

## DISTRIBUSI SPASIAL DAN TEMPORAL IKAN TUNA (*Thunnus sp*) DI PERAIRAN BARAT SUMATERA BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

*Spatial and Temporal Distribution of Tuna (*Thunnus Sp*) in the Western Sumatera Water Based on Geographic Information System*

Oleh:

T Ersti Yulika Sari<sup>1\*</sup>, Usman<sup>1</sup>, Prihatin Ika Wahyuningrum<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau, [t.ersti@lecturer.unri.ac.id](mailto:t.ersti@lecturer.unri.ac.id)

<sup>2</sup>Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, [piwahyuningrum@apps.ipb.ac.id](mailto:piwahyuningrum@apps.ipb.ac.id)

\* Korespondensi: [t.ersti@lecturer.unri.ac.id](mailto:t.ersti@lecturer.unri.ac.id)

Diterima: 22 September 2020; Disetujui: 30 November 2020

### ABSTRACT

One tool that can be used to visualize and connect various types of spatial and temporal distribution is Geographic Information System. The purpose of this study is to analyze the pressure of longline fisheries, tuna catches and fishing effort and can model the spatial distribution and temporal (of tuna, during longline fishery activities in 2013. Experimental methods are used in determining the size pixels and kernel shape. The form of the kernel that displays the best results is quartic. The optimal radius produced from the equation  $0.68n-0.2$  is 0.25 degrees (27.78 km). The CPUE uses raster data on catch density (tail field) and fishing line density (field number of hooks). The calculation is done by multiplying the density of the raster catch (tail) by 1,000 then divided by the density of the raster fishing hooks. The results show that the range of CPUE values ranged from 0.833 - 416. The total area of the total fishing effort was 161,520 km<sup>2</sup> with an effort of catching of 57,502.017 per 1,000 hooks. The total number of CPUE top heatmap is 38,948.29 per 1,000 hooks in 38,080 km<sup>2</sup>, most are in the Mentawai Strait, other parts are also found in the south of Siberut Island, west of Enggano Island to the Indian Ocean. Seasonal patterns show that the East season is the season with the highest catching effort in the Mentawai Strait, the Siberut Strait to the southern part of Siberut Island and the Transition I season is the lowest catching effort.

**Keywords:** Spatial and temporal distribution, tuna density, CPUE, heatmap, Indian Ocean

### ABSTRAK

Salah satu alat yang dapat digunakan untuk memvisualisasikan dan menghubungkan distribusi spasial dan temporal adalah Sistem Informasi Geografis (SIG). Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis tekanan perikanan *longline*, tangkapan tuna dan upaya penangkapan serta dapat memodelkan distribusi spasial (lokasi penangkapan) dan temporal (tahunan, musiman, bulanan) ikan tuna, selama aktifitas perikanan *longline* tahun 2013. Metode eksperimental digunakan dalam menentukan ukuran kernel piksel dan bentuk kernel (*kernel shape*). Ukuran piksel terbaik adalah 4 km dengan bentuk kernel terbaik adalah *quartic*. Radius optimal dihasilkan dari persamaan  $0,68n-0,2$  sebesar 0,25 derajat (27,78 km). Perhitungan CPUE menggunakan data raster kepadatan hasil tangkapan (*field ekor*) dan kepadatan mata pancing (*field jumlah mata pancing*). Perhitungan pada analisis ini dilakukan dengan cara mengkalikan kepadatan hasil tangkapan (ekor) raster dengan 1.000 kemudian dibagi dengan kepadatan mata pancing raster. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rentang nilai CPUE berkisar antara 0,833 - 416. Luas kawasan upaya penangkapan sebesar

161.520 km<sup>2</sup> dengan upaya penangkapan sebesar 57.502,017 ekor per 1.000 mata pancing. Jumlah keseluruhan nilai CPUE *top heatmap* sebesar 38.948,29 ekor per 1.000 mata pancing dalam kawasan seluas 38.080 km<sup>2</sup> yang sebagian besar berada pada Selat Mentawai, bagian lainnya juga terdapat pada selatan Pulau Siberut, sebelah barat Pulau Enggano hingga Samudera Hindia. Pola musiman menunjukkan bahwa musim Timur merupakan musim dengan upaya penangkapan tertinggi yang berada pada Selat Mentawai, Selat Siberut hingga bagian selatan Pulau Siberut dan musim Peralihan I merupakan upaya penangkapan terendah.

**Kata kunci:** Distribusi spasial dan temporal, densitas ikan tuna, CPUE, heatmap, Samudera Hindia.

## PENDAHULUAN

Perairan Sumatera bagian barat berada di Samudera Hindia. Posisi Samudera Hindia dipengaruhi oleh angin muson. Hal ini menyebabkan aktivitas serta kelimpahan komoditas perikanan di sekitar perairan Sumatera bagian barat berhubungan juga dengan berbagai parameter oseanografi perairan yang ada (Alfajri *et al.* 2017). Umumnya aktivitas penangkapan yang dilakukan di sekitar perairan Sumatera bagian barat adalah penangkapan ikan pelagis, seperti tuna (Harahap *et al.* 2019).

Ikan Tuna memiliki distribusi luas, harga jual tinggi, nilai ekonomis yang tinggi serta memiliki pangsa pasar lokal dan ekspor yang luas (Wayan *et al.* 2014). Jenis tuna komersial penting di perairan Samudera Hindia bagian Barat Sumatera yaitu madidihang (*Thunnus albacares*), tuna mata besar (*Thunnus obesus*), albakora (*Thunnus alalunga*), dan cakalang (*Katsuwonus pelamis*). Potensi dua jenis ikan tuna penting menurut data statistik Perikanan tangkap Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus tahun 2015 yaitu tuna madidihang sebesar 420,41 ton dan tuna mata besar sebesar 149,16 ton.

Penyebaran ikan tuna dipengaruhi oleh berbagai parameter oseanografi perairan, misalnya pengaruh klorofil-a, suhu permukaan laut, arus, dan faktor lainnya (Kunarso 2005). Hal yang hampir senada juga dinyatakan oleh Nurdin *et al.* (2018) bahwa kondisi oseanografi dapat dijadikan indikator untuk melihat kesuburan dan kelimpahan komoditas perikanan. Suhu permukaan dapat mengindikasikan terjadinya *upwelling* yang membawa nutrisi sehingga menjadi tempat *feeding ground* bagi ikan. Parameter klorofil-a menjadi indikator adanya produktivitas primer bagi ikan terutama ikan pelagis (Adnan 2010).

Informasi mengenai keberadaan ikan dalam suatu kawasan biasanya ditampilkan dalam bentuk data tabular. Hal ini menyebabkan

visualisasi keberadaan ikan sulit untuk dideskripsikan. Adanya pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) memungkinkan pengguna untuk menemukan pola sebaran ikan, kecenderungan distribusi ikan serta perpindahan disetiap waktunya. Informasi tersebut akan membantu dalam penentuan daerah penangkapan potensial dan pengelolaan kawasan tangkap (Riolo 2006). SIG telah dikenal sebagai suatu perangkat yang mumpuni dalam menangani permasalahan tersebut untuk mendukung sistem pengambil keputusan. Penggunaan SIG dalam perikanan dilaporkan telah meningkat yang berkaitan langsung dengan perikanan tangkap setidaknya telah dimulai oleh Isaak dan Hubert (1997). Tujuan penelitian ini adalah menganalisis tekanan tangkapan serta upaya penangkapan dari perikanan *longline*, melalui visual *heatmap* dan *top heatmap* serta memodelkan distribusi spasial dan temporal produktivitas ikan tuna menggunakan *longline*. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pengelolaan tuna yang berkelanjutan khususnya di perairan Samudera Hindia Bagian Barat Sumatera.

## METODE

Lokasi penelitian merupakan daerah penangkapan tuna di perairan Samudera Hindia bagian Barat Sumatra, tepatnya yang berada di bawah naungan Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus (Gambar 1). Penelitian ini dilaksanakan pada periode bulan Mei hingga November 2017.

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi komputer dengan dapur pacu prosesor Intel® Core™ i7-4700HQ CPU @ 2.4 GHz serta memori 16,0 GB RAM (*Random Access Memory*). Penelitian ini menggunakan *Software Microsoft Excel 2016* untuk tabulasi data dan *Quantum Geographical Information System (QGIS)*

versi 2.18.x (64 bit). Bahan data yang digunakan dalam penelitian adalah *logbook* penangkapan *longline* pada tahun 2013.

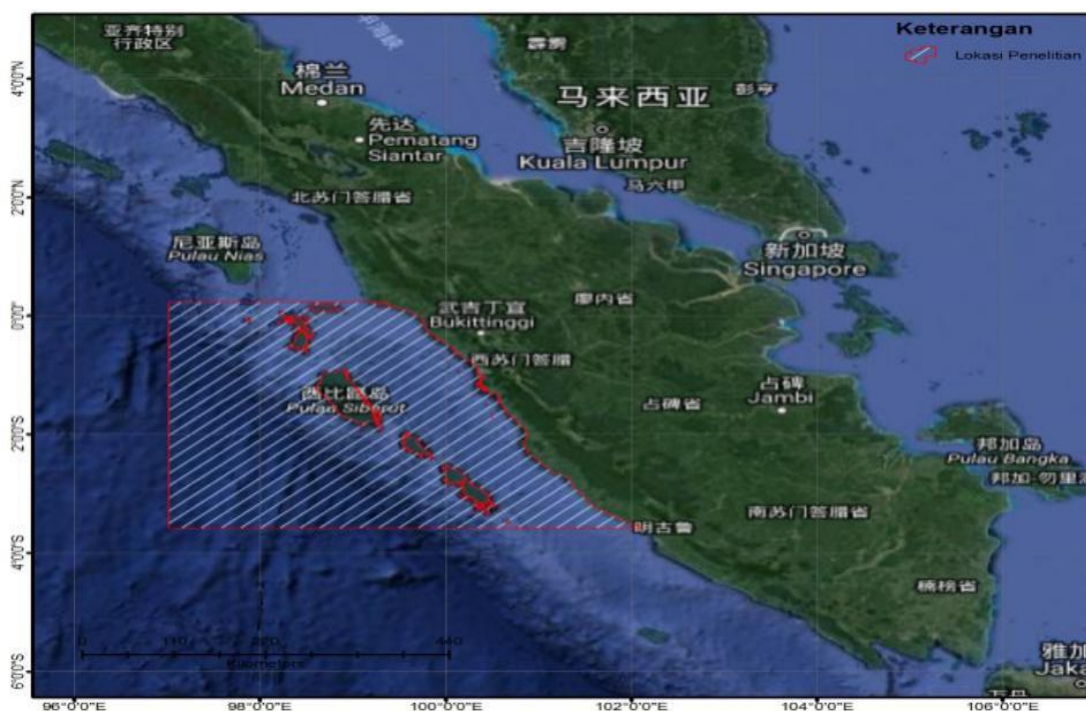
Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi *reformatting* data, mengubah data tabular menjadi data spasial, validasi data, membangun *heatmap*, menentukan *top heatmap*, menghitung CPUE, dan menghitung luas daerah penangkapan ikan. Secara umum prosedur penelitian ada di Gambar 2.

*Reformatting* data dilakukan untuk mengubah format data yang digunakan agar bisa diolah lebih lanjut. Hasil *reformatting* biasanya disimpan menggunakan format *Microsoft Office Excel (.xls)*, selanjutnya disimpan menggunakan format ASCII (.csv). Tahapan selanjutnya, data ASCII dalam bentuk tabular (.csv) diubah menjadi data spasial dengan fitur point. Data kemudian disimpan dalam format *shapefile (.shp)* dengan sistem referensi koordinat bumi *World Geodetic System 1984*. Data spasial berupa point lalu divalidasi untuk meminimalisir kesalahan kepada pihak syahbandar, pengelola pelabuhan, serta nelayan sebagai pelaku penangkapan.

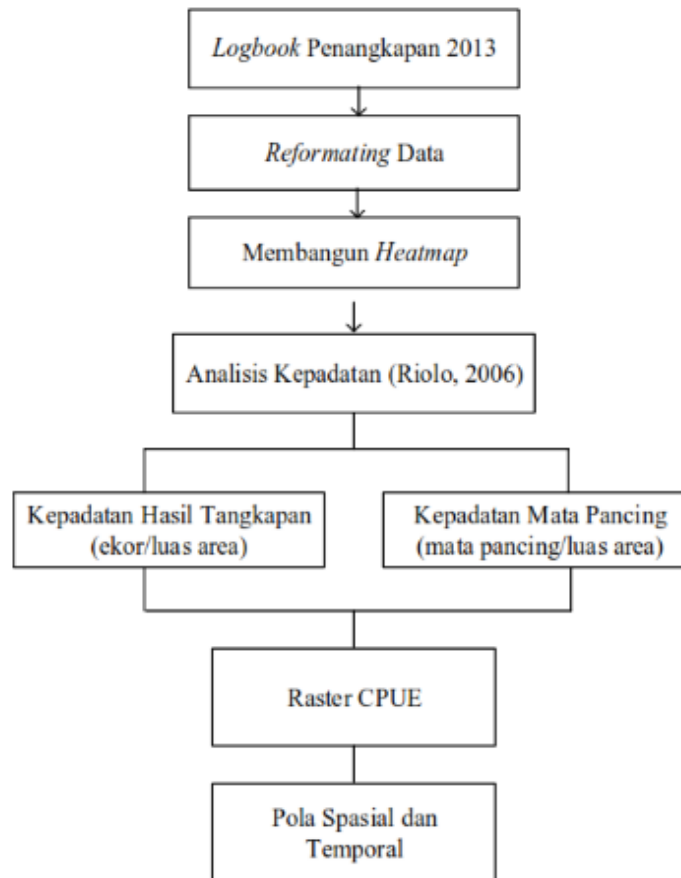
Data yang sudah divalidasi kemudian divisualisasi untuk mengetahui sebaran data dengan menggunakan warna melalui *heatmap*. Distribusi tertinggi dari *heatmap* yang mengindikasikan kawasan dengan konsentrasi penangkapan tertinggi disebut sebagai *Top Heatmap*. Selanjutnya, perhitungan nilai CPUE

menggunakan acuan perhitungan aritmatik, *raster calculator* dengan mengkalikan *raster* kepadatan hasil tangkapan dengan 1000 dan dibagi kepadatan jumlah mata pancing. Hasil berikutnya dihitung nilai-nilai agregasi berupa *statistic deskriptif* (minimum, maksimum, rata-rata, standar deviasi, total, dan jumlah raster). Data raster CPUE yang dihasilkan mengacu pada data *raster heatmap* berdasarkan temporal tahunan, musiman, dan bulanan. Perhitungan luas kawasan penangkapan dilakukan dengan mengkalikan jumlah piksel dengan luasan per piksel. Luasan kawasan hasil raster dinyatakan dalam satuan km<sup>2</sup>.

Data yang dihasilkan berupa distribusi spasial dan temporal *heatmap* dan *top heatmap* serta tabulasi statistik deskriptif yang dianalisis secara deskriptif. Pola distribusi dan konsentrasi penangkapan akan dinarasikan serta didukung dengan gambar. Data pendukung penelitian lainnya yaitu layanan jasa peta online (*web map service*) melalui *QGIS*. Penelitian ini juga menggunakan metode regresi linear sederhana untuk mengetahui hubungan antara potensi keberadaan ikan tuna di suatu kawasan dengan luas kawasan yang dimanfaatkan untuk aktivitas penangkapan. Hal ini disebabkan semakin luas kawasan tangkap akan berpengaruh terhadap upaya penangkapan yang dilakukan.



Gambar 1 Peta lokasi penelitian



Gambar 2 Prosedur penelitian

## HASIL

### Tekanan Tangkapan serta Upaya Penangkapan Perikanan Longline

#### Peta Heatmap dan Top Heatmap Pesisir Barat Sumatra

Peta *heatmap* CPUE tahun 2013 di pesisir barat Sumatra disajikan pada Gambar 3. Gradien warna merah menunjukkan kawasan perairan dengan nilai CPUE tertinggi sementara warna hijau menunjukkan kawasan perairan dengan nilai CPUE terendah. CPUE tahunan tuna di pesisir barat Kalimantan memiliki kisaran nilai 0,833-416. Kawasan pesisir didominasi oleh nilai CPUE yang lebih tinggi dibandingkan kawasan perairan laut lepas. Luas kawasan upaya penangkapan keseluruhan yang terjadi pada tahun 2013 sebesar 161.520 km<sup>2</sup> dengan upaya penangkapan sebesar 57.502,017 ekor per 1.000 mata pancing (Gambar 3).

Peta *top heatmap* CPUE di pesisir barat Sumatra ditampilkan pada Gambar 4. Gradien

warna oranye hingga warna merah menunjukkan kawasan perairan dengan nilai CPUE yang tinggi. Sebaran nilai *top heatmap* CPUE berkisar dari 4,58 hingga 416,67 dengan nilai rata-rata 16,36 dan standar deviasi sebesar 41,72. Jumlah keseluruhan nilai CPUE *top heatmap* sebesar 38.948,29 ekor per 1.000 mata pancing dalam kawasan seluas 38.080 km<sup>2</sup> yang sebagian besar berada pada Selat Mentawai, bagian lainnya juga terdapat pada selatan Pulau Siberut, sebelah barat Pulau Enggano hingga Samudera Hindia (Gambar 4).

### Memodelkan Distribusi Spasial dan Temporal Produktivitas Ikan Tuna

#### CPUE Musiman

Peta CPUE musim barat dan musim timur di pesisir barat Sumatra disajikan pada Gambar 5 dan Gambar 6. Musim barat memiliki luasan daerah penangkapan yang paling besar dibandingkan musim lainnya. Luasan kawasan penangkapan mencapai

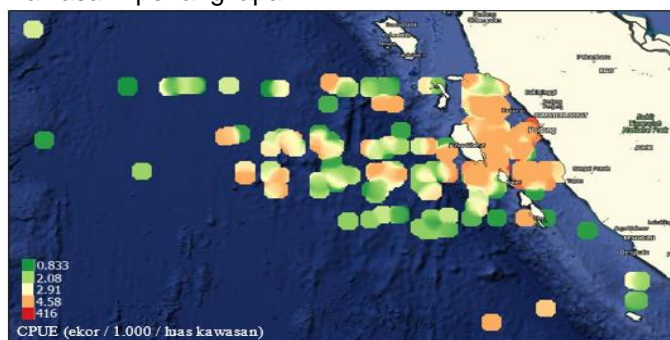
95.352 km<sup>2</sup> dengan jumlah pengoperasian pancing mencapai 37.267,53 ekor per 1000 mata pancing. Kepadatan upaya penangkapan tuna saat musim barat terdapat di perairan Selat Mentawai hingga perairan selatan Pulau Siberut (Gambar 5). Luasan kawasan penangkapan saat musim timur lebih sedikit jika dibandingkan dengan musim lainnya sebesar 56.352 km<sup>2</sup> yang cenderung berada pada kawasan Selat Mentawai dan Selat Siberut. Nilai CPUE tertinggi berada pada musim timur jika dibandingkan musim lainnya (Gambar 6). Upaya penangkapan saat musim timur mencapai 76.713,59 ekor per 1.000 mata pancing.

Peta CPUE musim peralihan I dan musim peralihan 2 ditampilkan pada Gambar 7 dan Gambar 8. Luasan kawasan penangkapan saat musim peralihan I lebih besar dibandingkan musim peralihan II. Namun, jumlah upaya penangkapan saat musim peralihan II justru lebih besar daripada musim peralihan I. Luasan kawasan penangkapan saat musim peralihan 1 sebesar 28.288 km<sup>2</sup> dengan jumlah pancing yang dioperasikan 12.798,46 ekor per 1000 mata pancing. Kawasan penangkapan tuna tersebar pada selatan Pulau Siberut, sebelah barat Pulau Enggano hingga Samudera Hindia (Gambar 7). Luasan kawasan penangkapan saat musim peralihan II mencapai 1.472 km<sup>2</sup> dengan jumlah pancing yang dioperasikan sebanyak 21.557,36 ekor ikan per 1.000 mata pancing. Penyebaran kawasan penangkapan

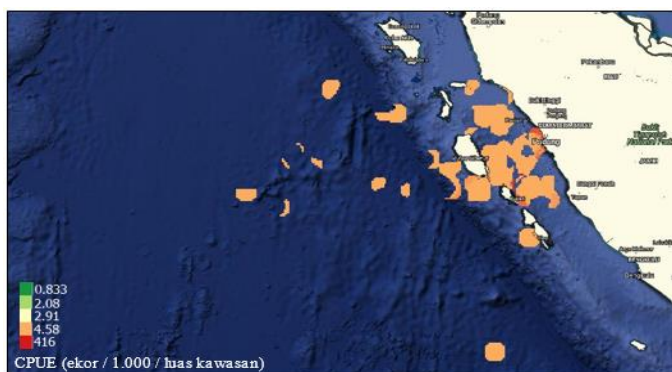
tuna saat musim ini terkonsentrasi pada bagian pesisir Sumatra saja (Gambar 8).

Peta *top heatmap* CPUE musiman di pesisir barat Sumatra disajikan pada Gambar 9. *Top heatmap* mengalami perubahan pola untuk setiap musimnya. *Top heatmap* saat musim barat dan timur cenderung berada pada Selat Mentawai dan Selat Siberut. *Top heatmap* saat musim peralihan 1 berada pada Selat Siberut dan sebagian wilayah Samudera Hindia bagian barat Pulau Enggano sedangkan saat musim peralihan II hanya berada pada Selat Mentawai dan Selat Siberut.

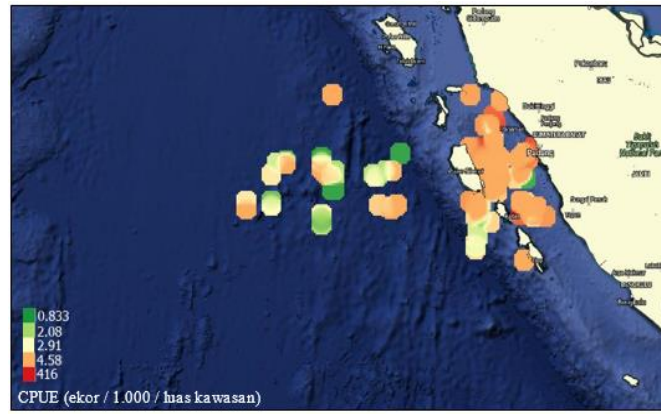
Hasil tabulasi nilai *top heatmap* CPUE musiman perairan pesisir barat Kalimantan ditunjukkan pada Tabel 1. Nilai CPUE musiman terendah berkisar 4,58-4,59 sementara nilai CPUE tertinggi berkisar 166,67-1.000,00. Rata-rata nilai CPUE berada pada rentang 11,65 – 32,77. Total nilai keseluruhan CPUE berkisar antara 5.496,77 – 71.054,02 sementara okupasi kawasan tangkap berkisar antara 7.552 – 34.688 km<sup>2</sup>. Puncak upaya penangkapan dijumpai pada musim Timur, sebesar 71.054,02 dengan jelajah kawasan tangkap seluas 34.688,00 km<sup>2</sup> yang sebanding dengan dengan luas kawasan tangkap, nilai rata-rata dan rasio antara upaya tangkap dan luas kawasan.



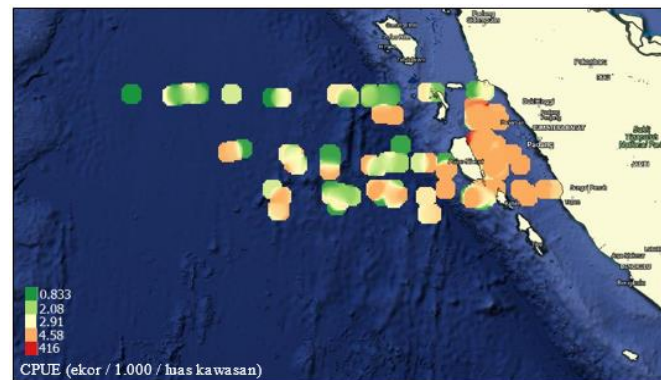
Gambar 3 *Heatmap* CPUE tahun 2013



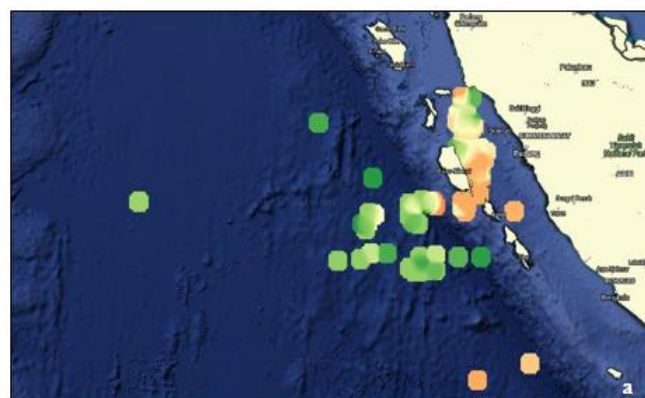
Gambar 4 *Top Heatmap* CPUE tahun 2013



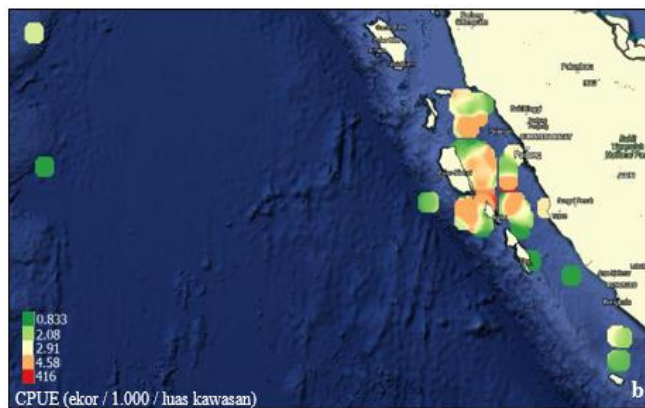
Gambar 5 CPUE musim barat tahun 2013



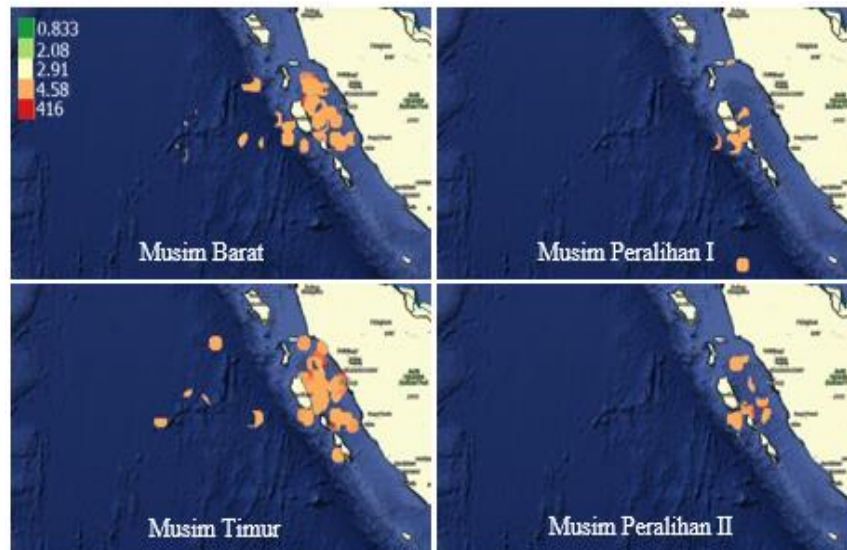
Gambar 6 CPUE musim timur tahun 2013



Gambar 7 CPUE musim peralihan I



Gambar 8 CPUE musim peralihan II



Gambar 9 Top heatmap CPUE musiman tahun 2013

Tabel 1 Nilai top heatmap CPUE musiman

Musim	Nilai CPUE				LK (km <sup>2</sup> )	Rasio Pn
	Min	Maks	Rata-rata	Total		
Barat	4,58	1.000,00	14,90	26.371,09	28.320,00	0,93
Peralihan 1	4,59	166,67	11,65	5.496,77	7.552,00	0,73
Timur	4,58	900,59	32,77	71.054,02	34.688,00	2,05
Peralihan II	4,58	416,67	27,11	16.051,31	9.472,00	1,69

Keterangan: min: Minimum; Mak: Maksimum; LK: Luar Biasa; Rasio Pn: Rasio Penangkapan

### CPUE Bulanan

Peta CPUE bulanan wilayah pesisir barat Sumatra disajikan pada Gambar 9. Kepadatan upaya penangkapan saat bulan cenderung menyebar dari Selat Mentawai hingga ke Samudera Hindia bagian barat Sumatera. Daerah penangkapan terpadat saat bulan Februari berbeda dengan bulan sebelumnya yaitu terkonsentrasi pada Selat Mentawai. Upaya penangkapan kembali menyebar mencapai Samudera Hindia pada bulan Maret. Kepadatan hasil tangkapan cenderung berada pada Selat Mentawai dan Selat Siberut pada bulan April hingga Juli. Bulan Agustus, upaya penangkapan menyebar hingga Samudera Hindia. Upaya Penangkapan terkonsentrasi kembali pada Selat Mentawai hingga Selat Siberut pada bulan September hingga November. Kepadatan hasil tangkapan kembali menyebar hingga ke Samudera Hindia bagian barat Pulau Sumatera pada bulan Desember. Kepadatan upaya penangkapan bulanan ikan tuna terendah berada pada bulan September berkisar 0,67-7,33 dengan nilai rata-rata 2,73, sedangkan nilai tertinggi pada bulan Agustus berkisar antara 1,11 - 1.250 dengan nilai rata-rata 72,22 (Gambar 10).

Tabel fluktuasi luasan kawasan penangkapan di pesisir barat Sumatra disajikan

pada Tabel 2. Luasan kawasan penangkapan hakikatnya dengan pola upaya penangkapan yang selalu mengalami perubahan. Peningkatan luas kawasan tertinggi terjadi pada bulan Desember dimana terjadi perluasan kawasan penangkapan sebesar 371,11 % dari luas bulan sebelumnya (November), sedangkan pengurangan kawasan penangkapan tertinggi terjadi pada bulan Februari dimana kawasan penangkapan mengalami pengurangan sebesar 77,58 % dari luas kawasan sebelumnya (Januari).

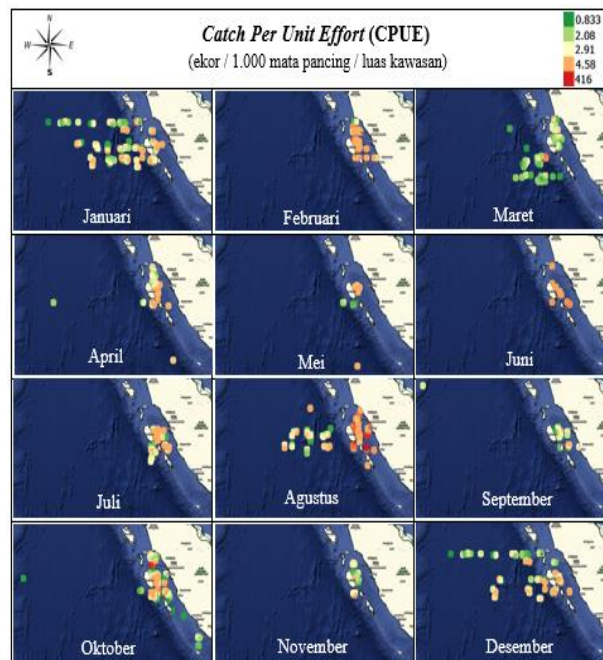
Peta top heatmap CPUE bulanan pesisir barat Sumatra ditampilkan pada Gambar 11. Kawasan upaya penangkapan pada bulan Januari berada pada Samudera Hindia dan Selat Mentawai. Konsentrasi upaya penangkapan terkonsentrasi pada Selat Mentawai pada bulan Februari. Upaya penangkapan saat bulan Maret hanya berada pada perairan barat daya Pulau Siberut. Upaya penangkapan lebih terkonsentrasi pada Selat Mentawai, Selat Siberut hingga sebelah selatan Pulau Siberut terjadi pada bulan April, Mei, Juni, Juli, September, Oktober dan November. Upaya penangkapan menyebar dari Selat Mentawai, Selat Siberut hingga Samudera Hindia saat bulan Agustus sementara

cenderung terkonsentrasi pada Selat Mentawai dan sebelah barat Pulau Siberut pada Bulan Desember.

Hubungan fluktuasi luas kawasan tangkap tuna dan CPUE bulanan sepanjang tahun 2013 dapat dilihat pada Gambar 12. Penambahan atau pengurangan luas kawasan penangkapan setiap bulannya bervariasi. Kawasan dengan luas penangkapan yang tinggi terjadi pada bulan Februari (14.192 km<sup>2</sup>), Juni (12.224 km<sup>2</sup>), Agustus (30.192 km<sup>2</sup>), Oktober (13.264 km<sup>2</sup>) dan Desember (12.384 km<sup>2</sup>). Nilai CPUE tidak menimbulkan pola yang fluktuatif disebabkan nilai CPUE tertinggi hanya terjadi pada bulan Agustus yaitu sebesar 243.287,41 ekor ikan yang tertangkap per 1.000 mata pancing dalam luasan kawasan 30.192 km<sup>2</sup>.

Nilai CPUE terendah terjadi pada bulan September dengan upaya penangkapan sebesar 431,07 ekor ikan yang tertangkap per 1.000 mata pancing dalam luasan kawasan 1.264 km<sup>2</sup>.

Luas penangkapan dan nilai CPUE memiliki hubungan korelasi positif yang rendah ketika diolah menggunakan regresi linier sederhana. Hal ini dibuktikan dengan nilai  $r^2$  sebesar 0,28. Angka 0,28 menunjukkan bahwasannya luas kawasan penangkapan berpengaruh sebesar 28 % terhadap nilai CPUE, dan masih ada 72 % faktor lain yang dapat mempengaruhi nilai CPUE. Ini menunjukkan bahwas luas kawasan penangkapan tidak mempengaruhi nilai CPUE.

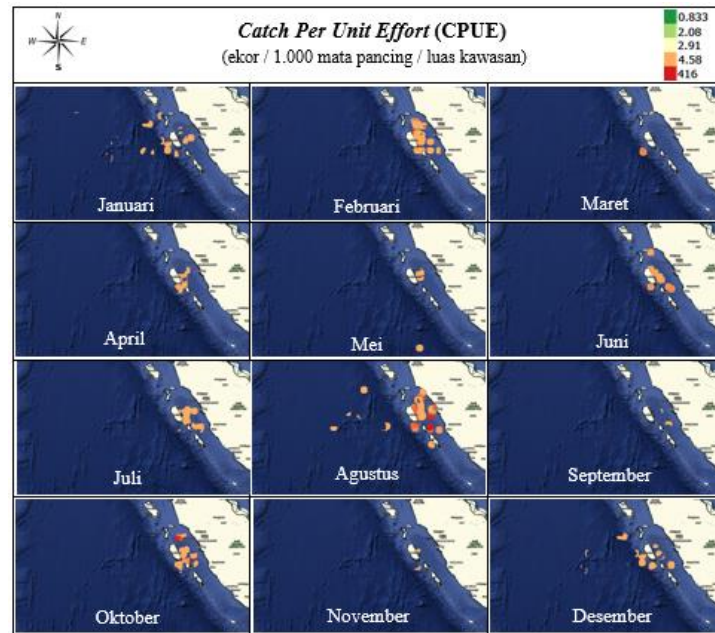


Gambar 10 CPUE bulanan tahun 2013

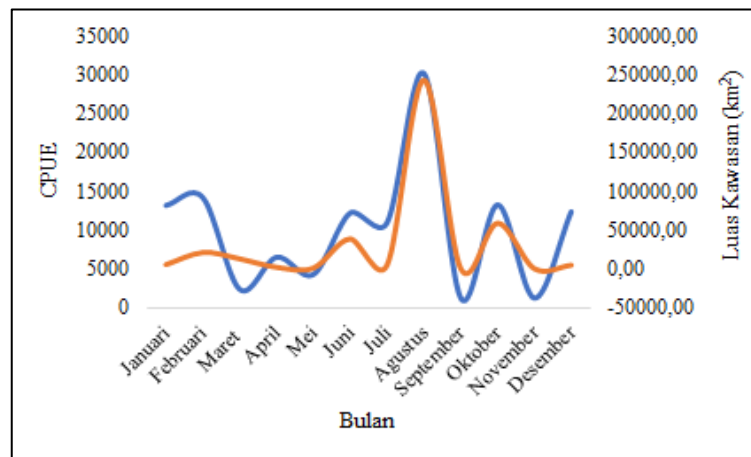
Tabel 4 Fluktuasi luas kawasan penangkapan

Bulan	Luas kawasan (km <sup>2</sup> )	Fluktuasi	Persentase (%)
Januari	78.208		
Februari	17.536	-60.672	-77,58
Maret	46.464	28.928	164,96
April	24.448	-22.016	-47,38
Mei	10.848	-13.600	-55,63
Juni	12.224	1376	12,68
Juli	23.904	11.680	95,55
Agustus	54.864	30.960	29,52
September	15.972	-39.072	-71,22
Oktober	44.416	28.624	181,26
November	12.016	-32.400	-72,95
Desember	56.608	44.592	371,11





Gambar 11 Top heatmap CPUE bulanan tahun 2013



Gambar 12 Fluktuasi luas kawasan tangkap dan CPUE bulanan sepanjang tahun 2013

## PEMBAHASAN

Upaya penangkapan tuna di perairan barat Sumatra dilakukan untuk mengestimasi perubahan serta mengevaluasi kelimpahan komoditas perikanan dalam suatu kawasan perairan. Parameter yang berpengaruh dalam hal ini meliputi parameter usaha (*effort*) sebagai jumlah waktu atau tenaga yang dikeluarkan serta parameter jumlah tangkapan yang diperoleh (*Catch*) (Kilduff et al. 2009). Pendugaan upaya penangkapan juga berkorelasi dengan berbagai parameter oseanografi seperti klorofil-a, suhu permukaan laut, arus, ataupun faktor oseanografi lainnya.

Upaya penangkapan tuna di pesisir barat Sumatra secara keseluruhan selama tahun 2013 tersebar pada wilayah Selat

Mentawai, Selat Siberut, Laut Bengkulu (Sekitaran Pulau Enggano) hingga Samudera Hindia bagian barat Sumatera. Lokasi penangkapan tuna terjauh berada pada perairan Samudera Hindia bagian barat Sumatera sementara lokasi terdekat berada pada Selat Mentawai. Hasil penelitian juga menunjukkan kelimpahan daerah potensial tuna berada pada wilayah pesisir dibandingkan perairan laut lepas. Perairan pesisir seringkali menerima masukan nutrient dari daratan sehingga menjadi lebih subur dibandingkan perairan laut lepas (Nababan dan Siammora 2012).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah CPUE tuna saat musim barat lebih sedikit jika dibandingkan dengan musim timur namun jumlah kawasan penangkapan pada musim barat menjadi lebih luas. Hal yang

sama juga dinyatakan oleh Harahap *et al.* (2019) bahwa saat musim barat terjadi perluasan daerah penangkapan yang disebabkan oleh cuaca hangat yang ada di sekitar perairan barat Sumatra. Cuaca yang hangat ini selanjutnya berdampak terhadap proses penangkapan yang ada di sekitaran perairan tersebut. Suhu permukaan yang cenderung hangat saat musim barat juga berdampak terhadap berkurangnya upaya penangkapan tuna pada perairan barat Sumatra. Hal ini disebabkan suhu yang dominan hangat tidak cocok dengan pertumbuhan ikan tuna yang lebih menyukai suhu dingin (Kunarjo *et al.* 2005). Jumlah CPUE tuna saat musim peralihan menjadi paling sedikit dibandingkan musim lainnya. Adanya perbalikan arah angin monsun diduga menjadi faktor yang mempengaruhi hal tersebut (Prawirowardoyo).

Musim timur menjadi musim dengan peningkatan CPUE tuna di perairan barat Sumatra pada tahun 2013 mencapai jumlah yang besar. Hal yang sama juga dinyatakan dalam penelitian Harahap *et al.* (2019) bahwa peningkatan CPUE di perairan barat Sumatra lebih tinggi saat musim timur sebab terjadinya pencampuran massa air yang mengindikasikan kesuburan perairan serta diduga memiliki kelimpahan klorofil juga. Angin monsun timur bergerak lebih cepat dibandingkan angin musim lainnya. Kecepatan angin saat monsun timur berkisar antara 0,90-6,61 m/det. Hal ini terjadi karena angin tersebut melalui gurun pasir di bagian utara Australia yang kering dan hanya melalui lautan sempit (Sugianto 2010).

Peristiwa ini menyebabkan peningkatan intensitas *upwelling* dan menurunnya suhu permukaan laut. Hal yang sama juga dinyatakan oleh Susanto *et al.* (2001) bahwa peristiwa *upwelling* yang terjadi di barat Sumatera disebabkan oleh respon angin monsun yang berlangsung dari Juni hingga pertengahan Oktober. Peristiwa *upwelling* di barat Sumatera juga dipengaruhi oleh transport Ekman. Mekanisme utama yang ikut mempengaruhi terjadinya *upwelling* di barat Sumatera adalah "Ekman Pumping". Mekanisme "Ekman Pumping" merupakan pergantian kekosongan massa air permukaan dengan massa air dalam. Peristiwa *upwelling* pada musim timur ini juga berhubungan dengan penyimpangan iklim berupa IODM (*Indian Ocean Dipole Model*) positif yang disertai juga oleh *El-nino* (Amri *et al.* 2013). Peristiwa *upwelling* memberikan kesuburan terhadap perairan sekitarnya. Kondisi *upwelling* ini disukai oleh ikan tuna

sebab perairan tersebut memiliki kelimpahan sumber makanan (Adnan 2010). Suhu permukaan juga menjadi lebih rendah saat *upwelling* terjadi berkisar 24,7°C-32,5°C dengan suhu rata-rata 29,9°C. Sumberdaya ikan pelagis besar seperti ikan tuna (*Thunnus* sp) dan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) dengan mobilitasnya yang tinggi cenderung berkumpul pada kondisi lingkungan tertentu seperti adanya peristiwa *upwelling*, perbedaan sebaran suhu dan densitas klorofil-a di Perairan (Safurudin dan Mukti 2014).

## KESIMPULAN

Variabilitas hasil tangkapan per upaya penangkapan CPUE ikan tuna memiliki rentang nilai piksel dari 0,833 sampai 416. CPUE tahun 2013 sebesar 57.502,017 ekor per 1.000 mata pancing dalam kawasan 161.520 km<sup>2</sup>. Jumlah keseluruhan nilai CPUE *top heatmap* sebesar 38.948,29 ekor per 1.000 mata pancing dalam kawasan seluas 38.080 km<sup>2</sup> yang sebagian besar berada pada Selat Mentawai, bagian lainnya juga terdapat pada selatan Pulau Siberut, sebelah barat Pulau Enggano hingga Samudera Hindia.

Konsentrasi tinggi dari CPUE mengalami keragaman pola untuk setiap musimnya. Konsentrasi tinggi CPUE terjadi pada musim Timur yang cenderung berada pada kawasan Selat Mentawai dan Selat Siberut sedangkan CPUE terendah terjadi pada musim Peralihan I, dimana pada musim Peralihan I, jumlah pengoperasian mata pancing jauh lebih banyak dalam luas kawasan penangkapan yang lebih besar dan hasil tangkapan yang dihasilkan tidak jauh berbeda dari ketiga musim lainnya.

CPUE bulanan juga menimbulkan pola yang berbeda untuk setiap bulannya. CPUE tertinggi terjadi pada bulan Agustus yang tersebar dari Selat Mentawai, Selat Siberut hingga Samudera Hindia dan CPUE terendah pada bulan September. Penurunan dan kenaikan luas kawasan tidak diikuti oleh nilai CPUE dengan koefisien korelasi ( $r^2$ ) sebesar 0,28.

## SARAN

Disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan data kurun waktu 5 tahun terakhir, hal ini bertujuan untuk melihat kesamaan atau perbedaan dari upaya penangkapan untuk setiap tahunnya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Riau yang sudah memberikan dana untuk penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adnan. 2010. Analisis Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-A Data Inderaja Hubungannya dengan Hasil Tangkapan Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) di Perairan Kalimantan Timur. *Jurnal Amanisal PSP FPIK Unpatti-Ambon*. 1(1): 1-12.
- Alfajri, Mubarak, Mulyadi A. 2017. Analisis Spasial dan Temporal Sebaran Suhu Permukaan Laut di Perairan Sumatera Barat. *Dinamika Lingkungan Indonesia*. 4(1): 65-74.
- Amri K. Manurung D. Gaol JL. Baskoro MS. 2013. Karakteristik Suhu Permukaan Laut dan Kejadian Upwelling Fase *Indian Ocean Dipole Model* Positif di Barat Sumatera dan Selatan Jawa Barat. *Jurnal Segara*. 9(1): 23-35.
- Harahap MA, Siregar VP, Agus SB. 2019. Pola Spasial dan Temporal Daerah Penangkapan Ikn Pelagis Menggunakan Data Oseanografi di Perairan Sumatra Barat. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 11(2): 297-310.
- Isaak DJ, Hubert WA. 1997. Integrating New Technologies into Fisheries Science: The Application of Geographic Information Systems. *Fisheries* 22(1): 6-10.
- Kilduff P, Carmichael J, Latour R. 2009. *Guide to Fisheries Science and Stock Assessments*. Atlantic States Marine Fisheries Commission: *National Oceanic and Atmospheric Administration Grant, No. NA05NMF4741025*. Washington DC: National Oceanic and Atmospheric Administration. 74 hal.
- Kunarso, Hadi S, Ningsih NS. 2005. Kajian Lokasi *Upwelling* untuk Penentuan *Fishing Ground* Potensial Ikan Tuna. *Jurnal Kelautan*. 10(2): 61-67.
- Nababan B, Siammora K. 2012. Variabilitas Konsentrasi Klorofil-A dan Suhu Permukaan Laut di Perairan Natuna. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 4(1):121-134.
- Nurdin E, Panggabean AS, Restiangsih YH. 2018. Pengaruh Parameter Oseanografi terhadap Hasil Tangkapan Armada Tonda di Sekitar Rumpon di Palabuhanratu. *Jurnal Literatur Perikanan Indonesia*. 24(2): 117-126.
- Prawiwardoyo S. 1996. *Meteorologi*. Bandung: ITB.
- Riolo F. 2006. A Geographic Information System for Fisheries Management in American Samoa. *Environmental Modelling & Software* 21(7): 1025-1041.
- Safruddin S, Zainuddin M, Rani C. 2014. Prediksi Daerah Potensial Penangkapan Ikan Pelagis Besar di Perairan Kabupaten Mamuju. *Jurnal IPTEKS PSP*. 1(2): 185-195.
- Sugianto DN. 2010. Model Distribusi Data Kecepatan Angin dan Pemanfaatannya dalam Peramalan Gelombang di Perairan Laut Paciran, Jawa Timur. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*. 15(3): 143-152.
- Susanto RD, Gordon AL, Zheng Q. 2001. Upwelling Along the Coast of Java and Sumatra and its Relation to ENSO. *Geoph. Res. Let*. 28(8): 1599-1602.
- Wayan K, Achmar M, Rapi NL. 2014. Struktur Ukuran dan Jumlah Tangkapan Tuna Madidihang *Thunnus Albacares* Menurut Waktu Penangkapan dan Kedalaman di Perairan Majene Selat Makassar. *Jurnal Saintek Perikanan*. 9(2): 39-48.