



## **Pola Kejadian *Upwelling* dalam *Fishing Map and Calender* (FISMAC) di Laut Banda**

### ***The Pattern of Upwelling Phenomena in Fishing Map and Calender (FISMAC) in The Banda Sea***

Rizka Erwin Lestari

Stasiun Meteorologi Maritim Kendari, Jl. Jendral Sudirman No.158, Kp. Salo, Kec. Kendari, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara, 93127

\*Email: rizkaerwin26@gmail.com

*Naskah Masuk: 26 November 2023 | Naskah Diterima: 3 Juni 2024 | Naskah Terbit: 30 Juni 2024*

**Abstrak.** Laut Banda merupakan salah satu perairan yang subur serta berpotensi dalam bidang perikanan dan daerah penangkapan ikan yang terbesar di Indonesia. Selain itu Laut Banda memiliki topografi dasar laut yang sangat kompleks dan dilewati oleh jalur Arus Lintas Indonesia (Arlindo) dari Samudera Pasifik yang menambah kekompleksan kondisi di Laut Banda sehingga dapat meningkatkan potensi terjadinya *upwelling* di wilayah ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik pola kejadian *upwelling* di Laut Banda untuk pemetaan *Fishing Map and Calender* (FISMAC). Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data angin permukaan, suhu permukaan laut dan data klorofil – a pada tahun 2009 – 2019. Berdasarkan pada analisis penelitian ini menunjukkan bahwa fenomena *upwelling* di Laut Banda terjadi pada bulan Juni hingga Oktober dimana suhu permukaan laut mengalami penurunan dan pada saat angin timuran menguat (kecepatan angin tinggi). Pembentukan pola angin siklonik tidak berpengaruh terhadap kejadian *upwelling*. Proses kejadian *upwelling* di Laut Banda terjadi di pantai bagian selatan yaitu Pulau Buru, Ambon dan Seram. Selain itu fenomena *upwelling* menyebabkan persebaran klorofil – a yang melimpah pada bulan Juni hingga September. Hal ini dapat menjadi pemicu terdapat persebaran ikan di wilayah tersebut. Fenomena *upwelling* mencapai puncaknya pada bulan Agustus. Pada pemetaan *Fishing Map and Calender* (FISMAC) terlihat adanya peningkatan zona potensi penangkapan ikan di Laut Banda pada bulan Juni hingga Oktober.

**Kata Kunci:** *Upwelling*, FISMAC, Suhu Permukaan Laut, Klorofil – a, Angin Permukaan

**Abstract.** The Banda Sea is one of the fertile waters and has the potential for fisheries and is the largest fishing area in Indonesia. Apart from that, the Banda Sea has very complex seabed topography and is crossed by the Indonesian Cross Current (Arlindo) route from the Pacific Ocean, which adds to the complexity of conditions in the Banda Sea, thereby increasing the potential for *upwelling* in this region. The aim of this research is to determine the characteristics of *upwelling* event patterns in the Banda Sea for *Fishing Map and Calender* (FISMAC) mapping. The data used in this research includes surface wind data, sea surface temperature and chlorophyll – a data for 2009 – 2019. Based on the analysis, this research shows that the *upwelling* phenomenon in the Banda Sea occurs from June to October where sea surface temperatures experience a decrease and when the easterly wind strengthens (high wind speed). The formation of cyclonic wind patterns has no effect on *upwelling* events. The *upwelling* process in the Banda Sea occurs on the southern coast, namely Buru Island, Ambon and Seram. Apart from that, the *upwelling* phenomenon causes an abundant distribution of chlorophyll – a from June to September. This could be a trigger for the distribution of fish in the area. The *upwelling* phenomenon reaches its peak in August. In the *Fishing Map and Calendar* (FISMAC) mapping,

*it can be seen that there is an increase in potential fishing zones in the Banda Sea from June to October.*

**Keywords:** *Upwelling, FISMALC, Sea Surface Temperature, Chlorophyll – a, Surface Wind*

## Pendahuluan

Negara Indonesia memiliki wilayah lautan yang luas sehingga dapat memberikan keuntungan yaitu kekayaan laut yang melimpah dan menjadikan sebagian kegiatan masyarakat Indonesia tidak lepas dari kehidupan kelautan yaitu faktor perikanan. Masyarakat yang hidup di wilayah pesisir akan dominan memiliki pekerjaan sebagai nelayan. Kawasan perairan yang luas dan kekayaan sumber daya perikanan dan kelautan yang melimpah ternyata belum 100 persen dioptimalkan oleh nelayan di Indonesia. Seharusnya kekayaan laut yang melimpah ini dapat meningkatkan kehidupan nelayan di seluruh penjuru Indonesia tetapi masih banyak ditemukan nelayan yang memiliki hidup kurang sejahtera. Salah satu permasalahan adalah minimnya pendidikan di kalangan para nelayan sehingga tidak mengetahui ilmu pengetahuan dan teknologi terkini untuk mempermudah dalam menangkap ikan. Hal ini banyak dialami oleh nelayan yang masih berada di kawasan cukup terpencil. Seharusnya untuk saat ini nelayan mengubah pemikiran dari mencari ikan menjadi menangkap ikan yang berarti para nelayan sebelum berangkat bekerja telah mengetahui lokasi – lokasi yang berpotensi terdapat banyak ikan. Beberapa faktor yang berpengaruh pada persebaran ikan di lautan antara lain arus laut, suhu laut pada beberapa kedalaman dan faktor paling signifikan adalah unsur hara yang terdapat di perairan tersebut.

Laut Banda merupakan perairan yang dikelilingi oleh beberapa kepulauan diantaranya Maluku, Sulawesi dan Nusa Tenggara Timur. Selain itu Laut Banda merupakan salah satu perairan yang subur serta berpotensi dalam bidang perikanan. Laut Banda juga merupakan salah satu daerah penangkapan ikan yang terbesar di Indonesia. Hasil tangkapan ikan di Laut Banda pada tahun 2006 berkisar 437.183,40 ton <sup>[1]</sup>. Jenis – jenis ikan yang terdapat di Laut Banda juga sangat bervariasi antara lain ikan tuna, ikan kerapu, ikan tongkol, ikan kepe – kepe, ikan kakap dan lain – lain. Survei yang telah dilakukan di Laut Banda pada tahun 2012 menyatakan bahwa terdapat 433 spesies ikan dari 49 famili urutan yang terbanyak adalah ikan giru, ikan keeling, ikan kerapu dan ikan kepe – kepe <sup>[2]</sup>.

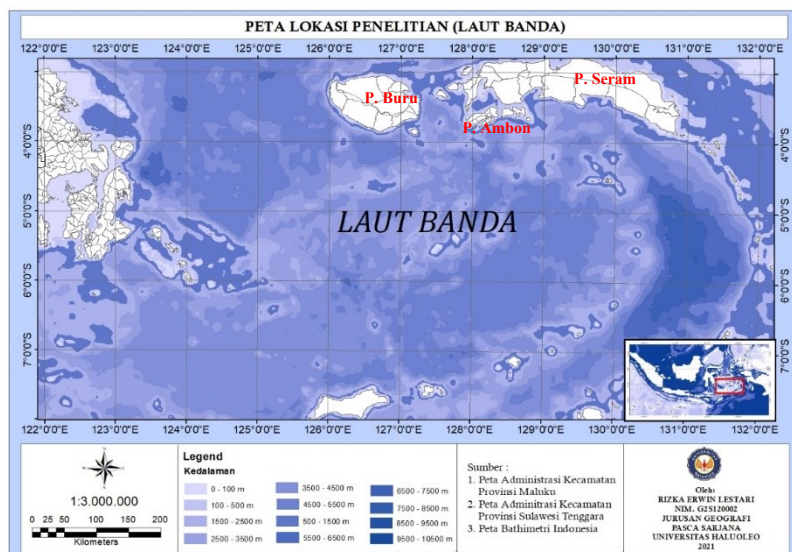
Topografi dasar Laut Banda sangat kompleks dengan bentuk cekungan di bagian barat dan bentuk palung di bagian timur <sup>[3]</sup>. Bentuk topografi yang kompleks ini turut menentukan pengendalian pertukaran massa air. Laut Banda merupakan salah satu perairan yang dilewati oleh jalur Arus Lintas Indonesia (Arlindo) dari Samudera Pasifik yang menambah kekompleksan kondisi di Laut Banda. Salah satu dampak dari Arlindo ini adalah kejadian *upwelling*. Massa air yang dibawa Arlindo dari Samudera Pasifik melewati Laut Banda dan bergerak menuju Samudera Hindia melewati kepulauan – kepulauan lainnya. Massa air yang bergerak ke Samudera Hindia terdapat kekosongan massa air di Laut Banda yang menyebabkan naiknya massa air dari bawah menuju ke atas. Fenomena ini disebut *upwelling* yang terjadi akibat suhu permukaan laut yang rendah karena berasal dari bawah laut yang relatif memiliki suhu rendah dan tinggi permukaan laut yang relatif lebih tinggi karena naiknya massa air ke permukaan. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pola kejadian *upwelling* di Laut Banda untuk pemetaan *Fishing Map and Calender* (FISMALC), dimana FISMALC ini merupakan peta potensi persebaran ikan berdasarkan waktu tertentu, dalam penelitian ini waktu yang digunakan adalah setiap bulannya.

## Metode Penelitian

Dalam penelitian ini lokasi yang digunakan adalah perairan Laut Banda meliputi koordinat 2.0 °LS – °8.0 LS and 122°BT – 132°BT yang berbatasan dengan Pulau Ambon, Pulau Kai, Pulau Aru, Pulau Tanimbar dan Kepulauan Wakatobi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 dibawah ini. Sedangkan data yang digunakan yaitu data klorofil – a dan angin permukaan. Tahapan penelitian ini mencakup beberapa analisis, yaitu analisis spasial sebaran klorofil – a dan angin permukaan serta analisis *Fishing Map and Calender* (FISMALC).

Untuk mengetahui sebaran spasial klorofil – a dan angin permukaan maka kedua data tersebut masing – masing diolah dengan menggunakan aplikasi *The Grid Analysis and Display System* (GrADS) setiap bulannya dalam periode 2009 – 2019 untuk mengetahui pola kejadian *upwelling*. Pada saat kejadian *upwelling* klorofil – a akan meningkat dan adanya angin dengan arah sama yang berhembus diatas permukaan laut terutama wilayah sejajar garis pantai. Hal ini dapat mendukung proses kejadian *upwelling*.

Untuk mendapatkan peta FISMALC perlu dilakukan pengolahan data klorofil – a dan suhu permukaan laut di *The Grid Analysis and Display System* (GrADS). Hasil pengolahan selanjutnya dapat diproses dalam aplikasi Arcgis dengan format shp untuk pembuatan peta *Fishing Map and Calender* (FISMALC). Pada kedua data ini dilakukan perhitungan rata – ratanya untuk perbulan dari 2009 – 2019. Dalam aplikasi Arcgis data klorofil – a dilakukan *overlay* dengan suhu permukaan laut karena kedua unsur ini merupakan faktor yang mempengaruhi keberadaan potensi ikan di laut. Hasil akhir dari *Fishing Map and Calender* adalah berupa daerah – daerah yang berpotensi menjadi zona penangkapan ikan di Laut Banda untuk setiap bulannya.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

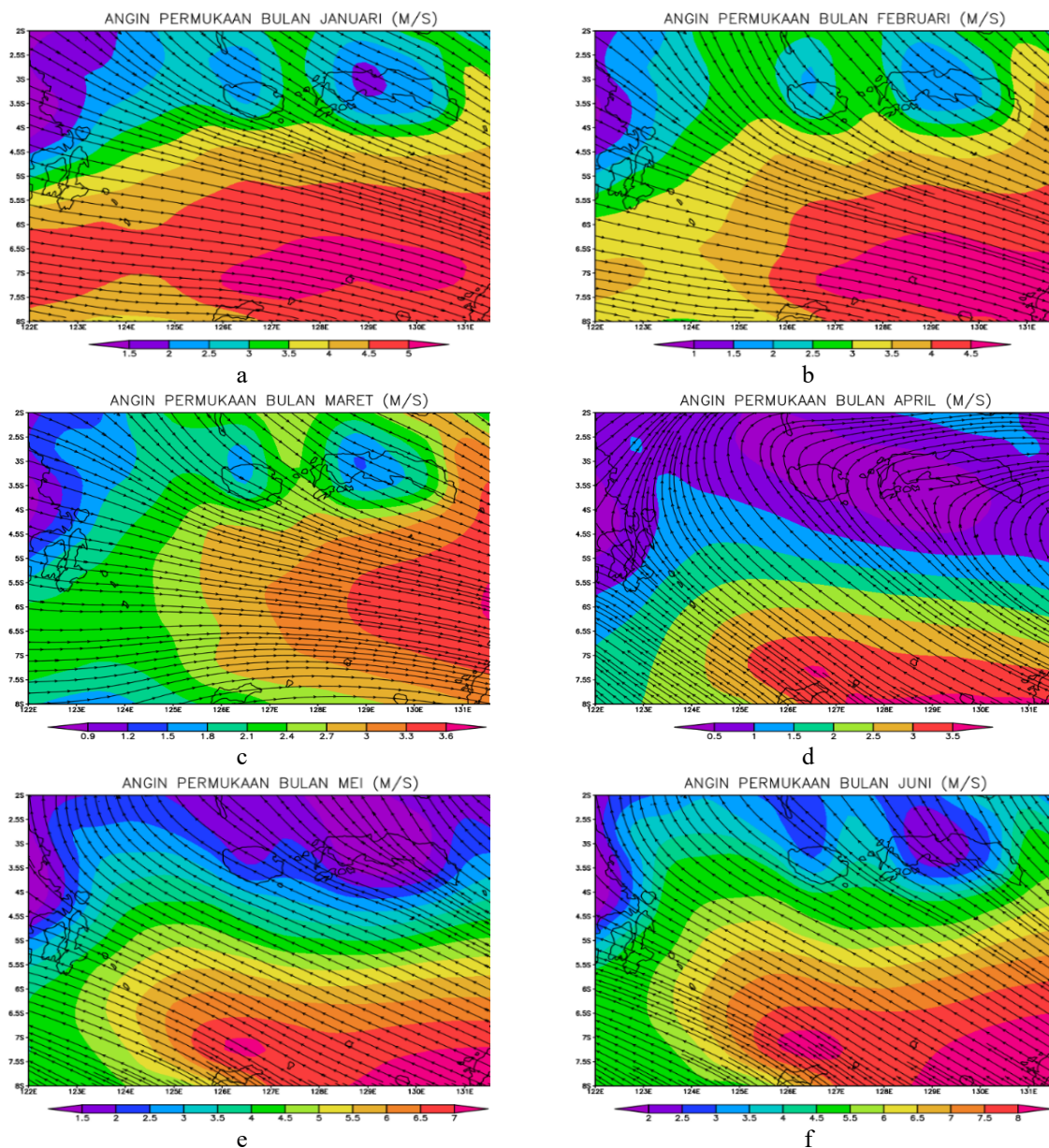
## Hasil dan Pembahasan

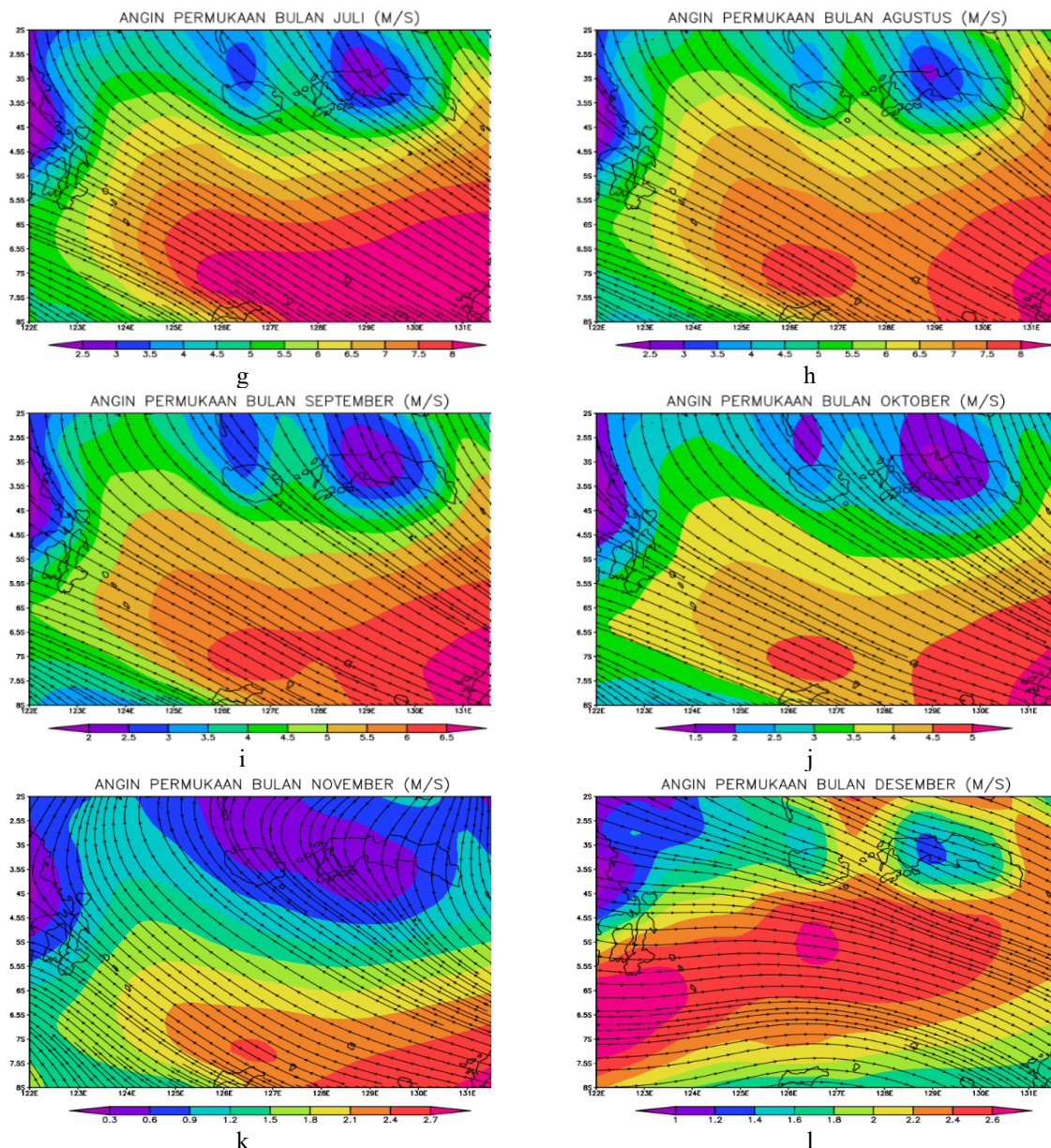
### Pola Persebaran Angin Permukaan Bulanan

Perpindahan udara dari lokasi yang bertekanan relatif tinggi ke lokasi yang bertekanan relatif rendah disebut dengan angin<sup>[4]</sup>. Angin merupakan besaran vektor yang mempunyai arah dan kecepatan. Untuk wilayah di lintang 20° LU – 20° LS, kontur pola isobar akan memperlihatkan kondisi yang langka akibat di sekitar ekuator memiliki gradien tekanan yang kecil, maka untuk mengatasi kondisi ini dapat digunakan analisis medan angin berupa analisis garis arus (*streamline*), dimana *streamline* merupakan

kondisi arus angin yang bertiup dan di gambar berdasarkan garis singgung pada titik data angin di suatu wilayah [5].

Data angin permukaan yang dirata – ratakan dari tahun 2009 – 2019 untuk setiap bulannya seperti yang disajikan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa pada bulan Januari kecepatan angin tertinggi terjadi di sebelah selatan mencapai 5 m/s, untuk kecepatan angin terendah 1.5 m/s yang terjadi disebagian besar Sulawesi Tenggara terutama di bagian utara dan Pulau Seram. disekitar Kepulauan Wakatobi masih mendapatkan pengaruh dari lautan lepas sehingga memiliki kecepatan angin yang cukup tinggi. Pada bulan Januari ini masih mendapatkan pengaruh angin baratan, angin bertiup dari Barat hingga Barat Laut.





**Gambar 2.** Pola persebaran angin permukaan di Laut Banda bulanan (a) Januari (b) Februari (c) Maret (d) April (e) Mei (f) Juni (g) Juli (h) Agustus (i) September (j) Oktober (k) November (l) Desember tahun 2009 – 2019

Untuk bulan Februari kecepatan angin berkurang dari bulan Januari, berkisar 1 – 4.5 m/s dengan arah angin dari Barat – Barat Laut. Di sekitar Sulawesi Tenggara bagian utara masih memiliki kecepatan angin minimum diikuti dengan disekitar Pulau Seram dan Pulau Buru dimana kecepatan angin paling rendah mencapai 1.5 m/s. Kecepatan angin terbesar masih terjadi di sebelah selatan yang berbatasan dengan Laut Arafuru. Disekitar Pulau Tanimbar dan Wetar memiliki kecepatan angin tertinggi. Sedangkan untuk bulan Maret terjadi penurunan kecepatan angin dimana kecepatan maksimum hanya mencapai 3.6 m/s yang terjadi di sebelah timur dari lokasi penelitian.

Dalam setahun, untuk wilayah Sulawesi Tenggara bagian utara selalu memiliki kecepatan terendah dibandingkan wilayah lainnya. Terdapat pola pertemuan angin dan belokan angin pada bulan April dimana belokan angin terjadi di sekitar Pulau Seram, Buru dan Ambon, sedangkan konvergensi (pertemuan angin) terjadi di Sulawesi Tenggara dan sebelah timur laut dari Sulawesi Tenggara. Kecepatan angin terbesar 3.5 m/s yang terjadi di sebelah selatan. Bulan April ini mulai dipengaruhi oleh

angin timuran tetapi belum cukup signifikan. Memasuki bulan Mei kecepatan angin meningkat signifikan mencapai 7 m/s dengan arah Timur hingga Tenggara sama dengan bulan April. Bulan Juni, Juli dan Agustus kecepatan angin semakin mengalami kenaikan dimana angin berkisar 1.5 – 8 m/s yang berarti angin timuran mempengaruhi wilayah ini secara signifikan. Kecepatan terbesar masih terjadi di sebelah tenggara dimana berbatasan dengan Laut Arafuru. Disebelah utara terjadi penurunan kecepatan angin terutama di sekitar lokasi yang berdekatan dengan daratan. Pada bulan Juni, Juli dan Agustus biasanya terjadi *upwelling* saat monsoon Australia <sup>[1]</sup>.

Bulan September masih mendapatkan pengaruh angin monsun Australia (angin timuran) secara signifikan dilihat dari kecepatan angin maksimum yang terjadi masih mencapai 6.5 m/s. Memasuki bulan Oktober kecepatan angin mengalami penurunan menjadi berkisar 1.5 – 5 m/s tetapi masih mendapatkan pengaruh dari angin timuran meskipun melemah. Selanjutnya di bulan November kecepatan angin mengalami penurunan yang signifikan mencapai 2.7 m/s dengan arah masih dari Timur hingga Selatan. Di bulan Desember terjadi perubahan arah angin menjadi Barat Daya hingga Barat Laut dengan kecepatan 1 – 2.6 m/s. Kecepatan angin terbesar terjadi di bagian tengah dari Laut Banda terutama di sebelah selatan dari Sulawesi Tenggara meliputi Kepulauan Wakatobi, Pulau Buton dan Pulau Muna. Kecepatan yang paling tinggi pada bulan tersebut terjadi lebih banyak di bagian barat karena efek dari angin baratan yang melewati Laut Flores dan masuk Laut Banda bagian selatan. Sedangkan untuk Sulawesi Tenggara bagian utara dan Pulau Seram masih memiliki kecepatan yang rendah.

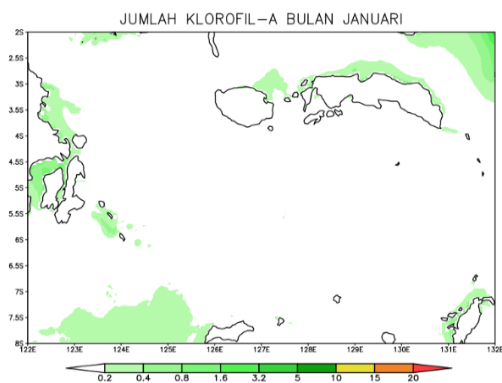
Untuk bulan November terdapat pola belokan angin di sekitar Pulau Seram dan Ambon sehingga memiliki kecepatan angin yang rendah. Pada intinya, angin timuran mempengaruhi Laut Banda pada bulan April hingga November dan angin barat baratan pada bulan Januari, Februari, Maret dan Desember. Angin timuran paling kuat berpengaruh di Laut Banda pada bulan Mei hingga September dimana bulan – bulan ini diindikasikan terjadi *upwelling* karena arah angin yang bertiup secara terus menerus dengan arah yang sama yaitu Timur – Tenggara.

#### **Pola Persebaran Jumlah Klorofil – a Bulanan**

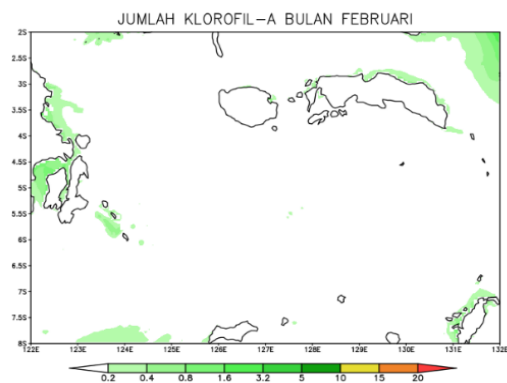
Tingkat kesuburan perairan dapat dinilai dari karakteristik biologi maupun kimia terutama pada ketersediaan zat hara. Salah satu zat hara di suatu perairan dapat menunjukkan kesuburan perairan adalah ketersediaan klorofil di perairan tersebut. Daerah – daerah dengan nilai klorofil tinggi berkaitan erat dengan adanya proses penaikan massa air (*upwelling*) <sup>[6]</sup>.

Data klorofil – a selama tahun 2009 – 2019 dirata – ratakan untuk setiap bulannya dan diperoleh hasil seperti pada Gambar 3 dibawah. Pada bulan Januari hingga Maret terdapat sebaran klorofil – a di sekitar perairan yang berbatasan dengan daratan Sulawesi Tenggara, disebelah utara Pulau Buru dan Seram, disebelah barat Pulau Wetar dan Tanimbar. Tetapi kadar klorofil – a pada bulan Januari kurang signifikan. Untuk di wilayah lautan lepas tidak terlihat adanya sebaran klorofil – a pada bulan Januari hingga Mei. Di bulan April nilai klorofil – a terjadi penurunan dimana tidak terlihat adanya sebaran klorofil – a di sekitar Pulau Wetar jika dibandingkan bulan – bulan sebelumnya. Tetapi di sekitar Pulau Muna dan sebelah timur Pulau Seram terdapat adanya kadar klorofil – a mencapai 0.8 mgm – 3 dengan cakupan yang sempit.

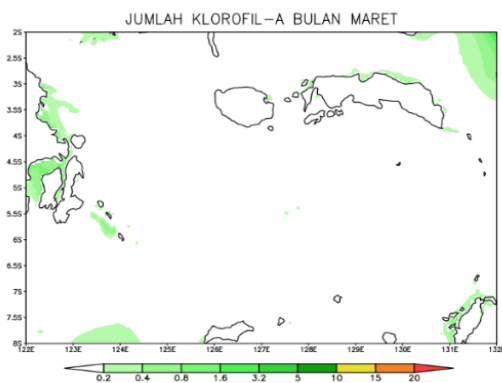
Memasuki bulan Mei dimana mulai terdapat pengaruh dari angin timuran di Laut Banda, sebaran klorofil – a meningkat terutama terlihat jelas di sekitar Pulau Seram dan Ambon, untuk wilayah lainnya masih cukup rendah. Sedangkan untuk di sekitar Sulawesi Tenggara setiap bulannya selalu terdapat sebaran klorofil – a meskipun dengan cakupan dan kadar yang berbeda – beda. Hal ini dapat dijadikan indikasi bahwa perairan yang berbatasan dengan daratan Sulawesi Tenggara sepanjang tahun selalu terdapat ikan meskipun dengan kadar yang berbeda – beda karena klorofil – a sebagai produsen di lautan masih terkandung di wilayah ini.



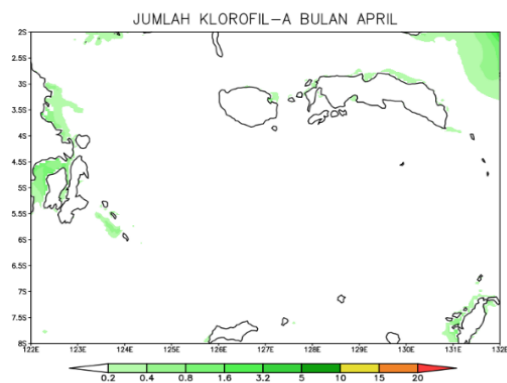
a



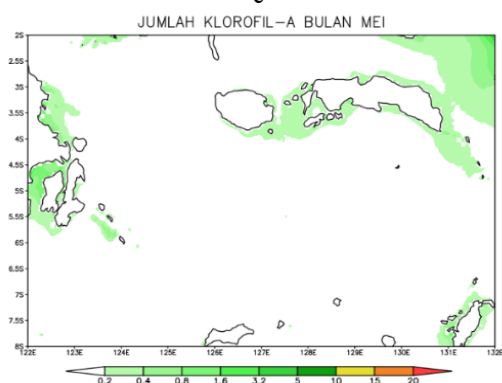
b



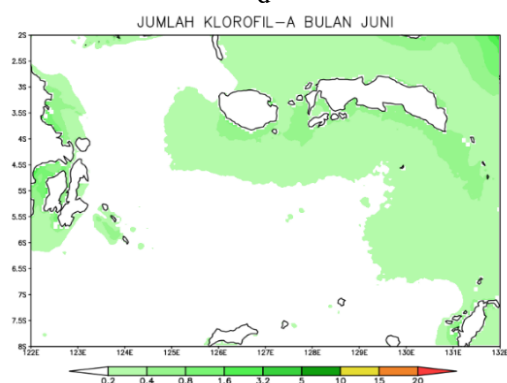
c



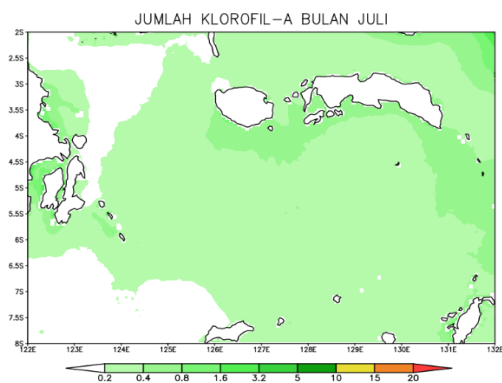
d



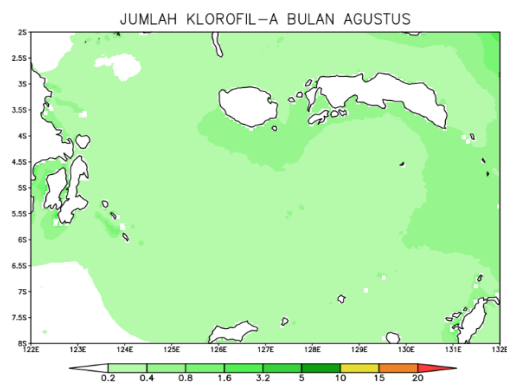
e



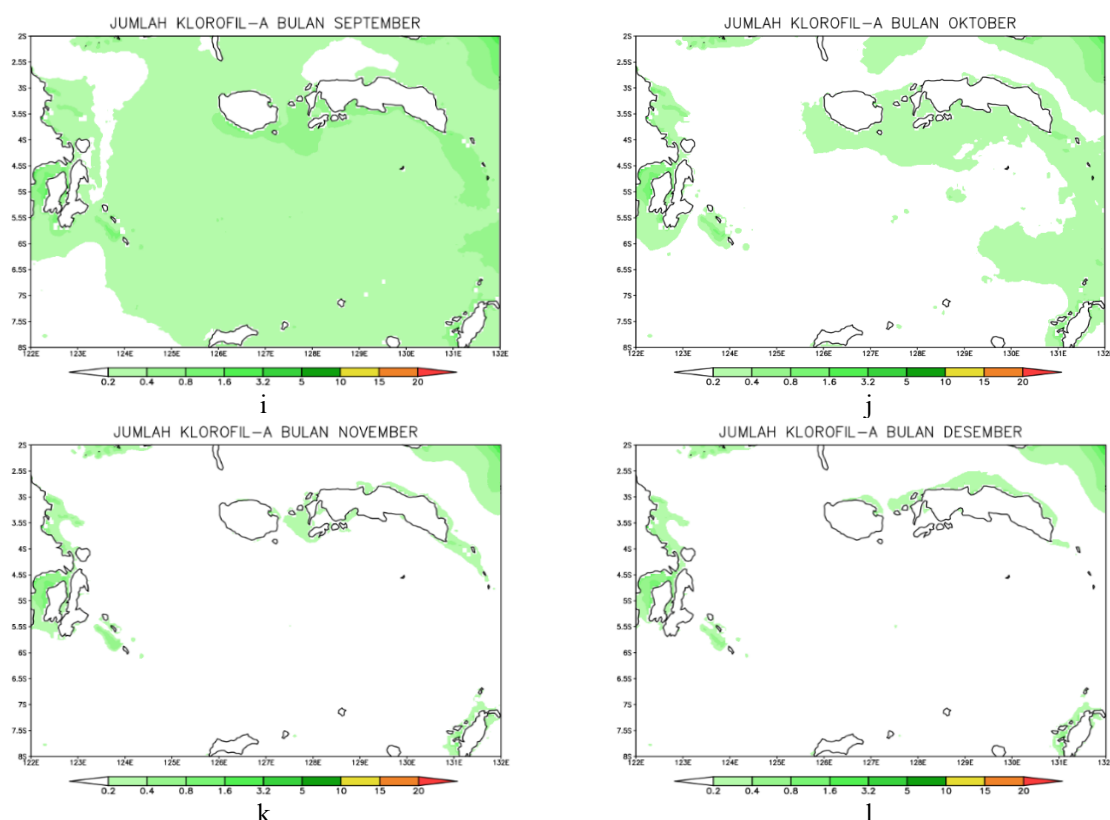
f



g



h



**Gambar 3.** Pola persebaran klorofil – a di Laut Banda bulanan (a) Januari (b) Februari (c) Maret (d) April (e) Mei (f) Juni (g) Juli (h) Agustus (i) September (j) Oktober (k) November (l) Desember tahun 2009 – 2019

Memasuki bulan Juni terjadi peningkatan yang signifikan sebaran klorofil – a terutama disebelah timur dari lokasi penelitian, tetapi di sekitar Pulau Wetar tidak terdapat sebaran klorofil – a termasuk di lautan lepas di sebelah selatan masih rendah klorofil – a. Secara umum dalam setahun sebaran klorofil – a meningkat sangat signifikan dan mencapai puncaknya pada bulan Juli Agustus dan September dengan nilai klorofil – a berkisar 0.2 – 3.2 mgm – 3. Pada bulan – bulan tersebut hampir seluruh titik di Laut Banda terdapat sebaran klorofil – a, hal ini akan berdampak pada sebaran ikan di Laut Banda. Dikaitkan dengan analisis pada unsur – unsur sebelumnya, pada bulan Juli hingga September umumnya memiliki suhu permukaan laut yang rendah, tinggi muka laut yang lebih rendah dan dipengaruhi kuat oleh angin timuran. Beberapa hal ini merupakan indikasi dari adanya kejadian *upwelling* [1], [7], [8], sehingga dalam setahun puncak *upwelling* terjadi di bulan Agustus [8] dimana jika dilihat setiap tahunnya bulan Agustus selalu menunjukkan nilai klorofil – a yang tinggi dengan sebaran seluruh Laut Banda.

Selanjutnya memasuki bulan Oktober terjadi penurunan yang sangat signifikan jika dibandingkan bulan September terutama di lautan lepas dari Laut Banda yang menurun drastis, tetapi disekitar perairan yang berbatasan dengan daratan masih terlihat adanya sebaran klorofil – a terutama di sekitar kepulauan Wakatobi, sekitar Pulau Muna bagian barat dan sebelah timur laut dari Pulau Seram nilai klorofil – a masih mencapai 0.8 mgm – 3 kecuali disekitar Pulau Wetar. Memasuki bulan November dan Desember sebaran klorofil – a semakin menurun dari bulan – bulan sebelumnya. Pada bulan Desember ini mulai dipengaruhi oleh angin baratan sehingga angin timuran melemah. Sedangkan terlihat bahwa *upwelling* terjadi pada saat angin timuran menguat yaitu dibulan Juli, Agustus dan September.

### Hubungan Antar Parameter sebagai Indikasi Kejadian *Upwelling*

Faktor utama penyebab terjadinya *upwelling* adalah parameter angin [9]. Angin dapat menyebabkan timbulnya arus vertikal yang dikenal sebagai *upwelling* dan *downwelling* pada beberapa daerah sejajar pantai. Hal ini terjadi dalam keadaan di mana arah angin bertiup sejajar garis pantai. Akibat adanya gaya

Coriolis, faktor angin menyebabkan transport Ekman di Belahan Bumi Selatan (BBS) dibelokkan ke kiri, sehingga massa air menjauhi daerah pantai yang menyebabkan kekosongan di sekitar pantai. Selanjutnya massa air di lapisan bawah naik keatas untuk menggantikan kekosongan massa air dipermukaan. Proses *upwelling* dapat juga terjadi akibat angin siklonik sehingga menyebabkan divergensi permukaan <sup>[10]</sup>.

Berdasarkan analisis unsur – unsur yang meliputi angin permukaan, anomali suhu permukaan laut, anomali tinggi muka laut, arus geostropis dan klorofil – a menunjukkan bahwa pola angin siklonik untuk setiap tahunnya umumnya terjadi pada bulan April dan Desember seperti yang disajikan dalam Tabel 1 dibawah. Pola siklonik pada angin permukaan kurang berpengaruh terhadap kejadian *upwelling* di Laut Banda.

Tabel 1 hanya menunjukkan beberapa bulan yang terdapat angin siklonik pada analisis angin bulanan selama 10 tahun menggunakan Grads, tetapi Gambar tidak ditampilkan dalam penyusunan penulisan ini karena akan menampilkan banyak Gambar. Berdasarkan pada Tabel 1 untuk setiap tahunnya waktu kejadian angin siklonik tidak menentu sehingga sulit untuk menemukan pola kejadiannya. Secara umum, angin siklonik ini terjadi pada bulan April dan Desember. Belum dilakukan penelitian lebih dalam mengenai penyebab pada bulan – bulan tersebut terjadi angin siklonik di Laut Banda.

Secara umum pada wilayah yang terdapat angin siklonik tidak terdapat sebaran klorofil – a dan memiliki anomali tinggi muka laut yang lebih tinggi. Sedangkan untuk kaitan antara angin siklonik dan anomali suhu permukaan laut menunjukkan bahwa bulan April relatif memiliki anomali suhu permukaan laut yang rendah di wilayah yang terjadi angin siklonik. untuk bulan November dan Desember relatif memiliki anomali suhu permukaan laut yang tinggi meskipun terdapat angin siklonik. Angin siklonik yang terjadi di Laut Banda dari 2009 – 2019 memiliki kecepatan yang relatif rendah sehingga kurang signifikan dalam membangkitkan kejadian *upwelling*.

**Tabel 1.** Pengaruh Angin Siklonik pada Parameter Indikator *Upwelling* di Laut Banda

No	Bulan yang terdapat angin siklonik	Klorofil – a	Anomali Suhu Permukaan Laut	Anomali Tinggi Muka Laut
1	April 2010	–	Tinggi	Tinggi
2	April 2011	–	Rendah	Tinggi
3	Desember 2012	–	Tinggi	Tinggi
4	Desember 2013	–	Tinggi	Tinggi
5	November 2013	–	Tinggi	Tinggi
6	April 2014	–	Tinggi	Tinggi
7	Desember 2014	–	Tinggi	Tinggi
8	April 2015	–	Rendah	Tinggi
9	April 2016	–	Rendah	Tinggi
10	April 2017	Sekitar Pulau Tanimbar	Rendah	Tinggi
11	November 2017	–	Tinggi	Tinggi
12	April	Di Pusat Siklon	Rendah	Tinggi

Proses kejadian *upwelling* di Laut Banda lebih terlihat di sepanjang pantai disebelah selatan yang diindikasikan terjadi pada saat angin timuran menguat yaitu bulan Mei hingga September dan mencapai puncaknya pada bulan Agustus. Wilayah yang terlihat adanya indikasi *upwelling* terjadi di sekitar Pulau Ambon, Buru dan Seram. Angin timuran yang kuat bertiup sejajar garis pantai Pulau Ambon, Buru dan Seram dapat menyebabkan transport Ekman yang selanjutnya akan dibelokkan ke kiri sehingga massa air menjauhi wilayah pantai. Adanya kekosongan massa air di dekat pantai menyebabkan massa air di lapisan dalam naik keatas untuk mengisi kekosongan tersebut <sup>[11]</sup>.

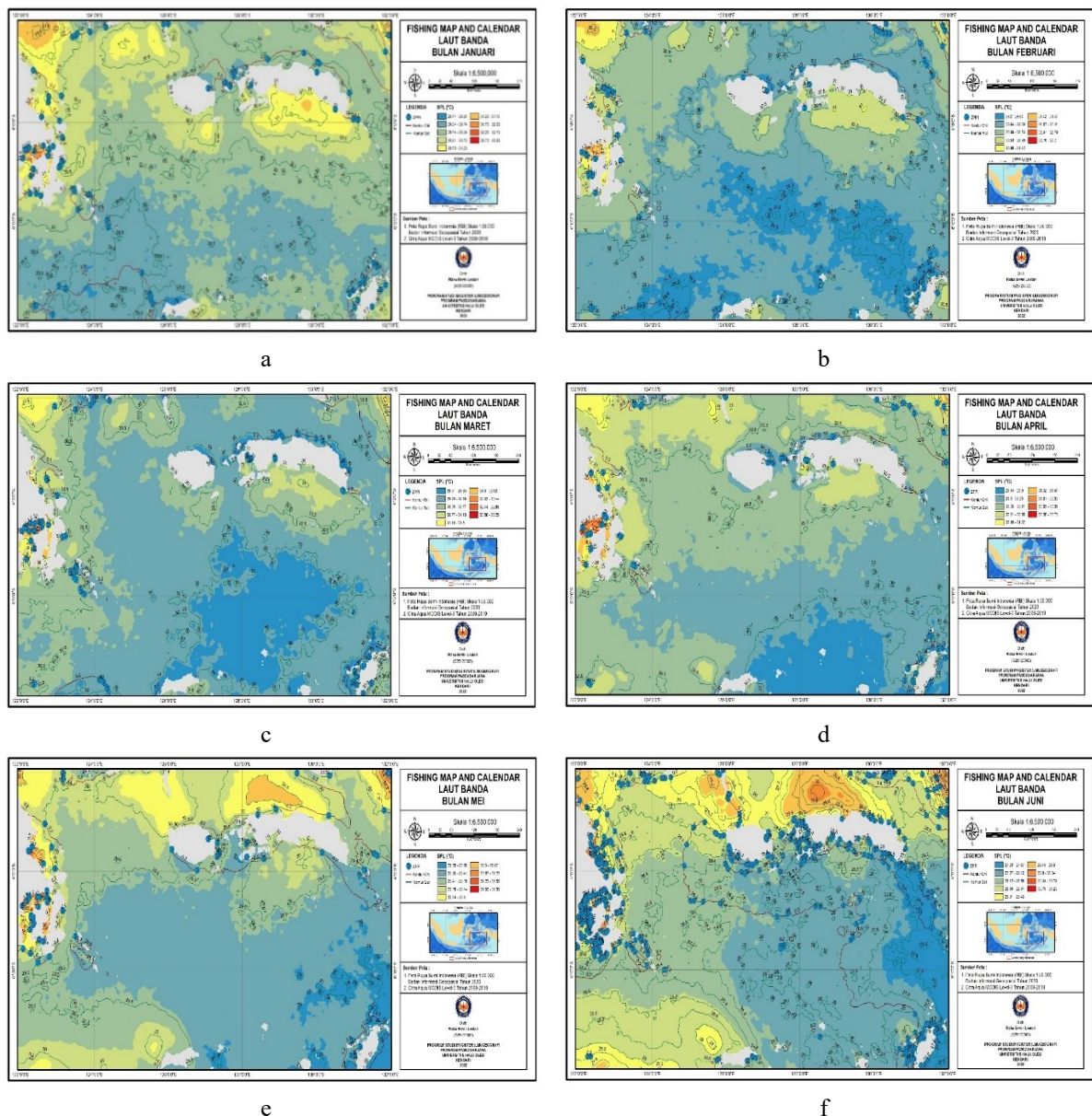
Selain itu, pada saat angin timuran menguat, diikuti juga dengan adanya anomali suhu permukaan yang rendah, anomali muka laut yang rendah dan sebaran klorofil – a yang meningkat terutama dipantai di

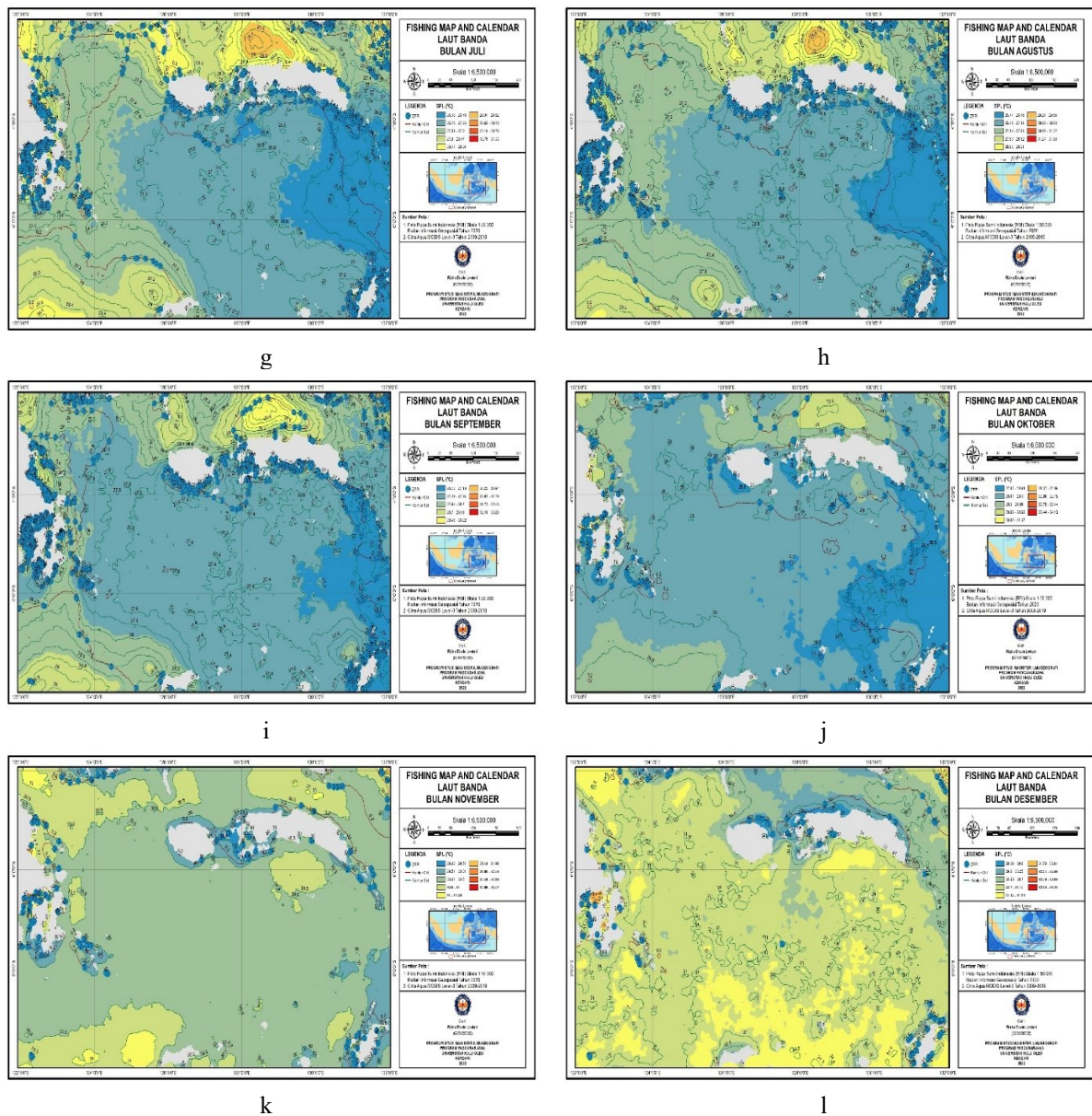
sebelah selatan. Untuk arus geostropis juga menunjukkan adanya pola siklonik disekitar wilayah *upwelling* yang cukup signifikan sehingga mendukung terjadinya fenomena *upwelling*.

### **Fishing Map and Calender (FISMALC)**

*Upwelling* merupakan proses naiknya massa air dari bawah ke permukaan yang biasanya membawa nutrisi. Sedangkan front termal adalah pertemuan dua massa air yang berbeda dimana pertemuan massa air ini membawa banyak nutrisi yang dibutuhkan ikan. Kemunculan *upwelling* berasosiasi dengan terjadinya front dan kelimpahan klorofil – a, dimana lokasi front yang diikuti kelimpahan klorofil – a mengarah pada proses terjadinya *upwelling* [12].

Gambar 4 menunjukkan peta *Fishing Map and Calender* (FISMALC) di Laut Banda untuk bulan Januari hingga Desember, dimana peta FISMALC adalah peta yang menunjukkan potensi adanya sebaran ikan di wilayah Laut Banda. Dalam peta FISMALC dibawah ini zona potensi persebaran ikan (ZPPI) ditunjukkan dengan Gambar ikan (warna biru).





**Gambar 3.** Pola persebaran klorofil – a di Laut Banda bulanan (a) Januari (b) Februari (c) Maret (d) April (e) Mei (f) Juni (g) Juli (h) Agustus (i) September (j) Oktober (k) November (l) Desember tahun 2009 – 2019

Berdasarkan peta pada Gambar 4 di atas, zona potensi penangkapan ikan paling banyak ditemukan di sekitar daerah daratan dimana untuk setiap bulannya diperairan disekitar daratan selalu terdapat klorofil – a meskipun dengan kadar yang berbeda – beda terutama di sekitar Sulawesi Tenggara dan Pulau Tanimbar yang terdapat kandungan klorofil untuk setiap bulannya. Sehingga pada peta Fishing Map and Calender (FISMALC) lokasi ini sering ditemukan ZPPI. Sedangkan daerah sekitar Pulau Buru, Seram dan Ambon pada bulan Januari hingga April ZPPI banyak ditemukan disebelah utara dan memasuki bulan Mei lokasi ZPPI mulai meluas hingga dibagian selatan dari pulau – pulau tersebut diikuti dengan adanya suhu permukaan laut yang lebih dingin.

Secara umum pada bulan Januari hingga April dan November hingga Desember memiliki potensi penangkapan ikan yang rendah daripada di bulan Mei hingga Oktober terutama di Laut Banda yang masuk dalam laut lepas kecuali disekitar yang berbatasan dengan daratan masih terdapat ZPPI. Dari bulan Juni terjadi peningkatan daerah ZPPI dan mencapai puncaknya pada bulan Agustus dan September. Berdasarkan pada Gambar 4 diketahui di Laut Banda bagian laut lepas memiliki potensi yang

besar untuk penangkapan ikan, tetapi untuk setiap bulannya nelayan masih dapat mendapatkan hasil tangkapan ikan dari daerah yang dekat dengan daratan terutama di wilayah sekitar teluk dan angin Tenggara hingga Selatan mendorong arus yang membawa ikan kearah sekitar Teluk Ambon.

Daerah ZPPI pada bulan Juni hingga September terlihat lebih banyak ikan di pantai sebelah selatan dari Pulau Seram, Ambon dan Buru. Pada beberapa wilayah tersebut terlihat adanya perbedaan signifikan pada persebaran ikan untuk setiap bulannya. Dikaitkan pada analisis sebelumnya pada bulan – bulan tersebut terdapat indikasi terjadinya *upwelling* dimana adanya anomali suhu permukaan laut yang rendah, tinggi muka laut yang rendah, adanya pola siklonik pada arus geostropis dan klorofil – a yang banyak. Selain itu *upwelling* ini terjadi pada saat angin timuran menguat.

## Kesimpulan

Angin timuran di Laut Banda terjadi pada bulan April hingga November tetapi mencapai puncaknya pada bulan Juni hingga Agustus. Pola angin siklonik tidak berpengaruh pada kejadian *upwelling* di Laut Banda. Fenomena *upwelling* dapat menyebabkan persebaran klorofil – a yang melimpah pada bulan Juni hingga September dan anomali suhu permukaan laut mengalami penurunan (suhu permukaan laut rendah dari normalnya), hal ini dapat menjadi pemicu terdapat persebaran ikan di wilayah tersebut. Selain itu, *upwelling* terjadi akibat angin timuran menguat (kecepatan angin tinggi) dimana kecepatan angin mencapai 9 m/s. Pada pemetaan *Fishing Map and Calender* (FISMALC) terlihat adanya peningkatan ZPPI di Laut Banda pada bulan Juni hingga Oktober dimana pada bulan – bulan tersebut terjadi penurunan suhu permukaan laut dan peningkatan nilai klorofil – a di Laut Banda. Wilayah yang terjadi *upwelling* ditunjukkan di pantai sebelah selatan di sekitar Pulau Buru, Ambon dan Seram dimana terdapat perbedaan yang signifikan antar parameter indikator *upwelling* dan zona sebaran ikan pada FISMALC untuk setiap bulannya.

## Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut berkaitan dengan faktor – faktor yang mempengaruhi persebaran ikan di Laut Banda, karena produksi ikan tidak hanya dipengaruhi oleh fenomena *upwelling* dan faktor – faktor oseanografi lainnya, terdapat faktor – faktor lain yang mempengaruhinya. Karena setiap jenis ikan memiliki karakteristik dan kebutuhan yang berbeda – beda. Selain itu juga faktor nelayan dan cuaca sangat berpengaruh terhadap hasil tangkapan ikan yang diperoleh. Dalam penelitian ini juga perlu dilakukan penambahan jumlah nelayan dan penyuluh dalam melakukan wawancara sehingga dapat mendukung hasil dari penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- [1] Umaroh, Sutrisno Anggori dan Muslim. 2016. The Dynamics of Sea Surface Height and Geostrophic Current in the Arafuru Sea. 2nd International Conference on Tropical and Coastal Region Eco Development.
- [2] Andreas. 2013. Laut Banda Miliki Ikan Bernilai Tinggi, <http://www.beritamalukuonline.com/2013/12/laut-banda-miliki-ikan-brnilai-tinggi.html> diakses tanggal 27 November 2021.
- [3] Tapilatu, Yosmina H. 2016. Profil Oseanografi Biologi Laut Banda: Sebuah Tinjauan Kritis. Jurnal OmniAkuatika, Vol. 12 No. 02.
- [4] Rafi'i, Suryatna. 1995. Bandung: Meteorologi dan Klimatologi.
- [5] Winarso, Paulus Agus. 2011. Analisis Cuaca I (ME 1201). Jakarta: Akademi Meteorologi dan Geofisika.
- [6] Nontji, A. 2002. Laut Nusantara. Jakarta: Penerbit Djambatan.
- [7] Lestari, Rizka Erwin dan Munammad Arif Munandar. 2017. Analisis Korelasi Net Primary Productivity (NPP) dan Sea Surface Temperature Anomaly (SSTA) Terhadap Kejadian *Upwelling* di Selatan Pulau Bali Sampai Kepulauan Maluku Tenggara Dalam Penentuan Fishing



- Map and Calender (FISMALC). Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya Tahun 2017.
- [8] Tristiano, Galih dkk. 2021. Studi Variabilitas *Upwelling* di Laut Banda. Indonesian Journal of Oceanography, Vol. 03 No. 01.
- [9] Thurman, Harold V dan Alan P. Trujillo. 2004. Introductory Oceanography. New Jersey: Upper Saddle River, N.J: Prentice Hall.
- [10] Supangat, Agus dan Susanna. 2004. Pengantar Oseanografi. Jakarta: Badan Riset Kelautan dan Perikanan.
- [11] Hutabarat, S. dan Stewart M. Evans. 2014. Pengantar Oseanografi. Jakarta: Universitas Indonesia (UI – Press).
- [12] Nurfani, Tashya Dewi. 2019. Hubungan Thermal Front Dengan Persebaran Daerah Penangkapan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis* Linnaeus, 1758) yang Didaratkan di Pelabuhan Perikanan Samudera Nizam Zachman Jakarta. Skripsi. Universitas Brawijaya Malang.

