* sebesar 0,9424 ketika digunakan secara parsial dalam membangun model. Nilai *training gain* ini lebih besar dibandingkan batimetri dan klorofil-a ketika digunakan secara parsial. Sehingga dapat disimpulkan bahwa parameter arus mengandung lebih banyak informasi dibandingkan batimetri dan klorofil-a yang berguna bagi pembangunan model. Menghilangkan parameter arus dalam proses pemodelan mampu menurunkan nilai *training gain* menjadi 1,8177 terhadap nilai *training gain* pada model dengan menggunakan semua parameter. Arus menjadi salah satu penyebab perpindahan nutrien yang dibutuhkan oleh ikan, arus juga menjadi faktor penentu tingkah laku renang ikan. Ikan pelagis umumnya menggunakan arus sebagai rute alami dalam beruaya (Laevastu & Hayes 1981). Hasil *training gain* pada parameter arus menunjukkan bahwa parameter ini memiliki pengaruh terhadap habitat ikan pelagis di perairan.

Parameter SPL menjadi parameter yang paling tinggi menurunkan nilai *training gain* ketika dihilangkan dibandingkan dengan nilai *training gain* pada model dengan menggunakan semua parameter. Nilai *training gain* ketika SPL dihilangkan menurun menjadi 1,695. Hal ini berarti parameter SPL mengandung banyak informasi yang tidak dapat dijelaskan oleh parameter lain. Oleh karenanya, untuk menghasilkan model yang baik parameter SPL harus digunakan, meskipun nilai *training gain* yang dihasilkan SPL secara parsial tergolong rendah yaitu sebesar 0,776. Suhu permukaan laut menjadi indikasi kinerja metabolisme ikan di perairan. Perubahan suhu yang terlalu rendah dapat memperlambat kinerja metabolisme ikan sehingga pertumbuhan ikan menjadi lambat, sedangkan suhu yang terlalu tinggi dapat mengurangi oksigen terlarut dan menyebabkan ikan stress hingga menimbulkan kematian (Laevastu & Hayes 1981). Alasan ini yang kemudian mendorong suhu menjadi salah satu parameter yang berpengaruh terhadap pembentukan habitat ikan pelagis di perairan.

Parameter salinitas menghasilkan nilai *training gain* tertinggi ketika digunakan secara parsial atau secara mandiri dibandingkan parameter lainnya, dengan nilai *training gain* sebesar 1,356. Hasil ini menunjukkan parameter salinitas sebagai parameter yang efektif dalam membangun model jika hanya menggunakan satu parameter saja. Hal ini memiliki arti bahwa salinitas mengandung lebih banyak informasi yang berguna dalam pembangunan model dibandingkan parameter lainnya. Menghilangkan parameter salinitas mampu menurunkan nilai *training gain* menjadi 1,808, terhadap nilai *training gain* dari model yang dibangun oleh semua parameter. Terdapat hubungan erat salinitas dan SPL dalam membangun habitat ikan pelagis. Ikan pelagis sangat rentan terhadap perubahan salinitas yang kemudian berdampak pada perubahan suhu (Pamungkas *et al.*, 2020). Peningkatan kadar salinitas di perairan akan meningkatkan suhu permukaan laut. Perubahan salinitas memengaruhi tekanan osmotik cairan tubuh ikan, sehingga ikan melakukan osmoregulasi untuk mengatur konsentrasi cairan dan menyeimbangkan pemasukan serta pengeluaran cairan tubuh agar proses fisiologis dalam tubuh dapat bekerja secara normal lagi (Khalil *et al.*, 2015). Pada saat ikan melakukan osmoregulasi ikan membutuhkan banyak energi, sehingga ikan mengkonsumsi oksigen lebih banyak.

Nilai *training gain* paling tinggi diperoleh ketika parameter salinitas, klorofil-a, SPL, kecepatan arus dan batimetri digunakan secara bersama dalam pembangunan model, yaitu sebesar 1,931. Hal ini sejalan dengan uraian di atas, yang menunjukkan bahwa masing-masing parameter memiliki pengaruh terhadap pembentukan habitat ikan pelagis di perairan. Sehingga model kesesuaian habitat ikan pelagis dengan kinerja yang paling baik harus dibangun menggunakan seluruh parameter, yaitu parameter salinitas, klorofil-a, SPL, kecepatan arus, dan batimetri.

Respon curve (Gambar 4) digunakan untuk menggambarkan rentang parameter oseanografi yang optimal bagi pembentukan kesesuaian habitat ikan pelagis. Parameter klorofil-a dengan nilai 0,07 mg/m³ hingga 0,87 mg/m³ memengaruhi kesesuaian habitat ikan pelagis dengan nilai klorofil-a yang optimal pada rentang 0,015 mg/m³ hingga 0,25 mg/m³. Nilai ini mendekati hasil penelitian Rahman *et al.* (2019) yang menyatakan nilai klorofil-a yang optimum bagi ikan pelagis khususnya cakalang pada rentang 0,2-0,25 mg/m³. Parameter suhu permukaan laut memengaruhi kesesuaian habitat ikan pelagis pada rentang nilai 26,3°C hingga 30,2°C dengan nilai suhu optimal pada rentang 26,3°C hingga 27,7°C. Nilai ini sesuai dengan hasil penelitian Mujib *et al.* (2013) di perairan Palabuhanratu yang menunjukkan nilai suhu optimum bagi habitat ikan pelagis berkisar 25-30°C dan

Rahman *et al.* (2019) yang menyatakan suhu optimal bagi habitat ikan pelagis pada rentang 28-28,3°C.

Parameter kecepatan arus memengaruhi kesesuaian habitat ikan pelagis pada nilai antara 0,1m/s hingga 0,52m/s dengan kecepatan yang optimal bagi ikan pelagis pada nilai 0,37m/s. Parameter salinitas memengaruhi kesesuaian habitat ikan pelagis pada rentang nilai 31,3 PSU hingga 34,1 PSU dengan nilai yang paling optimal bagi ikan pelagis pada rentang nilai 32,15 PSU hingga 32,5 PSU. Nilai ini sesuai dengan hasil penelitian Baskoro *et al.* (2011) yang menyatakan salinitas perairan dengan nilai 32-33,5 PSU sangat sesuai untuk ikan-ikan kelompok pelagis besar seperti cakalang dan tongkol.

Parameter batimetri memengaruhi kesesuaian habitat ikan pelagis pada rentang 0 hingga lebih dari 5000 meter. Kedalaman batimetri yang optimal bagi ikan pelagis berkisar antara 500 hingga 2000 meter. Kedalaman batimetri perairan ini menjadi ruang ruaya ikan pelagis secara vertikal maupun horizontal. Jenis ikan pelagis seperti *yellowfin* beruaya pada kedalaman 85,73-167,80 m, *albacore* pada kedalaman 85,73-124,74 m, *bigeye* pada kedalaman 193,97-470,12 m dan *bluefin* pada kedalaman 190-194,21 m (Barata *et al.*, 2011). Sedangkan ikan pelagis yang lebih kecil seperti ikan tongkol dan cakalang mampu beruaya pada kedalaman hingga 200 m (FAO-FIGIS, 2005). Semakin dalam suatu perairan maka semakin dapat mengakomodir kebutuhan ikan pelagis dalam beruaya, khususnya beruaya secara vertikal. Salah satu ikan pelagis yang sering melakukan ruaya vertikal adalah ikan tuna. Ikan tuna akan muncul di atas lapisan termoklin menjelang matahari terbit dan akan kembali berenang ke dalam saat sore hari (Soepriyono, 2009). *Bigeye* tuna bahkan mampu beruaya vertikal hingga kedalaman 300 m (Barata *et al.*, 2011).

Rentang nilai parameter oseanografi yang optimal bagi ikan pelagis akan membentuk nilai HSI yang tinggi. Peta spasial HSI digunakan untuk menggambarkan lokasi perairan yang memiliki tingkat kesesuaian habitat yang tinggi bagi ikan pelagis. Habitat yang dinilai memiliki kesesuaian paling tinggi digambarkan dengan warna merah dan semakin tidak sesuai digambarkan dengan warna biru tua. Distribusi HSI dengan nilai tinggi (>0,6), terpusat pada cakupan perairan 104,913 bujur timur hingga 106,3578 bujur timur dan -6,9462 lintang selatan hingga -7,9529 lintang selatan. Area perairan dengan nilai HSI tinggi memiliki potensi sebagai zona potensial penangkapan ikan. Semakin tinggi nilai HSI di suatu perairan maka peluang kehadiran ikan pelagis di area perairan tersebut juga akan semakin tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan pemodelan *Maxent* diperoleh nilai uji kontribusi dan *jackknife* yang menyatakan salinitas

sebagai parameter oseanografi dan memiliki tingkat informasi paling tinggi dalam pembangunan model. Hal ini berarti pembangunan model *Maxent* terhadap kesesuaian habitat ikan pelagis di perairan Palabuhanratu memiliki tingkat ketergantungan tinggi terhadap parameter salinitas. Variabel parameter SPL mengandung banyak informasi yang tidak dapat dijelaskan oleh parameter lain, sehingga SPL merupakan parameter yang paling banyak menurunkan nilai *training gain* ketika dihilangkan. *Response curve* menggambarkan parameter klorofil-a yang optimal bagi ikan pelagis pada rentang 0,015 mg/m³ hingga 0,25 mg/m³, suhu optimal pada rentang 26,3°C hingga 27,7°C, kecepatan arus 0,37m/s, salinitas yang optimal berkisar 32,15- 32,5 PSU dan batimetri yang optimal pada kedalaman 200 hingga 5000 m. Berdasarkan peta distribusi kesesuaian habitat ikan yang diperoleh dari model, dapat diidentifikasi koordinat perairan dengan nilai HSI tinggi terpusat pada cakupan perairan 104.913 bujur timur hingga 106.3578 bujur timur dan -6.9462 lintang selatan hingga -7.9529 lintang selatan. Area perairan dengan nilai HSI tinggi memiliki potensi sebagai zona potensial penangkapan ikan, sehingga area tersebut dapat dijadikan sebagai daerah penangkapan ikan oleh nelayan.

PERSANTUNAN

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Prof Dr Ir Tri Wiji Nurani, Dr Mustaruddin STP dan Dr Yeni Herdiyeni SSI, MKomp atas kesediaannya membantu, membimbing, memberi masukan, saran dan kritik yang membangun kepada penulis. Kepada Bapak Yusuf Fathanah SPi, MSi yang telah membantu proses pengumpulan data, penulis ucapkan terimakasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Barata, A., Novianto, D., & Bahtiar, A. (2011). Sebaran ikan tuna berdasarkan suhu dan kedalaman di Samudera Hindia. *Ilmu Kelautan*.16 (3),165-170.
- Baskoro, M. S., Taurusman, A. A., & Sudirman. (2011). *Tingkah laku ikan hubungannya dengan ilmu dan teknologi perikanan tangkap*. Bandung (ID): Lubuk Agung.
- Ekaputra, M., Hamdani, H., Bangkit, I., Apriliani, I. M. (2019). Penentuan daerah penangkapan potensial ikan tongkol (*Euthynnus* sp.) berdasarkan citra satelit klorofil-a di Palabuhanratu, Jawa Barat. *Jurnal Abacore*. 3(2), 169-178.
- Elith, J. H., Graham, C. H., Anderson, R., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R., Huettmann, F., Leathwick, J. R., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, L. G., Loiselle, B. A., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton J. M., Peterson A. T., Phillips S. J., Richardson,

- K., Scachetti-Pereira, R., Schapire R., Soberón, J., Williams, S., Wisz M. S., Zimmermann, N. E. (2016). Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*. 29(2), 129-151.
- [FAO-FIGIS] Food and Agriculture Organization-Fisheries Global Information System. (2005). A world overview of species of interest to fisheries. Chapter: Ethnynus affinis. Retrieved on 30 May 2005. www.fao.org/figis/servlet/species?fid=3294. 2p. FIGIS Species Fact Sheets. Species Identification and Data ProgrammeSIDP. Japan. FAO-FIGIS.
- Friedlaender, A. S., Johnston, D. W., Fraser, W. R., Burns, J., & Costa, D. P. (2011). Ecological niche modeling of sympatric krill predators around Marguerite Bay, Western Antarctic Peninsula. *Deep Sea Res. Part II Top. Stud. Oceanogr.* 58(13), 1729–1740.
- Hemery, L. G., Marion, S. R., Romsos, C. G., Kurapov, A. L., & Henkel, S. K. (2016). Ecological niche and species distribution modelling of sea stars along the Pacific Northwest continental shelf. *Divers Distribution*. 22, 1314–1327.
- Khalil, M., Mardhiah, A., & Rusydi, R. (2015). Pengaruh penurunan salinitas terhadap laju konsumsi oksigen dan pertumbuhan ikan kerapu lumpur (*Epinephelus tauvina*). *Acta Aquatica*. 2(2), 114-121.
- Kusumanegara, A. (2017). Pemodelan Spasial Kesesuaian Habitat Surili di Taman Nasional Gunung Ciremai. *Thesis*. Institut Pertanian Bogor.
- Laevastu, T., & Hayes, M. L. (1981). *Fisheries Oceanography and Ecology*. Farnham (UK): Fishing News Books.
- Ma'mun, A., Priatna, A., Amri, K., & Nurdin, A. (2019). Hubungan antara kondisi oseanografi dan distribusi spasial ikan pelagis di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Indonesia (WPP NRI) 712 Laut Jawa. *Penelitian Perikanan Indonesia*. 25(1), 1-14.
- Mujib, Z., Boesono, H., Fitri, A. D. P. (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. *Fisheries Resources Utilization Management and Technology*. 2 (2), 150-160.
- Monserud, R. A., & Leemans, R. (1991). Comparing global vegetation maps with the Kappa statistics. *Ecological Modelling*. 62(1), 275-293.
- Nurani, T. W., Wisudo, S. H., Wahyuningrum, P. I., Arhatin, R. E. (2014). Model pengembangan rumpon sebagai alat bantu dalam pemanfaatan sumber daya ikan tuna secara berkelanjutan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 19(1), 57-65.
- Nurani, T. W., Wahyuningrum, P. I., Iqbal, M., Khoerunnisa, N., Pratama, G. B., & Widiyanti, E. E. (2021). Dinamika musim penangkapan ikan cakalang dan tongkol di Perairan Palabuhanratu. *Marine Fisheries*. 12(2), 149-160.
- Pamungkas, P. A., Kusdinar, A., & Halim, S. (2020). Hubungan SPL dan salinitas terhadap hasil tangkapan cakalang pada KM. Samudera Jaya di Laut Maluku. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*. 14(1), 1-26.
- Phillips, S. J., & Dudik, M. (2008). Modeling of species distribution with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*. 31, 161–175.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distribution. *Ecology Model*. 190, 231-259.
- Priatna, A., & Natsir, M. (2007). Distribusi kepadatan ikan pelagis di perairan Pantai Utara Jawa bagian Timur, Pulau-pulau Sunda dan Laut Flores. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 13(3), 223-232.
- Rahman, M. A., Laksmini, M.S., Agung, M. U. K., & Sunarto. (2019). Pengaruh musim terhadap kondisi oseanografi dalam penentuan daerah penangkapan ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di Perairan Selatan Jawa Barat. *Perikanan dan Kelautan*. 10(1), 92-102
- Sadly, M., & Awaluddin. (2017). Sistem penjejak ikan untuk pemantauan kualitas lingkungan perairan dan prediksi lokasi penangkapan ikan menuju pengelolaan perikanan berkelanjutan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 18(1), 29-36.
- Saifudin, Fitri, A. D. P., & Sardiyatmo. (2014). Aplikasi sistem informasi geografis (GIS) dalam penentuan daerah penangkapan ikan teri (*Stolephorus spp*) di Perairan Pematang (Jawa Tengah). *JFRMUT*. 3(4), 66-75.
- Setyohadi, D. (2011). Pola distribusi suhu permukaan laut dihubungkan dengan kepadatan dan sebaran ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) hasil tangkapan purse seine di Selat Bali. *Pembangunan dan Alam Lestari*. 1(2), 72-78.

- Simbolon, D., & Girsang, H. S. (2009). Hubungan antara kandungan klorofil-a dengan hasil tangkapan tongkol di daerah penangkapan ikan perairan Palabuhanratu. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 15(4), 297-305.
- Soepriyono, Y. (2009). *Teknik dan Manajemen Penangkapan Tuna Melalui Metode Longline*. Denpasar (ID): Penerbit Bilas Utama.
- Nurdin, E., Panggabean, A. S., & Restiangsih, Y. H. (2018). Pengaruh parameter oseanografi terhadap hasil tangkapan armada tonda di sekitar rumpon di Palabuhanratu. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 24(2), 117-126.
- Usmadi, D. (2019). Potensi distribusi *Agathis borneensis* di Provinsi Kalimantan Tengah. *Biodiv Indonesia*. 5(3), 455-458.
- Wang, J., Chen, X., & Chen, Y. (2016). Spatio-temporal distribution of skipjack in relation to oceanographic conditions in the West Central Pacific Ocean. *Remote Sens*. 37(24), 6149–6164.