POLA SEBARAN SUHU PERMUKAAN LAUT, KLOROFIL-A DAN ARAH KECEPATAN ANGIN BERDASARKAN PERBEDAAN MUSIM DI PERAIRAN PULAU BINTAN BAGIAN TIMUR

PATTERNS OF SEA SURFACE TEMPERATURE DISTRIBUTION, CHLOROPHYLL-A AND WIND SPEED DIRECTION IN EASTERN BINTAN ISLAND SEAWATER AREA

Risandi Dwirama Putra[1], Dahlia Mei Prista[2], Abdul Rahman Ritonga[2], Rikoh Manogar Siringoringo[3], Mario Putra Suhana[2], & Dony Apdillah[2]

[1]Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Univesitas Maritim Raja Ali Haji
[2]Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Univesitas Maritim Raja Ali Haji
[3]Pusat Riset Oseanografi, Badan Riset dan Inovasi Nasional

e-mail : risandi@umrah.ac.id

Diterima tanggal: 11 September 2021 ; diterima setelah perbaikan: 21 Juli 2023 ; Disetujui tanggal: 04 Maret 2025

ABSTRAK

Karakteristik oseanografi pada perairan Pulau Bintan bagian timur dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya pergerakan angin muson serta sirkulasi massa air laut sehingga berdampak terhadap fluktuasi pola sebaran konsentrasi klorofil-a dan Suhu Permukaan Laut (SPL). Kajian terkait pola sebaran SPL, klorofil-a dan Arah Kecepatan Angin didasarkan akibat adanya perbedaan musim. Penelitian ini dilaksanakan pada Febuari dengan pengambilan data lapangan pada bulan Oktober 2020 serta pengambilan data citra Aqua MODIS rata-rata bulanan 2017-2019. Hasil penelitian menyebutkan bahwa pola sebaran SPL di perairan Pulau Bintan mengalami fluktuasi berdasarkan perbedaan musim, peningkatan SPL terjadi pada musim musim timur berkisar 29,88-30,53°C dan penurunan nilai SPL terjadi pada musim utara berkisar antara 28,48-28,51°C. Pada musim selatan nilai SPL di Pulau Bintan kembali mengalami peningkatan dengan nilai SPL sebesar 29,65-29,95°C sedangkan pada musim barat nilai SPL berkisar antara 29,74-30,33°C. Pola sebaran klorofil-a di perairan Pulau Bintan juga mengalami fluktuasi berdasarkan perbedaan musim dimana nilai konsentrasi klorofil-a mengalami peningkatan di musim selatan berkisar 0,74-1,32 mg/m^3 dibandingkan dengan musim sebelumnya yaitu pada musim barat dengan besar nilai klorofil-a berkisar antara 0,45- 0,52 mg/m^3. Nilai klorofil-a meningkat kembali pada musim utara berkisar antara 0,60 – 0,78 mg/m^3, sedangkan untuk Musim timur konsentrasi klorofil-a berkisar 0,67-0,98 mg/m^3. Pergerakan pola arah dan kecepatan angin di perairan Pulau Bintan didominasi oleh pergerakan angin muson, dimana kecepatan angin tertinggi terjadi pada musim utara.

Kata kunci: Arah dan Kecepatan Angin, Bintan, Kloroifl-a, Pola Sebaran,Suhu Permukaan Laut.

ABSTRACT

Oceanographic characteristics of eastern Bintan Island are influenced by several factors, including movement of monsoon winds and circulation of sea water masses, which has an impact on fluctuations in the distribution pattern of chlorophyll-a concentration and Sea Surface Temperature (SST). This Studies related to the distribution pattern of SPL, chlorophyll-a and Wind Speed Direction are based on seasonal differences. This research was carried out in February with field data collection in October 2020 and data collection of Aqua MODIS images on monthly average 2017-2019. The results showed that the pattern of SPL distribution of Bintan Island fluctuated based on seasonal differences, an increase in SPL occurred in the east season ranging from 29.88-30.53°C and a decrease in SPL values occurred in the north season ranging from 28.48-28.51°C. In the south season, the SPL value in Bintan Island fluctuated due to seasonal differences. In the southern season, the SPL value on Bintan Island increased again with a SPL value of 29.65-29.95°C while in the western season the SPL value ranged from 29.74-30.33°C. The distribution of chlorophyll-a in Bintan Island also fluctuates based on seasonal differences. The chlorophyll-a concentration increases in the southern season of 0.74-1.32 mg/m^3 compared to the western season with a chlorophyll-a concentration of 0.45- 0.52 mg/m^3. Chlorophyll-a values in the northern season ranging from 0.60-0.78 mg/m^3, and chlorophyll-a concentrations in eastern season of 0.67-0.98 mg/m^3. The movement of wind direction and speed patterns of Bintan Island is dominated by monsoon wind movements, where the highest wind speeds occur in the north season.

Keywords: Wind Direction and Speed, Bintan, Chlorophyll-a, Distribution Pattern, Sea Surface Temperature.

PENDAHULUAN

Suhu Permukaan Laut (SPL) merupakan salah satu parameter oseanografi yang memiliki peran dalam metabolisme maupun perkembangbiakan makhluk hidup di dalam laut terutama bagi kehidupan ikan (Hestiningsih *et al*. 2017 dan Kurniawati *et al*. 2015), namun perubahan suhu yang terjadi cukup drastis dapat mempengaruhi kehidupan biota laut yang ada di suatu perairan (Hestiningsih *et al*. 2017). Sebaran SPL dapat digunakan dalam analisis perubahan suhu di lautan, penentuan titik lokasi upwelling, dan penentuan zona potensial penangkapan ikan (*fishing ground*). Pemanfaatan penggunaan SPL untuk mentukan zona *fishing ground* dapat dilaksanakan dengan menambahkan variabel sebaran klorofil-a perairan, sehingga dua variabel ini dapat digunakan secara bersama untuk menentukan zona potensial untuk *fishing ground* di suatu lokasi perairan. Suhu Permukaan Laut (SPL) merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kehidupan organisme di lautan, karena SPL dapat mempengaruhi metabolisme maupun perkembangbiakan dan juga mempengaruhi distribusi ikan sedangkan klorofil-a merupakan sumber makanan bagi ikan di laut (Putra *et al*. 2021).

Klorofil-a merupakan pigmen yang terkandung dalam fitoplankton berguna untuk melakukan fotosintesis dengan hasil berupa nutrien yang berguna dalam kesuburan suatu perairan. Kelimpahan fitoplankton juga dapat menjadi indikator *fishing ground* dikarenakan fitoplantkon sebagai sumber pangan dari ikan (Feng & Zhu 2012; Surya *et al*. 2017; Lubis *et al*. 2017: Purwanti *et al*. 2017). Beberapa penelitian sebelumnya juga menginformasikan bahwa sebaran klorofil-a dipengaruhi oleh SPL, hal dikarenakan suhu yang optimum untuk pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton ditandai dengan tingkat sebaran klorofil-a yang tinggi pada suatu perairan (Holiludin, 2009; Astrijaya *et al*. 2015; Mahagnyana *et al*. 2017), sehingga pergerakan angin muson dan sirkulasi massa air laut yang terjadi juga dapat memberikan pengaruh terhadap fluktuasi sebaran konsentrasi klorofil-a dan SPL (Koropitan dan Ikeda 2016; Siregar dan Koropitan 2016; Damar *et al*. 2012; Koropitan *et al*. 2009).

Angin memiliki peran yang cukup besar dalam proses interkasi yang yang terjadi di lautan maupun di atmosfer (Syafik *et al*. 2013), dimana peningkatan kecepatan angin dapat menyebabkan terjadinya pencampuran massa air secara vertikal sehingga memberikan pengaruh terhadap kesuburan suatu perairan. Peningkatan kecepatan angin juga memberikan pengaruh terhadap proses pencampuran massa air di permukaan sehingga mengakibatkan sebaran suhu menjadi homogen (Fadika *et al*. 2014).

Perairan Timur Pulau Bintan merupakan salah satu perairan Indonesia yang sebagian besar perairan Indonesia berada di wilayah tropis yang dilintasi oleh garis khatulistiwa. Gerak semu matahari yang melintasi khatulistiwa menyebabkan perairan Timur Pulau Bintan juga mengalami dua musim yang berbeda seperti perairan lainnya yang berada di Indonesia yaitu musim barat dan musim timur (Hutabarat, 2006). Berdasarkan posisi dari letak geografisnya perairan Timur Pulau Bintan terletak di Belahan Bumi Utara (BBU), dimana pola arah dan kecepatan angin di Belahan Bumi Utara (BBU) sangat dipengaruhi oleh sistem muson yang dominan di perairan Asia Tenggara (Wyrtki, 1961).

Musim barat di belahan bumi utara berlangsung selama Bulan Oktober sampai dengan April dan puncaknya berlangsung pada Bulan Desember sampai dengan Januari sedangkan musim timur berlangsung selama Bulan April-Oktober dan puncaknya berlangsung pada Bulan Juni-Agustus (Prawirowardoyo, 1996), sedangkan untuk perairan Timur Pulau Bintan yaitu puncak musim barat yang biasanya terjadi pada Bulan September, Oktober dan November dan puncak musim timur yang pada umumnya terjadi pada bulan Maret, April dan Mei (Hutabarat, 2006). Pada kedua musim tersebut adanya peralihan yang dikenal dengan musim peralihan I yang terjadi pada Bulan Desember, Januari dan Februari serta musim peralihan II yang terjadi pada bulan Juni, Juli, dan Agustus. Musim peralihan I dominansi pergerakan angin di perairan Timur Pulau Bintan berasal dari utara sehingga disebut dengan musim utara, sedangkan pada musim peralihan II didominasi pergerakan angin berasal dari selatan dan disebut juga dengan musim selatan. Berdasarkan penelitian sebelumnya dari Suhana *et al*. 2018 pada bulan Desember, Januari dan Februari dominansi angin yang terjadi di perairan timur Pulau Bintan bertiup dari utara sedangkan pada bulan Juni, Juli, dan Agustus dominansi angin bertiup dari arah selatan. Perbedaan musim ini juga mengakibatkan terjadinya pengaruh terhadap sebaran SPL dan klorofil-a di perairan timur Pulau Bintan (Suhana *et al*. 2016; Parsons *et al*. 2013)

Kondisi oseanografi yang mempengaruhi dinamika laut akibat adanya perubahan musim, maka diperlukan informasi spasial pola sebaran SPL, klorofil-a dan arah kecepatan Angin sehingga nantinya dapat menghasilkan output peta potensi penangkapan ikan tradisional

dengan menggunakan metode penginderaan jauh/ remote sensing. Salah satu satelit yang dapat digunakan untuk mendeteksi kandungan SPL dan klorofil-a adalah *Aqua Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) sehingga diharapkan dapat memberikan informasi mengenai variabilitas sebaran klorofil-a serta SPL secara spasial maupun temporal sebagai petunjuk kesuburan suatu perairan dan pendugaan daerah potensial penangkapan ikan (Munthe *et al*. 2018). Perubahan musim juga telah memberikan dampak terhadap potensi daerah penangkapan ikan, peningkatan ketinggian gelombang yang diakibatkan oleh efek musim hujan yang menyebabkan gelombang dan arus tidak stabil yang dapat mengganggu proses penangkapan, termasuk mengubah populasi ikan pelagis (Haridhi *et al*. 2016; Mohanty *et al*. 2017).

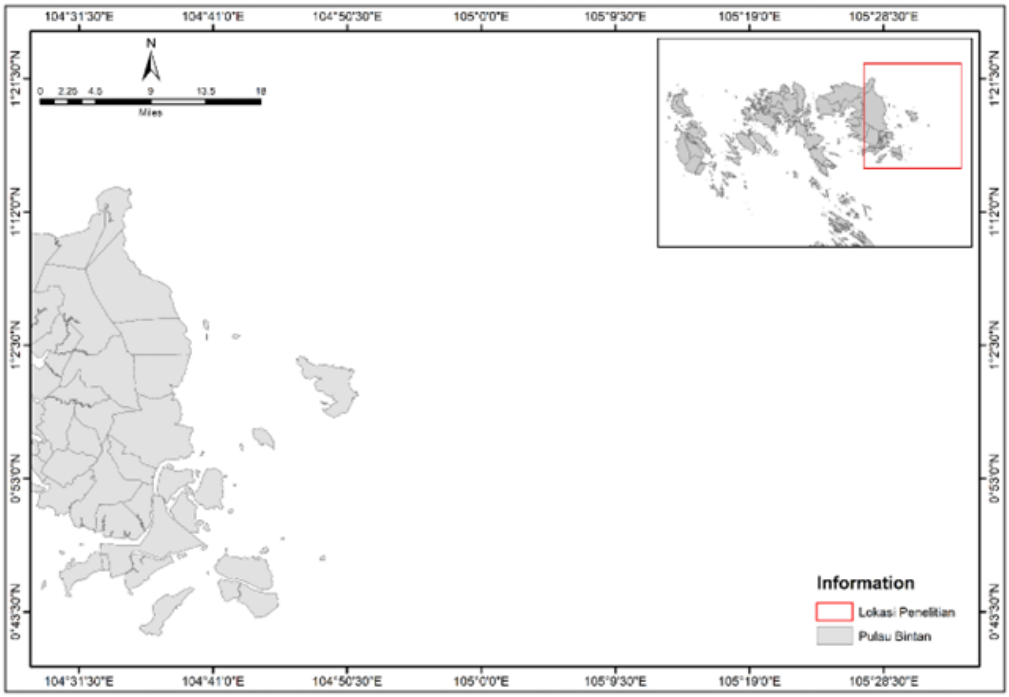
BAHAN DAN METODE

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu kualitatif dengan memafaatkan pengunaan teknologi pengindraan jauh dengan objek pengamatan berupa SPL, klorofil-a dan arah kecepatan angin. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Febuari 2020 dengan pengambilan data (survei lapangan) dilakukan pada bulan Oktober 2020 di perairan Timur Pulau Bintan serta pengambilan data citra MODIS diambil pada periode 2017-2019. Berikut Lokasi penelitian disajikan pada gambar 1.

Data SPL dan klorofil-a yang digunakan pada penelitian ini adalah data dari hasil hasil rekaman sensor MODIS yang diproses dan disediakan oleh NASA yang diperoleh secara langsung di website resminya http://oceancolor.gsfc.nasa.gov. Data yang digunakan yaitu data citra MODIS level-3 dengan resolusi spasial 4 km dimana pada level ini data citra sudah terkoreksi secara geometrik dan atmosferik serta bebas dari tutupan awan dan sudah terkomposit dalam bentuk bulanan. Adapun data yang digunakan yaitu data bulanan berdasarkan rata-rata harian pada tahun 2017-2019.

Data arah kecepatan angin yang digunakan diperoleh melalui website ECMWF (*European Center for Medium-Range Weather Forecasts*) https://www.ECMWF.int. Data arah dan kecepatan angin yang diperoleh dari ECMWF diunduh dari tahun 2017 hingga Agustus 2019 dan melakukan pengunduhan data tambahan melalui website https:/www.copernicus.eu/en dengan periode hingga Desember 2019. Data angin yang digunakan terdiri dari komponen zonal (U) dan komponen meridional (V) dengan ketinggian 10 meter dengan resolusi 0,125°x0,125°. Tahapan selanjutnya berupa analisis secara spasial dengan menggunakan software MIKE Zero 21 yang disajikan dalam bentuk diagram mawar angin.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Data Lapangan dan Luas Area Pemetaan Pola Sebaran Suhu Permukaan Laut, klorofil-a dan Arah Kecepatan Angin.

Figure 1. The Location of insitu data collection and The Pattern of Mapping Area from Sea Surface Temperature Distribution, Chlorophyll-a and Wind Speed Direction.

Data SPL dan klorofil-a yang telah diunduh dilakukan proses pemotongan citra (*cropping*) pada area penelitian yang diinginkan yaitu kawasan perairan Pulau Bintan bagian timur menggunakan software Seadass 7.5 dan dilanjutkan dengan ekstraksi format citra dalam bentuk bentuk image (*Geotif) untuk masing – masing citra. Proses pengolahan data citra klorofil-a di Arc-GIS versi 10.3 dengan membuat kontur SPL dan klorofil-a.

Validasi Analisa Citra dengan Data Lapangan

Data hasil analisis citra Aqua MODIS divalidasi dengan data pengamatan lapang dengan menggunakan variabel SPL, dimana validasi yang dilakukan bertujuan untuk memberikan informasi seberapa besar simpangan data citra dan data pengukuran lapangan. Data citra Aqua MODIS yang digunakan dalam memvalidasi data lapangan yaitu data pada bulan Oktober 2020 disesuaikan dengan waktu pengukuran lapang. Alat pengukuran SPL dilapangan mengunakan *Global Positioning System* (GPS) dan instrumen *Multi Water Parameter* (MWP) dengan menggunakan sensor suhu yang tersedia di *instrumen Multi Water Parameter*. Pengukuran SPL di lapangan dilakukan dengan random sampling sehingga pada saat pengukuran mengikuti *tracking* (GPS) yang sudah diinput. Sedangkan untuk memvalidasi data angin menggunakan data perekaman kecepatan angin dilapangan menggunakan alat *Automatic Coastal Weather Station* (ACWS) yang telah dimasukan kedalam website www.Lamun Bintan.net.

Verifikasi data citra dan data angin dilakukan dengan menghitung *Mean Relative Error* (MRE) (Triatmodjo. 1996). Pengukuran lapangan yang telah diukur sesuai dengan koordinat tracking selanjutnya disandingkan dengan data citra maupun data angin yang diunduh dari ECMWF dan dilanjutkan dengan perhitungan *Mean Relative Error* (MRE) pada persamaan 1.

$$MRE = \frac{1}{n}\sum\left(\frac{y_i - x_i}{x_i}\right) \times 100\% \quad \text{..... 1)}$$

dimana yi adalah data yang didapatkan dari hasil pengukuran dilapangan, xi adalah data hasil olahan dari citra ataupun data hasil dari unduhan ECWF, sedangkan n adalah jumlah data.

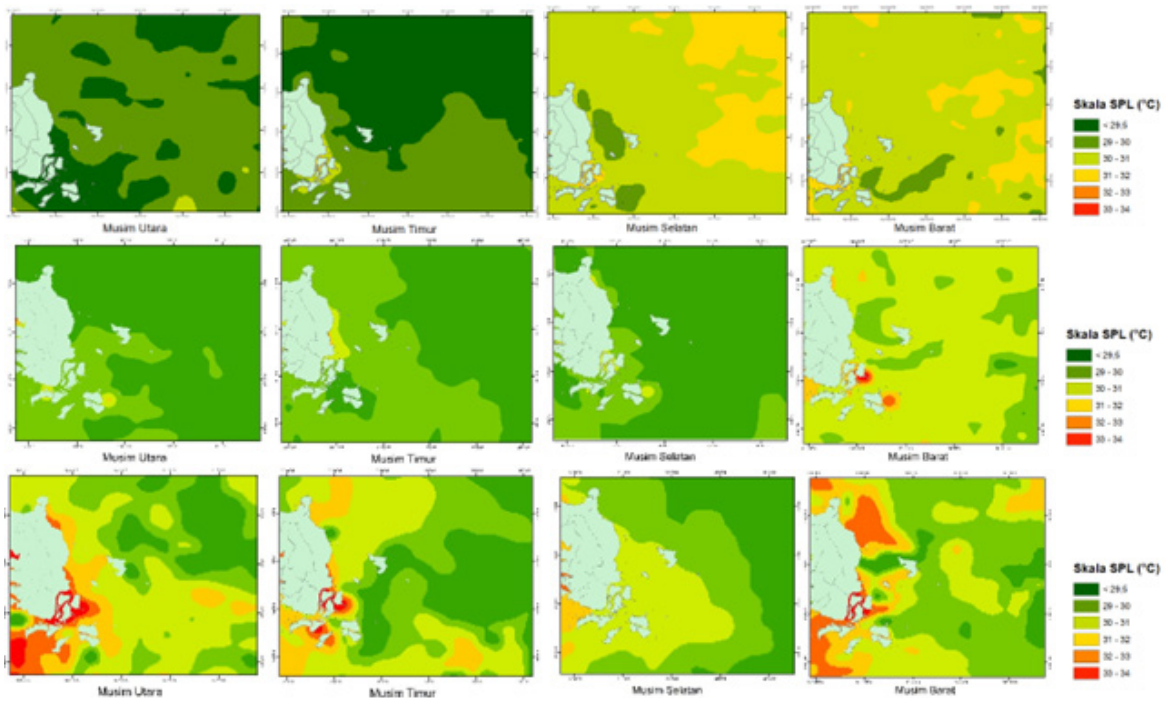
Data Citra SPL dan klorofil-a yang telah terkoreksi dari data lapangan (*Ground Check*) selanjutnya dilakukan analisis overlay untuk menghasilkan peta rujukan *fishing ground* tradisional berdasarkan musim. Analisis spasial hasil overlay menggunakan klasifikasi optimum SPL 28°C sampai dengan 31°C merupakan kisaran SPL dominan ditemukannya ikan pelagis (Demena *et al*. 2017), sedangkan untuk kandungan klorofil-a sendiri ditandai dengan nilai kandungan klorofil-a melebihi 0,5 mg/m3 (Kurniawati *et al*. 2015)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu Permukaan Laut

Hasil analisis visualisasi data SPL pada tahun 2017 sampai dengan tahun 2019 menujukkan bahwa pola sebaran SPL secara spasial di perairan Timur Pulau Bintan berdasarkan perbedaan musim mengalami fluktuasi. Pada tahun 2017 rata-rata sebaran SPL di perairan Timur Pulau Bintan untuk sepanjang tahun adalah 29,61°C, dan pada tahun 2018 rata-rata sebaran SPL di perairan Timur Pulau Bintan mengalami penurunan nilai SPL dengan rata-rata nilai SPL sebesar 29,61°C. Sebaran nilai SPL kembali meningkat pada tahun 2019 dengan dengan rata-rata sebaran nilai SPL disepanjang tahun perairan Timur Pulau Bintan sebesar 29,76°C. Pola sebaran SPL di perairan Timur Pulau Bintan pada tahun 2017 sampai dengan tahun 2019 menunjukan fluktuasi trend yang berfluktuasi untuk setiap musim. Pada musim utara untuk tahun 2017 sebaran SPL di perairan Timur Pulau Bintan menunjukan sebaran dominan SPL berkisar antara skala < 29°C sampai dengan 30°C, sedangkan pada tahun 2018 di musim yang sama terjadi peningkatan SPL dihampir seluruh perairan Timur Pulau Bintan dengan skala SPL berkisar antara 29°C sampai dengan 32°C. Pada tahun 2019 sebaran SPL di perairan Timur Pulau Bintan meningkat dengan signifikan, dimana terlihat dari hasil visualisasi sebaran SPL menunjukan skala sampai dengan 33-34°C didaerah mendekati daratan Pulau Bintan bagian selatan (Gambar 2).

Secara spasial pola sebaran SPL di perairan Timur Pulau Bintan untuk musim timur dari tahun 2017 sampai dengan tahun 2019 menunjukan perubahan fluktuasi dan perbedaan SPL yang tidak terlalu signifikan dibandingkan dengan musim utara. Pada musim timur nilai Sebaran SPL untuk tahun 2017 berkisar diantara skala < 29°C sampai dengan 30°C dengan sebaran SPL yang lebih rendah berada di bagian utara perairan Timur Pulau Bintan sedangkan dibagian selatan perairan Timur Pulau Bintan SPL lebih hangat. Pada tahun 2018 terjadi peningkatan sebaran SPL untuk musim timur menunjukan trend yang hampir sama seperti musim utara dengan dengan skala SPL berkisar antara 29oC sampai dengan 32°C. Pada tahun 2019 untuk musim timur di perairan Timur Pulau Bintan juga mengalami peningkatan yang signifikant dimana terlihat dari hasil



Gambar 2. Peta Pola Sebaran Suhu Permukaan Laut (SPL) berdasarkan perbedaan musim dari tahun 2017 (atas), 2018 (tengah) dan tahun 2019 (bawah).

Figure 2. Map of Sea Surface Temperature (SST) Distribution based on seasonal differences from 2017 (top), 2018 (middle) and 2019 (bottom).

visualisasi sebaran SPL menunjukan skala sampai dengan 33-34°C walaupun rentang skala ini hanya tersebar disebagian kecil bagian selatan perairan Timur Pulau Bintan (Gambar 2).

Variabilitas sebaran nilai SPL di perairan Timur Pulau Bintan menunjukan trend yang berbeda untuk musim selatan dibandingkan dengan musim utara dan musim timur yang selalu meningkat sebaran SPL setiap tahun. Sebaran SPL musim selatan di perairan Timur Pulau Bintan pada tahun 2017 menunjukan dominansi nilai sebaran yang lebih hangat dengan skala SPL berkisar diantara 29°C sampai dengan 32°C dibandingkan pada tahun 2018 dan 2019 untuk musim yang sama walaupun nilai sebaran SPL tidak terlalu berbeda jauh dan relatif stabil. Pola sebaran SPL pada musim selatan untuk tahun 2018 mengalami penurunan nilai sebaran SPL berkisar diantara < 29°C sampai dengan 30°C dan pada tahun 2019 terjadi kenaikan kembali nilai sebaran SPL untuk musim selatan dengan sebagian besar sebaran SPL berkisar diantara skala < 29°C sampai dengan 31°C (Gambar 2).

Visualisasi sebaran spasial Suhu Permukaan Laut (SPL) di perairan Timur Pulau Bintan untuk musim barat cenderung hampir sama dengan musim selatan tetapi dengan nilai sebaran SPL yang lebih tinggi dibandingkan dengan musim selatan. Pada musim barat untuk tahun 2017 sebaran nilai SPL berada diantara skala < 29°C sampai dengan 32°C dengan sebagian besar suhu perairan Timur Pulau Bintan berada di skala antara 30°C sampai dengan 31°C. Pada tahun 2018 sebaran SPL untuk musim barat secara umum di perairan Timur Pulau Bintan mengalamami penurunan tetapi terdapat dua spot peningkatan SPL yang berkisar antara skala 33°C sampai dengan 34°C dengan area yang tidak terlalu luas di bagian selatan perairan Timur Pulau Bintan. Pada tahun 20019 nilai sebaran SPL meningkat tidak merata dimana daerah mainland Pulau Bintan sebaran SPL di rentang skala 33°C sampai dengan 34°C sedangkan untuk daerah timur perairan memilii rentang suhu yang lebih rendah (Gambar 2).

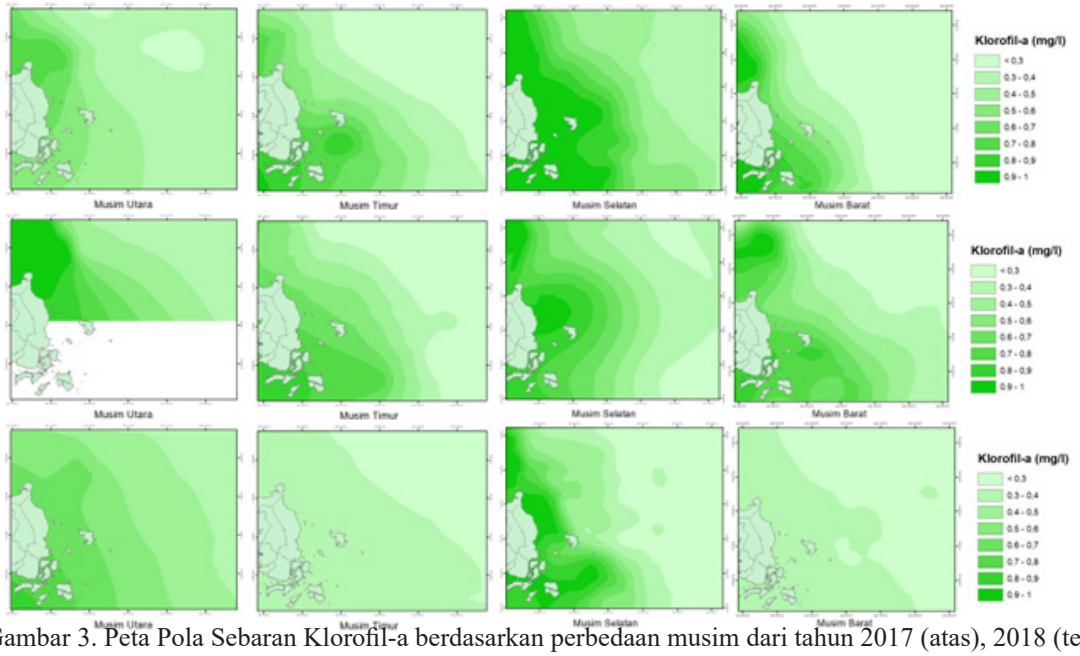
Suhu Permukaan Laut (SPL) dipengaruhi oleh kondisi meteorologis dimana faktor seperti curah hujan, penguapan, kelembaban, intensitas cahaya matahari dan kecepatan angin merupakan faktor yang berperan dalam mempengaruhi sebaran SPL, hal ini juga ditunjukan dari hasil visualisasi sebaran SPL diperairan Timur Pulau Bintan untuk setiap musim yang menunjukan fluktuasi nilai SPL yang diduga dipengaruhi oleh adanya angin muson, yaitu muson barat laut dan muson tenggara yang terjadi secara periodik tiap tahun di Pulau Bintan. Pengaruh angin muson ini menyebabkan adanya percampuran dan

distribusi massa air serta menyebabkan perpindahan gerakan air di permukaan laut yang mengakibatkan perubahan massa air hangat atau dingin dari tempat lain yang dapat mempengaruhi fluktuasi nilai SPL di perairan Timur Pulau Bintan .

Peningkatan SPL yang terjadi di musim utara dan musim timur di perairan Timur Pulau Bintan diakibatkan pada tersebut posisi matahari berada di belahan Bumi utara, yang berakibat tekanan udara di Benua Asia lebih rendah dan tekanan udara di Benua Australia lebih tinggi sehingga menyebabkan angin bergerak dari Benua Australia ke Benua Asia, sehingga terjadilah pergerakan angin dari Benua Australia ke Benua Asia melalui Indonesia sebagai angin muson timur (Simbolon *et al*. 2013). Selain itu tingginya SPL di perairan Timur Pulau Bintan pada musim ini diduga karena pada musim ini terjadi peningkatan intensitas penyinaran pada permukaan perairan yang berlangsung cukup kuat hal ini diakibatkan memasuki musim utara dan timur berhembusnya angin yang membawa SPL yang lebih panas. Hal ini juga yang mengakibatkan rata-rata SPL di perairan Timur Pulau Bintan mengalami kondisi SPL yang tergolong tinggi pada periode musim ini jika di bandingkan periode musim lainnya yang terjadi di perairan Timur Pulau Bintan. Hasil analisis menunjukan pola sebaran spasial SPL pada musim selatan memperlihatkan sebaran yang lebih homogen hal ini ditandai dengan pola sebaran SPL yang cenderung merata dimana rata-rata SPL pada tahun 2017-2019 untuk musim selatan. Pada musim ini nilai SPL mengalami penurunan mencapai 1°C pada tahun 2018. Walupun terjadi penurunan nilai SPL, namun sebaran SPL nya masih tergolong stabil. Pada tahun 2017 pola sebaran SPL pada musin ini mengalami perubahan dimana pada bulan ini sudah mulai terlihat adanya nilai SPL yang lebih hangat dibandingkan dengan tahun 2018. Penurunan nilai sebaran SPL yang terjadi pada musim ini diakibatkan karena pada musim ini diikuti dengan peningkatan kecepatan angin yang mencapai 4,66-4,99 m/s. Peningkatan kecepatan angin yang terjadi pada musim ini mengakibatkan terjadinya pencampuran massa air sehingga pola sebaran SPL juga ikut mengalami penurunan. Terjadinya pergantian musim pada musim selatan dari musim timur berdampak terhadap fluktuasi nilai SPL walaupun fluktuasi SPL yang terjadi pada musim ini memiliki tingkat fluktuasi yang lebih kecil. Penurunan SPL yang terjadi pada musim barat diduga diakibatkan pada musim barat kecepatan angin mulai melemah dengan besar nilai kecepatan angin sebesar 2,71-2,8 m/s. Perubahan kecepatan angin yang lebih lemah pada musim ini mengakibatkan melemahnya pencampuran massa air di perairan Timur Pulau Bintan sehingga mempengaruji terhadap pola sebaran SPL pada musim ini.

Klorofil-a

Hasil olahan data klorofil-a yang bersumber dari data citra satelit Aqua MODIS level 3, dapat dilihat pola sebaran klorofil-a secara spasial pada tahun 2017 sampai dengan tahun 2019 di perairan Timur Pulau



Gambar Gambar 3. Peta Pola Sebaran Klorofil-a berdasarkan perbedaan musim dari tahun 2017 (atas), 2018 (tengah) dan tahun 2019 (bawah).

Figure 3. Map of Chlorophyll-a Distribution based on seasonal differences from 2017 (top), 2018 (middle) and 2019 (bottom).

Bintan lebih banyak terkonsentrasi di mainland Pulau Bintan dan semakin berkurang menjauhi mainland Pulau Bintan. Rata-rata konsentrasi klorofil-a di perairan Timur Pulau Bintan pada tahun 2017 berkisar 0,76 mg/m^3 (Gambar 3). Analisa sebaran klorofil-a di perairan Timur Pulau Bintan pada tahun 2017 sampai denga tahun 2019 menunjukan bahwa konsentrasi klorofil-a mengalami peningkatan pada musim selatan dengan rata-rata konsentrasi mencapai 1,32 mg/m^3 dan pola sebaran konsentari klorofil-a mengalami penurunan pada musim ini sampai untuk tahun 2018 dan tahun 2019 dengan rata-rata konsentrasi klorofil-a pada tahun 2019 berkisar 0,68 mg/ m^3.

Klorofil-a merupakan indikator kesuburan suatu perairan, konsentrasi klorofil-a sangat dipengaruhi oleh arus di perairan tersebut. Selain itu klorofil-a digunakan sebagai indikator kelimpahan fitoplankton di suatu perairan dan merupakan salah satu parameter yang berpengaruh untuk menentukan produktifitas primer di perairan. Beberapa parameter yang mempengaruhi dan mengontrol sebaran klorofil-a adalah intensitas cahaya dan nutrient (Demena *et al*. 2017). Secara spasial pola sebaran klorofil-a secara spasial dapat dilihat bahwa konsentrasi klorofil-a di daerah dekat pantai jauh lebih tinggi dibandingkan dengan daerah lepas pantai hal ini diakibatkan pada perairan pantai adanya proses pengadukan sehingga di perairan pantai lebih kaya akan fitoplankton dan klorofil-a dibandingkan dengan lautan terbuka (Bukhari *et al*. 2017).

Pada musim utara sebaran klorofil-a secara spasial di perairan Timur Pulau Bintan memiliki konsentrasi sebaran klorofil-a lebih tinggi di bagian barat daya hingga utara Pulau Bintan. Rata–rata konsentrasi klorofil-a pada musim utara berkisar 0,60 – 0,78 mg/ m^3 konsentrasi klorofil pada musim ini tergolong tinggi dimana peningkatan konsentrasi klorofil-a pada musim ini diduga akibat curah hujan yang membawa nutrient yang berasal dari daratan ke perairan serta pada musim utara memiliki tingkat curah hujan yang cukup tinggi.

Musim timur memiliki rata-rata konsentrasi klorofil-a berkisar 0,67-0,98 mg/m^3, konsentrasi klorofil-a pada musim ini telah mengalami peningkatan dibandingkan pada musim sebelumnya hal ini diakibatkan dengan diikuti adanya peningkatan suhu yang berpengaruh terhadap proses fotosintesis sehingga peningkatan suhu dapat menaikkan laju fotosintesis (Nontji, 2005). Selain itu angin pada musim timur bersifat kering yang membuat perairan menjadi lebih hangat, hangatnya perairan juga dipengaruhi oleh arus dan intensitas cahaya matahari yang cukup intens, namun pada musim ini masih mendapat pengaruh dari musim utara yang mengakibatkan di beberapa wilayah mengalami suhu yang lebih dingin. (Kuswanto *et al*. 2017).

Pada musim selatan di perairan Pulau Bintan konsentrasi klorofil-a secara spasial dapat dilihat pola sebaran klorofil-a terkonsentrasi tinggi pada bagian barat dan selatan Pulau Bintan, namun konsentrasi klorofil-a menunjukan distribusi yang sama bahwa semakin berkurang menjauhi mainland Pulau Bintan. Pada musim ini tergolong konsentrasi klorofil-a tertinggi dengan nilai rata-rata berkisar 0,74-1,32 mg/m^3, peningkatan klorofil-a juga diikuti dengan naiknya suhu perairan yang berpengaruh terhadap laju fotosinetesis. Peningkatan kecepatan angin di daerah pesisir dapat memberikan pengaruh dari meningkatnya laju pencampuran massa air dari dasar laut yang kaya akan unsur hara yang akhirnya meningkatkan nilai konsentrasi klorofil-a di perairan. Pada musim barat pola sebaran klorofil-a secara spasial di perairan Pulau Bintan dapat dilihat konsentrasi klorofil-a tertinggi di dominasi di bagian barat Pulau Bintan dengan rata-rata konsentrasi klorofil-a berkisar 0,45- 0,52 mg/ m^3 pada musim ini terjadi penurunan konsentrasi klorofil-a dibandingkan pada musim sebelumnya, hal ini juga terlihat dari pola sebarannya yang cenderung semakin menjauhi pantai konsentrasi klorofil-a juga ikut berkurang. Rendahnya sebaran klorofil-a pada musim ini disebabkan akibat sedikitnya curah hujan serta semakin lemahnya kecepatan angin yang bertiup berakibat terhadap terhambatnya proses fotosintesis dari fitoplankton di perairan.

Angin

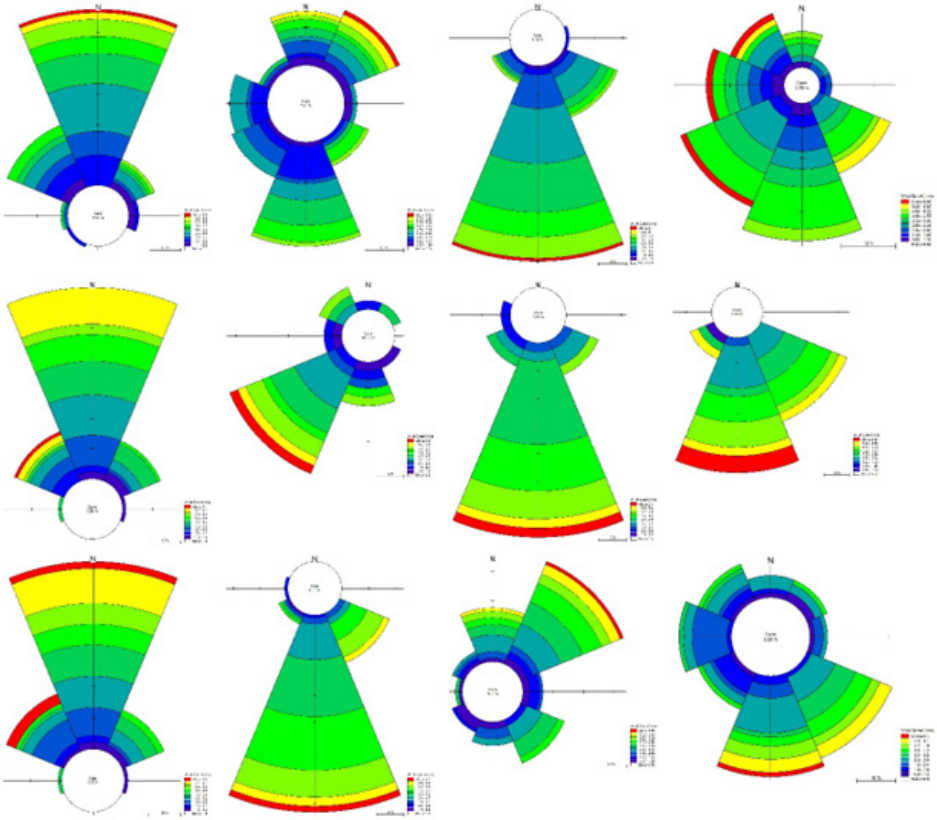
Hasil olahan data Angin yang bersumber dari data ECMWF menghasilkan arah pergerakan angin pada tahun 2017 di perairan Timur Pulau Bintan secara spasial arah angin bergerak umumnya berdasarkan perbedaan musim. Pada musim utara rata-rata kecepatan angin adalah 3,96 m/s dengan dominan arah angin dari arah utara dan prosentase kecepatan angin dominan berada pada interval 4,4-5,5 m/s. Kecepatan angin tertinggi pada musim utara mencapai lebih dari 9,9 m/s dari arah utara (Gambar 4). Pada musim timur tahun 2017 arah pergerakan angin di perairan Timur Pulau Bintan mengalami perubahan dengan dominan arah angin dari arah selatan dan timur laut dengan kecepatan rata-rata angin pada musim ini adalah sebesar 2,29 m/s, dengan dominan arah angin dari arah selatan dan prosentase kecepatan angin dominan berada pada interval 1,80-2,45 m/s. Arah angin mengalami dominansi dari Selatan pada musim selatan dengan kecepatan prosentase kecepatan angin dominan berada pada rentang 4,5-5,4

m/s dengan nilai rata-rata kecepatan angin pada musim ini sebesar 5,22 m/s. Arah angin bergerak kembali dari Arah Barat pada musim barat dengan arah dominan tetap menunjukan dari arah selatan dengan kecepatan rata-rata sebesar 3,13 m/s (Gambar 4).

Hasil olahan data Angin yang bersumber dari data ECMWF menghasilkan arah pergerakan angin pada tahun 2018 di perairan Pulau Bintan pada umum nya memiliki pola yang sama dengan Tahun 2017, hanya pada musim timur tahun 2018 arah dominan angin dari arah barat daya kecepatan dominan angin pada rentang 3,2-4,0 m/s dengan kecepatan rata-rata angin sebesar 3,48 m/s dan pada musim barat tahun 2018 arah angin dominan berpindah dari tenggara dengan kecepatan kecepatan dominan angin pada rentang 2,6-3,25 m/s dan rata-rata kecepatan angin sebesar 2,39 m/s. Sedangkan pada tahun 2019 pola pergerakan arah mata angin untuk musim timur dominan dari arah timur laut dengan kecepatan kecepatan dominan angin pada rentang 2,6-3,25 m/s dengan rata-rata kecepatan angin sebesar 2.13 m/s dan pada bulan November 2019 arah angin dominan dari arah selatan (Gambar 4).

Data angin yang ditampilkan pada diagram mawar angin secara keseluruhan kecepatan angin berkisar antara 0,3-10,8 m/s dalam sekala Beufort dalam Stewart 2008 menjelaskan, pada sekala hingga 10,8 m/s merupakan angin yang berhembus sejuk. Kondisi pergerakan angin pada musim utara arah pergerakannya berasal dari arah utara ,timur laut dan barat laut dengan lebih dominan berasal dari arah utara. Kecepatan angin yang bertiup pada musim utara berkisar 0,3-10,8 m/s dengan nilai rata-rata kecepatan angin yang bertiup pada musim ini menunjukkan bahwa pada musim ini memiliki kecepatan angin yang cukup kuat yang memberikan pengaruh terhadap sebaran SPL dan Klorofil-a di perairan Pulau Bintan. Pada musim timur pola pergerakan angin berhembus dari arah arah barat daya, barat dan selatan disebabkan pusat tekanan di daerah timur lebih tinggi dibandingkan di daerah barat. Rata-rata kecepatan angin yang bertiup pada tahun 2017-2019 berkisar 0,3-8,0 m/s dengan kondisi angin teduh berada pada tahun 2019 sebesar 3,33%

Pola pergerakan angin hasil visualisasi pada musim selatan angin bergerak menuju arah selatan secara konstan. Kondisi pergerakan angin pada musim ini bergerak berasal dari arah utara dan tenggara tetapi. Rata-rata kecepatan angin pada musim selatan berkisar



Gambar 4. Pola Sebaran kecepatan dan arah angin berdasarkan perbedaan musim dari tahun 2017 (atas), 2018 (tengah) dan tahun 2019 (bawah).

Figure 4. The PatternWind Speed and direction based on seasonal differences from 2017 (top), 2018 (middle) and 2019 (bottom).

3,3 -8,0 m/s. Pola pergerakan angin pada musim barat dapat dilihat pada musim ini terjadi perubahan arah angin bergerak berbeda halnya pada musim utara dan selatan yang pergerakan arah anginnya yang dominan.. Rata-rata kecepatan angin yang berhembus pada musim barat berkisar 0,3- 5,5 m/s.

Hasil Groundtruth

Pengambilan data di lapangan dilaksanakan pada bulan Oktober 2020 di perairan Teluk Bakau-Bintan, pengambilan data lapangan berupa data SPL yang di lakukan pada pukul 09.00-11.00 WIB. Dalam pengambilan data SPL digunakan alat *multi water* parameter dimana sensor yang dipakai yaitu sensor suhu. Adapun hasil pengamatan lapangan parameter suhu, dihasilkan SPL pada pengamatan lapang berkisar 29,1-29,9°C. Berdasarkan hasil perhitungan *Mean Relative Error* (MRE) dari hasil perbandingan nilai SPL pengamatan lapang dan data citra diperoleh nilai rata-rata kesalahan relatif sebesar 0,04%, sedangkan tingkat akurasi dari citra MODIS adalah 99,6%.

Berdasarkan tabel 4 menampilkan data insitu SPL pada 12 titik pengamatan di perairan Teluk Bakau sampai pada perairan Malang Rapat serta data SPL berdasarkan citra Aqua MODIS. Hasil verifikasi kesalahan relatif dengan rata-rata persentase kesalahan 0,04% (Tabel 1). Perbedaan pengukuran antara SPL data citra satelit lebih kecil dibandingkan dengan pengukuran data lapang yaitu berkisar 1°C, hal ini diakibatkan karena pengaruh atmosfir seperti uap air dan awan. Dimana pengaruh awan dapat menurunkan suhu data citra mencapai 1,5°C disbanding dengan suhu data lapang (Gaol, 2003). Proses pengukuran data citra oleh sensor penginderaan jauh berasal dari hasil deteksi satelit yang berasal dari radiasi balik pada permukaan laut sedangkan SPL pada pengukuran lapang dilakukan pada lapisan beberapa centimeter di bawah permukaan laut. Adanya perbedaan pengukuran ini mengakibatkan SPL hasil data citra dapat lebih besar ataupun lebih kecil dibandingkan dengan SPL yang diukur secara langsung di lapangan (Simbolon *et al*. 2013).

Berdasarkan hasil perhitungan *Mean Relative Error* (MRE) pada data kecepatan angin lamun bintan dan data angin Copernicus, didapatkan nilai kesalahan relatif sebesar 0,01% sedangkan tingkat akurasi dari citra MODIS sebesar 99,99% hal ini menunjukkan bahwa data kecepatan angin dari data Copernicus memiliki tingkat keakurasian yang tinggi. Adapun hasil perbandingan nilai kecepatan angin dari Copernicus dan yang berasal dari data Lamun Bintan berkisar 0,33-4,42 m/s hasil data lamun bintan ditampilkan pada Tabel 2.

Aplikasi Pamanfaatan Data SPL, klorofil-a serta Angin Untuk Pemetaan Zona Potensi Penangkapan Ikan (ZPPI)

Peta Zona Potensi Penangkapan Ikan (ZPPI) ini dibuat dengan overlay dari data SPL dan klorofil-a dengan menggabung sebaran SPL optimum bagi kehidupan organisme serta konsnetrasi klorofil-a tinggi sehingga menghasilkan peta potensi petunjuk penangkapan ikan di perairan Pulau Bintan. Proses overlay dari data SPL dan klorofil-a menghasilkan peta prediksi Zona Potensi Penangkapan Ikan (ZPPI) di perairan Timur Pulau Bintan. hasil dari peta ZPPI dapat dilihat potensi penangkapan ikan terdapat di dekat perairan Teluk

Tabel 1. Perbandingan Nilai SPL Pengamatan Lapang dan Data Citra sert nilai MRE

Table 1. The Comparison of SST values in situ recorded and remote sensing data recorde with MRE values

Titik sampling	Koordinat		SPL	SPL	Error (%)
	Lintang	Bujur	Pengamatan lapang	Data Citra	
1	104,66084	1,05200	29,1	28,8	0,03
2	104,65999	1,05432	29,2	28,9	0,03
3	104,65899	1,05694	29,3	28,9	0,03
4	104,65806	1,05949	29,7	28,9	0,07
5	104,65683	1,06181	29,6	29,0	0,05
6	104,65583	1,06397	29,6	29,0	0,05
7	104,65444	1,06652	29,5	29,0	0,04
8	104,65359	1,06845	29,5	29,1	0,03
9	104,65343	1,07053	29,7	29,2	0,04
10	104,65266	1,07254	29,6	29,3	0,03
11	104,65189	1,07470	29,7	29,4	0,03
12	104,65112	1,07655	29,9	29,4	0,04
Jumlah				**MRE**	**0,04 %**

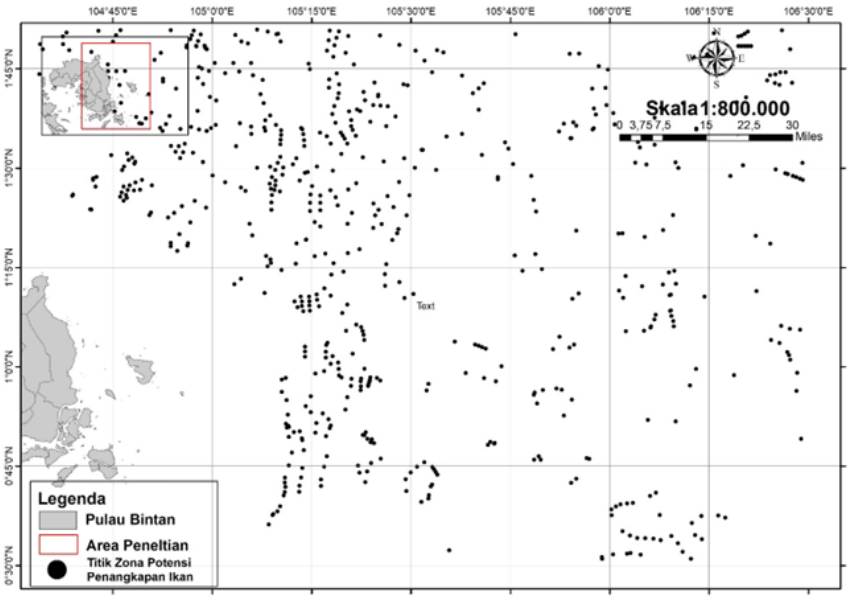
Tabel 2. Perbandingan Nilai kecepatan angin Pengamatan Lapang (data Angin Lamun Bintan) dan Data Angin dari Copernicus beserta nilai MRE

Table 2. Comparison of Field Observation wind speed values (Bintan Seagrass Wind data) and Wind Data from Copernicus along with MRE values

Pengambilan Data	Data Angin Lamun Bintan (m/s)	Data Angin Copernicus (m/s)	*Error* (%)	Pengambi-lan Data	Data Angin Lamun Bin-tan (m/s)	Data Angin Copernicus (m/s)	*Error* (%)
Hari ke-1	3.54	3.37	0.01	Hari ke-16	1,50	2,00	-0,02
Hari ke-2	3.45	1.97	0.05	Hari ke-17	2,28	1,41	0,03
Hari ke-3	3.93	2.36	0.05	Hari ke-18	0,33	1,41	-0,04
Hari ke-4	3.65	1.90	0.06	Hari ke-19	1,21	2,02	-0,03
Hari ke-5	3.72	2.99	0.02	Hari ke-20	2,29	2,66	-0,01
Hari ke-6	4.42	2.84	0.05	Hari ke-21	1,94	2,00	0,00
Hari ke-7	4.00	2.50	0.05	Hari ke-22	1,64	1,14	0,02
Hari ke-8	0.44	1.24	-0.03	Hari ke-23	1,44	0,58	0,03
Hari ke-9	0.69	0.91	-0.01	Hari ke-24	2,35	1,80	0,02
Hari ke-10	1.92	0.80	0.04	Hari ke-25	2,41	1,73	0,02
Hari ke-11	2.38	1.65	0.02	Hari ke-26	2,47	1,44	0,03
Hari ke-12	1.52	1.69	-0.01	Hari ke-27	2,27	2,10	0,01
Hari ke-13	0.97	2.72	-0.06	Hari ke-28	2,38	1,44	0,03
Hari ke-14	2.31	2.07	0.01	Hari ke-29	1,90	1,10	0,03
Hari ke-15	0.57	1.86	-0.04	Hari ke-30	1,93	1,77	0,01
Jumlah						**MRE**	**0,01%**

Bakau, Malang Rapat, dan perairan Berakit.

Zona potensial penangkapan ikan merupakan infromasi mengenai suatu daerah yang berpotensi banyak berkumpulnya dimana kawasan tersebut berpotensi dapat dilakukan penangkapan (Munthe *et al*. 2018). Zona potensial penangkapan ikan umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor oseanografi yaitu SPL dan Klorofil-a penentuan ZPPI dilakukan dengan proses overlay dari data SPL dan klorofil-a dengan menentukan SPL optimum bagi ikan pelagis yang berkisar 28°C-31°C dan kandungan klorofil-a lebih dari 0,5 mg/m^3 (Demena *et al*. 2017: Kurniawati *et al*. 2015). Konsentrasi klorofil-a di suatu perairan



Gambar 5. Peta Zona Potensial Pemanfaatan Ikan dari Hasil Pamanfaatan PengolahanData SPL dan Chlorophy Pulau Bintan Bagian Timu.

Figure 5. Map of Potential Fish Utilization Zones from the Processing of SPL and Chlorophy Data of Eastern Bintan Island.

berhubungan erat kaitanya dengan proses rantai makanan, dimana keberadaan fitoplankton sebagai produktifitas primer dapat mempengaruhi terhadap keberadaan ikan. Tingginya kandungan dari klorofil-a di perairan akan meningkatkan terhadap produktifitas zooplankton sehingga akan mempengaruhi terhadap produktifitas ikan pelagis di perairan, seccara tingkat trofik level ikan pelagis tidak jauh dari produsen primer yaitu fitoplankton hal inilah yang mengakibatkan adanya hubungan yang erat anatara ikan pelagis dan keberadaan fitoplankton.

Pada proses rantai makanan dimulai dari produktifitas primer yaitu fitoplankton dimana fitoplankton berada pada level trofik pertama, kemudian ada organisme herbivora seperti zooplankton yang memakan langsung fitoplankton. *Herbivore* ini tergolong dalam trofik level dua, mereka sering disebut juga sebagai konsumen primer. Organisme trofik pada level 3 yaitu karnivora yang berukuran kecil, mereka akan memanfaatkan energi yang diperoleh dari fitoplankton melalui konsumen primer sehingga mereka disebut sebagai konsumen sekunder. Pada trofik level selanjutnya ada karnivora yang berukuran lebih besar, mereka memanfaatkan energi yang dihasilkan oleh fitoplankton dari konsumen sekunder atau karnivora kecil dengan memakan karnivora kecil sehingga mereka disebut sebagai konsumen tersier.

Adanya fitoplankton di suatu perairan sebagai sistem rantai makanan di perairan akan membuat hubungan yang saling ketergantungan antar komponen dalam rantai makanan, dimana fitoplankton akan mendatangkan organisme lain ke tempat tersebut termasuk ikan. Ketika banyaknya gerombolan ikan suatu perairan maka terbentuklah daerah penangkapan ikan, daerah penangkapan inilah yang kemudian akan didatangi nelayan untuk melaakukan penangkapan ikan.

Penentuan daerah potensial penangkapan ikan dilihat berdasarkan tiga indikator yang mempengaruhinya yaitu SPL dan klorofil-a, untuk penentuan potensial penangkapan ikan yang dilakukan yaitu bagi ikan pelagis di perairan Pulau Bintan di perairan Bintan sendiri didominasi oleh ikan pelagis kecil. Ikan pelagis kecil merupakan ikan yang selalu melakukan migrasi untuk mencari makanan dan melakukan pemijahan, dalam melakukan migrasi ikan pelagis akan mencari SPL yang dapat ditolerir terhadap kehidupannya walaupun makanan ditempat tersebut sedikit, oleh karena itu tingginya konsentrasi klorofil-a tidak memiliki pengaruh besar terhadap ikan pelagis dalam menentukan tempat hidupnya. Jenis ikan pelagis yang dipengaruhi oleh SPL umumnya didominasi pada ikan pelagis besar sehingga distribusi ikan pelagis besar berada pada perairan lepas pantai, sedangkan ikan pelagis kecil cenderung berada pada wilayah pesisir yang memiliki produktifitas primer lebih tinggi dibandingkan pada wilayah lepas pantai (Tangke, 2014)

Penangkapan ikan yang dilakukan di perairan Pulau Bintan di dominasi oleh nelayan tangkap tradisional, umumnya nelayan tradisional yang ada di perairan Pulau Bintan menggunakan jenis alat tangkap jaring yang mempunyai ukuran mata jaring (*mesh size*) berkisar 5-2,5 cm yang disesuaikan dengan sasaran ikan yang akan ditangkap. Penangkapan ikan yang menggunakan alat tangkap jaring umumnya dilakukan untuk menangkap ikan pelagis seperti ikan kembung (*Rasterlliger sp.*) dan ikan tenggiri (*Scrombemorus comersonii*), sedangkan untuk menangkap ikan bilis digunakan alat tangkap jaring yang memiliki ukuran mata jaring yang lebih rapat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Suhu Permukaan Laut (SPL) dan klorofil-a mengalami fluktuasi setiap bulannya berdasarkan perbedaan musim, SPL tertinggi terjadi pada musim Timur yang berkisar 29,58-30,53°C sedangkan suhu terendah terjadi pada musim utara berkisar 28,48-28,51°C. untuk konsentrasi klorofil-a terkonsentrasi tinggi pada musim selatan yang berkisar 0,74-1.32 mg/m^3, sedangkan konsentrasi rendah terjadi pada musim Barat yang berkisar 0,45-0,52 mg/m^3. Pergerakan arah angin pada musim Utara dan musim Selatan lebih didominasi oleh pergerakan musiman, sedangkan pada musim Timur dan Barat terjadi perubahan arah akibat adanya pengaruh musim sebelumnya. Kecepatan angin paling kuat terjadi pada musim utara yang berkisar 4,90-5,79 m/s, sedangkan kecepatan angin lemah terjadi pada musim barat yang berkisar 2,71-2,81 m/s. Saran untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan komparasi dari data sumber lain seperti Lapan dan Landsat untuk mengetahui tingkat akurasi suhu dan klorofil-a.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Maritim Raja Ali Haji dan pemerintah Desa Malang Rapat dan Desa Teluk Bakau yang telah mengijinkan pelaksaan penelitian dapat dilakukan dengan dan semua pihak

yang telah membantu terlaksananya penelitian ini sampai selesai.

DAFTAR PUSTAKA

Astrijaya, S., Andi, A., & Mohammad, R. R. (2015). Akurasi Nilai Konsentrasi Klorofil-a dan Suhu Permukaan Laut Menggunakan Data Penginderaan Jauh di Perairan Pulau Alanggantang Taman Nasional Sembilang. *Maspari Journal, 7*(2), 25-32.

Bukhari, A. W., & Kurniawan. (2017). Pendugaan Daerah Penangkapan Ikan Tenggiri Berdasarkan Distribusi Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a di Peraira Bangka. *Jurnal Sumberdaya Perairan, 11*(1), 26-47.

Damar, A. F., Colijn, K. J., Hesse., & Wardiatno, Y. (2012). The eutrophication states of Jakarta, Lampung, and Semangka Bays: nutrient and phytoplankton dynamics in Indonesian tropical waters. *Jurnal of Tropical Biologyand Conservation, 9*(1), 61-81.

Demena, Y. E., Miswar, E., & Musman, M. (2017). Penentuan Daerah Potensial Penangkapan Ikan Cakalang (Katsuwonus pelamis) Menggunakan Citra Satelit di Perairan Jayapura Selatan Kota Jayapura. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah, 2*(1), 194-199.

Fadika, U., Rifai, A., & Rochaddi. B. (2014). Arah dan Kecepatan Angin Musiman Serta Kaitanya dengan Sebaran Suhu Permukaaan Laut di Selatan Pangandaran Jawa Barat. *Jurnal Oseanografi, 3*(3), 429-437.

Feng, J. F., & Zhu, L. (2012). Changing Trends and Relationship Between Global Ocean Clorophyl and Sea Surface Temperature. *Journal Procedia Environmental Sciences, 13*, 626-631.

Gaol, J. L. (2003). *Kajian Kareteristik Oseanografi Samudera Hindia Bagian Timur dari Citra Satelit dan Hubungannya dengan Hasil Tangkapan Tuna Mata Besar (Thunnus obesus*). disertasi. Bogor: Sekolah Pascasarjana. Insitut Pertanian Bogor.

Haridhi., Haekal, A., Muhammad, N., Crispen R. W., & Syamsul R. (2016). Preliminary Study of the Sea Surface Temperature (SST) at *Fishing ground* Locations Based on the Net Deployment of Traditional Purse-Seine Boats in the Northern Waters of Aceh — A Community-Based Data Collection Approach. *Regional Studies in Marine Science Journal*, Elsevier.

Hestiningsih., Prasetyo, Y., Sasmito, B., & Wirasatriya, A. (2017). Identifikasi Kawasan Upwelling Berdasarkan Variabilitas Klorofil-a, Suhu Permukaan Laut Dari Data Citra Aqua Modis Tahun 2003-2015 dan Arus Studi Kasus Perairan Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Geodesi Undip, 6*(1), 189-198.

Holiludin. (2009). *Variabilitas Suhu dan Salinitas di Perairan Barat Sumatera dan Hubungannya dengan Angin Muson dan IODM (Indian Ocean Dipolemode*). Skripsi. IPB. Bogor.

Hutabarat, S., & Evans S.M.. (2006). *Pengantar Oseanografi*. UI Press. Jakarta

Koropitan, A. F., Ikeda, M.., A. Damar, Y., & Yamanaka. (2009). Influences of Physiccal Processes on the Ecosystem of Jakarta Bay: a Coupled Physical Ecosystem Model Experiment. *ICES Journal Marine Science, 66*(2), 336-348.

Koropitan, A.F & M. Ikeda. (2016). Influences of Physical Processes and Anthropogenic Influx on Biogeochemical Cycle in The Java Sea: Numerical Model Experiment. *Procedia Environmental Sciences Journal. Sciencedirect, 33*, 532-552.

Kurniawati, F., Sanjoto, T. B., & Juhadi. (2015). Pendugaan Zona Potensi Penangkapan Ikan Pelagis Kecil di Perairan Laut Jawa Pada Musim Barat dan Musim Timur dengan Menggunakan Citra Aqua Modis. Jurnal Geo Image, 4(2), 9-19.

Kuswanto, T. D., Syamsuddin, M. L., & Sunarto. (2017). Hubungan Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Tongkol di Teluk Lampung. *Jurnal Perikanan dan Kelautan, 8*(2), 90-102.

Lubis, M.Z., Anurogo, W., Kausarian, H., Surya, G & Choanji, T. 2017. Sea Surface Temperature and Wind Velocity in Batam Waters Its Relation To Indian Ocean Dipole (IOD). *Journal of Geoscience, Enginering, Environment and Technology, 2*(4), 255-263.

Mahagnyana., Limaran. G. D., & Fadlan, A. (2017). Pengaruh Monsuun Terhadap Kesuburan Perairan Utara Jawa dengan Menggunakan Satelit Aqua Modis. *Unnes Physics Journal, 6*(1), 37-40.

Mohanty, P. C., Mahendra R. S., Nayak R. K., Kumar, Nimit., Kumar, T. S., & Dwivedi, R. M. (2017). Persistence of Productive Surface Thermal Fronts in the Northeast Arabian Sea. *Regional Studies in Marine Science Journal, 16*(November 2017), 216-224.

Munthe, M. G., Jaya, Y. V., & Putra, R. D. (2018). Pemetaan Zona Potensi Penanngkapan Ikan berdasarkan Citra Satelit Aqua/Terra Modis di Perairan Selatan Pulau Jawa. *Jurnal Dinamika Maritim, 7*(1), 39-42.

Parsons, R, T., Takeshi, M., & Hargrave, B. (2013). Biological Oceanography Process. Elsevier.

Purwanti, I., Prasetyo. Y., & Wijaya. A. P. (2017). Analisis Pola Persebaran Klorofil-a, Suhu Permukaan Laur Dan Arah Angin Untuk Identifikasi Kawasan Upwelling Secara Temporal Tahun 2003-2016 (Studi Kasus Laut Halmahera). *Jurnal Geodesi Undip, 6*(4), 506-516.

Prawirowardoyo S. (1996). Meteorologi. Institut Teknologi Bandung. Bandung

Putra, R. D., Yunianti, A. H., Prayetno, E., Suhana, M. P., Nusyirwan, D., Nugraha, S., Ritonga, A. R., Kusuma, H. A., & Setyono, D. E. (2021). The spatial distribution of potential *fishing ground*s in Riau Archipelago, identified with MODIS-AQUA, based on monsoon seasons differences. *AACL Bioflux, 14*(3), 1383-1395.

Simbolon, D., Silvia., & Wahyunigrum, P. I. (2013). Pendugaan Thermal Front dan Upwelling Sebagai Indikator Daerah Potensial Penangkapan Ikan di Perairan Mentawai. *Jurnal Marine Fisheries, 4*(1), 85-95.

Siregar, V., & Koropitan, A. F. (2013). Primary Productivity of Jakarta Bay in a Changing Environment: Anthropogenic and Climate Change Impacts. *Biotropia Journal, 20*(2), 89-103.

Stewart, R. H. (2008). *Introduction To Physical Oceanography*. Texas: Department of Oceanography Texas A & M University.

Suhana, M. P., Nurjaya, I. W., & Natih, N. M. N. (2016). Analisis Keretanan Pantai Timur Pulau Bintan Menggunakan Digital Shoreline Analysis Coastal Vulnerability Index. *Jurnal teknologi Perikanan dan Kelautan, 7*(1), 21-38.

Suhana, M. P., Nurjaya, I. W & Natih, N. M. N. (2016). Karakteristik Gelombang Laut Pantai Timur Pulau Bintan Provinsi Kepulauan Riau Tahun 2005-2014. *Dinamiika Maritim, 6*(2), 16-29.

Surya, G., Khoirunnisa, H., Lubis, M. Z., Anurogo, W., Hanafi, A., Rizky, F., & Mandala, G. F. T. (2017). Karakteristik Suhu Permukaan Laut Dan Kecepatan Angin Di Perairan Batam Hubungannya dengan Indian Ocean Dipole. *Dinamika Maritim, 6*(1), 1-6.

Syafik, A., Kunarso., & Hariadi. (2013). Pengaruh Sebaran dan Gesekan Angin Terhadap Sebaran Suhu Permukaan Laut di Samudera Hindia (Wilayah Pengelolaaan Perikanan Republik Indonesia 573). *Jurnal Oseanografi, 2*(3), 318-328.

Tangke, U. (2014). Pendekatan Daerah Penangkapan Ikan Pelagis Berdasarkan Pendekatan Suhu Permukaan Laut dan Klorfil-a di Laut Maluku. *Ilmiah Agribisnis dan Perikanan (AgrikanUMMU-Ternate), 7*(1), 74-81.

Wyrtki. (1961). *Physical Oceaography of South East Asia Waters*. Naga Report. Vol 2. Scripps Institution of Oceanography La Jolla California. California: The University of California.