

## Studi Persistensi Suhu Permukaan Laut Tinggi (>30°C) di Perairan Selat Malaka

**Metrio Swandiko\*, Anindya Wirasatriya, Jarot Marwoto, Muslim, Elis Indrayanti,  
Petrus Subardjo, Dwi Haryo Ismunarti**

*Departemen Oseanografi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto S.H, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia  
Email: metrioswandiko@gmail.com*

### Abstrak

*Hot Event* merupakan fenomena suhu permukaan laut (SPL) tinggi lebih dari 30°C dan memiliki mekanisme khusus dalam pembentukannya, yaitu kecepatan angin lemah dan radiasi matahari tinggi. *Hot Event* memiliki peran penting dalam menyumbang bahang pada *pacific warm pool* di Samudra Pasifik bagian barat dan berperan mengatur variasi iklim global. Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki potensi besar melemahkan sirkulasi angin dan potensi kejadian *Hot Event*. Selat Malaka merupakan selat terpanjang di Indonesia dan berpotensi untuk menjadi area kajian *Hot Event*. Fenomena SPL tinggi (>30°C) dan konstan selama 13 tahun (2003–2015) di Selat Malaka merupakan hal unik untuk dikaji. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengetahui mekanisme terjadinya SPL tinggi (>30°C) dan konstan selama 13 tahun (2013-2015) di Selat Malaka. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif. Data yang digunakan adalah data harian SPL, angin, arus permukaan, radiasi matahari selama 13 tahun serta batimetri. Pengolahan data menggunakan bahasa pemrograman untuk memvisualisasi SPL tinggi >30°C, angin lemah <2 m/det, arus, radiasi matahari tinggi 200 W/m<sup>2</sup> serta data batimetri. Variasi SPL paling tinggi dan konstan terjadi pada musim timur (Agustus) dan paling rendah pada musim barat (Februari). Fenomena SPL tinggi dan konstan di wilayah kajian B terhadap kajian A dan C disebabkan lemahnya kecepatan angin <2 m/det di wilayah B dibandingkan wilayah A dan C, serta didukung dengan tingginya radiasi matahari dan batimetri wilayah kajian B yang relatif dangkal, sehingga proses pemanasan massa air lebih cepat dibandingkan wilayah kajian lainnya.

**Kata kunci :** *Hot Event*, SPL, Angin, Radiasi Matahari, Selat Malaka.

### Abstract

#### *Study of the Persistence of High Sea Surface High Temperature (>30°C) in Waters of Malacca*

*Hot Event* is a phenomenon of high sea surface temperature (SST) over 30°C and it has a unique mechanism in its formation by the lower wind speed and high solar radiation. *Hot Event* has an important role in contributing heat to the *pacific warm pool* in the western Pacific Ocean and play a role in regulating global climate variations. Indonesia as an archipelagic country has the potential to weaken wind circulation and potential *Hot Event*. The Malacca Strait is the longest strait in Indonesia and it is potential for *Hot Events*. The phenomenon of high SST (>30°C) and constant for 13 years (2003-2015) in the Malacca Strait is unique to be studied. The present research aims to identify and determine the mechanism of the occurrence of high SST (>30°C) and constant for 13 years (2013-2015). The method used in this study is quantitative method. The data used are daily data of SST, wind, surface currents, solar radiation for 13 years, and bathymetry. Programming was used to visualize high SST >30°C, lower speed winds <2 m/s, currents, high solar radiation 200 W/m<sup>2</sup> also bathymetry data. The highest and constant variation of SST occurs in the east season (August) and the lowest in the west season (February). The phenomenon of high and stable SST in area B on A and C is due to the low wind speed <2 m/s in region B compared to A and C and it is supported by high solar radiation and shallow bathymetry in area B, so that the heating process of water mass is faster than other areas.

**Keywords:** *Hot Event*, SST, Wind, Solar Radiation, Malacca Strait.

---

\*Corresponding author

<http://ejournal.undip.ac.id/index.php/buloma>

Diterima/Received : 11-07-2020

DOI:10.14710/buloma.v10i2.31554

Disetujui/Accepted : 16-05-2021

## PENDAHULUAN

Samudra Pasifik merupakan samudra terluas di dunia dengan jarak zonal 20.000 km yang mencakup Selat Malaka hingga Panama. Jarak meridionalnya lebih dari 15.000 km dari Selat Bering hingga Antartika serta memiliki luas  $178 \times 10^6 \text{ km}^2$  yang mencakupi 40% dari seluruh lautan di dunia. Di Samudra Pasifik terjadi berbagai macam fenomena yang berperan penting dalam studi oseanografi dan klimatologi (Tomczak dan Godfrey, 1994). Fenomena *Indo-Pacific Warm Pool* (IPWP) terjadi di Samudra Pasifik dan pembentukan IPWP erat kaitannya dengan fenomena *Hot Event*. *Hot Event* memainkan peran penting dalam mempertahankan lapisan *isothermal* yang hangat di kolom pasifik bagian barat dengan mengangkut panas yang terakumulasi di permukaan selama tahap pembentukan *Hot Event* ke lapisan yang lebih dalam selama tahap peluruhan, sehingga menyebabkan suhu di kolom air menjadi lebih seragam (Wirasatriya *et al.*, 2020).

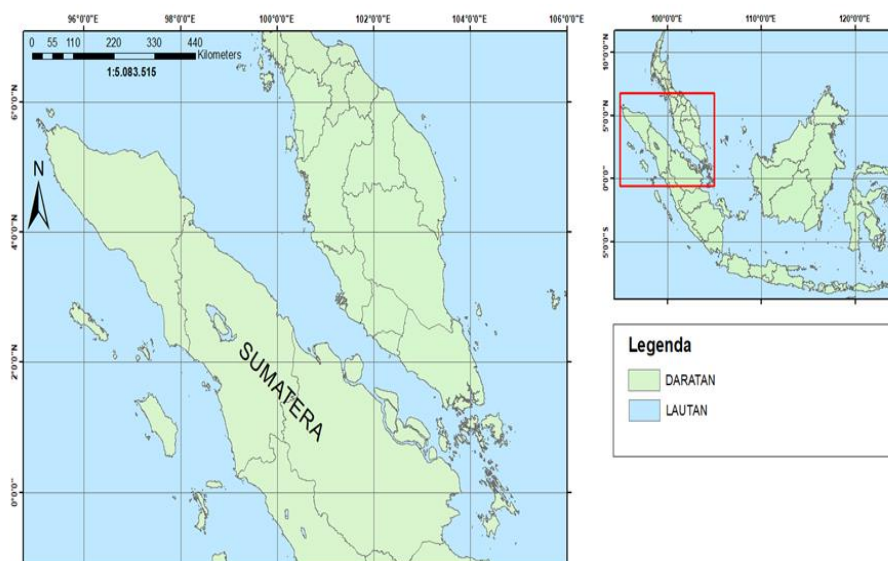
Samudra Pasifik memiliki banyak pulau kecil yang berperan dalam melemahkan kecepatan angin. Salah satu faktor penyebab suhu permukaan laut (SPL) tinggi adalah sirkulasi angin lemah (Wirasatriya *et al.*, 2015), sehingga memungkinkan untuk terjadinya SPL yang tetap panas karena minimnya interaksi permukaan laut dengan angin. SPL dan awan reflektif dalam proses pembentukan *Hot Event* memiliki keterkaitan, yaitu seiring dengan meningkatnya SPL maka akan meningkat pula jumlah awan reflektif, namun pada kondisi SPL  $30^\circ \text{C}$  nilai awan reflektif akan

menurun. Hal ini terjadi karena fenomena kolom panas membutuhkan awan reflektif yang kecil (kondisi langit yang bersih) sehingga penyinaran matahari ke permukaan laut tidak terhalang oleh awan dan menyebabkan kondisi permukaan laut menjadi panas, dan pada akhirnya terjadi fenomena *Hot Event* yang kemudian mendorong terjadinya fenomena kolom panas yang berperan penting dalam mengatur variasi iklim global di dunia (Webster, 1994).

Selat Malaka merupakan satu bagian dengan dataran utama Asia dan beberapa laut dan teluk seperti Laut Cina Selatan, Teluk Thailand, dan Laut Jawa. Selat Malaka di bagian paling sempit memiliki kedalaman sekitar 30 m dan lebar 35 km. Kedalaman Selat Malaka meningkat secara gradual hingga 100 m sebelum *continental slope* Laut Andaman dan Selat Malaka merupakan selat yang relatif sempit dengan pertukaran air kecil walupun arus terkadang kuat (Wyrтки, 1961). Selat Malaka memiliki dinamika oseanografi kompleks karena kondisi selat ini berbeda dengan teluk yang tertutup. Kondisi geografis di sekitar Selat Malaka yang memiliki banyak pulau dan pegunungan memungkinkan untuk memperkecil sirkulasi angin. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi serta mengetahui mekanisme fenomena SPL  $> 30^\circ \text{C}$  sangat sering terjadi di wilayah Selat Malaka.

## MATERI DAN METODE

Penelitian ini berfokus pada Selat Malaka dengan koordinat ( $1^\circ \text{LS} - 7^\circ \text{LU}$  dan  $95^\circ \text{BT} - 106^\circ \text{BT}$ ) yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Wilayah Penelitian di Selat Malaka

Data SPL yang digunakan adalah SPL interpolasi optimal yang disebut *New Generation Sea Surface Temperature version 2.0a (NGSST-O-Global-V2.0a)* dengan resolusi spasial 10 km. Wirasatriya *et al.* (2020) menggunakan NGSST-O-Global-V2.0a untuk mengidentifikasi Hot Event di Samudra Pasifik bagian barat periode 2003-2011. Data ini adalah hasil penggabungan data SPL yang diperoleh dari dua sensor satelit microwave (AMSR-E dan WindSat). Data angin CCMP resolusi spasial 25 km diunduh dari laman <http://remss.com/>, data arus permukaan laut resolusi spasial 8.3 km diunduh dari laman <http://marine.copernicus.eu> dengan. Data radiasi matahari (*solar radiation*) adalah data radiasi pendek resolusi 25 km yang diperoleh dari laman <https://cds.climate.copernicus.eu/>, dan data batimetri ETOPO2v2 resolusi spasial 1 arc-menit dan dapat diakses dari <https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global>. Semua data yang digunakan pada penelitian ini adalah data harian periode 2003-2015 atau selama 13 tahun. Pertama, semua data dirata-rata menjadi data klimatologi bulanan untuk mengetahui variasi musiman dari semua parameter menggunakan rumus Wirasatriya *et al.* (2017) :

$$\bar{x}b(x, y) = \frac{1}{mh} \sum_{i=1}^{mh} xi(x, y, t)$$

Keterangan :  $\bar{x}b(x, y)$  = rata – rata harian;  
 $xi(x, y, t)$  = data jam ke-i pada posisi bujur x, lintang y dan jam ke-t;  $mh$  = jumlah jam dalam 1 hari;  $i = 1 =$  jam ke-1; \*Jika  $xi = \text{Nan}$  (*Not a Number*) adalah nilai numerik yang mewakili nilai yang tidak ditentukan atau tidak terwakilkan, maka data tersebut tidak memiliki nilai (data kosong) dan tidak diasumsikan dalam perhitungan rata – rata.

Selanjutnya persentase kejadian SPL > 30°C di Selat Malaka selama 13 tahun diidentifikasi di setiap piksel data SPL.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

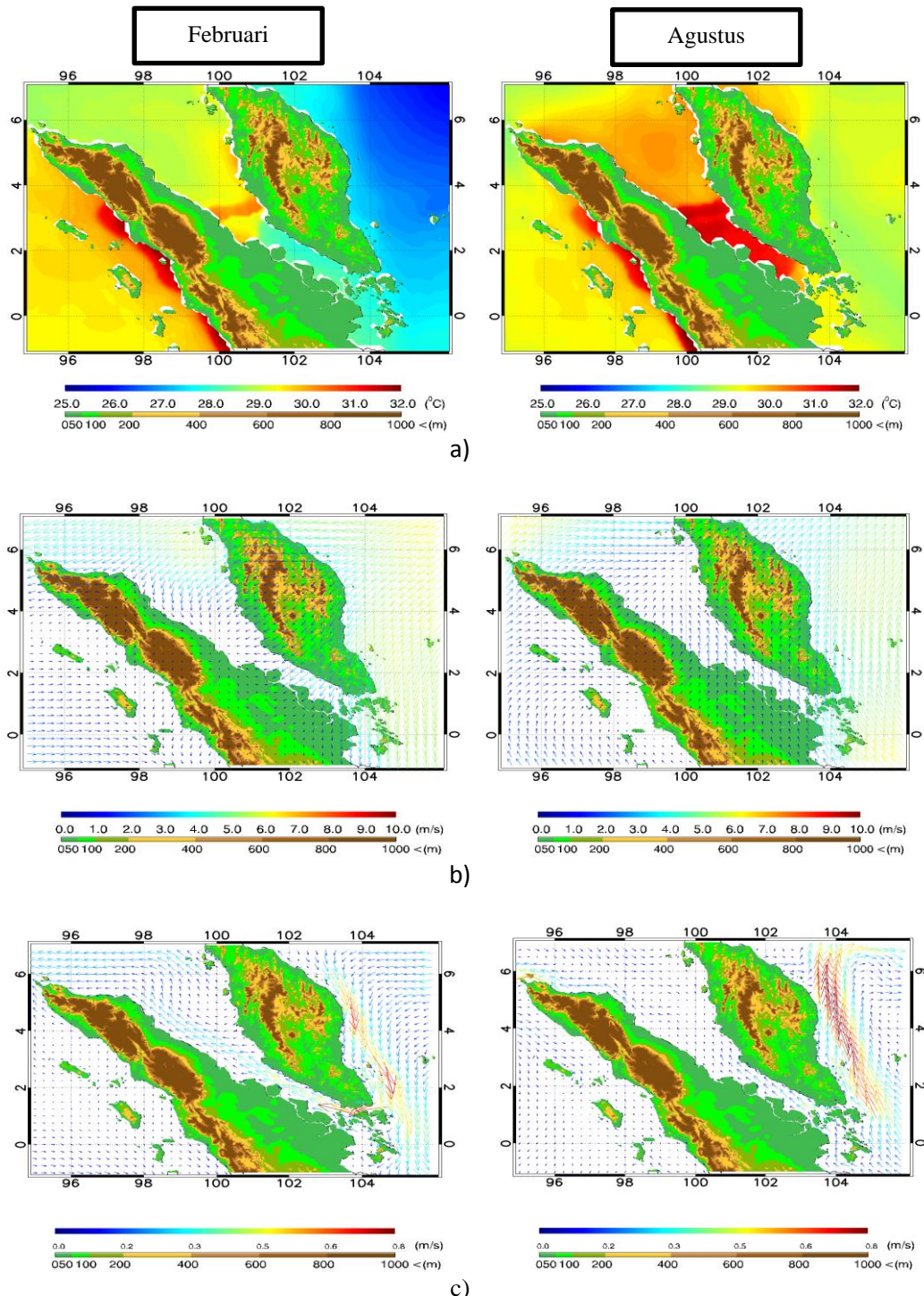
Peningkatan variabilitas musiman SPL terjadi dari bulan Januari hingga Juni, dengan SPL tertinggi terjadi pada bulan April dengan nilai 32 °C. Pada saat yang sama kecepatan angin mengalami penurunan. Pada bulan Juli hingga Desember SPL mengalami penurunan sedikit demi sedikit, sehingga lebih dingin dibandingkan dengan bulan-bulan sebelumnya, yaitu berkisar 29-30°C. Penurunan SPL ini disebabkan adanya peningkatan kecepatan angin dari bulan Juli

hingga Desember. Tingginya nilai SPL pada musim peralihan I (Maret-Mei) dengan kisaran 29.5-31.9°C, pada musim peralihan II (September-November) dengan kisaran SPL 29.5-31.5 °C, dan rendahnya SPL pada musim barat (Desember-Februari) di beberapa wilayah di Selat Malaka dengan kisaran SPL 28.5-30.5 °C serta pada musim timur (Juni-Agustus) dengan kisaran SPL 30-32.03 °C berkaitan erat dengan perbedaan pergerakan pola angin. Kecepatan angin yang melemah dari bulan Maret hingga mencapai kecepatan angin terendah terjadi pada bulan April dengan kisaran 0,1–2,5 m/det menyebabkan peningkatan SPL juga dipengaruhi oleh angin monsun, yaitu angin monsun barat dan monsun timur, meskipun terlihat pengaruh di beberapa wilayah terluar Selat Malaka. Clark *et al.* (2000) menjelaskan kuatnya angin monsun mengakibatkan meningkatnya transpor Ekman, pencampuran vertikal dan tingginya bahang yang hilang akibat evaporasi sepanjang musim panas, sehingga mengakibatkan terjadinya pendinginan SPL. Sebaliknya bila angin melemah maka pencampuran vertikal massa air menjadi lemah dan bahang yang hilang melalui evaporasi menjadi berkurang, keadaan ini berdampak terhadap tingginya SPL.

Berdasarkan hasil penelitian ini selain angin, topografi yang mengapit Selat Malaka diduga mempengaruhi variabilitas angin di Selat Malaka. Adanya gunung dan pegunungan menyebabkan penetrasi angin terhalang oleh dataran tinggi tersebut dan mengubah sirkulasi angin di Selat Malaka. Arus permukaan laut yang dibangkitkan oleh angin ikut mempengaruhi distribusi massa air (Yoga *et al.*, 2014). Distribusi massa air ini dapat mempengaruhi SPL. Tenaga angin memberikan pengaruh terhadap arus permukaan laut sekitar 2% dari kecepatan angin itu sendiri. Arus permukaan dari bulan Desember hingga Februari (musim barat) bergerak dengan kecepatan yang cenderung lebih kuat dibandingkan bulan Maret hingga Mei. Walaupun kecepatan arus cenderung lemah tetapi arahnya mengalami perubahan, dan hal ini melemahkan proses pencampuran massa air laut secara vertikal sehingga bahang yang hilang melalui evaporasi menjadi berkurang. Keadaan ini berdampak terhadap tingginya SPL (Clark *et al.*, 2000). Pada bulan Juni hingga Agustus (musim timur) kecepatan arus cenderung kuat di luar selat, namun di dalam Selat Malaka tidak terlalu terpengaruh, yaitu hanya mengalami sedikit kenaikan kecepatan arus. Hal ini disebabkan oleh faktor dari jalur

masuk arus yang sempit dan banyak terhalang oleh pulau-pulau kecil di Selat Malaka bagian timur. Sedangkan pada musim peralihan II (September-November) pergerakan arus sedikit mengalami kenaikan dan pergerakannya menuju ke arah barat laut. Perbedaan kekuatan arus ini dapat terlihat dari

arah arus di setiap musim, yaitu arah arus yang bergerak ke arah selat lebih mudah masuk, sedangkan arah arus yang tidak mengarah ke selat hanya memberikan kontribusi arus yang sangat kecil, dengan suplai arus paling dominan berasal dari Laut Natuna Utara.



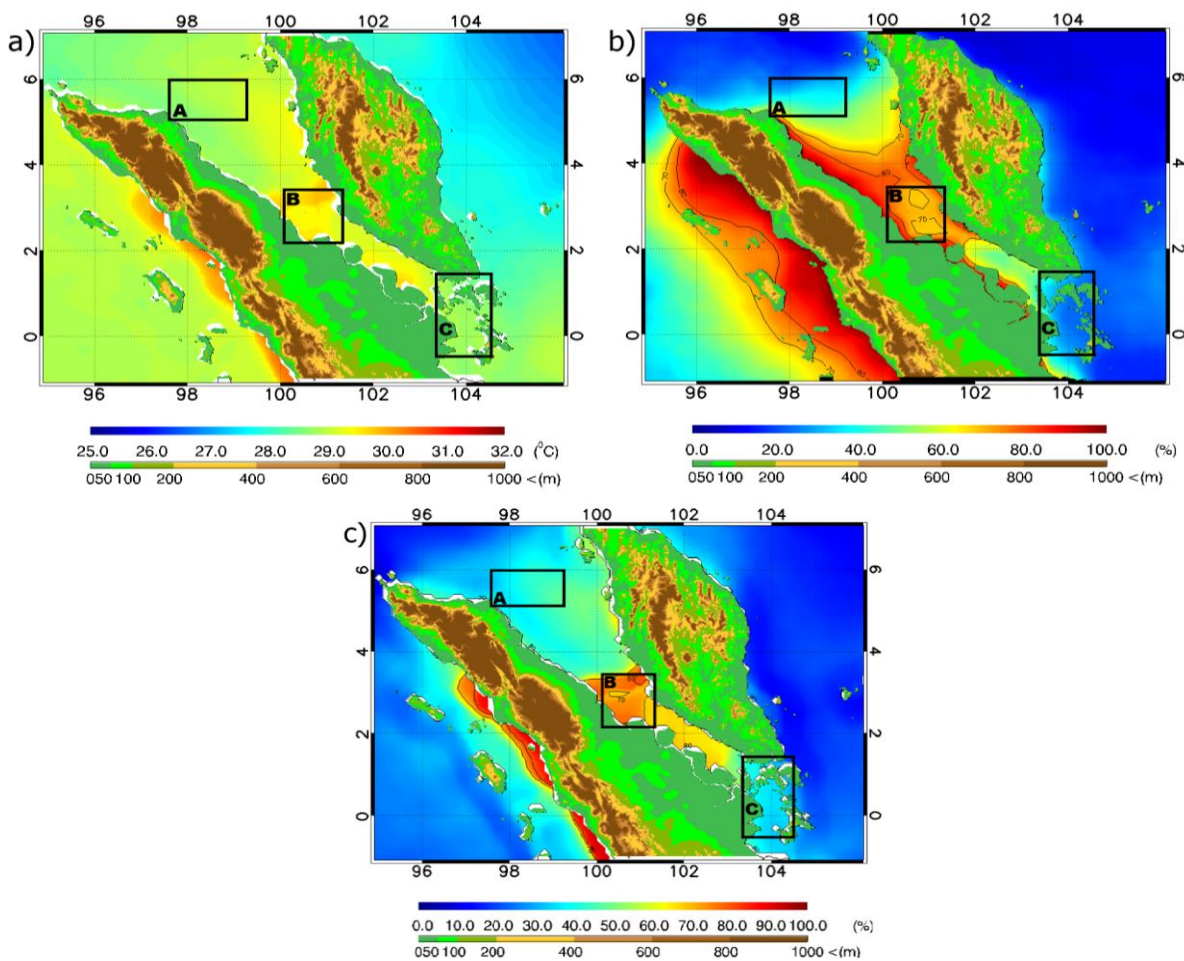
**Gambar 2.** Variasi Musiman a) SPL, b) Angin dan c) Arus Permukaan selama 13 tahun (2003-2015) pada musim barat (Februari) dan musim timur (Agustus) di Selat Malaka.

Variabilitas SPL di Selat Malaka dominan dipengaruhi oleh angin dan arus permukaan. Hasil analisis SPL menunjukkan pola yang unik. Area kajian A dan C yang terletak di ujung barat dan timur Selat Malaka yang juga merupakan perairan terluar Selat Malaka yang memiliki SPL lebih rendah dibandingkan dengan area kajian B yang berada di tengah Selat Malaka (Gambar 3).

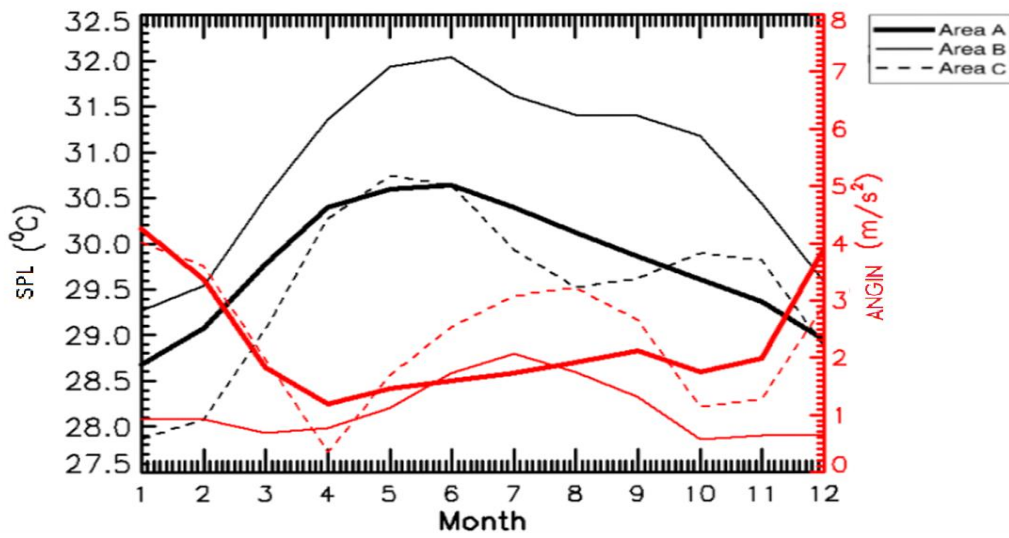
SPL di wilayah kajian A dan C yang diperlihatkan Gambar 3 berkisar 28.5 °C – 29.59 °C, sedangkan untuk wilayah B SPL berkisar 30°C – 30.32°C. Persentase SPL lebih dari 30 °C di wilayah A dan C sebesar 30-50 %, artinya SPL > 30 °C sangat jarang terjadi di daerah tersebut. Sebaliknya wilayah B memiliki persentase 70-80% yang artinya kejadian SPL > 30 °C hampir setiap hari terjadi selama 13 tahun. Perbedaan SPL antara wilayah kajian B dan C terhadap wilayah A di Selat Malaka disebabkan pengaruh kuat dari

lemahnya kecepatan angin di wilayah tersebut. **Gambar 3b** menunjukkan wilayah kajian A dan C memiliki kurang dari 25-45% persentase angin lemah 2 m/det, artinya di kedua wilayah tersebut jarang terjadi kejadian angin lemah dengan kecepatan 2 m/det. Sebaliknya di wilayah kajian B terdapat persentase lebih dari 70-80% yang artinya hampir setiap hari angin yang melewati daerah tersebut lemah kurang dari 2 m/det.

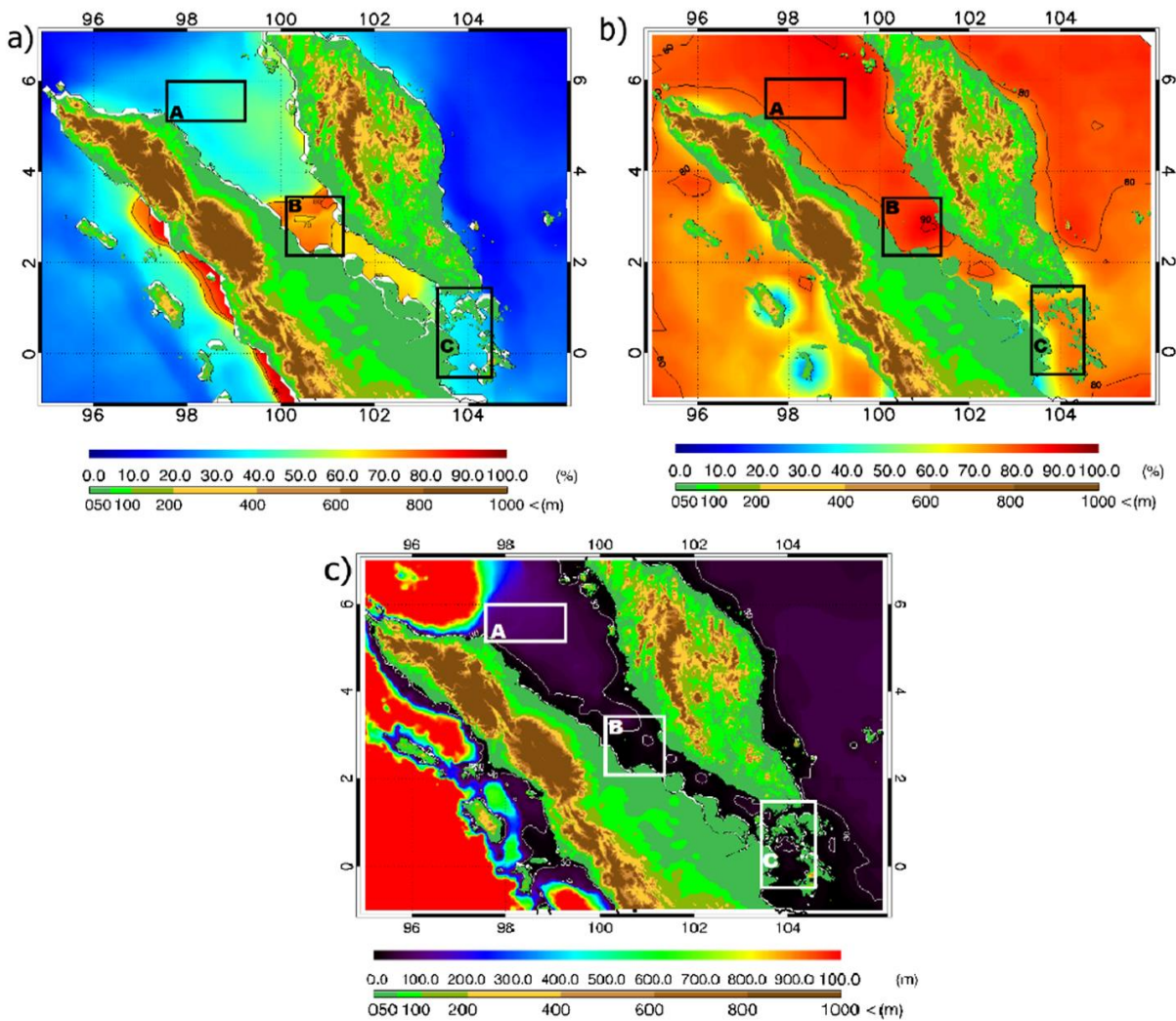
Kecepatan angin yang terlihat pada Gambar 4 menunjukkan kecepatan angin lemah mendominasi wilayah kajian B dan angin terkuat berada di wilayah kajian C. Secara umum kecepatan angin lemah terjadi pada bulan April di wilayah A, B, dan C, yaitu 1.20 m/det, 0.77 m/det, dan 0.36 m/det dengan nilai SPL sebesar 30.39°C, 31.35°C, dan 30.26°C. Sedangkan kecepatan angin kuat pada bulan Juli di wilayah kajian A, B, dan C dengan nilai 1.72 m/det, 2.07 m/det, dan 3.07 m/det



**Gambar 3.** a) SPL klimatologi (2003-2015), b) Persentase angin lemah < 2m/det. c) Persentase SPL >30°C. Kontur hitam di b) dan c) menunjukkan presentase 70% dan 80%.



Gambar 4. Grafik SPL dan angin di wilayah kajian A , B, dan C.



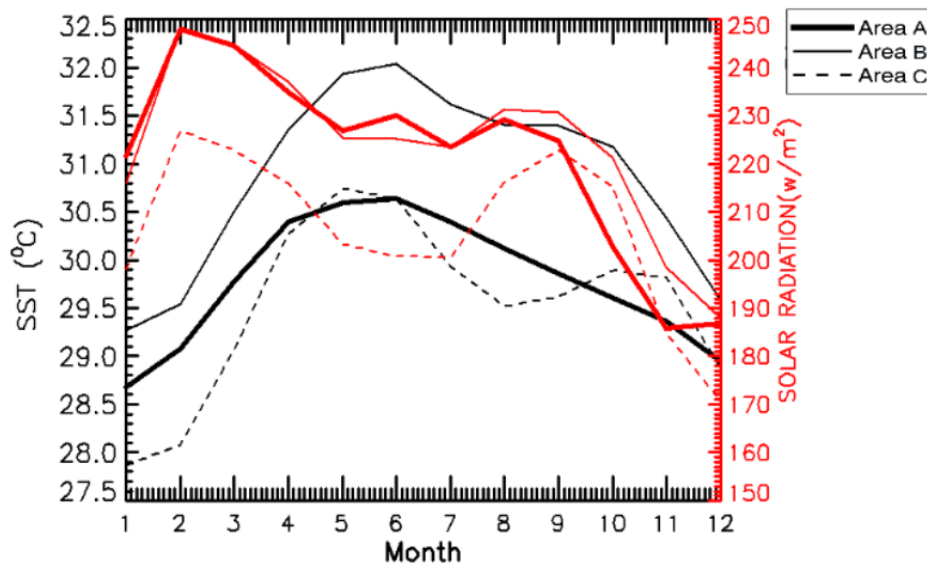
Gambar 5. a) Persentase SPL > 30 °C b) Persentase radiasi matahari 200 W/m<sup>2</sup> c) Batimetri. Kontur putih merupakan isobath 30 m. Kontur hitam di a) dan b) menunjukkan presentase 70% dan 80%

dengan SPL 30.39°C, 31.61°C, dan 29.93°C. Gambar 4 menunjukkan SPL tinggi terjadi di wilayah kajian A, B, dan C, yaitu SPL di wilayah kajian B lebih tinggi dibandingkan wilayah kajian A dan C, serta kecepatan angin lebih lemah di wilayah B dibandingkan dua wilayah lainnya. Menurut Wirasatriya *et al.* (2015) kecepatan angin lemah mengakibatkan SPL tinggi dan penurunan SPL disebabkan kecepatan angin yang meningkat (Wirasatriya *et al.*, 2019).

Menurut Huang *et al.* (2018) radiasi gelombang pendek matahari memiliki dampak langsung pada SPL. Gambar 5b menunjukkan nilai radiasi di wilayah kajian B memiliki nilai SPL tinggi dengan persentase sekitar 80-90 %. Sedangkan wilayah A memiliki nilai persentase 80 %, yang berarti SPL di daerah A lebih rendah dari wilayah kajian B. Sementara itu di daerah C memiliki nilai persentase radiasi yang lebih rendah sekitar 60-70%, dengan nilai SPL di daerah kajian C tidak setinggi di wilayah kajian A dan B. Wirasatriya *et al.* (2018) menjelaskan rendahnya SPL diakibatkan karena kecepatan angin meningkat, demikian juga sebaliknya. Daerah dengan kecepatan angin kuat, pelepasan panas laten juga tinggi. Fluks panas laten berperan penting dalam mengatur pelepasan panas yang dikendalikan oleh kecepatan angin.

Berdasarkan Gambar 6 wilayah kajian B memiliki SPL tinggi (> 29°C) dan radiasi tinggi (> 200 W/m<sup>2</sup>). Namun pada wilayah kajian A dan C

yang memiliki SPL tidak tinggi juga mempunyai nilai radiasi matahari yang tinggi (khususnya wilayah kajian A). Menurut Wirasatriya *et al.* (2015) kejadian *Hot Event* di Pasifik barat terjadi ketika SPL tinggi, radiasi matahari tinggi, dan angin lemah, namun demikian dijelaskan juga tingkat radiasi matahari tinggi sering terjadi baik di dalam maupun di luar *Hot Event*. Namun kecepatan angin rendah hanya terjadi di dalam wilayah *Hot Event*. Fenomena tersebut membutuhkan tingkat radiasi matahari tinggi (>200 W/m<sup>2</sup>), namun tingkat radiasi matahari tinggi tidak selalu *Hot Event*. Meskipun tingkat radiasi matahari tinggi di wilayah kajian A, adanya kecepatan angin lemah menjadi kunci utama terjadinya SPL tinggi. Menurut Wirasatriya *et al.* (2016) angin mempengaruhi variabilitas radiasi matahari selama terjadinya *Hot Event* dengan mengendalikan pasokan uap air di troposfer atas melalui penguapan permukaan dan variasi konvergensi permukaan. **Gambar 6** menunjukkan adanya beberapa penyimpangan radiasi matahari pada musim dingin, hal ini terjadi karena nilai radiasi matahari merupakan gabungan nilai-nilai di wilayah utara, selatan, dan khatulistiwa (Huang *et al.*, 2018). Perbedaan SPL di wilayah kajian A, B, dan C selain dipengaruhi angin lemah dan radiasi pendek matahari yang tinggi, diduga juga dipengaruhi batimetri. Menurut Xie *et al.* (2002) dalam Kalangi *et al.* (2013) faktor lain yang mempengaruhi suhu perairan adalah batimetri.



**Gambar 6.** Grafik SPL dan radiasi matahari di wilayah kajian A, B, dan C.

Gambar 5c menunjukkan wilayah kajian B memiliki batimetri dangkal, yaitu kurang dari 30 m. Sedangkan wilayah kajian A memiliki kedalaman sekitar 100 m dan wilayah kajian C memiliki kedalaman kurang dari 30 m. Dangkalnya kedalaman di beberapa wilayah mengakibatkan volume air yang dipanaskan lebih sedikit. Dengan adanya proses pemanasan yang cepat menyebabkan SPL di area kajian B lebih tinggi dibandingkan wilayah A. Gambar 6 mengilustrasikan nilai radiasi matahari yang hampir sama namun yang membedakan adalah batimetri, yaitu batimetri wilayah B lebih dangkal dibandingkan wilayah A, sehingga pemanasan di wilayah kajian B lebih cepat daripada wilayah kajian A. Wirasatriya *et al.* (2018) menjelaskan fitur terperinci dari konsentrasi klorofil-a dan SPL bahwa meskipun kecepatan angin permukaan sama, perbedaan karakteristik topografi dasar dan keberadaan tanah penghalang menyebabkan perbedaan distribusi klorofil-a dan SPL.

## KESIMPULAN

Variasi klimatologi bulanan SPL tinggi dan konstan di Selat Malaka terjadi pada musim timur dengan kisaran SPL 30-32 °C. Sedangkan SPL paling rendah terjadi pada musim barat dengan kisaran 28.5-30.5 °C dan pada musim peralihan I dan II dengan kisaran 29.5-32 °C dan 29-31.5 °C. Fenomena SPL tinggi > 30 °C dan konstan di wilayah kajian B dipengaruhi oleh lemahnya kecepatan angin (< 2 m/det). Kecepatan angin yang lemah disebabkan topografi yang mengapit Selat Malaka. Fenomena SPL tinggi > 30 °C dan konstan di wilayah kajian A terhadap wilayah B dan C dipengaruhi radiasi matahari kuat 200 W/m<sup>2</sup> di wilayah kajian B dibandingkan 2 wilayah lainnya, serta batimetri dangkal sehingga proses pemanasan massa air di wilayah A lebih cepat dibandingkan dengan wilayah lainnya yang memiliki batimetri lebih dalam.

## DAFTAR PUSTAKA

Clark, C.O., Cole, J.E. & Webster, P.J., 2000. Indian Ocean SST and Indian summer rainfall: Predictive relationships and their decadal variability. *Journal of Climate*, 14:2503-2519.

Huang, Y., Guo, B. & Subrahmanyam, M.V. 2018. Shortwave Radiation and Sea Surface Temperature Variations over East and West Tropical Pacific Ocean. *Open Access Library Journal*, 5(8):1-9.

Kalangi, P.N., Mandagi, A., Masengi, K.W., Luasunaung, A., Pangalila, F.P. & Iwata, M., 2013. Sebaran Suhu Dan Salinitas Di Teluk Manado. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*, 9(2):70-75.

Tomczak, M & Godfrey, J.S. 1994. *Regional Oceanography: An Introduction*. Butler & Tanner Ltd. Frome and London, 105-110.

Wirasatriya, A., Kawamura, H., Helmi, M., Sugianto, D.N., Shimada, T., Hosoda, K., Handoyo, G., Putra, Y.D.G. & Koch, M., 2020. Thermal structure of Hot Events and their possible role in maintaining the warm isothermal layer in the Western Pacific warm pool. *Ocean Dynamics*, 70:771–786.

Wirasatriya, A., Kawamura, H., Shimada, T. & Hosoda, K., 2015. Climatology of Hot Events in The Western Equatorial Pasific. *Journal of Oceanography*, 71(1):77–90.

Wirasatriya, A., Kawamura, H., Shimada, T. & Hosoda, K., 2016. Atmospheric structure favoring high sea surface temperatures in the western equatorial Pacific. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 121(19):11-368.

Wirasatriya, A., Maslukah, L., Satriadi, A., & Armanto, R. D. 2018. Different responses of chlorophyll-a concentration and sea surface temperature (SST) on southeasterly wind blowing in the Sunda Strait. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 139(1):p.012028.

Wirasatriya, A., Sugianto, D.N., Helmi, M., Maslukah, L., Widiyandono, R.T., Herawati V.E., Subardjo, P., Handoyo, G., Hariyadi, Marwoto, J., Suryaputro, A.A.D., Atmodjo, W., & Setiyono, H. 2019. Heat flux aspects on the seasonal variability of sea surface temperature in Java Sea. *Ecology, environment & Conservation*, 25(1):434-442.

Wirasatriya, A., Sugianto, D. N., Helmi, M., Setiawan, R. Y., & Koch, M. 2019. Distinct characteristics of SST variabilities in the Sulawesi sea and the northern part of the Maluku sea during the southeast monsoon. *Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 12(6):1763-1770.

Wirasatriya, A., Prasetyawan, I.B, Triyono, C.D., Muslim & Maslukah, L., 2017. Effect Of ENSO On The Variability Of SST And Chlorophyll-A In Java Sea. *3rd International Conference On Tropical And Coastal Region*



*Eco-Development 2017, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*  
116:012063

Wyrski, K. 1961 . Physical oceanography of the Southeast Asian waters . Vol.2, University of California, Scripps Institution of Oceanography, 5-10.

Yoga, R.B., Setyono, H & Harsono, G. 2014. Dinamika upwelling dan downwelling berdasarkan variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a di perairan Selatan Jawa. *Journal of Oceanography*, 3(1):57-66.