

**DAMPAK PEMANASAN GLOBAL DAN PENGASAMAN LAUT TERHADAP  
PEMUTIHAN DAN KESEHATAN TERUMBU KARANG**

**Sri Wahyuningsih<sup>1</sup>, Seli Triani<sup>2</sup>, Gehan Farhan<sup>3</sup>, Yusnimar Yusri<sup>4</sup>**

Jurusan Pendidikan Geografi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan  
Universitas Islam Sultan Syarif Kasim Riau

[sriwahyuningsih79319@gmail.com](mailto:sriwahyuningsih79319@gmail.com)<sup>1</sup>, [selitriani407@gmail.com](mailto:selitriani407@gmail.com)<sup>2</sup>,  
[gehanfarhan19@gmail.com](mailto:gehanfarhan19@gmail.com)<sup>3</sup>, [yusnimaryusri2@gmail.com](mailto:yusnimaryusri2@gmail.com)<sup>4</sup>

**Abstrak**

Terumbu karang merupakan ekosistem laut yang menakjubkan dengan keanekaragaman hayati yang tinggi, memainkan peran penting dalam menjaga kesehatan laut global. Namun, terumbu karang saat ini menghadapi ancaman serius akibat perubahan iklim, terutama melalui dampak sinergis pemanasan global dan pengasaman laut, yang memanifestasikan diri dalam pemutihan karang (coral bleaching) dan penurunan kesehatan secara umum. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi lebih lanjut dampak sinergis pemanasan global dan pengasaman laut terhadap pemutihan dan kesehatan terumbu karang, serta implikasinya terhadap keanekaragaman hayati laut dan masyarakat yang bergantung pada ekosistem ini. Metode penulisan artikel ini menggunakan metode Studi Pustaka literatur. Hasil dari penelitian ini adalah penyebab pemutihan terumbu karang yang semakin meluas dan parah disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya pada suhu ekstrem yang mencapai lebih dari 1.5°C di atas rata-rata, pemulihan ekosistem yang lambat, rendahnya rekrutmen juvenil, dan menurunnya populasi ikan menjadi indikator utama dari memburuknya kesehatan terumbu karang. Artikel ini menyimpulkan pentingnya pendekatan intervensi yang terintegrasi antara konservasi lingkungan, penguatan kelembagaan lokal, dan kebijakan adaptasi perubahan iklim. Dengan kompleksitas tekanan ekologis yang dihadapi, perlindungan terhadap terumbu karang tidak hanya menjadi isu lingkungan, tetapi juga menjadi bagian dari keberlanjutan sosial dan ekonomi masyarakat pesisir di Indonesia.

Kata Kunci: Terumbu Karang, Pemanasan Global, Pengasaman Laut

**Abstract**

Coral reefs, amazing marine ecosystems with high biodiversity, play a critical role in maintaining global ocean health. However, coral reefs are currently facing serious threats due to climate change, particularly through the synergistic impacts of global warming and ocean acidification, which manifest themselves in coral bleaching and a general decline in health. This research aims to further explore the synergistic impacts of global warming and ocean acidification on coral reef bleaching and health, and the implications for marine biodiversity and the communities that depend on these ecosystems. The method of writing this article uses the literature study method. The result of this research is that the causes of widespread and severe coral reef bleaching are caused by several factors including extreme temperatures that reach more than 1.5°C above average, slow ecosystem recovery, low juvenile recruitment, and declining fish populations are the main indicators of deteriorating coral reef health. This article

concludes that an integrated approach to interventions between environmental conservation, local institutional strengthening, and climate change adaptation policies is essential. Given the complexity of ecological pressures faced, protecting coral reefs is not only an environmental issue, but also part of the social and economic sustainability of coastal communities in Indonesia.

Keyword: Coral Reefs, Global Warming, Ocean Acidification

## **PENDAHULUAN**

Terumbu karang merupakan ekosistem laut yang menakjubkan dengan keanekaragaman hayati yang tinggi, memainkan peran penting dalam menjaga kesehatan laut global (Hoegh-Guldberg et al., 2017). Namun, terumbu karang saat ini menghadapi ancaman serius akibat perubahan iklim, terutama melalui dampak sinergis pemanasan global dan pengasaman laut, yang memanifestasikan diri dalam pemutihan karang (coral bleaching) dan penurunan kesehatan secara umum (Hughes et al., 2018; Cornwall et al., 2018).

Peningkatan suhu permukaan laut akibat pemanasan global menyebabkan tekanan termal pada karang (Hughes et al., 2017). Tekanan ini memicu pemutihan karang, yaitu hilangnya alga simbiosis zooxanthellae dari jaringan karang, yang mengakibatkan karang kehilangan sumber nutrisi dan warnanya (Glynn et al., 2017). Jika tekanan termal berkepanjangan, pemutihan dapat menyebabkan kematian karang secara massal (Heron et al., 2016). Di sisi lain, penyerapan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dari atmosfer oleh laut menyebabkan pengasaman laut, yang menurunkan pH air laut dan mengurangi konsentrasi ion karbonat (poky et al., 2019). Ketersediaan ion karbonat sangat penting bagi karang untuk proses kalsifikasi dan pembentukan kerangka aragonitnya (Cyronak et al., 2016).

Kombinasi pemanasan global dan pengasaman laut menciptakan tekanan ganda yang signifikan pada terumbu karang. Peningkatan suhu dapat memperburuk dampak pengasaman laut pada kalsifikasi dan pemulihan karang pasca pemutihan (DeCarlo et al., 2017).

Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa terumbu karang pada saat ini sedang mengalami ancaman serius akibat tekanan termal atau pemanasan global, yang menyebabkan pemutihan karang sehingga alga maupun jaringan karang perlahan-lahan mulai menghilang. Dampak dari tekanan termal yang berlangsung lama atau terus-menerus dapat menyebabkan kematian terumbu karang secara besar-besaran atau secara massal. Selain masalah tekanan termal, terumbu karang pada saat ini mengalami kekurangan ion karbonat. Berkurangnya ion karbonat disebabkan penyerapan karbon dioksida di atmosfer oleh laut yang menyebabkan terjadinya pengasaman laut.

Artikel ini bertujuan untuk mengeksplorasi lebih lanjut dampak sinergis pemanasan global dan pengasaman laut terhadap pemutihan dan kesehatan terumbu karang, serta implikasinya terhadap keanekaragaman hayati laut dan masyarakat yang bergantung pada ekosistem ini.

## **BAHAN DAN METODE**

Studi ini menggunakan metode studi pustaka literatur untuk mengkaji dampak pemanasan global dan pengasaman laut terhadap pemutihan dan kesehatan terumbu karang. Sumber data primer yang digunakan dalam kajian ini adalah artikel-artikel jurnal ilmiah nasional dan internasional yang dipublikasikan dalam kurun waktu 10 tahun terakhir (2015-2025).

Metode penulisan artikel ini menggunakan metode Studi Pustaka literatur yang terdiri dari beberapa komponen, antara lain:

### **Pencarian Studi Pustaka Literatur**

- a. Proses pengumpulan literatur dilakukan melalui pencarian sistematis pada berbagai basis data jurnal ilmiah. Untuk jurnal internasional, basis data yang digunakan meliputi, Web of Science, dan Google Scholar. Kata kunci pencarian yang digunakan adalah kombinasi dari istilah-istilah berikut: "coral bleaching", "coral health", "ocean acidification", "global warming", "climate change", dan "coral reefs". Pembatasan waktu publikasi diterapkan pada fitur pencarian untuk memastikan artikel yang terpilih terbit dalam rentang waktu yang ditentukan.

Untuk jurnal nasional, pencarian dilakukan melalui basis data Google Scholar dengan filter bahasa Indonesia. Kata kunci yang digunakan disesuaikan dengan istilah dalam bahasa Indonesia, seperti "pemutihan karang", "kesehatan terumbu karang", "pengasaman laut", "pemanasan global", "perubahan iklim", dan "terumbu karang". Pembatasan waktu publikasi juga diterapkan untuk artikel yang terbit antara tahun 2015 hingga 2025.

- b. Jumlah artikel yang direview sebanyak 5 artikel dalam 5 tahun terakhir (2016-2025).

### **Kriteria Inklusi dan Eksklusi**

Kriteria Inklusi adalah semua aspek yang harus ada dalam sebuah penelitian. Sedangkan kriteria eksklusi adalah faktor-faktor yang dapat menyebabkan sebuah penelitian menjadi tidak layak untuk di review. Kriteria inklusi dalam penelitian ini sebagai berikut :

- a. Jenis publikasi merupakan artikel jurnal ilmiah (data primer) yang telah melalui proses peer-review.

- b. Fokus topik membahas secara spesifik mengenai dampak pemanasan global (peningkatan suhu laut) dan/atau pengasaman laut (penurunan pH) terhadap pemutihan (coral bleaching) dan/atau kesehatan terumbu karang (coral health).
- c. Rentang waktu publikasi diterbitkan dalam kurun waktu 10 tahun terakhir, yaitu antara tahun 2015 hingga 2025.
- d. Bahasa publikasi diterbitkan dalam bahasa Inggris atau bahasa Indonesia. Artikel berbahasa lain memerlukan pertimbangan lebih lanjut terkait ketersediaan terjemahan yang akurat.

Adapun Kriteria eksklusi dalam penelitian ini adalah :

- a. Jenis publikasi bukan merupakan artikel jurnal ilmiah (misalnya, laporan konferensi, tesis, disertasi, artikel berita, opini, editorial).
- b. Waktu publikasi diterbitkan di luar rentang waktu 10 tahun terakhir (sebelum tahun 2015).
- c. Bahasa publikasi diterbitkan dalam bahasa lain selain Inggris atau Indonesia dan tidak tersedia terjemahan yang terpercaya.

### **Seleksi Studi dan Penilaian Kualitas**

Langkah pertama dalam seleksi studi adalah melakukan screening abstrak dan diikuti dengan screening teks lengkap. Artikel atau studi yang tidak relevan bisa dikeluarkan dengan mempertimbangkan relevansi dan kesesuaian dengan ruang lingkup tujuan penelitian. Langkah langkah review seperti penentuan topik, pencarian pustaka, pemilihan pustaka yang relevan, analisa artikel dan penyusunan review.

## HASIL

No	Penulis	Tujuan	Metode	Sampel	Variabel	Hasil
1.	Kurnia Novianti, Henny Warsilah, dan Ary Wahyono	Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan mendeskripsikan upaya mendukung strategi Indonesia dalam mengantisipasi dampak sosial perubahan iklim, khususnya yang berkaitan dengan ketahanan pangan di kawasan pesisir, seperti di Desa Jerowaru, Lombok Timur.	Penelitian ini menggunakan metode kualitatif (survei) dengan teknik pengambilan data dan informasi menggunakan wawancara secara mendalam pengamatan dan fokus diskusi untuk menggali data primer dari para Nelayan dan masyarakat yang tinggal di sekitar pesisir	Lokasi Penelitian: Desa Jerowaru, Kecamatan Jerowaru, Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. Lokasi ini dipilih karena merupakan wilayah pesisir yang rentan terhadap dampak perubahan iklim. Subjek Penelitian (Unit Analisis): Nelayan tradisional Pemerintah daerah (Pemda) LSM lokal	Variabel bebas (independen): Perubahan iklim Variabel terikat (dependen): Ketahanan pangan masyarakat pesisir	Hasil temuan pada penelitian di Desa Teluk Ekas dan Desa Nampar, Kecamatan Jerowaru, Lombok Timur menunjukkan bahwa masyarakat memiliki kapasitas dan modal sosial (gotong royong, kelembagaan sosial yang kuat, dan kepercayaan dan kesetiaan yang tinggi terhadap ekosistem sumber daya lokal). Di Kecamatan Jerowaru, modal sosial budaya yang ada diwujudkan dengan cara memperbaiki kerusakan ekosistem. Untuk menjaga sumber daya lokal tetap lestari penduduk membentuk kelembagaan sosial dalam bentuk kelompok nelayan. Kelompok nelayan di Teluk Ekas, Desa Nampar dipandu oleh LSM, kelompok nelayan

						<p>melakukan penanaman kembali bakau walau jumlahnya belum banyak dan membuat keramba di hutan bakau secara liar untuk budidaya udang. Pembuatan keramba udang memanfaatkan kearifan lokal dengan cara menggunakan bahan bambu dinilai tidak mengganggu keberadaan hutan bakau yang ada. Untuk menangkap ikan di pesisir pantai mereka menggunakan alat tangkapan tradisional (ancok) sehingga ekosistem laut dan terumbu karang dapat terjaga.</p>
2.	Fakhrizal Setiawana, Azhar Muttaqi na, S.A. Tarigana, Muhidi	Penelitian ini bertujuan untuk menilai dampak jangka panjang fenomena pemutihan karang terhadap ekosistem laut	Penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data tutupan substrat menggunakan Point Intercept	Survei ekologi dilakukan di Taman Wisata Perairan Gili Matra (80 20' – 80-23' LS ; 1160,00'– 1160,08' BT), Kab. Lombok	Variabel bebas (independen): Pemanasan global (diukur melalui suhu permukaan laut) Variabel terikat (dependen): Komposisi koloni karang (pemutihan,	Hasil penelitian menunjukkan dampak bleaching menyebabkan sedikitnya rekrutmen karang yang mengakibatkan proses recovery area terdampak menjadi lambat dikarenakan juvenil karang baru sebagian

nc, Hotmar iyah, Abdus Sabil dan Jessica Pinkan a	yang ada di Gili Matra Provinsi NTB	Transect (PIT) sepanjang 50 meter dengan mencatat 100 titik substrat mengikuti metode yang dilakukan pada pengamatan tahun 2012 . Pencatatan jenis substrat dimasukkan berdasarkan kategori : karang keras (tingkat genera), karang lunak (soft coral), alga (algae), spons (sponge), pasir (sand), patahan karang (rubble), dan lainnya (others). Pengumpulan data dilakukan	Utara. Studi kali ini dilakukan Juli 2012 (sebelum terjadinya bleaching) dan Agustus 2016 (saat sudah terjadi bleaching) pada 14 lokasi pengamatan (10 titik di TWP Gili Matra dan 4 titik di mainland sebagai kontrol). Khusus pengambilan data coral bleaching dilakukan pada bulan Mei 2016 (saat suhu permukaan laut paling tinggi) sebanyak 6 titik pengamatan yang mewakili	pucat, mati, tidak terdampak), Tutupan karang, Rekrutmen karang (juvenil karang), Kelimpahan ikan terumbu, Biomassa ikan terumbu	besar mati. Dampak kedua dari bleaching ini yaitu kelimpahan ikan yang turun signifikan, hal ini mengindikasikan yang tersedia hanya ikan-ikan ukuran besar (dewasa) dan sedikitnya ikan-ikan kecil termasuk juvenile yang ditemukan
---	---	---	---	--	--

			<p>pada kedalaman dangkal (3 – 4 meter) dan dalam (7 – 10 meter) dengan replikasi sebanyak 3 kali.</p> <p>Pengumpulan data rekrutmen karang keras menggunakan metode Quadrat Transect (QT) atau transek kuadrat dengan ukuran 50 x 50 cm , yang diletakan berhimpitan dengan PIT disetiap interval 10 meter. Replika QT berjumlah antara 12 hingga 18 replikasi.</p> <p>Rekrutmen</p>	<p>kesemua lokasi baik itu di Gili air, Meno, Trawangan maupun mainland.</p>	
--	--	--	---	--	--

			<p>karang merupakan penempelan larva planula hingga terbentuk rangka koralit. Pengumpulan data rekrutmen karang hanya mencatat jumlah koloni dan genera karang yang ukurannya kurang dari 4 cm diukur dari diameter koloni karang terpanjang disetiap transek kuadrat.</p>			
3.	Sam Wouthuyzen	<p>Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan peristiwa pemutihan karang pada tahun 2010 dan</p>	<p>Penelitian ini menggunakan metode campuran antara observasi lapangan dan skunder, yang</p>	<p>Sampel diperoleh terutama melalui pengamatan langsung di lapangan pada lokasi program</p>	<p>Variabel yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan tiga variabel 1. Variabel bebas yang mencakup fenomena el-nino</p>	<p>Perbedaan antara SST tinggi akibat El Niño tahun 2010 dan 2016 dengan suhu MMM yang normal tersebut telah dipetakan. Berdasarkan peta-peta tersebut, peristiwa pemutihan</p>

		<p>2016 serta dampaknya terhadap karang di perairan Indonesia.</p>	<p>berisi berbagai informasi, yaitu: lokasi pemutihan karang, tanggal, nama dan afiliasi pelapor, serta berbagai keterangan seperti metode pengamatan (snorkeling, foto, atau dari berita), spesies karang yang memutih, warna dan persentase penutupannya, tingkat keparahan pemutihan sebelum dan setelah kejadian tersebut, serta suhu laut.</p>	<p>rehabilitasi dan pengelolaan terumbu karang (COREMAP) di Kepulauan Mentawai dan Nias (Sumatra Barat), Kepulauan Spermonde dan Selayar (Sulawesi Selatan), Kepulauan Wakatobi (Sulawesi Tenggara), Kepulauan Biak dan Raja Ampat (Papua), serta beberapa tempat lainnya (Bintan). Dan juga di peroleh melalui pemantauan suhu permukaan laut (SST) secara efektif dan efisien menggunakan</p>	<p>yang ada di Indonesia, kemudian ada variabel penghubung yang berkaitan dengan model alat yang digunakan dalam penelitian, dan variabel kontrol yang berkaitan dengan waktu terjadinya pemutihan karang yang ada di Indonesia</p>	<p>karang dapat dikenali dari awal hingga akhir dalam periode bulan yang sama, yaitu Maret hingga Juni (selama 4 bulan). Di luar periode tersebut, tidak terdeteksi adanya kejadian pemutihan karang. Namun, pemutihan karang tahun 2016 memiliki intensitas yang lebih tinggi dibandingkan tahun 2010, dan mencapai puncaknya pada bulan Mei hingga Juni. Sebaran tingkat keparahan pemutihan karang pada tingkat Peringatan-1 (Alert-1) dan Peringatan-2 (Alert-2) mencakup total 31,3% dan 39,4% dari seluruh area lokasi penelitian pada kejadian pemutihan tahun 2010 dan 2016 secara berturut-turut.</p>
--	--	--	---	---	---	--

				<p>teknik penginderaan jauh melalui pemanfaatan data satelit, Data SST yang digunakan dalam analisis ini adalah SST malam hari, untuk menghindari silau matahari dan variasi suhu laut yang besar pada siang hari</p>		
4.	<p>BH Gusviga, Subiyanto, I Faizal, S Yusri, S K Sari, N P Purba</p>	<p>Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi lokasi yang ada di Indonesia yang mengalami pemutihan dan kematian karang</p>	<p>Metode yang digunakan adalah Indeks Hotspot dan Degree Heating Week yang dikeluarkan oleh National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) melalui program Coral</p>	<p>Wilayah studi penelitian ini berada di perairan Indonesia, di mana terdapat titik-titik terumbu karang (Gambar 1). Lokasi terumbu karang tersebar di sepanjang pesisir Indonesia, terutama di wilayah</p>	<p>Penelitian ini mengkaji hubungan antara anomali suhu permukaan laut (SSTA) dan kejadian pemutihan karang di Indonesia. Dengan demikian, variabel-variabel utama dalam penelitian ini adalah: Variabel bebas (independen): Anomali Suhu</p>	<p>Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kejadian pemutihan karang yang diduga berpotensi terjadi di seluruh perairan Indonesia. Namun, dari 141 laporan pemutihan karang berdasarkan indeks Hotspots selama lima tahun (2015–2019), jumlah kasus terbanyak terjadi di wilayah Nusa Tenggara (EL.9) dengan 40 kasus yang dilaporkan</p>

			Reef Watch (CRW).	perairan dangkal (0–50 meter), menggunakan data Suhu Permukaan Laut (SST), sebaran lokasi terumbu karang di Indonesia, dan data pemutihan karang di Indonesia pada tahun 2015–2019.	Permukaan Laut (SSTA) Variabel terikat (dependen): Kejadian pemutihan karang	dari indeks HS, dan kematian karang berdasarkan indeks DHW mencapai 8–12 °C-minggu dengan status level 2. Dengan memprediksi dampak dari peningkatan Suhu Permukaan Laut (SST) sebesar 1,5 °C terhadap karang, dapat ditentukan bahwa hal ini akan secara signifikan meningkatkan tingkat kematian karang. Di antara sembilan wilayah yang melaporkan pemutihan karang, dampak paling signifikan terjadi di Sumatra Barat, dengan peningkatan sebesar 3,82 – 6,32 °C-minggu. Anomali suhu dapat memengaruhi tingkat kerusakan terumbu karang secara cukup kuat, yakni sebesar 55 – 56%, sementara faktor lainnya hanya sebesar 44 – 44,5%.
5.	Husain Latusina	Penelitian ini bertujuan untuk	Penelitian ini menggunakan metode kajian	Terumbu karang, Fitoplankton,	Variabel bebas (independen): Pemanasan global,	Berdasarkan kajian pustaka yang dilakukan, ditemukan bahwa

		mengkaji dampak pemanasan global terhadap ekosistem laut, khususnya dalam kerusakan habitat, perubahan suhu, dan peningkatan radiasi UV-B di perairan laut.	pustaka (library research) atau analisis deskriptif kualitatif	Biota laut (secara umum, termasuk hewan laut), Kawasan pesisir dan pulau pulau kecil	emisi gas rumah kaca, penipisan lapisan ozon Variabel terikat (dependen): Ekosistem pesisir dan lautan (terumbu karang, fitoplankton, biota laut, kawasan pesisir dan pulau-pulau kecil)	pemanasan global memberikan dampak yang besar terhadap keberlangsungan ekosistem pesisir dan lautan. Seperti Rusaknya terumbu karang ( coral bleaching), Gangguan pada fitoplanton dan rantai makanan laut, ancaman terhadap keanekaragaman biota laut, naiknya permukaan air laut yang mengancam pulau kecil, dan dampak yang besar terhadap sosial-ekonomi di wilayah pesisir
--	--	---	--	--	---	---

## PEMBAHASAN

Dalam penelitian yang berjudul "Perubahan iklim dan ketahanan pangan masyarakat pesisir" yang ditulis oleh Kurnia Novianti, dkk (2016). Hasil temuan pada penelitian di Desa Teluk Ekas dan Desa Nampar, Kecamatan Jerowaru, Lombok Timur menunjukkan bahwa masyarakat memiliki kapasitas dan modal sosial (gotong royong, kelembagaan sosial yang kuat, dan kepercayaan dan kesetiaan yang tinggi terhadap ekosistem sumber daya lokal). Di Kecamatan Jerowaru, modal sosial budaya yang ada diwujudkan dengan cara memperbaiki kerusakan ekosistem. Untuk menjaga sumber daya lokal tetap lestari penduduk membentuk kelembagaan sosial dalam bentuk kelompok nelayan. Kelompok nelayan di Teluk Ekas, Desa Nampar dipandu oleh LSM, kelompok nelayan melakukan penanaman kembali bakau walau jumlahnya belum banyak dan membuat keramba di hutan bakau secara liar untuk budidaya udang. Pembuatan keramba udang memanfaatkan kearifan lokal dengan cara menggunakan bahan bambu dinilai tidak mengganggu keberadaan hutan bakau yang ada. Untuk menangkap

ikan di pesisir pantai mereka menggunakan alat tangkapan tradisional (ancok) sehingga ekosistem laut dan terumbu karang dapat terjaga.

Penelitian ini menunjukkan bahwa masyarakat pesisir di Desa Jerowaru, Lombok Timur, memiliki kekuatan sosial dan modal budaya yang sangat penting dalam menghadapi dampak perubahan iklim, terutama terkait ketahanan pangan. Modal sosial seperti gotong royong, kelembagaan sosial yang kuat, dan kepercayaan terhadap ekosistem lokal menjadi modal utama mereka.

Masyarakat membentuk kelompok nelayan yang dibimbing oleh LSM untuk menjaga kelestarian sumber daya laut, misalnya dengan menanam kembali bakau yang berfungsi sebagai pelindung pantai dan habitat ikan. Mereka juga menggunakan alat tangkap tradisional yang ramah lingkungan agar terumbu karang dan ekosistem laut tetap terjaga. Selain itu, kearifan lokal seperti pembuatan keramba udang dari bambu menjadi alternatif ekonomi yang berkelanjutan. Semua upaya ini membantu menjaga ketahanan pangan masyarakat pesisir yang sangat rentan terhadap perubahan iklim, karena perubahan iklim dapat mengganggu ketersediaan ikan dan sumber daya laut lainnya.

Penelitian ini menegaskan bahwa keberhasilan adaptasi masyarakat pesisir tidak hanya bergantung pada faktor alam, tetapi juga pada kekuatan sosial dan kelembagaan lokal yang mampu mengorganisasi dan menggerakkan masyarakat secara kolektif.

Dalam jurnal yang berjudul "Pemutihan karang akibat pemanasan global tahun 2016 terhadap ekosistem terumbu karang studi kasus di twp Gili Matra (Gili Air, Gili Meno, dan Gili Trawangan) Provinsi NTB" yang ditulis oleh Fakhrizal Setiawan, dkk (2017). Hasil penelitian menunjukkan dampak bleaching menyebabkan sedikitnya rekrutmen karang yang mengakibatkan proses recovery area terdampak menjadi lambat dikarenakan juvenil karang baru sebagian besar mati. Dampak kedua dari bleaching ini yaitu kelimpahan ikan yang turun signifikan, hal ini mengindikasikan yang tersedia hanya ikan-ikan ukuran besar (dewasa) dan sedikitnya ikan-ikan kecil termasuk juvenile yang ditemukan.

Dari paparan penjelasan peneliti diatas menunjukkan bahwa fenomena pemutihan karang yang terjadi di Gili Matra, NTB, akibat pemanasan global berdampak serius pada ekosistem laut. Pemutihan karang menyebabkan penurunan tutupan karang keras dan memperlambat proses rekrutmen karang, yaitu pertumbuhan karang baru yang penting untuk pemulihan terumbu karang. Akibatnya, habitat ikan yang bergantung pada terumbu karang menjadi berkurang, sehingga kelimpahan ikan terumbu, terutama ikan kecil dan juvenil, menurun secara

signifikan. Penurunan jumlah ikan ini juga mengancam keberlanjutan mata pencaharian masyarakat pesisir yang bergantung pada perikanan. Penelitian ini menekankan bahwa perubahan suhu laut yang terus meningkat akibat pemanasan global menjadi faktor utama yang memicu kerusakan ekosistem laut dan memperlambat proses pemulihan terumbu karang. Oleh karena itu, perlindungan dan rehabilitasi terumbu karang menjadi sangat penting untuk menjaga keberlanjutan ekosistem laut dan ketahanan pangan masyarakat pesisir.

Dalam jurnal yang berjudul "A comparison between the 2010 and 2016 El-nino induced coral bleaching in the Indonesian waters" yang ditulis oleh Sam Wouthuyzen, dkk, (2018). Perbedaan antara SST tinggi akibat El Niño tahun 2010 dan 2016 dengan suhu MMM yang normal tersebut telah dipetakan. Berdasarkan peta-peta tersebut, peristiwa pemutihan karang dapat dikenali dari awal hingga akhir dalam periode bulan yang sama, yaitu Maret hingga Juni (selama 4 bulan).

Di luar periode tersebut, tidak terdeteksi adanya kejadian pemutihan karang. Namun, pemutihan karang tahun 2016 memiliki intensitas yang lebih tinggi dibandingkan tahun 2010, dan mencapai puncaknya pada bulan Mei hingga Juni. Sebaran tingkat keparahan pemutihan karang pada tingkat Peringatan-1 (Alert-1) dan Peringatan-2 (Alert-2) mencakup total 31,3% dan 39,4% dari seluruh area lokasi penelitian pada kejadian pemutihan tahun 2010 dan 2016 secara berturut-turut.

Dari hasil penelitian diatas menjelaskan bahwa peristiwa pemutihan karang di Indonesia pada tahun 2016 memiliki tingkat keparahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan peristiwa serupa pada tahun 2010. Pemutihan karang ini terjadi akibat fenomena El Niño yang menyebabkan peningkatan suhu permukaan laut secara signifikan. Dengan menggunakan data penginderaan jauh dan observasi lapangan di berbagai wilayah seperti Kepulauan Mentawai, Spermonde, Wakatobi, dan Raja Ampat, penelitian ini menemukan bahwa pemutihan karang berlangsung selama beberapa bulan, terutama dari Maret hingga Juni, dengan puncak keparahan pada Mei dan Juni. Sebaran area yang terdampak cukup luas, dengan tingkat keparahan yang mencapai peringatan tingkat 1 dan 2 pada sebagian besar lokasi. Dampak pemutihan yang parah ini mengancam kelangsungan hidup terumbu karang, yang merupakan habitat penting bagi banyak spesies ikan dan organisme laut lainnya. Penelitian ini menegaskan perlunya pemantauan suhu laut secara berkelanjutan dan upaya mitigasi yang lebih kuat untuk mengurangi dampak pemutihan karang di masa depan agar ekosistem laut tetap produktif dan lestari.

Dalam jurnal "Occurrence and Prediction of Coral Bleaching Based on Ocean Surface Temperature Anomalies and Global Warming in Indonesian Waters" karya B.H. Gusviga dan rekan-rekannya, mereka melakukan penelitian yang berfokus pada sejauh mana pengaruh anomali suhu permukaan laut terhadap kerusakan terumbu karang di perairan Indonesia.

Penelitian ini dilakukan dengan menggabungkan data suhu laut dari citra satelit serta laporan langsung dari para penyelam selama periode lima tahun (2015–2019). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemutihan karang dapat terjadi di hampir seluruh wilayah perairan Indonesia. Dari berbagai wilayah yang diamati, Nusa Tenggara tercatat sebagai daerah dengan frekuensi pemutihan karang tertinggi, sementara Sumatera Barat mengalami dampak paling parah akibat kenaikan suhu laut.

Para peneliti menemukan bahwa pemutihan karang sangat dipengaruhi oleh peningkatan suhu permukaan laut. Jika suhu bumi naik sebesar  $1,5^{\circ}\text{C}$ —seperti yang diperkirakan dalam proyeksi pemanasan global—maka tingkat kematian karang di Indonesia juga akan meningkat secara signifikan. Analisis menunjukkan bahwa sekitar 55% kerusakan terumbu karang disebabkan langsung oleh anomali suhu laut, sementara sisanya dipengaruhi oleh faktor lain seperti arus laut dan perubahan iklim regional.

Selain itu, fenomena cuaca ekstrem seperti El Niño, La Niña, dan Indian Ocean Dipole (IOD) turut memperburuk kondisi suhu laut, sehingga memperbesar risiko terjadinya pemutihan karang.

Menurut kami, jurnal ini membahas secara komprehensif tentang kejadian dan prediksi pemutihan karang yang terjadi akibat naiknya suhu permukaan laut di Indonesia. Penelitian ini memberikan pemahaman yang jelas bahwa perubahan suhu laut memiliki dampak yang nyata terhadap kesehatan terumbu karang. Dengan menggunakan data satelit dan pengamatan langsung, jurnal ini mampu memberikan gambaran kondisi riil selama lima tahun terakhir. Hasilnya menunjukkan bahwa hampir semua wilayah laut Indonesia memiliki potensi mengalami pemutihan karang, dengan Nusa Tenggara sebagai wilayah yang paling sering terdampak dan Sumatera Barat sebagai wilayah dengan kerusakan paling parah.

Penelitian ini penting untuk dijadikan perhatian, karena menunjukkan betapa seriusnya dampak pemanasan global terhadap ekosistem laut. Diperlukan upaya Bersama untuk mengurangi ancaman ini demi menjaga keberlangsungan terumbu karang di masa depan.

Dalam artikel yang berjudul “Dampak Pemanasan Global Terhadap Ekosistem Pesisir dan Lautan” yang ditulis oleh Husain Latuconsina (2010). Artikel ini membahas dampak serius dari pemanasan global dan menipisnya lapisan ozon terhadap ekosistem pesisir dan lautan. Intinya, peningkatan emisi gas rumah kaca akibat aktivitas manusia (seperti penggunaan bahan bakar fosil dan deforestasi) membawa konsekuensi buruk bagi laut. Beberapa dampak utama yang diangkat dalam artikel adalah:

1. Pemutihan Terumbu Karang (Coral Bleaching): Peningkatan suhu air laut menyebabkan terumbu karang memutih dan rusak, yang pada akhirnya mengurangi produksi perikanan di sekitar terumbu karang.
2. Peningkatan Radiasi UV-B: Menipisnya lapisan ozon membuat lebih banyak radiasi ultraviolet-B masuk ke perairan. Ini menghambat fotosintesis dan pertumbuhan fitoplankton, yang padahal penting sebagai produsen makanan di laut dan penyerap karbon dioksida (CO<sub>2</sub>).
3. Ancaman Kepunahan Hewan Laut: Peningkatan suhu air dan perubahan salinitas (kadar garam) mengancam keberlangsungan hidup berbagai hewan laut.
4. Kenaikan Permukaan Air Laut: Mencairnya es di kutub menyebabkan permukaan air laut naik, yang bisa menenggelamkan pulau-pulau kecil dan merendam wilayah pesisir.

Artikel menekankan bahwa semua dampak ini mengancam keberlangsungan ekosistem pesisir dan laut, yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Oleh karena itu, artikel menyerukan upaya untuk mengurangi pemanasan global dengan mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dan aktivitas lain yang menghasilkan emisi gas rumah kaca.

Berdasarkan tabel 1, dari 5 jurnal yang masuk dalam penelitian ditemukan beberapa variabel. Variabel-variabel yang berhubungan tersebut diantaranya: suhu permukaan laut (SST), pH air laut (untuk menunjukkan tingkat pengasaman), tingkat tutupan karang hidup dan mati, rekrutmen karang juvenil (dalam ukuran <4 cm), jenis substrat dasar laut (karang keras, lunak, pasir, spons), kelimpahan dan keragaman ikan, serta dampak sosial ekonomi masyarakat pesisir, seperti tingkat peringatan bleaching dari NOAA (Alert Level), anomali suhu laut, dan modal sosial masyarakat (misalnya kearifan lokal, gotong royong, dan lembaga adat).

Dari keseluruhan variabel tersebut terdapat faktor yang paling dominan berpengaruh terhadap terumbu karang adalah Suhu Permukaan Laut (SST). Faktor yang menyebabkan Suhu Permukaan Laut (SST) menjadi variabel yang paling dominan diantaranya yaitu :

1. Langsung memicu pemutihan karang (Coral Bleaching)

Hampir dari semua artikel menekankan bahwa pemutihan karang terjadi ketika suhu laut meningkat melebihi kemampuan biologis karang.

## 2. Skala dan intensitas dampak yang terukur

Artikel yang ditulis oleh Sam Wouthuyzen dan Gusviga dkk. menunjukkan bahwa anomali suhu laut yang ekstrem berdampak luas—hingga mencakup lebih dari 30–40% wilayah observasi dengan status Alert-1 dan Alert-2 dari NOAA. Skala pemutihan ini jauh melampaui variabel lain seperti pH atau kekeruhan air yang dampaknya lebih bersifat kronis dan lokal.

## 3. Dampaknya sistematis dan menjangkau rantai ekologi

Kenaikan suhu tidak hanya berdampak pada karang secara langsung, tetapi juga memengaruhi plankton, ikan-ikan juvenil, dan keseluruhan jaringan makanan laut. Artikel yang ditulis oleh Fakhrizal dkk. menunjukkan penurunan signifikan populasi ikan di daerah terdampak bleaching akibat suhu tinggi.

## 4. Terpantau secara konsisten oleh data satelit

SST adalah satu-satunya variabel yang dapat dimonitor secara global dan real-time oleh satelit (misalnya dari NOAA). Ini memungkinkan prediksi kejadian bleaching, sesuatu yang tidak bisa dilakukan dengan pengasaman laut atau variabel sosial.

## **KESIMPULAN**

Penelitian ini menyimpulkan bahwa pemanasan global dan pengasaman laut sangat berdampak kepada ekosistem terumbu karang, karena dengan dampak dari pemanasan global dan pengasaman laut tersebut mengakibatkan pemutihan terumbu karang semakin luas dan parah.

Dari 5 artikel yang direview, pemutihan terumbu karang yang semakin meluas dan parah disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya pada suhu ekstrem yang mencapai lebih dari 1.5°C di atas rata-rata, pemulihan ekosistem yang lambat, rendahnya rekrutmen juvenil, dan menurunnya populasi ikan menjadi indikator utama dari memburuknya kesehatan terumbu karang.

Dari keseluruhan variabel tersebut terdapat faktor yang paling dominan berpengaruh terhadap terumbu karang adalah Suhu Permukaan Laut (SST). Faktor yang menyebabkan Suhu Permukaan Laut (SST) menjadi variabel yang paling dominan diantaranya yaitu: Langsung memicu pemutihan karang (Coral Bleaching), skala dan intensitas dampak yang terukur,

dampaknya sistematis dan menjangkau rantai ekologi, terpantau secara konsisten oleh data satelit.

Pemutihan karang yang disebabkan oleh pemanasan global berdampak langsung terhadap keanekaragaman hayati laut. Ketika terumbu karang mengalami pemutihan dan mati, struktur fisik habitat mengalami degradasi. Hal ini menyebabkan hilangnya tempat berlindung, bertelur dan sumber makanan bagi berbagai spesies hewan laut.

Artikel ini menyimpulkan pentingnya pendekatan intervensi yang terintegrasi antara konservasi lingkungan, penguatan kelembagaan lokal, dan kebijakan adaptasi perubahan iklim. Dengan kompleksitas tekanan ekologis yang dihadapi, perlindungan terhadap terumbu karang tidak hanya menjadi isu lingkungan, tetapi juga menjadi bagian dari keberlanjutan sosial dan ekonomi masyarakat pesisir di Indonesia.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih yang berlimpah diberikan kepada Bapak Ismail, M.Pd selaku dosen pengampu mata kuliah Oseanografi dan Ibu Yusnimar Yusri, M.Pd selaku dosen pembimbing di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan artikel review ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- B H Gusviga, dkk. (2021). Occurance and Prediction of Coral Bleaching Based on Ocean Surface Temperature Anomalies and Global Warming in Indonesian Waters. IOP Conerence Series: Earth and Environmental Science. Diakses melalui PDF.
- Cornwall, C. E., Comeau, S., DeCarlo, T. M., McCulloch, M. T., Anderson, K. D., N. R., & Schoepf, V. (2018). Coral calcification under ocean acidification: A complex interplay of CO<sup>2</sup>, light, and nutrients. *Global Change Biology*. Diakses melalui: <https://doi.org/10.1111/gcb.13973>
- Cyronak, T., Andersson, A. J., Eyre, J. P., & Cohen, A. L. (2016). Coral reef dissolution as a major contributor of alkalinity to the global ocean. *Geophysical Research Letters*, 43(10), Diakses melalui: <https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.1002/2016GL068845>
- DeCarlo, dkk (2017). Coral bleaching and ocean acidification synergistically reduce coral growth across the Great Barrier Reef. *Global Change Biology*. Diakses melalui: <https://doi.org/10.1111/gcb.13596>
- Fakhrizal Setiawan, dkk. (2017). Pemutihan Karang Akibat Pemanasan Global Tahun 2016 Terhadap Ekosistem Terumbu Karang: Studi Kasus Di TWP Gili Matra (Gili Air, Gili

- Meno dan Gili Trawangan) Provinsi NTB. *Journal Of Fisheries and Marine Science* Vol. 1 No. 2. Diakses melalui PDF.
- Glynn, P. W., Manzello, D. P., Enochs, I. C., Matejczyk, R., Baker, A. C., & Jung, S. J. (2017). Coral bleaching: past, present and future. *Environmental Conservation*. Diakses melalui: <https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.1017/S037689291700010X>
- Heron, dkk (2016). Warming trends of the Great Barrier Reef 1871–2015. *Nature Climate Change*. Diakses melalui: <https://doi.org/10.1038/nclimate2833>
- Hughes, T. P., Anderson, K. D., Connolly, S. R., Heron, S. F., Kerry, J. T., Lough, J. M., & Torda, G. (2018). Spatial and temporal patterns of mass bleaching of corals in the Anthropocene. *Science*. Diakses melalui: <https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.1126/science.aan8061>
- Hughes, T. P., Kerry, J. T., Baird, A. H., Connolly, S. R., Dietzel, J. B., Eakin, C. M., & Torda, G. (2017). Global warming and recurrent mass bleaching of corals. Diakses melalui: <https://doi.org/10.1038/nature21707>
- Husain Latuconsina, (2010). Dampak Pemanasan Global Terhadap Ekosistem Pesisir dan Lautan. *Jurnal Ilmial Agribisnis dan Perikanan (agrikan UMMU-Ternate)* Vol 3 Edisi 1. Diakses melalui PDF.
- Kurnia Novianti, dkk. (2016). Perubahan Iklim dan Ketahanan Pangan Masyarakat Pesisir. *Jurnal PKS* Vol 15, No 3. Diakses melalui PDF.
- poky, dkk (2019). Global analysis of coral calcification under future ocean acidification. *Biogeosciences*. Diakses melalui: <https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.5194/bg-16-11-2019>
- Sam Wouthuyzen, dkk. (2018). A Comparison Between The 2010 and 2016 El-Nino Induced Coral Bleaching In The Indonesian Waters. *IOP Conerence Series: Earth and Environmental Science*. Diakses melalui PDF.