

# Pemodelan Kesesuaian Habitat Ikan Cakalang Menggunakan Penginderaan Jauh di Perairan Selatan Jawa Barat – Banten

Mamat Suhermat<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Organisasi Riset Kebumihan dan Maritim BRIN; \*e-mail: [msuhermat@gmail.com](mailto:msuhermat@gmail.com)

## ABSTRAK

Pemodelan kesesuaian habitat merupakan hal yang sangat penting dalam proses perencanaan pengelolaan sumber daya perikanan laut di masa depan. Kondisi lingkungan suatu perairan mempengaruhi habitat ikan cakalang. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi model kesesuaian habitat ikan cakalang di perairan selatan Jawa Barat – Banten. Data suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a digunakan dalam pemodelan ini diperoleh dari citra satelit MODIS periode Desember 2018 hingga November 2019. Data lokasi tangkapan cakalang diperoleh dari laporan tangkapan. Pemodelan ini dijalankan menggunakan software MaxEnt. Suhu permukaan laut mempengaruhi model pada rentang 28,3 – 29,2 °C untuk musim barat dan 24,0 – 28,5 °C untuk musim timur. Model mendapat pengaruh konsentrasi klorofil-a pada rentang 0 – 0,1 mg/m<sup>3</sup> baik pada musim barat maupun musim timur. Hasil pemodelan menunjukkan kinerja yang sangat baik dengan tingkat akurasi mencapai 0,84 untuk musim barat dan 0,92 untuk musim timur.

**Kata kunci:** MODIS, MaxEnt, cakalang

## ABSTRACT

Habitat suitability modelling is an important task for future marine fishery resources management plans. Environmental conditions of the waters influence skipjack tuna habitat. This research was conducted to evaluate the habitat suitability model of skipjack tuna in the southern waters of West Java – Banten. Sea surface temperature and chlorophyll-a concentrations data were involved in this modeling derived from MODIS satellite imagery from December 2018 to November 2019. Skipjack tuna catch position obtained from an official report. This modeling was executed using MaxEnt software. Sea surface temperature affects the model in the range of 28.3 – 29.2 °C for the west season and 24.0 – 28.5 °C for the east season. The model has the effect of chlorophyll-a concentrations in the range of 0 – 0.1 mg/m<sup>3</sup> in both the west and east season. This model provided excellent performance, its accuracy reached 0.84 for west season and 0.92 for east season.

**Keywords:** MODIS, MaxEnt, skipjack

**Citation:** Suhermat, M. (2024). Pemodelan Kesesuaian Habitat Ikan Cakalang Menggunakan Penginderaan Jauh di Perairan Selatan Jawa Barat – Banten. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(3), 667-671, doi:10.14710/jil.22.3.667-671

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai salah satu negara kepulauan terbesar memiliki cadangan sumber daya perikanan yang tinggi baik di lautan lepas maupun di wilayah pesisir. Perairan Zona Eksklusif (ZEE) Indonesia menyimpan potensi lestari sumber daya ikan laut Indonesia sebesar 12,54 juta ton per tahun. Berbagai upaya telah dilakukan dalam pengembangan sumber daya perikanan tangkap di laut dan di perairan umum. (KKP, 2020b).

Perairan Selatan Jawa Barat – Banten yang berada di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI 573) merupakan daerah penangkapan ikan cakalang (*Katsuwonus Pelamis*) yang sangat potensial di Indonesia (Firdaus, 2018; Jatmiko dkk., 2019). Produksi ikan cakalang di PPN Palabuhanratu mencapai 1.230.124 kg pada tahun

2020(KKP, 2020a). Perairan selatan Jawa Barat – Banten juga merupakan bagian kutub timur dari sebuah fenomena interaksi antara laut dan atmosfer yang disebut *Indian Ocean Dipole* (IOD).

Salah satu sumber daya perikanan laut yang menjadi komoditas ekspor dan memiliki nilai ekonomis tinggi adalah ikan cakalang (Azzahra dkk., 2017). Tingginya nilai jual ikan cakalang dikarenakan ikan cakalang memiliki rasa yang enak serta memiliki nilai gizi yang tinggi seperti protein dan lemak (Pundoko et al., 2014). Nilai ekspor ikan cakalang mencapai USD 903,30 juta pada tahun 2020 (KKP, 2020b).

Perairan Selatan Jawa Barat – Banten yang berada di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI 573) merupakan daerah penangkapan ikan cakalang (*Katsuwonus Pelamis*)

yang sangat potensial di Indonesia (Firdaus, 2018; Jatmiko dkk., 2019). Produksi ikan cakalang di PPN Palabuhanratu mencapai 1.230.124 kg pada tahun 2020 (KKP, 2020a). Perairan selatan Jawa Barat – Banten juga merupakan bagian kutub timur dari sebuah fenomena interaksi antara laut dan atmosfer yang disebut *Indian Ocean Dipole* (IOD).

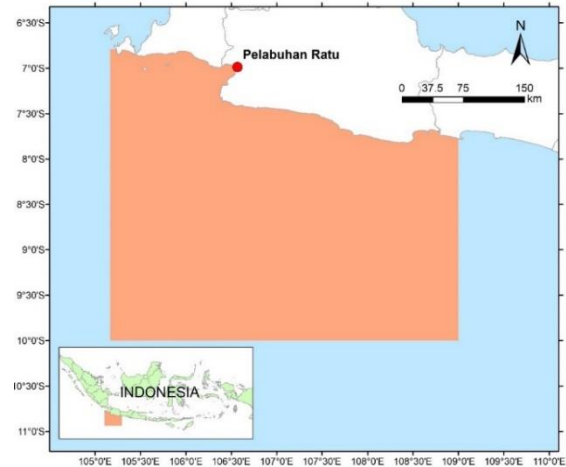
Beberapa penelitian telah dilakukan untuk memprediksi daerah tangkapan ikan menggunakan citra satelit penginderaan jauh (Coletto dkk., 2018; Yen dkk., 2012). Data penginderaan jauh memiliki keunggulan cakupan spasial yang luas dan periode waktu yang kontinu sehingga memungkinkan kita untuk membuat kesimpulan yang lebih baik tentang variasi habitat yang terkait dengan kondisi permukaan/bawah permukaan laut berdasarkan sejumlah besar data yang terintegrasi dan dapat diandalkan (Lan dkk., 2017; Yen dkk., 2012). Suhu permukaan laut (SPL), yang diambil dari citra satelit MODIS, telah digunakan untuk menguraikan karakteristik habitat utama spesies tuna di lautan secara global (Mugo dkk., 2010; Zainuddin dkk., 2017).

Model distribusi spesies adalah model empiris yang menghubungkan pengamatan lapangan dengan variabel prediktor lingkungan yang diturunkan secara statistik (Guisan & Thuiller, 2005). Teori model distribusi spesies menyatakan bahwa model dapat memprediksi distribusi spasial potensial dari suatu rentang spesies, dengan menghubungkan titik-titik kemunculan ke variabel prediktor (Fournier dkk., 2017). Model parameter fisik dan rantai makanan ikan tertentu telah dilakukan menggunakan model *Generalized Additive Model* (GAM) dan *Empirical Cumulative Distribution Function* (ECDF) (Sukresno dkk., 2015; Yanti Siregar dkk., 2018). Penelitian ini menggunakan model *maximum entropy* (Maxent) (Phillips dkk., 2006) yang merupakan salah satu algoritma *machine learning* yang paling banyak digunakan untuk menyimpulkan distribusi spesies. Dalam berbagai penelitian, metode *maximum entropy* telah digunakan baik untuk ekosistem darat (Peterson dkk., 2007) dan laut (Alabia dkk., 2015).

Berdasarkan hal tersebut di atas maka penelitian mengenai kesesuaian habitat ikan cakalang di perairan selatan Jawa Barat – Banten penting untuk dilakukan dalam upaya mendukung program pengelolaan potensi sumber daya perikanan laut. Pemanfaatan pemodelan yang dikompilasikan dengan teknologi penginderaan jauh merupakan salah satu pilihan yang baik untuk mempelajari dan mengetahui kesesuaian habitat ikan cakalang di perairan ini.

## 2. METODE

Daerah kajian dalam studi ini adalah wilayah perairan Samudera Hindia Ekuator bagian timur yang meliputi area 105° BT – 109° BT dan 7° LS – 10° LS seperti diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Data terdiri dari data citra satelit berupa suhu permukaan laut (SPL) dan konsentrasi klorofil-a (diperoleh dari <http://oceandata.sci.gsfc.nasa.gov/>), serta data tangkapan ikan cakalang (KKP, 2020a). Citra Satelit yang digunakan adalah Aqua MODIS Level 3 tahun 2019-2020 yang sudah terkoreksi radiometrik dan geometrik dengan resolusi spasial 4 km x 4 km. Citra satelit tersebut diunduh menggunakan platform berbasis cloud *Google Earth Engine* (GEE) untuk menampilkan data oseanografi (SPL dan klorofil-a). Selanjutnya citra dipotong (*cropping*) sesuai dengan lokasi penelitian. Citra yang telah dipotong kemudian diproyeksi ulang (*Reprojected*) kedalam sistem proyeksi global dengan datum *World Geodetic System 1984* (WGS 84) dan disimpan dalam format GeoTIFF menggunakan software ArcGIS. Data yang sudah dalam format GeoTIFF selanjutnya dikonversi menjadi format ASCII (.asc) menggunakan software ArcGIS untuk siap digunakan dalam analisis menggunakan software Maxent.

Analisis spasial menggunakan metode *Maximum Entropy Model* (Maxent) yang dikembangkan oleh (Phillips dkk., 2006). Dalam penelitian ini model maxent dijalankan dengan 500 kali iterasi dengan grid 4 km X 4 km. Data secara acak dibagi menjadi 2 kategori: kategori untuk data latih (*training data*) dan untuk data uji (*test data*). Validasi model dilakukan menggunakan 25% data uji.

Konsep utama Maxent adalah memperkirakan sebaran probabilitas target dengan mencari sebaran yang seragam secara geografis yang memiliki entropi maksimum berdasarkan faktor lingkungan di lokasi kemunculan sebuah spesies (Phillips dkk., 2006, 2017). Nilai entropi (H) dari sebaran probabilitas P pada wilayah X didefinisikan sebagai:

$$H(x) = - \sum P(x) \ln P(x) \quad (1)$$

Untuk menentukan sebaran probabilitas target, diperlukan sebaran yang telah diketahui. Dalam pemodelan *Species Distribution Modelling*/SDM, sebaran yang diketahui adalah kumpulan data

kemunculan spesies. Transformasi log-log komplementer (cloglog) digunakan untuk memperkirakan probabilitas kemunculan  $\bar{P}$  spesies sebagai berikut:

$$\bar{P}(x) = 1 - \exp(-\exp(H(x)P(x))) \quad (2)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penentuan sebaran suhu permukaan laut (SPL) dari citra satelit Aqua MODIS diperlihatkan pada Gambar 2. Pada musim barat sebaran SPL relatif homogen dengan nilai berkisar 29 °C. Sebaliknya pada musim timur sebaran SPL bervariasi antara 26–28 °C. Pada musim timur wilayah pantai relatif lebih dingin dibandingkan dengan wilayah yang jauh dari pantai.

Pola sebaran spasial konsentrasi klorofil-a di perairan selatan Jawa Barat – Banten ditunjukkan pada Gambar 3. Pada saat musim barat, konsentrasi klorofil-a di wilayah pesisir lebih tinggi daripada di lepas pantai. Pada musim timur, konsentrasi klorofil-a mengalami peningkatan yang signifikan dan tersebar di hampir seluruh wilayah perairan.

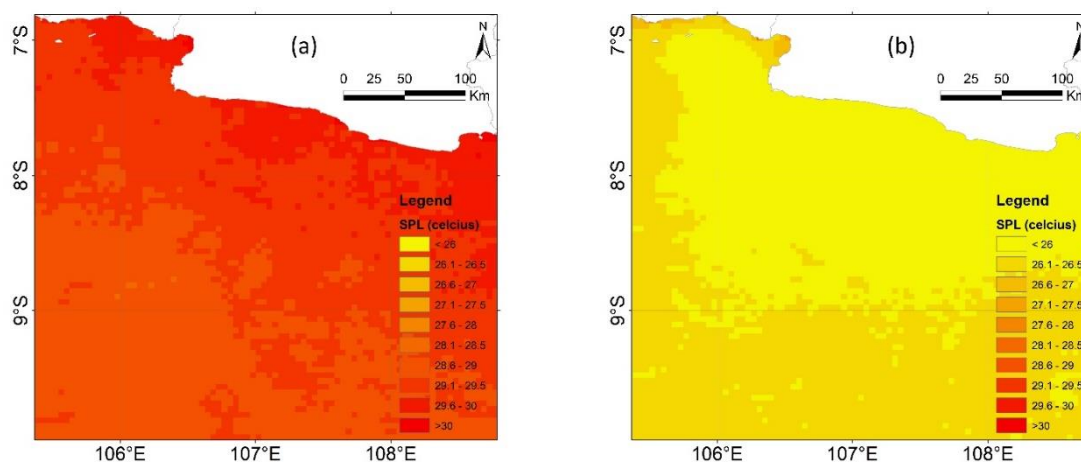
Konsentrasi klorofil-a musim barat Tahun 2019 di perairan selatan Jawa Barat – Banten memiliki nilai rata-rata 0.13 mg/m<sup>3</sup>. Konsentrasi klorofil-a di wilayah pesisir lebih tinggi daripada di lepas pantai. Berdasarkan hasil dari klasifikasi nilai konsentrasi

klorofil-a, lokasi tangkapan ikan cakalang ditemukan pada klorofil-a kurang dari 0,1, ikan cakalang dapat hidup pada konsentrasi klorofil-a yang relatif rendah.

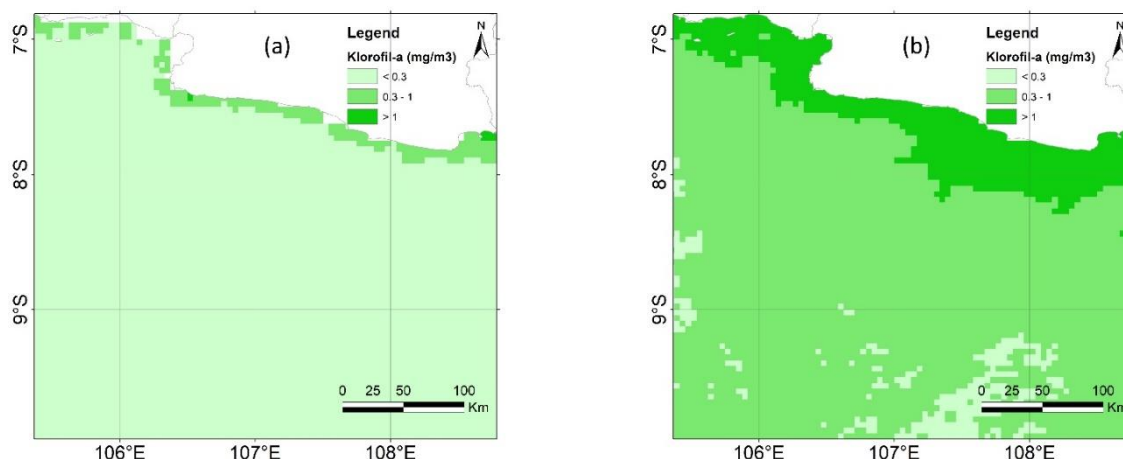
Sebaran konsentrasi klorofil-a pada musim timur tahun 2019 mengalami peningkatan yang signifikan dibanding dengan pada saat musim barat dan lebih menyebar hampir ke seluruh wilayah perairan. Nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a pada saat musim timur tahun 2019 adalah 0,8 mg/m<sup>3</sup>. Berdasarkan hasil dari klasifikasi nilai konsentrasi klorofil-a, lokasi tangkapan ikan cakalang ditemukan pada klorofil-a kurang dari 0,3-0,1.

Model kesesuaian habitat ikan cakalang pada musim barat dan musim timur Tahun 2019 menggunakan *Maximum Entropy Model* (Maxent) diperlihatkan oleh Gambar 4. Sebaran spasial wilayah yang memiliki indeks kesesuaian yang tinggi terletak pada 105,5–106,5°BT dan 8,5–10,0°LS pada musim barat serta 105,5–106,5°BT dan 7,5–9,0°LS pada musim timur.

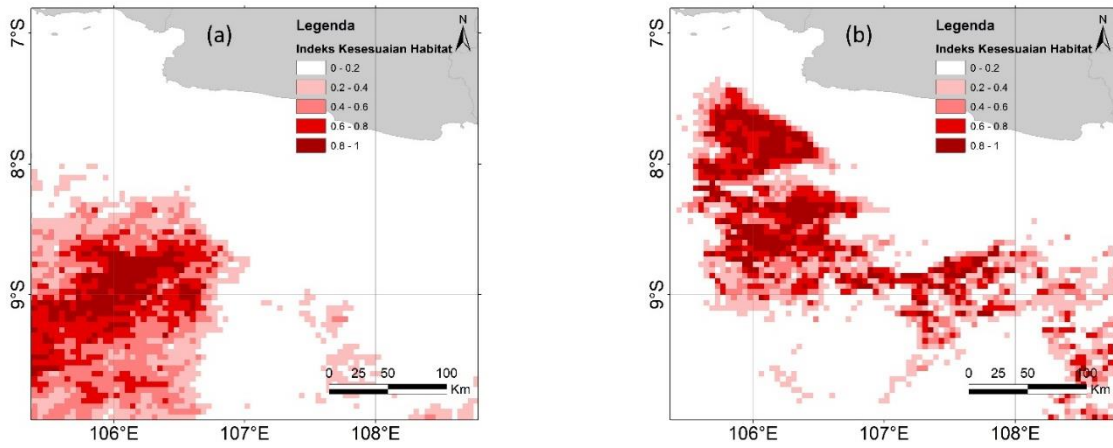
Hasil penelitian menunjukkan model yang telah dibangun memiliki *Area Under Curve* (AUC) sebesar 0,842 untuk musim barat dan 0,92 untuk musim timur. Nilai AUC untuk musim barat lebih rendah dibanding dengan nilai AUC untuk musim timur, meskipun keduanya masuk dalam klasifikasi sangat baik dan *excellent* (Hosmer & Lemeshow, 2010).



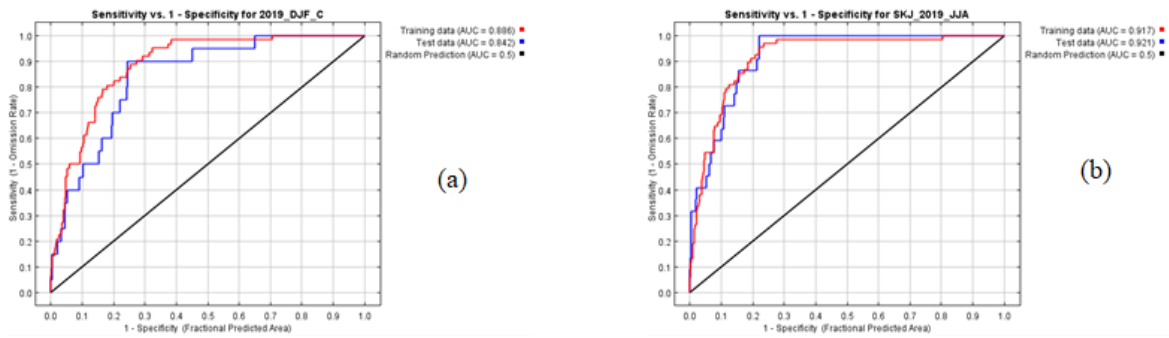
Gambar 2. Sebaran Spasial Suhu Permukaan Laut (a) Musim Barat (b) Musim Timur.



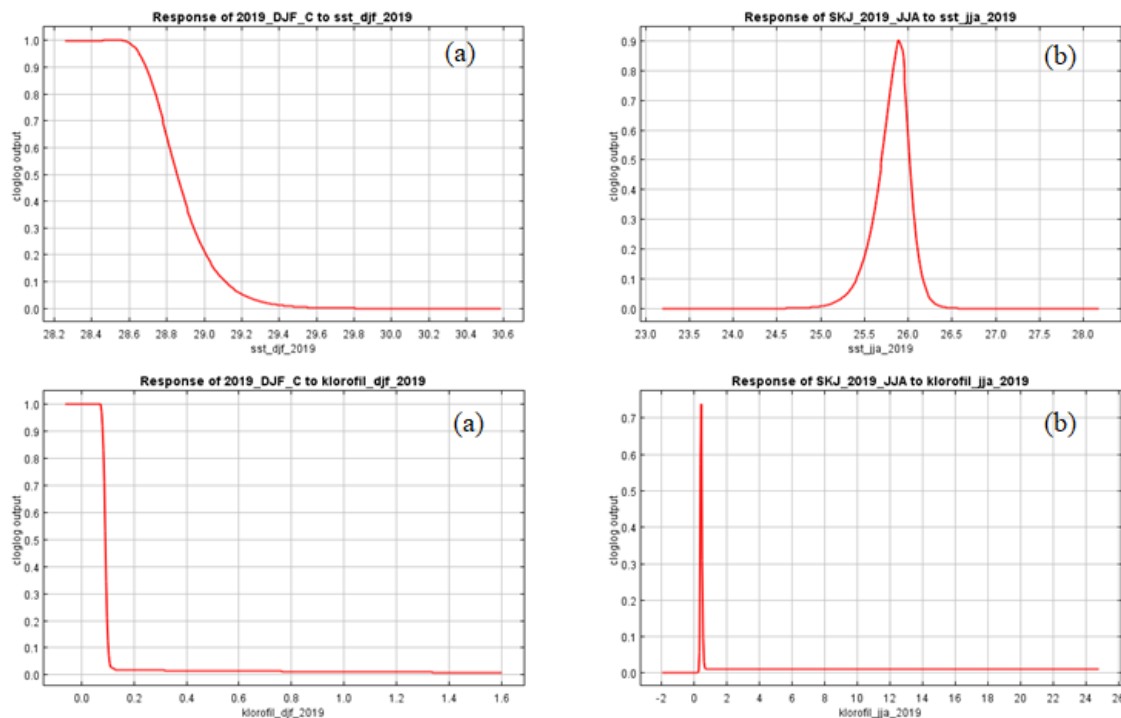
Gambar 3. Sebaran Spasial konsentrasi klorofil-a (a) Musim Barat (b) Musim Timur.



Gambar 4. Model kesesuaian habitat ikan cakalang (a) Musim Barat (b) Musim Timur.



Gambar 5. Kurva Receiver Operating Characteristic (ROC) (a) Musim Barat (b) Musim Timur.



Gambar 6. Kurva Respon Model Terhadap Variabel (a) Musim Barat (b) Musim Timur.

Variabel lingkungan yang mempengaruhi hasil model ditunjukkan oleh Gambar 6. Nilai sebaran parameter diperlihatkan oleh sumbu x sedangkan hubungan nilai indeks kemunculan ikan cakalang terhadap parameter diperlihatkan oleh sumbu y. Penelitian ini menunjukkan bahwa SPL

mempengaruhi model pada rentang 28,3 – 29,2 °C untuk musim barat dan 24,0 – 28,5 °C untuk musim timur. Model mendapat pengaruh konsentrasi klorofil-a pada rentang 0 – 0,1 mg/m<sup>3</sup> baik pada musim barat maupun musim timur. Hasil kurva respon SPL sesuai dengan penelitian (Druon et al.,

2016, 2017) bahwa habitat ikan cakalang berada pada wilayah dengan SPL 21,6 – 30 °C. Hasil kurva respon Klorofil-a sesuai dengan penelitian (Mugo et al., 2010) bahwa habitat ikan cakalang berada pada wilayah dengan konsentrasi klorofil-a 0,08 – 0,18 mg/m<sup>3</sup>.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil pemodelan Maximum Entropy (Maxent) yang dilakukan pada penelitian ini memiliki tingkat kepercayaan yang tinggi baik untuk musim barat maupun untuk musim timur. Daerah potensi ikan cakalang pada musim barat terkonsentrasi pada 105 °- 107 °BT dan pada musim timur tersebar pada 105,5 °- 109 °BT. Peneliti menyarankan agar dilakukan pemodelan dengan menggunakan lebih banyak variabel lingkungan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alabia, Irene, Sei-Ichi Saitoh, Robinson Mugo, Hiromichi Igarashi, Yoichi Ishikawa, Norihisa Usui, Kamachi Masafumi, Toshiyuki Awaji, and Masaki Seito. 2015. "Seasonal Potential Fishing Ground Prediction of Neon Flying Squid (*Ommastrephes Bartramii*) in the Western and Central North Pacific." *Fisheries Oceanography* 24:190–203. doi: 10.1111/fog.12102.
- Azzahra, Annisa Nazmi, Clara Avila Dea Permata, and Nabilla Akhirta. 2017. "Pemetaan Potensi Penangkapan Ikan Cakalang Di Perairan Sulawesi Mapping of Potential Capture of Skipjack Fish in Sulawesi Waters." *Seminar Nasional Penginderaan Jauh* 331–39.
- Coletto, Juliano, Marcelo de Pinho, and Lauro Madureira. 2018. "Operational Oceanography Applied to Skipjack Tuna (*Katsuwonus Pelamis*) Habitat Monitoring and Fishing in South-Western Atlantic." *Fisheries Oceanography* 28. doi: 10.1111/fog.12388.
- Druon, Jean-Noël, Emmanuel Chassot, Hilario Murua, and Jon Lopez. 2017. "Skipjack Tuna Availability for Purse Seine Fisheries Is Driven by Suitable Feeding Habitat Dynamics in the Atlantic and Indian Oceans." *Frontiers in Marine Science* 4:315. doi: 10.3389/fmars.2017.00315.
- Druon, Jean-Noel, Emmanuel Chassot, Hilario Murua, and María Soto. 2016. "Preferred Feeding Habitat of Skipjack Tuna in the Eastern Central Atlantic and Western Indian Oceans: Relations with Carrying Capacity and Vulnerability to Purse Seine Fishing."
- Firdaus, Maulana. 2018. "Profil Perikanan Tuna Dan Cakalang Di Indonesia." *MARINA* 4(1):23–32.
- Fournier, Alice, Morgane Barbet-Massin, Quentin Rome, and Franck Courchamp. 2017. "Predicting Species Distribution Combining Multi-Scale Drivers." *Global Ecology and Conservation* 12:215–26. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.11.002>.
- Guisan, A., & Thuiller, W. (2005). Predicting species distribution: Offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 8, 993–1009. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00792.x>
- Hosmer, David W., and Stanley Lemeshow. 2010. *Applied Logistic Regression Second Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Jatmiko, Irwan, Raymon Zedta, Maya Agustina, and Bram Setyadji. 2019. "Genetic Diversity and Demography of Skipjack Tuna (*Katsuwonus Pelamis*) In Southern and Western Part of Indonesian Waters." *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences* 24:61–68. doi: 10.14710/ik.ijms.24.2.61-68.
- KKP. 2020a. *Laporan Data Log Book Perikanan Tangkap Tahun 2020*. Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- KKP. 2020b. *Laporan Kinerja Kementerian Kelautan Dan Perikanan*.
- Lan, Kuo-Wei, Teruhisa Shimada, Ming-An Lee, Nan-Jay Su, and Yi Chang. 2017. "Using Remote-Sensing Environmental and Fishery Data to Map Potential Yellowfin Tuna Habitats in the Tropical Pacific Ocean." *Remote Sensing* 9(5). doi: 10.3390/rs9050444.
- Mugo, Robinson, Sei-Ichi Saitoh, AKIRA NIHIRA, and TADAAKI KUROYAMA. 2010. "Habitat Characteristics of Skipjack Tuna (*Katsuwonus Pelamis*) in the Western North Pacific: A Remote Sensing Perspective." *Fisheries Oceanography* 19:382–96. doi: 10.1111/j.1365-2419.2010.00552.x.
- Peterson, Andrew, Monica Papes, and Muir Eaton. 2007. "Transferability and Model Evaluation in Ecological Niche Modeling: A Comparison of GARP and Maxent." *Ecography* 30:550–60. doi: 10.1111/j.0906-7590.2007.05102.x.
- Phillips, Steven J., Robert P. Anderson, Miroslav Dudík, Robert E. Schapire, and Mary E. Blair. 2017. "Opening the Black Box: An Open-Source Release of Maxent." *Ecography* 40(7):887–93. doi: 10.1111/ecog.03049.
- Phillips, Steven J., Robert P. Anderson, and Robert E. Schapire. 2006. "Maximum Entropy Modeling of Species Geographic Distributions." *Ecological Modelling* 190(3):231–59. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>.
- Pundoko, Sandria Stephanie, Hens Onibala, and Agnes T. Agustin. 2014. "Perubahan Komposisi Zat Gizi Ikan Cakalang *Katsuwonus Pelamis*. L Selama Proses Pengolahan Ikan Kayu." *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan* 2(1):9–14.
- Sukresno, Bambang, Agus Hartoko, Budi Sulistyono, and Subiyanto. 2015. "Empirical Cumulative Distribution Function (ECDF) Analysis of *Thunnus*.Sp Using ARGO Float Sub-Surface Multilayer Temperature Data in Indian Ocean South of Java." *Procedia Environmental Sciences* 23:358–67. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.01.052>.
- Yanti Siregar, Emma, Vincentius Siregar, and Syamsul Agus. 2018. "Fishing Ground Analysis of Yellowfin Tuna (*Thunnus Albacares*) in West-Sumatera Waters Based on Gam Model." *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis* 10:501. doi: 10.29244/jitkt.v10i2.21908.
- Yen, kuo-wei, Hsueh-Jung Lu, Yi Chang, and Ming-An Lee. 2012. "Using Remote-Sensing Data to Detect Habitat Suitability for Yellowfin Tuna in the Western and Central Pacific Ocean." *International Journal of Remote Sensing - INT J REMOTE SENS* 33:7507–22. doi: 10.1080/01431161.2012.685973.
- Zainuddin, Mukti, Aisjah Farhum, Safruddin Safruddin, Muhammad Banda Selamat, Sudirman Sudirman, Nurjannah Nurdin, Mega Syamsuddin, Muhammad Ridwan, and Sei Ichi Saitoh. 2017. "Detection of Pelagic Habitat Hotspots for Skipjack Tuna in the Gulf of Bone-Flores Sea, Southwestern Coral Triangle Tuna, Indonesia." *PLoS ONE* 12(10). doi: 10.1371/journal.pone.0185601.