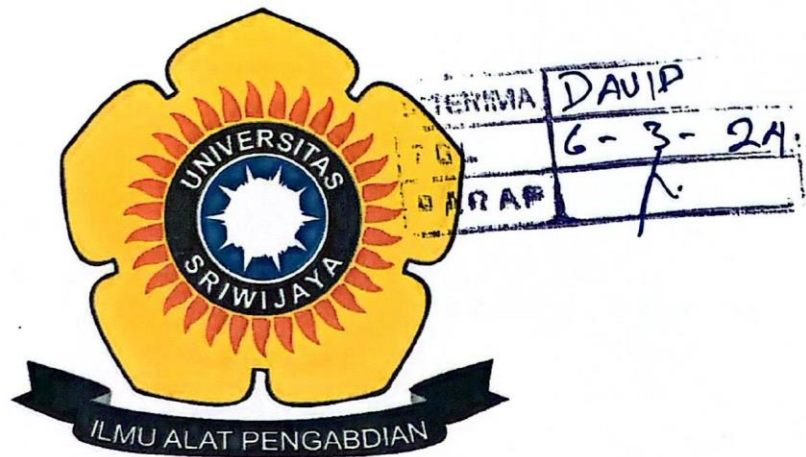


**STUDI PENGARUH GELOMBANG PANAS LAUT (*OCEAN HEATWAVES*)
TERHADAP VARIABILITAS IKLIM GLOBAL
DI WILAYAH SAMUDRA PASIFIK**

SKRIPSI

Dibuat sebagai Syarat untuk Memenuhi Kurikulum Sarjana di Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya



Oleh :

ILFA FINANDA

NIM.08021282025039

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**STUDI PENGARUH GELOMBANG PANAS LAUT (*OCEAN HEATWAVES*)
TERHADAP VARIABILITAS IKLIM GLOBAL
DI WILAYAH SAMUDRA PASIFIK**

Skripsi

Dibuat Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Fisika Fakultas MIPA

Oleh:

ILFA FINANDA

Nim.08021282025039

Indralaya, 7 Februari 2024

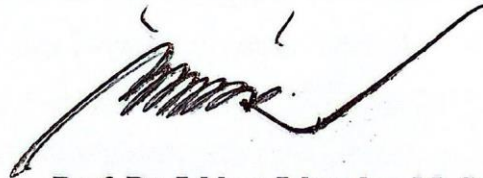
Menyetujui,

Pembimbing I



Prof. Dr. Muhammad Irfan, M. T.
NIP.196409131990031003

Pembimbing II



Prof. Dr. Iskhag Iskandar, M. Sc.
NIP. 197210041997021001

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika**



Dr. Frinsyah Virgo, S. Si., M. T.
NIP.-197009101994121001

PERNYATAAN ORISINILITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, mahasiswa Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya:

Nam : Ilfa Finanda

NIM : 08021282025039

Judul TA : Studi Pengaruh Gelombang Panas Laut (*Ocean Heatwaves*) Terhadap Variabilitas Iklim Global di Wilayah Samudra Pasifik, Studi Kasus California, Amerika

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dengan judul tersebut adalah asli atau orisinal dan mengikuti etika penulisan karya tulis ilmiah sampai pada waktu skripsi ini diselesaikan, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di program studi Fisika, Universitas Sriwijaya.

Demikian surat pernyataan ini dibuat sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Apabila di kemudian hari terdapat kesalahan ataupun keterangan palsu dalam surat pernyataan ini, maka saya siap bertanggung jawab secara akademik dan bersedia menjalani proses hukum yang ada.

Indralaya, 22 Maret 2024



Ilfa Finanda

NIM.0802128282039

**STUDI PENGARUH GELOMBANG PANAS LAUT (*OCEAN HEATWAVES*)
TERHADAP VARIABILITAS IKLIM GLOBAL
DI WILAYAH SAMUDRA PASIFIK**

**Oleh:
Ilfa Finanda
NIM.08021282025039**

ABSTRAK

Selama 100 tahun terakhir, 90% dari kelebihan panas akibat perubahan iklim telah diserap oleh lautan dan diperkirakan suhu laut akan meningkat 1 °C lebih hangat pada tahun 2050. IPCC mengungkapkan bahwa suhu permukaan laut telah meningkat dengan kecepatan hampir 0,6 °C per abad sejak tahun 1880 dan dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya fenomena GPL yang menyebabkan kerentanan ekosistem. Penelitian ini akan membantu dalam upaya mitigasi untuk mengurangi dampak buruk di berbagai sektor akibat GPL dengan mengetahui karakteristik gelombang panas laut menggunakan nilai *threshold*, pergerakan arus laut dan pergerakan angin serta hubungannya dengan osilasi iklim global (ENSO). Waktu dan cakupan wilayah teridentifikasi dari indeks ONI dan visualisasi spasial SST anomali. Wilayah yang teridentifikasi berada di bagian barat California, Amerika Serikat. Pada bulan Oktober dan November tahun 1997 dan 2015 merupakan kejadian terkuat dengan intensitas mencapai 23,18 °C hingga 24,06 °C. Terjadi variabilitas pada kondisi iklim yang dipengaruhi oleh suhu permukaan laut yang hangat, pergerakan arus dan angin selama kejadian GPL.

Kata kunci: Gelombang panas laut, SST, indeks ONI, *threshold*.

Pembimbing I



**Prof. Dr. Muhammad Irfan, M. T.
NIP.196409131990031003**

Indralaya, 7 Februari 2024

**Menyetujui,
Pembimbing II**



**Prof. Dr. Iskhak Iskandar, M. Sc.
NIP. 197210041997021001**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika**



**Dr. Frinsyah Virgo, S. Si., M. T.
NIP. 197009101994121001**

**STUDY OF THE INFLUENCE OF OCEAN HEATWAVES ON GLOBAL
CLIMATE VARIABILITY IN THE PACIFIC OCEAN REGION**

By:
Ilfa Finanda
NIM.08021282025039

ABSTRACT

Over the past 100 years, 90% of the excess heat from climate change has been absorbed by the oceans and it is expected that ocean temperatures will be 1 °C warmer by 2050. The IPCC revealed that sea surface temperatures have been increasing at a rate of nearly 0.6 °C per century since 1880 and may increase the likelihood of MHW phenomena causing ecosystem vulnerability. This research will help in mitigation efforts to reduce adverse impacts in various sectors due to SST by knowing the characteristics of marine heatwaves using threshold values, ocean current movements and wind movements and their relationship with global climate oscillations (ENSO). Time and area coverage were identified from the ONI index and spatial visualization of SST anomalies. The identified region is in the western part of California, USA. October and November in 1997 and 2015 were the strongest events with intensities reaching 23.18 °C to 24.06 °C. There is variability in climatic conditions influenced by warm sea surface temperatures, current and wind movements during SST events.

Keywords: *Marine heatwave, SST, ONI index, threshold.*

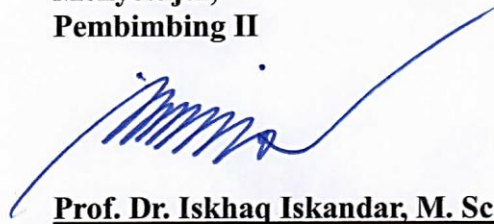
Pembimbing I



Prof. Dr. Muhammad Irfan, M. T.
NIP.196409131990031003

Indralaya, 7 Februari 2024

Menyetujui,
Pembimbing II



Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M. Sc.
NIP. 197210041997021001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Frinsyah Virgo, S. Si., M. T.
NIP. 197009101994121001

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT. berkat segala rahmat dan karunia yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Studi Pengaruh Gelombang Panas Laut (*Ocean Heatwaves*) terhadap Variabilitas Iklim Global di Wilayah Samudra Pasifik” sebagai syarat untuk menyelesaikan studi S1-Fisika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna dalam penyusunan skripsi ini karena penulis hanyalah manusia biasa yang tidak luput dari kesalahan dan akan selalu menerima setiap saran dan masukan yang bertujuan untuk membangun dan memperbaiki, serta penulis masih keterbatasan dalam hal pengalaman, wawasan serta pengetahuan dalam menyempurnakan skripsi ini. Penulis tentunya ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang sudah terlibat dalam proses penyelesaian skripsi ini, baik sebagai teman berdiskusi, membantu dalam hal dan proses administrasi, serta memberikan support kepada penulis. Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak yang turut membantu dalam proses ini:

1. Allah SWT. yang telah memberikan kemudahan, kelancaran, keberkahan atas ilmu dan pelajaran yang didapatkan oleh penulis selama proses belajar dan penelitian ini.
2. Kedua orang tua, Bapak (Alm) Iskandar, BA. dan Ibu Yasnidar, S. Pd. yang selalu memberikan semangat, dorongan dan mendo’akan penulis disetiap waktu mulai dari awal proses belajar hingga akhir hayat.
3. Saudara kandung, Uni Bdn. Ismayur Helfy, S. Keb. dan Abang Kopka Efal Gunadi yang selalu memberikan support, motivasi dan do’a kepada adik tercintanya.
4. Bapak Prof. Hermansyah, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

5. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S. Si., M. T. selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Dr. Erry Koriyanti, S.Si., M. T. selaku dosen pembimbing akademik.
7. Bapak Prof. Dr. Muhammad Irfan, M. T. selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir yang selalu memberikan masukan, ilmu, dan wawasan, serta kesempatan kepada penulis untuk bertanya dan berdiskusi tentang penelitian ini.
8. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M. Sc. selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir yang selalu memberikan saran, masukan, ilmu, dan wawasan, serta kesempatan kepada penulis untuk bertanya dan berdiskusi tentang penelitian ini.
9. Bapak Muhammad Nur, M. Si. selaku dosen mata kuliah di KBI OFSA dan Kak Dominikus Krisna Herlambang yang sudah memberikan ruang diskusi kepada penulis dan membantu selama proses penelitian Tugas Akhir ini.
10. Ibu Erni, S. Si., M. Si., dan Bapak Drs. Hadir Kaban, M. T., selaku dosen penguji I dan penguji II yang telah memberikan saran dan masukan untuk penyempurnaan skripsi ini.
11. Seluruh civitas akademik Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya atas kesempatan, pengalaman, bimbingan, dan pembelajaran yang diberikan selama 4 tahun penulis menjadi mahasiswa.
12. Alya, Dini, dan Okta sebagai teman yang selalu memberikan support dan nasihat kepada penulis dan memberikan kesan yang berharga selama masa perkuliahan.
13. Frizar sebagai satu-satunya teman angkatan 2020 KBI OFSA sebagai teman berdiskusi dan belajar dari semester 5 hingga selesai kuliah.
14. Seluruh teman-teman ANTARIK 20, Keluarga Besar FIM Jambi, FIM Palembang dan Alumni FIM angkatan 25 yang selalu memberi support kepada penulis selama proses menyelesaikan Tugas Akhir.

Semoga Allah SWT. memberikan balasan atas segala kebaikan dan bantuan yang telah diberikan dan penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat untuk kedepannya.

Indralaya, 7 Februari 2024
Penulis

Ilfa Finanda
NIM. 08021282025039

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERSEMBAHAN	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Definisi dan Karakteristik Gelombang Panas Laut.....	4
2.2 Faktor Penyebab Gelombang Panas Laut	5
2.2.1 Pemanasan Global.....	5
2.2.2 Perubahan Iklim	5
2.2.3 Pola Arus Laut.....	6
2.2.4 Pola Sirkulasi Angin	7
2.2.5 Interaksi Antara Laut dan Atmosfer	9
2.3 ENSO (<i>El Nino Southern Oscillation</i>).....	10
2.4 Dampak Gelombang Panas Laut.....	11
2.5 Deteksi dan Pemantauan Gelombang Panas Laut.....	12
2.6 GrADS (<i>Grid Analysis and Display System</i>)	13

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	14
3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	14
3.3 Alat dan Bahan.....	14
3.4 Prosedur Kerja	15
3.4.1 Pelaksanaan Penelitian.....	15
3.4.2 Pengumpulan Data	16
3.4.3 Pengolahan Data	16
3.5 Analisis Data.....	17
3.6 Diagram Alir Penelitian	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1 Karakteristik Gelombang Panas Laut	18
4.1.1 Identifikasi Kawasan GPL	18
4.1.2 Durasi, Intensitas dan Frekuensi GPL.....	24
4.2 Pola Pergerakan Arus dan Angin Selama Fase GPL.....	25
4.2.1 Arus	25
4.2.2 Angin.....	27
4.3 Hubungan <i>El Nino Southern Oscillation</i> (ENSO) dan Gelombang Panas Laut	28
4.3.1 Curah Hujan (<i>Total Precipitation</i>)	29
4.3.2 Temperatur Udara (<i>Air Temperature</i>).....	31
BAB V KESIMPULAN.....	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA.....	34
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola Sirkulasi Arus Laut Dunia	7
Gambar 2.2 Pola Sirkulasi Angin Dunia	8
Gambar 2.3 Fase ENSO, El Nino dan La Nina	11
Gambar 3.1 Wilayah Penelitian	14
Gambar 4.1 Klasifikasi Wilayah Nino	19
Gambar 4.2 Grafik Anomali SST Wilayah Nino 3.4	20
Gambar 4.3 Visualisasi Spasial Anomali Suhu Permukaan Laut	22
Gambar 4.4 Grafik Anomali SST Wilayah Barat California, Amerika	23
Gambar 4.5 Visualisasi Spasial Anomali SST Wilayah California, Amerika	23
Gambar 4.6 Visualisasi Spasial Anomali Arus Wilayah California, Amerika	26
Gambar 4.7 Visualisasi Spasial Anomali Angin Wilayah California, Amerika	27
Gambar 4.8 Visualisasi Spasial Anomali Curah Hujan Wilayah California, Amerika	29
Gambar 4.9 Visualisasi Spasial Anomali Temperatur Udara Wilayah California, Amerika	31

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Rencana Penelitian	15
Tabel 4.1 Peristiwa ENSO teridentifikasi	20
Tabel 4.2 Karakteristik Gelombang Panas Laut	24

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fenomena meningkatnya suhu muka laut (SST) yang terjadi signifikan lebih hangat dari biasanya dalam durasi waktu tertentu yang berpengaruh pada peningkatan suhu global secara bersamaan dikenal dengan gelombang panas laut (GPL) atau *ocean heatwaves*. GPL dapat membawa perubahan iklim yang memiliki dampak terhadap ekologi dan ekonomi (Xu *et al.*, 2022). NOAA mencatat bahwasannya selama 100 tahun terakhir, 90% kelebihan panas dari perubahan iklim telah diserap oleh lautan dan menyebabkan suhu laut rata-rata meningkat. *Olympic Coast National Marine Sanctuary* memprediksi suhu air laut akan meningkat 1°C lebih hangat pada tahun 2050.

Berdasarkan data dari IPCC, suhu muka laut terus naik dengan kecepatan hampir 0,6 °C per abad dari tahun 1880 yang dapat meningkatkan probabilitas fenomena GPL. Fenomena tersebut mengarah pada kerentanan ekosistem yang mengganggu banyak spesies makhluk hidup yang rentan (Surinati, 2021). Secara umum, peningkatan intensitas dan frekuensi GPL dapat dipicu oleh perubahan iklim jangka panjang (Holbrook *et al.*, 2019) yang sebelumnya didorong oleh berbagai faktor salah satunya yaitu arus laut karena dapat membangun daerah air hangat. Perubahan iklim sebagai pemicu GPL, diperkuat dengan hasil penelitian dari Oliver *et al.* (2018) dan Frolicher *et al.* (2018) mengungkapkan bahwa intensitas dan frekuensi GPL sangat dipengaruhi oleh perubahan iklim. Karakteristik dari fenomena ini akan berubah ketika suhu pada laut meningkat seiring dengan adanya perubahan iklim (Surinati, 2021). Berbagai masalah lingkungan yang berkaitan dengan perubahan iklim dapat terjadi dan memperburuk keadaan sehingga menimbulkan dampak negatif yang tidak diinginkan.

Seiring dengan meningkatnya suhu permukaan laut rata-rata (SST) dari fenomena GPL, maka dari itu studi ini akan membantu dalam upaya mitigasi guna mengurangi dampak buruk di berbagai sektor akibat GPL. Penelitian ini akan

mengidentifikasi pengaruh GPL terhadap kondisi perubahan iklim yang terjadi di wilayah Samudra Pasifik selama periode waktu 30 tahun terakhir (1993-2023). Riset dari Oliver *et al.* (2021) menunjukkan bahwa salah satu *hotspot* dengan intensitas dan durasi GPL yang tinggi terdapat di wilayah Pasifik ekuator timur. Pengaruh meningkatnya kejadian GPL di Samudra Pasifik secara khusus juga dapat digambarkan melalui fenomena *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) (Pietri *et al.*, 2021). Melalui penelitian ini, anomali SST akan dideteksi melalui observasi satelit dengan mengidentifikasi kenaikan suhu rata-rata permukaan laut menggunakan grafik deret waktu (*time series*) dan visualisasi secara spasial. Selain itu, pola pergerakan arus dan angin juga akan diidentifikasi, sehingga nantinya dapat dibuktikan pengaruh tersebut terhadap karakteristik GPL. Karakteristik GPL akan digambarkan berdasarkan kategori wilayah yang mencakup kejadian GPL, intensitas suhu laut rata-rata(°C), durasi kejadian (hari) dan frekuensi kejadian GPL pertahun.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, beberapa masalah yang akan diangkat serta dibuktikan berdasarkan hasil dari observasi, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik gelombang panas laut di Samudra Pasifik?
2. Bagaimana pola sirkulasi arus laut dan pola pergerakan angin di Samudra Pasifik selama terjadinya fenomena gelombang panas laut?
3. Bagaimana hubungan antara osilasi iklim global (ENSO) dengan fenomena gelombang panas laut?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik gelombang panas laut di Samudra Pasifik.
2. Mengetahui pola sirkulasi arus laut dan pola pergerakan angin di Samudra Pasifik yang mendorong terbentuknya gelombang panas laut.

3. Mengetahui hubungan antara osilasi iklim global (ENSO) dengan fenomena gelombang panas laut.

1.4 Manfaat

Adapun beberapa manfaat yang akan diperoleh dari penelitian ini, yaitu:

1. Mendapatkan pemahaman ilmiah terkait interaksi laut dan atmosfer yang berhubungan dengan gelombang panas laut.
2. Menghasilkan *output* berupa plot kontur dan *shading* beserta indeks suhu untuk identifikasi karakteristik gelombang panas laut.
3. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai acuan dalam menyelamatkan ekosistem laut untuk meminimalisir kerusakan dan penyebab kerugian dari industri terkait akibat gelombang panas laut.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi berdasarkan wilayah, parameter dan metode analisis yang digunakan yaitu:

1. Wilayah penelitian berada di Perairan Samudra Pasifik di lepas pantai California bagian barat Amerika Serikat dengan batasan geografis yaitu 20°LU - 35°LU dan 110°BB - 130°BB.
2. Parameter yang digunakan berupa suhu permukaan laut, arus laut dan angin.
3. Metode pengamatan dan identifikasi yaitu menggunakan data observasi dengan visualisasi spasial dan analisis deret waktu.
4. Rentang tahun identifikasi yaitu dari tahun 1993-2023 (diambil tahun dengan kejadian gelombang panas laut terkuat berdasarkan indeks ONI).
5. Sumber data untuk tiap parameter dari *website* APDRC dan *Marine Copernicus*.

DAFTAR PUSTAKA

- Benthuisen, J. A., *et al.*, 2018, 'Extreme Marine Warming Across Tropical Australia During Austral Summer 2015-2016', *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123, 1301-1326.
- Bindoff, N. L., *et al.*, 2019, 'Changing Ocean, Marine Ecosystems, And Dependent Communities', *In IPCC Special Report On The Ocean And Cryosphere In A Changing Climate*.
- Cai, W., *et al.*, 2015, 'Increasing Frequency Of Extreme El Niño Events Due To Greenhouse Warming', *Nature Climate Change*, 4(2), 111-116.
- Doney, S. C., *et al.*, 2009, 'Climate Change Impacts On Marine Ecosystems. Annual Review Of Marine Science', 1(1), 11-37.
- Frolicher, T. L., *et al.*, 2018, 'Marine heatwaves under global warming', *Nature*, 560, 360-364.
- Hansen, J., *et al.*, 1981, 'Climate Impact of Increasing Atmospheric Carbon Dioxide', *Science*, 213(4511), 957-966.
- Hobday, A. J., *et al.*, 2016, 'Marine heatwaves: challenges and opportunities for understanding and mitigating harmful impacts', *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 375(2100), 20160435.
- Hobday, A. J., *et al.*, 2018, 'Categorizing and Naming Marine Heatwaves', *Oceanography*, 31(2 Special Issue), 162-173.
- Hoegh-Guldberg, O., *et al.*, 2019, *Impacts of 1.5°C Global Warming On Natural And Human Systems. In Global Warming of 1.5°C* (pp. 175-311). Cambridge University Press, London.
- Holbrook, N. J., *et al.*, 2019, 'A global assesement of marine heatwaves and their drivers', *Nature Communication*, 10, 2624.
- IPCC, 2013, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contributing of Working Group I to the Fofth Assesment Report of the Intergovermental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, London.

- IPCC, 2014, *Summary for Policymakers. In climate change 2014: Mitigation of Climate Change*, Cambridge: Cambridge University Press, London.
- Liu, Z., *et al.*, 2018, 'Atmospheric Bridge, Oceanic Tunnel And Global Climatic Teleconnections', *Earth-Science Reviews*, 176, 1–14.
- Makmur, E., 2008, *Panduan Menggunakan GrADS untuk Pemula*, BMKG, Jakarta.
- McPhaden, *et al.*, 2006, 'ENSO as an Integrating Concept in Earth Science', 314(5806), 1740-1745.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) - www.noaa.gov*
- Oliver, E. C. J., *et al.*, 2018, 'Longer and more frequent marine heatwaves over the past century', *Nature Communication*, 9(1), 1324.
- Oliver, E. C. J., *et al.*, 2018, 'Marine Heatwaves: Current Knowledge And Future Directions', *Global Change Biology*, 26(2), 444-457.
- Oliver, E. C. J., *et al.*, 2021, 'Marine heatwaves. *Annual Review of Marine Science*', 13(1): 1-30.
- Pietri, A., *et al.*, 2021, 'Marine heatwaves in the Humboldt current system: from 5-days localized warming to year-long El Ninos', *Scientific Report* 11, 21172.
- Safril, A., 2018, 'Pengaruh Intensitas El Nino Southern Oscillation Disertai Indian Ocean Dipole Terhadap Sifat Hujan di Jawa Barat Bagian Tenggara', *E-Journal SNF* 2018, 57(7). <https://doi.org/10.21009/03.SNF2018>.
- Smith, A., *et al.*, 2015, 'The Influence Of Wind Patterns On The Occurrence Of Marine Heatwaves In The Pacific Ocean', *Journal of Climate*, 28(14), 5589-5600.
- Surinati, D., 2021, 'Gelombang Panas Laut', *Jurnal Oseana*, 2(46): 8-11.
- Timbal, B., *et al.*, 2010, 'On The Relationship Between The Indian Ocean Dipole And The Indonesian Throughflow', *Geophysical Research Letters*, 37(13).
- Xie, S. P., *et al.*, 2010, 'Indian Ocean Capacitor Effect on Indo-Western Pacific Climate during the Summer Following El Niño', *Journal of Climate*, 23(11), 3019–3036.
- Xu, T., *et al.*, 2022, 'An increase in marine heatwaves without significant changes in surface ocean temperature variability', *Nature Communication* 13, 7396.

Zhang, L., et al., 2019, Indian Ocean Warming Trend Reduces Pacific Warming Response to Anthropogenic Greenhouse Gases: An Interbasin Thermostat Mechanism. *Advancing Earth and Science* ,46, 10,882–10,890.
<https://doi.org/10.1029/2019GL084088>