

ANALISIS TEMPORAL KEJADIAN PEMUTIHAN TERUMBU KARANG DI SEGITIGA TERUMBU KARANG (*CORAL TRIANGLE*) TAHUN 2017-2022

Dhiva Aulia Dzarin, A. Md., Dra. Alif Noor Anna, M. Si.
Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Surakarta

Abstrak

Terumbu karang merupakan organisme dasar laut yang memiliki nilai-nilai ekologis dan ekonomis yang sangat tinggi. Namun, terumbu karang pada masa sekarang sedang menghadapi degradasi yang diakibatkan oleh peningkatan pemanasan global dan menyebabkan coral bleaching. Coral bleaching akan semakin parah jika dibarengi dengan adanya fenomena El Nino yang membuat SPL naik di atas suhu normal. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh fenomena El Nino tahun 2018-2019 terhadap kejadian coral bleaching, letak SPL tinggi bulanan, dan perubahan luas status pemutihan terumbu karang tahunan. Penelitian ini berfokus pada tahun 2017-2022 di Segitiga Terumbu Karang dengan memanfaatkan data SPL bulanan citra Aqua MODIS level 3. Perhitungan SPL normal, hotspot (HS), dan Degree Heating Week (DHW) dilakukan untuk menghasilkan nilai yang merepresentasikan kelas-kelas proses coral bleaching. Hasil penelitian menunjukkan bahwa letak SPL tinggi bulanan memiliki pola yang sama setiap tahunnya, yaitu SPL tinggi berada di Timur Coral Triangle pada awal tahun, lalu berpindah ke Barat pada pertengahan tahun, dan kembali ke Timur pada akhir tahun. Pengaruh SPL tinggi tahun 2017-2022 terhadap proses coral bleaching hanya sampai kelas Watch dengan luasan terbesar terjadi di tahun 2020 dan terendahnya terjadi pada tahun 2018. Hal ini menunjukkan bahwa kejadian El Nino tahun 2018-2019 tidak berdampak signifikan terhadap pemutihan terumbu karang dan kejadian pemutihan terumbu karang tidak hanya dipengaruhi oleh fenomena ENSO, tetapi juga faktor lain seperti keadaan IOD

Kata Kunci: Pemutihan Terumbu Karang, Segitiga Terumbu Karang, El Nino

Abstract

Coral reefs are seafloor organisms that have high ecological and economic values. However, coral reefs are currently facing degradation due to increased global warming, then causing coral bleaching. Coral bleaching will get worse if accompanied by the El Nino phenomenon which makes SPL rise above normal temperatures. This study was conducted to determine the effect of the 2018-2019 El Nino phenomenon to coral bleaching event, monthly high SPL location, and annual changes of coral bleaching status. This research focuses on 2017-2022 period in the Coral Triangle by utilizing monthly SPL data from Aqua MODIS level 3. Normal SPL, hotspot (HS), and Degree Heating Week (DHW) calculations were performed to produce values that represent classes of coral bleaching processes. The results showed that the monthly high SPL has the same location every year; it shows high SPL in the East of the Coral Triangle at the beginning of the year, then moves to the West in the middle of the year, and returns to the East at the end of the year. The influence of high SPL in 2017-2022 on the coral bleaching process is only up to the Watch class with the largest area occurring in 2020 and the lowest occurring in 2018. This shows that the El Nino event in 2018-2019 did not have a significant impact on coral bleaching and the coral bleaching event is not only influenced by the ENSO phenomenon, but also other factors such as IOD.

Keywords: Coral Bleaching, Coral Triangle, El Nino

1. PENDAHULUAN

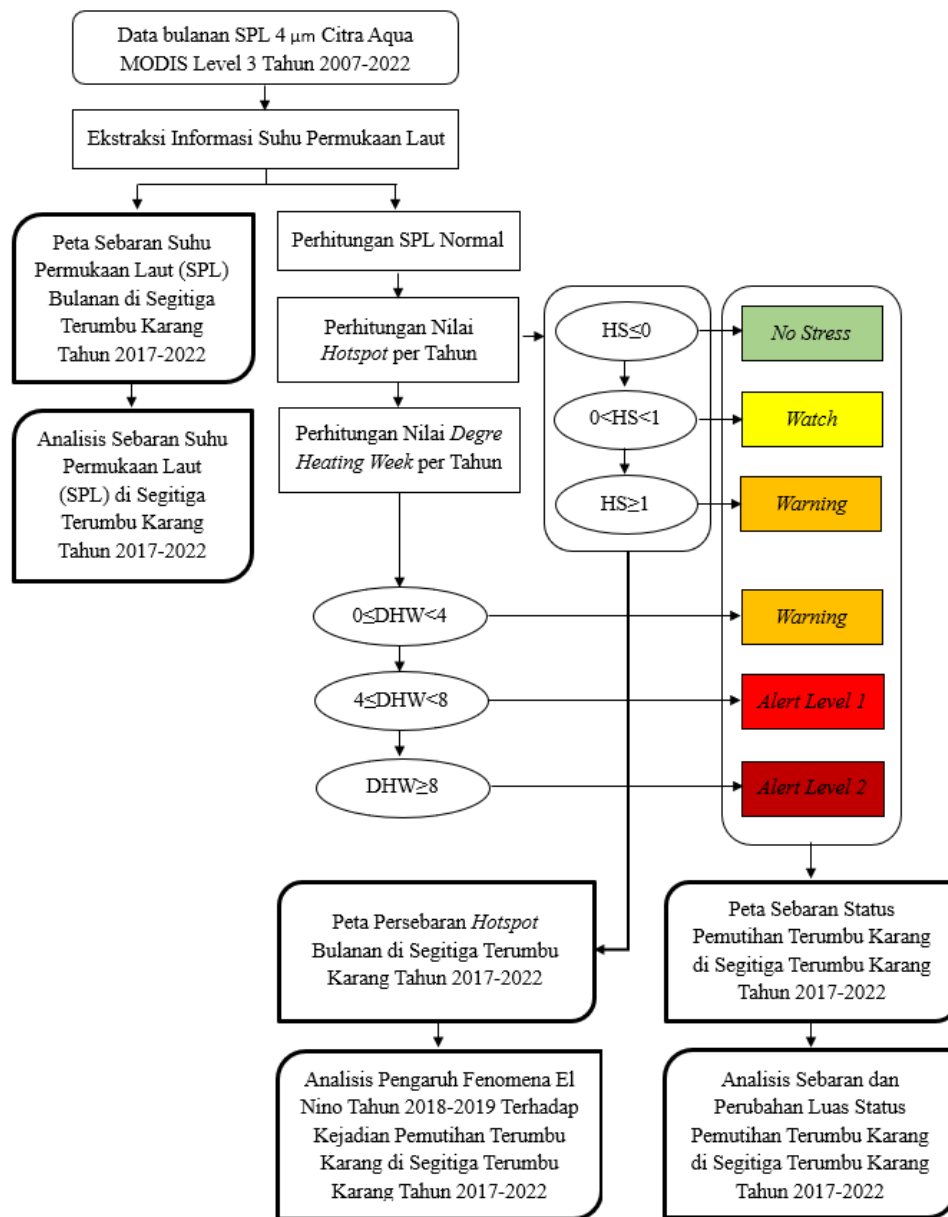
Terumbu karang merupakan binatang karang yang menghasilkan bahan kapur (CaCO_3), hidup berkumpul menjadi satu kesatuan, dan saling bersimbiosis. Terumbu karang mempertahankan hidupnya dengan memanfaatkan nutrisi yang disuplai dari alga yang hidup di jaringan karang bernama *zooxanthellae*. Alga ini melakukan fotosintesis dan akhirnya memberikan warna hijau pada terumbu karang. Terumbu karang memiliki peran ekologis dan ekonomis yang sangat tinggi. Peran ekologisnya seperti, sebagai tempat pemijahan, tempat pengasuhan, tempat mencari makan, dan tempat pembesaran bagi banyak biota laut. Untuk nilai ekonomisnya, terumbu karang dapat dimanfaatkan sebagai tempat penangkaran biota laut, bahan bangunan, bahan baku farmasi, dan potensi wisata (Maulana, dkk., 2016). Namun, manfaat-manfaat tersebut tidak dapat dimanfaatkan oleh banyak orang karena terumbu karang hanya dapat tumbuh di ekosistem tertentu yang mendukung pertumbuhannya. Salah satu wilayah yang memenuhi syarat ekosistem terumbu karang adalah wilayah Segitiga Terumbu Karang atau *The Coral Triangle*. *The Coral Triangle* memiliki diversitas terumbu karang paling tinggi di dunia, yang mana ditemukan 76% spesies terumbu karang perairan dangkal di perairan ini, detailnya berjumlah 605 spesies dari 798 spesies karang (Mujiono & Oktaviani, 2021).

Namun demikian, terumbu karang yang menopang banyak kehidupan laut ini sedang mengalami ancaman yang mengakibatkan degradasi dan kehancuran. Ancaman ini berasal dari aktivitas alam dan aktivitas manusia. Namun, aktivitas alam, seperti pemanasan global yang semakin di luar kendali menjadi faktor yang paling mempengaruhi terjadinya degradasi terumbu karang. Degradasi ini terjadi karena terumbu karang mengalami *coral bleaching* atau pemutihan terumbu karang. Pemutihan terumbu karang akan semakin parah jika dibarengi dengan adanya fenomena El Nino yang membuat suhu permukaan laut naik drastis di atas rata-rata suhu normal. Pemutihan terumbu karang dapat terjadi dimana saja, tidak terkecuali di area Segitiga Terumbu Karang. Kejadian *coral bleaching* dapat dipetakan dengan memanfaatkan data SPL citra Aqua MODIS level 3 yang dilakukan beberapa pengolahan dan perhitungan. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan distribusi SPL, menganalisis perubahan luas status pemutihan terumbu karang tahunan, dan menganalisis pengaruh fenomena El Nino tahun 2018-2019 terhadap kejadian *coral bleaching* di Segitiga Terumbu Karang tahun 2017-2022.

2. METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis data sekunder. Metode analisis kuantitatif dilakukan untuk menganalisis perubahan luasan setiap status pemutihan terumbu karang dari tahun 2017 hingga 2022 dan menganalisis ada atau tidak adanya perubahan

signifikan nilai SPL saat terjadinya fenomena El Nino yang mempengaruhi pemutihan terumbu karang. Penelitian dilakukan menurut diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data SPL 4 μm citra Aqua MODIS level 3 perekaman bulanan tahun 2007-2022 yang diperoleh dari *website* NASA, data *shapefile* area Segitiga Terumbu Karang yang diperoleh dengan digitasi peta cetak, dan data *shapefile* batas administrasi negara yang diperoleh dari *website* Tanah Air Indonesia.

2.2 Pengolahan Data

Pengolahan data diawali dengan proses ekstraksi nilai suhu permukaan laut di area Segitiga Terumbu Karang. Nilai SPL diperoleh dengan melakukan ekstraksi data SPL Aqua MODIS level

3 bulanan tahun 2007 hingga tahun 2022 dengan memanfaatkan aplikasi SeaDAS. Pemilihan tahun 2007-2022 adalah syarat dalam penentuan nilai *sea surface temperature maximum mean monthly* (SST MMT) atau yang sering disebut dengan SPL normal. SPL normal dapat diketahui dengan menentukan suhu tertinggi dari rata-rata suhu bulanan yang terjadi dalam kurun waktu yang lama, dengan minimal waktu 7 tahun kebelakang (Wouthuyzen, dkk., 2015). Perhitungan nilai *hotspot* (HS) dilakukan setelah nilai SPL normal diketahui. Perhitungan *hotspot* dilakukan hanya pada data penelitian, yaitu tahun 2017-2022 dalam satuan waktu bulanan. Perhitungan nilai *hotspot* seperti di bawah

$$HS_i = SPL - SPL_{normal} \dots \dots \dots (1)$$

Ket :

HS : *Hotspot*

i : Bulan Januari, Februari, Maret, dst

SPL : Nilai SPL

SPL_{normal} : SPL rerata bulanan tertinggi dari tahun 2007-2022

Data bulanan yang memiliki nilai *hotspot* lebih dari 1 ($HS \geq 1$) lalu dilakukan perhitungan nilai DHW (*Degree Heating Weeks*) dengan menggunakan rumus di bawah

$$DHW_i = 4 \times \Sigma HS \text{ (jika } HS \geq 1 \text{ } ^\circ C) \dots \dots \dots (2)$$

Ket :

DHW : *Degree Heating Week*

i : Tahun 2017, 2018, dst

ΣHS : Jumlah nilai *hotspot*

Nilai-nilai yang diperoleh dari pengolahan data dan perhitungan yang sudah dilakukan dapat merepresentasikan kelas-kelas pemutihan terumbu karang. Kriteria kelas-kelas pemutihan terumbu karang seperti tabel di bawah

Tabel 1 Kriteria Status Pemutihan Terumbu Karang

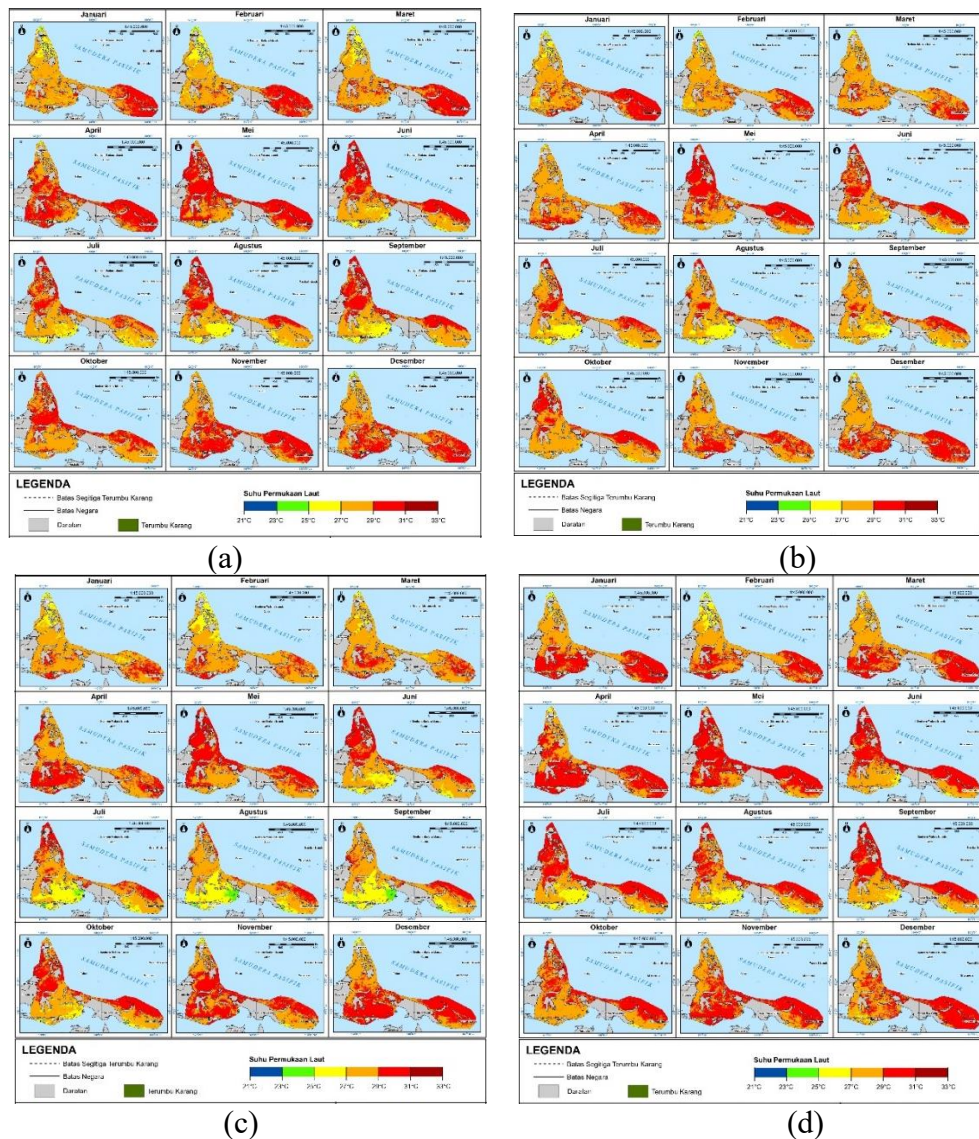
<i>HotSpot</i> (°C)	<i>Degree Heating Week</i> (°C-week)	Status
$HS \leq 0$	-	<i>No Stress</i>
$0 < HS < 1$	-	<i>Watch</i>
$HS \geq 1$	$0 \leq DHW < 4$	<i>Warning</i>
	$4 \leq DHW < 8$	<i>Alert Level 1</i>
	$DHW \geq 8$	<i>Alert Level 2</i>

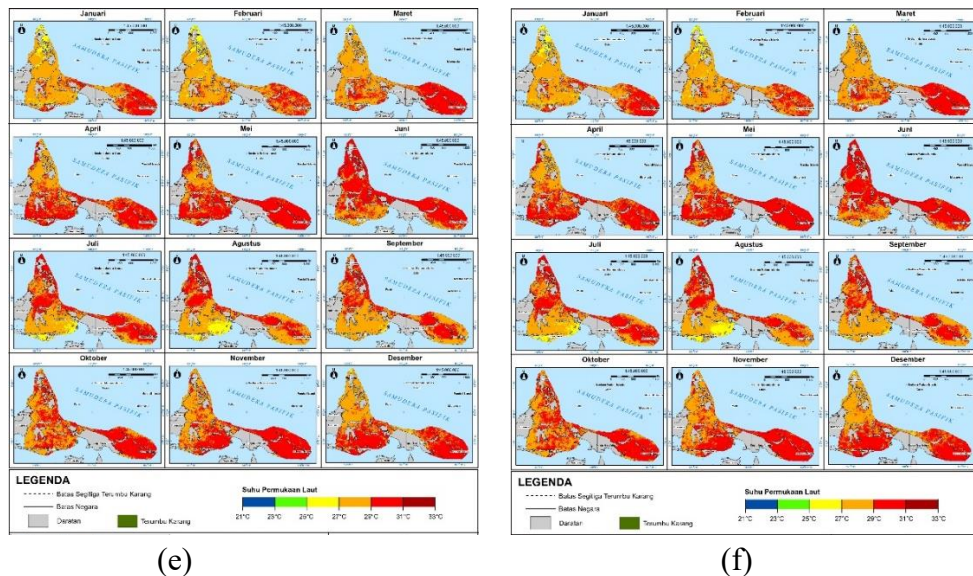
Sumber: (INCOIS, 2011)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Persebaran Suhu Permukaan Laut (SPL) bulanan

Sebaran SPL bulanan di Segitiga Terumbu Karang tahun 2017-2022 menunjukkan pola yang sama, yang mana pada bulan-bulan awal SPL yang tinggi berada di sekitar perairan Kepulauan Solomon. Suhu tinggi ini lalu bergerak ke arah Barat Laut, sehingga di bulan Maret hingga Mei suhu tinggi ini menyebar hampir di seluruh perairan Segitiga Terumbu Karang. Lalu pada bulan Juni hingga September persebaran SPL menunjukkan bahwa suhu tinggi bekonsentrasi di bagian Utara Segitiga Terumbu Karang, yaitu di sekitar perairan Filipina. Bulan Oktober hingga Desember, suhu tinggi ini bergerak kembali ke perairan sekitar Kepulauan Solomon. Siklus pergerakan suhu tinggi ini terus berulang setiap tahun, setidaknya dibuktikan pada tahun 2017 hingga tahun 2022. Perubahan dan pergeseran suhu tinggi SPL ini diakibatkan oleh adanya pergerakan semu tahunan matahari. Persebaran SPL disajikan sebagai data bulanan dari tahun 2017-2022 seperti Gambar 2. Wilayah dengan SPL tinggi diilustrasikan dengan gradasi warna kemerahan, sedangkan wilayah dengan SPL rendah diilustrasikan dengan gradasi warna kebiruan.





Gambar 2 Peta Sebaran SPL Bulanan Segitiga Terumbu Karang Tahun (a) 2017 (b) 2018 (c) 2019 (d) 2020 (e) 2021 (f) 2022

Pola sebaran SPL yang berulang ini merupakan akibat dari gerak semu matahari. Gerak semu matahari merupakan keadaan matahari yang seolah berpindah dari Belahan Bumi Utara menuju ekuator lalu berlanjut menuju Belahan Bumi Selatan, lalu bergerak kembali ke ekuator dan Belahan Bumi Utara (Saefullah & Rostikawati, 2022). Keadaan matahari berada dekat dengan suatu permukaan inilah yang mengakibatkan SPL area tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan SPL area yang jauh dari matahari.

3.2. Suhu permukaan laut rata-rata bulanan atau *sea surface temperature maximum mean monthly* (SST MMM)

Suhu Permukaan Laut normal diperoleh dengan menentukan nilai tertinggi dari rerata bulanan dalam 10 tahun terakhir, yaitu tahun 2007 hingga tahun 2022. Untuk rentan waktu 10 tahun tersebut, data menunjukkan bahwa SPL normal pada Segitiga Terumbu Karang adalah sebesar 31,5°C. SPL normal ini terjadi di dua bulan yang berdekatan, yaitu bulan Mei dan Juni. Diketahui bahwa bulan Mei dan Juni merupakan bulan-bulan terpanas dalam satu tahun dan terjadi pada skala global, tidak terkecuali daerah Segitiga Terumbu Karang. Suhu panas di daerah kajian pada kedua bulan ini dipengaruhi oleh adanya pengaruh angin monsun Australia atau angin Timur. Angin Timur ini bergerak dari bumi Selatan ke bumi Utara melewati gurun yang membawa hawa panas (Simanjuntak, dkk., 2017).

3.3. Luas status pemutihan terumbu karang dan perubahannya dari tahun 2017-2022

Suhu permukaan laut yang tinggi di atas normal akan mengakibatkan kemungkinan terjadinya pemutihan terumbu karang dan akan semakin parah ketika dibarengi dengan fenomena El Nino.

Kelas status pemutihan terumbu karang dibagi menjadi lima kelas, yaitu *No Stress*, *Watch*, *Warning*, *Alert Level 1*, dan *Alert Level 2*. Luas setiap kelas diperoleh dengan mengalikan jumlah piksel dengan nilai 4. Nilai 4 ini merupakan nilai piksel data raster yang 1 piksel-nya sama dengan 4x4 km pada area sesungguhnya. Tabel 2 menunjukkan luas kelas pemutihan terumbu karang tahun 2017-2022.

Tabel 2 Luas Kelas Pemutihan Terumbu Karang (km²) Tahun 2017-2022

Kelas/Tahun	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<i>No Stress</i>	11.892.492	11.892.512	11.892.464	11.892.288	11.892.508	11.892.480
<i>Watch</i>	36	16	64	240	20	48
<i>Warning</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Alert Level 1</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Alert Level 2</i>	0	0	0	0	0	0

Tabel di atas menunjukkan bahwa pada tahun 2017 hingga tahun 2022, proses pemutihan terumbu karang hanya mencapai kelas *watch* dan tidak berkembang lebih parah hingga kelas *Warning*, *Alert Level 1*, dan *Alert Level 2*. Tahun dengan status pemutihan terumbu karang terparah terjadi di tahun 2020 dengan terumbu karang yang mengalami proses pemutihan di kelas *watch* seluas 240 km², sedangkan tahun yang paling sedikit terjadi pemutihan terumbu karang adalah tahun 2018 dengan luas area sebesar 16 km². Meskipun tahun 2020 adalah tahun dengan luas paparan pemutihan terumbu karang terluas, hal ini masih dalam kadar yang tidak mengkhawatirkan karena pemutihan hanya terjadi sampai kelas *watch* yang berarti terumbu karang belum mengalami pemutihan dan masih dalam batasan pemantauan. Selain itu, luas area yang mengalami proses pemutihan *watch* terbilang sangat sempit dibandingkan dengan luas kelas *no stress*, yaitu sebesar 1:49.000.

3.4. Pengaruh Fenomena El Nino Tahun 2018-2019 Terhadap Kejadian Pemutihan Terumbu Karang Tahun 2017-2022

Pada tahun 2018-2019 terjadi fenomena El Nino dan tahun 2020 kondisi ENSO adalah netral, yang mana seharusnya kejadian pemutihan terumbu karang terparah terjadi di tahun 2018-2019 dan kemungkinan pemutihan terumbu di tahun 2020 kecil. Keadaan yang dapat dikatakan berkebalikan ini dapat terjadi karena fenomena El Nino yang terjadi pada tahun 2018-2019 adalah El Nino lemah yang dampaknya tidak terlalu signifikan terhadap kejadian *coral bleaching*. Keadaan El Nino lemah ini dibarengi dengan adanya IOD (+) yang membuat SPL di sekitar Segitiga Terumbu Karang bernilai relatif rendah, sehingga dampaknya kecil terhadap perkembangan proses *coral bleaching*. Berkebalikan dengan tahun 2020, meskipun keadaan ENSO netral, tetapi pada tahun ini terdapat IOD (-) yang membuat SPL sekitar *Coral Triangle* memiliki nilai relatif tinggi, sehingga menghangatkan SPL dan berdampak pada peningkatan proses pemutihan terumbu

karang. Untuk tahun 2017, fenomena yang terjadi adalah ENSO dan IOD netral yang mengakibatkan SPL bersuhu normal, sehingga tidak terlalu mempengaruhi kejadian pemutihan terumbu karang. Tahun 2021-2022, terjadi IOD (-) yang merupakan lanjutan dari tahun sebelumnya, tetapi terjadi juga fenomena La Nina lemah, sehingga suhu muka laut tidak terlalu tinggi meskipun tetap mengakibatkan adanya proses *coral bleaching*.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

1. Letak SPL tinggi di *Coral Triangle* tahun 2017- 2022 pada bulan Januari, Februari, dan Desember berada di Selatan *Coral Triangle*, tepatnya berada di sekitar Kepulauan Solomon, sedangkan bagian Utaranya, tepatnya di bagian Perairan Utara Filipina memiliki SPL yang lebih rendah. Letak SPL tinggi ini berkebalikan dengan bulan Juni-September. Pada bulan Maret, April, Mei, Oktober, dan November, SPL bersuhu tinggi menyebar merata di seluruh bagian *Coral Triangle*.
2. Periode tahun 2017-2022 terjadi proses *coral bleaching* di wilayah Segitiga Terumbu Karang, tetapi hanya sampai kelas *Watch*. Perubahan luas karang yang terpapar pemutihan kelas *watch* cenderung fluktuatif. Nilai luasannya dari tahun 2017 hingga tahun 2022 secara urut adalah, 36 km², 16 km², 64 km², 240 km², 20 km², lalu 48 km². Tahun 2020 adalah tahun dengan kasus *coral bleaching* terluas dibanding lima tahun lainnya, sedangkan tahun 2018 adalah tahun dengan kasus terkecil. Hal ini menunjukkan bahwa tahun 2020 adalah tahun yang memiliki rata-rata suhu tertinggi dan tahun 2018 adalah tahun dengan rata-rata suhu terendah.
3. El Nino yang terjadi pada tahun 2018 - 2019 merupakan fenomena El Nino lemah yang berdampak tidak terlalu signifikan terhadap kejadian *coral bleaching*. Adanya fenomena IOD (+) juga mendukung keadaan SPL bernilai rendah. Keadaan ini berkebalikan dengan tahun 2017, 2020, 2021, dan 2022, yang meskipun tidak terjadi fenomena El Nino, proses pemutihan terumbu karang tetap terjadi. Pemutihan ini terjadi, karena adanya pengaruh IOD (-) yang membuat perairan *Coral Triangle* memiliki SPL tinggi. Dari hal tersebut dapat dimengerti bahwa kejadian El Nino tahun 2018-2019 tidak berdampak signifikan terhadap pemutihan terumbu karang dan kejadian pemutihan terumbu karang tidak hanya dipengaruhi oleh fenomena ENSO, tetapi juga faktor lain seperti keadaan IOD.

4.2 Saran

1. Menggunakan citra dengan tanggal yang memungkinkan terjadinya SPL tinggi, dengan mempertimbangkan fenomena ENSO dan IOD di sekitar wilayah kajian, sehingga perhitungan HS dan DHW dapat dilakukan.

2. Dalam penentuan nilai suhu normal, disarankan menggunakan data dalam periode yang panjang dikarenakan semakin panjang periode data yang digunakan dalam perhitungan, maka akan semakin akurat suhu normalnya dan dapat merepresentasikan setiap kejadian anomali iklim yang terjadi.
3. Merujuk peta penelitian ini dalam pemetaan kemungkinan terjadinya *coral bleaching* di area *Coral Triangle* di penelitian kedepan, yang bertujuan untuk efektifitas luasan wilayah yang diteliti, dikarenakan pada setiap bulan di setiap tahunnya, SPL tinggi memiliki pola sebaran yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- INCOIS. (2011). *Coral Bleaching Alert System*. Hyderabad: Indian National Centre for Ocean Information Services (INCOIS).
- Maulana, H., Anggoro, S., & Yulianto, B. (2016). Kajian Kondisi dan Nilai Ekonomi Manfaat Ekosistem Terumbu Karang di Pantai Wediombo, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14(2), 82–87.
- Mujiono, D. I. K. & Oktaviani, J. (2021). Segitiga Terumbu Karang Dunia (The Coral Triangle): Manfaat, Masalah Dan Upaya. *Jurnal Dinamika Global*, 6(01), 1–19. <https://doi.org/10.36859/jdg.v6i01.405>
- Saefullah, A., & Rostikawati, D. A. (2022). Kajian Siklus Waktu Puasa Penduduk Belahan Bumi Utara dan Bumi Selatan. *Newton-Maxwell Journal of Physics*, 3(1), 1–5. <https://doi.org/10.33369/nmj.v3i1.21030>
- Simanjuntak, J. T., Jannatin, Y., Nuri, I., Zainuddin, I., & Mudzakir, A. (2017). Variabilitas Musiman Distribusi Suhu Permukaan Laut, Angin Permukaan dan Klorofil-A di Laut Banda Periode Tahun 2006-2015. *Seminar Nasional Pengindraan Jauh*, 347–352.
- Wouthuyzen, S., Abrar, M., dan Lorwnes, J. (2015). Pengungkapan Kejadian Pemutihan Karang Tahun 2010 Di Perairan Indonesia Melalui Analisis Suhu Permukaan Laut. *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, 1(3), 305–327.