



Diplomasi Lingkungan Indonesia Melalui Coral Triangle Initiative: Peluang dan Tantangan

Dinda Amalia Putri^{1*}, Taopik Hidayat¹, Muhammad Fauzan Ramadhan¹

¹Fakultas Ilmu Sosial dan Politik, Program Studi Hubungan Internasional, Universitas Komputer Indonesia

*dindaamalia254@gmail.com

Abstract: *Indonesia, as one of the largest archipelagic countries with abundant marine biodiversity, plays an important role in environmental diplomacy through the Coral Triangle Initiative (CTI-CFF). This initiative involves six countries in the Coral Triangle region to protect and sustainably manage coastal and marine resources. This article analyzes Indonesia's role in environmental diplomacy through the CTI-CFF, including the challenges and opportunities it faces. A descriptive qualitative research method is used to explore the policy and implementation of environmental diplomacy, with secondary data from relevant literature. The results show that Indonesia has taken strategic steps such as the establishment of Marine Protected Areas (MPAs), capacity building of local communities, and strengthening regional collaboration to address threats such as climate change, illegal fishing, and overfishing. However, challenges, such as the effects of climate change and lack of law enforcement against overfishing activities, remain major obstacles. The article also identifies opportunities through the development of a blue economy that integrates the sustainability of marine ecosystems with economic potential. Indonesia's environmental diplomacy in the CTI-CFF demonstrates a commitment to conserving marine biodiversity, supporting the welfare of coastal communities, and maintaining national economic and food security*

Keywords: *Blue Economy, Coral Triangle Initiative, Climate Change, Coral reefs, Environmental Diplomacy.*

PENDAHULUAN

Kawasan *Coral Triangle*, yang mencakup enam negara yaitu Indonesia, Malaysia, Papua Nugini, Filipina, Timor-Leste, dan Kepulauan Solomon, merupakan pusat keanekaragaman hayati laut dunia. Kawasan ini menyimpan 76% spesies terumbu karang global, dengan luas sekitar 5,7 juta kilometer persegi. *Coral Triangle* tidak hanya memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem laut, tetapi juga menjadi sumber utama mata pencaharian bagi masyarakat pesisir di negara-negara anggotanya (Wardhanita & Burhanuddin, 2023).

Indonesia, sebagai bagian dari *Coral Triangle*, merupakan negara dengan kekayaan terumbu karang terbesar di dunia. Dengan lebih dari 590 spesies karang keras yang tersebar di area seluas 50.875 km², Indonesia menyumbang sekitar 18% dari total luas terumbu karang global. Wilayah seperti Raja Ampat, Wakatobi, dan Bunaken menjadi simbol keanekaragaman hayati laut Indonesia sekaligus mendukung sektor ekonomi, seperti perikanan dan pariwisata. Terumbu karang Indonesia juga memiliki nilai strategis dalam kerja sama *Coral Triangle Initiative* karena kontribusinya terhadap keseimbangan ekosistem laut di kawasan ini (Anderson, 2021).

Terumbu karang adalah ekosistem yang terdiri dari berbagai biota laut yang menghasilkan kapur dan hidup bersama karang dan kehidupan laut lainnya di dasar laut. Dari segi struktur, terumbu karang terdiri dari dua kerangka karang (skeleton) dan makhluk hidup berupa polip (Giyanto *et al.*, 2017). Polip memiliki struktur lunak dan berfungsi sebagai pembentuk terumbu, sedangkan skeloton memiliki struktur keras dari zat kapur yang dihasilkan oleh polip karang. Polip adalah komponen penting dari ekosistem terumbu karang telah memainkan peran penting dalam kelangsungan hidup mereka. Kehidupan terumbu karang bergantung pada polip untuk makanan. Salah satu sumber makanan terumbu karang adalah plankton, setelah ditangkap oleh polip maka zat kapur tersebut pada akhirnya akan diubah menjadi kerangka sekeleton karang (Giyanto *et al.*, 2017). Ekosistem terumbu karang ini tidak hanya mendukung kehidupan biota laut saja, tetapi juga memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat pesisir melalui sektor pariwisata dan perikanan (Magdalena & Iskandar, 2016).

Ekosistem terumbu karang di dunia, termasuk di Indonesia, menghadapi berbagai ancaman alami dan antropogenik. Ancaman alami seperti pemanasan global, siklon tropis, dan pemutihan karang (coral bleaching) semakin sering terjadi akibat perubahan iklim. Di sisi lain, aktivitas manusia seperti penangkapan ikan dengan bahan peledak, pencemaran laut, dan eksploitasi pariwisata yang tidak terkendali menjadi penyebab utama kerusakan ekosistem terumbu karang. Di Indonesia, hanya 6,83% dari 85.707 kilometer persegi terumbu karang Indonesia yang dalam kondisi sangat baik. Menurut data dari Program Rehabilitasi dan Pengelolaan Terumbu Karang di Indonesia yang juga dikenal sebagai Program Manajemen Rehabilitasi Terumbu Karang yang dioperasikan oleh Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (COREMAP LIPI), hal ini menandakan adanya tekanan yang tinggi terhadap keberlanjutan terumbu karang (Mailanti & Rani, 2017).

Untuk merespons berbagai ancaman terhadap ekosistem laut, termasuk terumbu karang, lahirlah *Coral Triangle Initiative on Coral Reefs, Fisheries, and Food Security* (CTI-CFF) pada tahun 2009. Inisiatif ini digagas oleh Presiden Indonesia, Susilo Bambang Yudhoyono, dalam Konvensi Keanekaragaman Hayati di Brasil pada 2006. CTI-CFF merupakan kerja sama multilateral yang melibatkan enam negara di kawasan Coral Triangle. Tujuannya adalah melindungi keanekaragaman hayati laut, meningkatkan ketahanan pangan, dan mendukung kesejahteraan masyarakat pesisir melalui pengelolaan yang berkelanjutan. Melalui CTI-CFF, Indonesia memainkan peran strategis dalam diplomasi lingkungan, menjadikan ekosistem terumbu karang sebagai prioritas utama dalam upaya pelestarian global (Mailanti & Rani, 2017). Enam negara yang tercakup dalam CTI-CFF adalah Kepulauan Solomon, Papua Nugini, Indonesia, Malaysia, Filipina, dan Timor Leste. Dasar pembentukan CTI-CFF adalah adanya kenyataan bahwa perairan Indonesia dan negara-negara sekitarnya adalah habitat dari 500 spesies karang dan juga banyaknya ancaman di kawasan ini yang membuat terancamnya ekosistem laut, sehingga adanya CTI-CFF ini diharapkan dapat terbentuk sebagai tujuan untuk mengatasi ancaman terhadap sumber daya pesisir dan laut melalui kolaborasi dari enam negara dan pengelolaan yang berkelanjutan. Melalui CTI-CFF, Indonesia secara aktif terlibat dalam diplomasi lingkungan untuk mengelola dan menjaga sumber daya laut di kawasan segitiga terumbu karang. Sumber daya ini sangat penting untuk ekonomi nasional, ketahanan pangan, dan kesejahteraan penduduk pesisir. Organisasi ini memprioritaskan konservasi dan peningkatan ketahanan pangan masyarakat pesisir. (Anderson, 2021).

Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan dari studi ini adalah untuk menganalisis diplomasi lingkungan yang dilakukan Indonesia melalui *Coral Triangle Initiative*. Kajian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi peluang yang dapat dimanfaatkan oleh Indonesia dalam pelaksanaan inisiatif tersebut, sekaligus menghadapi tantangan yang ada. Hal ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada upaya pelestarian terumbu karang dan pengelolaan sumber daya laut yang berkelanjutan di kawasan *Coral Triangle*.

METODE PENELITIAN

Dalam rangka menganalisis peran diplomasi lingkungan Indonesia dalam *Coral Triangle Initiative* (CTI-CFF), penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif. Metode deskriptif kualitatif dipilih dalam penelitian ini karena sesuai untuk menganalisis berbagai aspek terkait diplomasi lingkungan Indonesia dalam *Coral Triangle Initiative* (CTI-CFF). Pendekatan ini memungkinkan eksplorasi mendalam terhadap kebijakan, tantangan, dan peluang yang dihadapi Indonesia dalam melestarikan ekosistem terumbu karang di kawasan Coral Triangle, sebagaimana dijelaskan dalam pendahuluan. Penelitian ini berfokus pada data sekunder dari literatur yang relevan, seperti jurnal ilmiah, laporan resmi pemerintah, serta artikel akademik yang membahas isu terkait.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui penelusuran literatur terpercaya, termasuk jurnal ilmiah yang telah melalui proses peer-review, laporan resmi pemerintah, dan dokumen organisasi internasional terkait. Untuk memastikan relevansi, hanya literatur yang diterbitkan dalam 10 tahun terakhir digunakan. Validitas data dijamin dengan memeriksa konsistensi antara sumber, terutama pada laporan resmi dan analisis akademis. Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif dengan membandingkan temuan, mengidentifikasi pola, dan menarik kesimpulan terkait diplomasi lingkungan Indonesia melalui CTI-CFF. Variabel utama yang dikaji meliputi diplomasi lingkungan, didefinisikan sebagai upaya kerja sama melindungi sumber daya laut, tantangan dalam implementasi kebijakan seperti perubahan iklim dan keterbatasan sumber daya, serta peluang yang termasuk kerja sama internasional dan sumber daya alam berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Peran Indonesia Di Dalam Organisasi *Coral Triangle Initiative*

Coral Triangle Initiative (CTI), sebuah kerja sama multilateral yang signifikan, dibentuk oleh Indonesia dan lima negara lainnya yaitu Malaysia, Papua Nugini, Filipina, Kepulauan Solomon, dan Timor Leste untuk melindungi dan melestarikan sumber daya laut dan pesisir di Kawasan Segitiga Terumbu Karang. Indonesia memainkan peran penting dalam organisasi ini, yang didirikan pada tahun 2009, di bawah kepemimpinan Presiden Susilo Bambang Yudhoyono, yang menekankan perlunya tindakan terkoordinasi untuk mengatasi isu-isu penting seperti ketahanan pangan, perubahan iklim, dan konservasi keanekaragaman hayati di wilayah yang kaya keanekaragaman hayati ini. (Magdalena & Iskandar, 2016).

1.1 Kepemimpinan dan Perumusan Kebijakan

Indonesia bukan hanya anggota pendiri CTI, tetapi juga menjadi tuan rumah Sekretariat Regional di Manado, Sulawesi Utara. Sekretariat ini bertanggung jawab untuk mengkoordinasikan upaya-upaya di antara negara-negara anggota, memfasilitasi komunikasi, dan memantau kemajuan menuju tujuan yang digariskan dalam Rencana Aksi Regional (*Regional Plan of Action/RPOA*) (Humas, 2015). RPOA bertujuan untuk meningkatkan kerja sama regional dalam melindungi ekosistem laut sekaligus mempromosikan mata pencaharian berkelanjutan bagi masyarakat pesisir. Pada tahun 2015, Indonesia membentuk Komite Nasional untuk *Coral Triangle Initiative* melalui Peraturan Presiden No.85. Komite ini bertugas merumuskan kebijakan nasional tentang perlindungan terumbu karang dan pengelolaan perikanan, memastikan bahwa tindakan lokal dan nasional selaras dengan tujuan regional. Komite ini terdiri dari berbagai kementerian dan diketuai oleh Menteri Koordinator Bidang Kemaritiman, yang mencerminkan komitmen Indonesia terhadap tata kelola terpadu dalam pengelolaan sumber daya laut (Humas, 2015).

1.2 Implementasi Upaya Konsevasi

Indonesia telah berkomitmen untuk melestarikan sebagian besar wilayah lautnya sebagai bagian dari kewajibannya di bawah CTI. Pemerintah menargetkan untuk melindungi 200.000 km persegi wilayah laut pada tahun 2020 dengan fokus pada pembentukan Marine Protected Areas (MPAs) untuk memitigasi dampak dari penangkapan ikan yang berlebihan serta perubahan iklim. Hingga akhir 2024, Indonesia telah berhasil menetapkan sekitar 187.221 km persegi sebagai MPAs, mencapai sekitar 94% dari tujuan konservasi (Magdalena & Iskandar, 2016).

1.3 Peningkatan Kapasitas dan Keterlibatan Masyarakat

Melalui berbagai program yang didukung oleh mitra internasional seperti Conservation International dan pemangku kepentingan lokal, Indonesia menekankan pengelolaan sumber daya berbasis masyarakat. Inisiatif ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas lokal dalam praktik penangkapan ikan yang berkelanjutan dan pengelolaan lingkungan. Keterlibatan masyarakat lokal sangat penting untuk menerapkan strategi konservasi yang efektif yang memenuhi kebutuhan ekologi dan realitas sosial ekonomi.

Indonesia telah menunjukkan keberhasilan nyata dalam melibatkan masyarakat lokal untuk mengelola sumber daya laut melalui *Coral Triangle Initiative* (CTI). Di Raja Ampat, misalnya, masyarakat setempat berhasil meningkatkan populasi ikan karang hingga 250% dibandingkan area lain yang tidak dilindungi. Selain itu, ekowisata berbasis komunitas telah meningkatkan pendapatan warga hingga 30% per tahun. Di Wakatobi, nelayan lokal yang dilatih untuk menggunakan alat tangkap ramah lingkungan mampu mengurangi praktik destructive fishing hingga 60% dalam lima tahun terakhir, dengan terumbu karang yang mulai pulih dan tutupan karang hidup bertambah 25%. Di Bali, program rehabilitasi terumbu karang berhasil menanam lebih dari 50.000 fragmen karang, menciptakan ekowisata yang kini menjadi sumber pendapatan besar bagi masyarakat. Semua keberhasilan ini tidak terlepas dari dukungan mitra internasional seperti Conservation International dan dedikasi masyarakat lokal yang terlibat langsung dalam menjaga lingkungan mereka (Asy'ari *et al.*, 2023).

1.4 Kolaborasi Regional

Sebagai bagian dari kerangka kerja CTI, Indonesia berkolaborasi dengan negara-negara anggota lainnya untuk mengatasi tantangan bersama seperti dampak perubahan iklim dan praktik penangkapan ikan yang tidak berkelanjutan. Kolaborasi ini mencakup upaya bersama untuk mengelola bentang laut prioritas area yang ditetapkan untuk membutuhkan tindakan konservasi terfokus, seperti Bentang Laut Sulu, Sulawesi. Dengan membina kerja sama regional, Indonesia berkontribusi secara signifikan terhadap ketahanan kolektif dalam menghadapi ancaman lingkungan (Wardhania & Burhanuddin, 2023).

Singkatnya, dalam CTI peran aktif Indonesia menekankan peran kepemimpinan Indonesia dalam upaya konservasi laut di Asia Tenggara. Melalui perumusan kebijakan, implementasi langkah-langkah konservasi, pelibatan masyarakat, dan kolaborasi regional, Indonesia bertujuan untuk melindungi keanekaragaman hayati lautnya yang kaya sekaligus mendukung mata pencaharian yang berkelanjutan bagi masyarakat pesisir.

2. Tantangan Terhadap Indonesia Dalam Coral Triangle Initiative

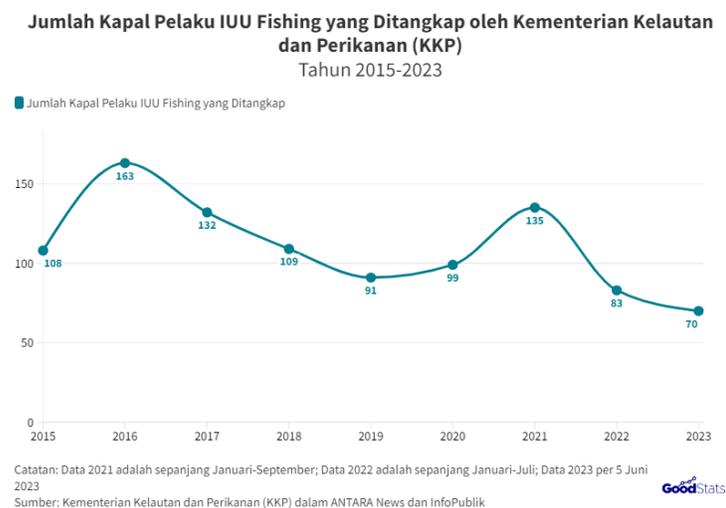
2.1 *Illegal Fishing*

Illegal fishing sering terjadi di perairan Indonesia, tentunya menjadi tantangan utama. Penangkapan ikan yang melintasi batas negara ini sudah dikategorikan sebagai transnational crime oleh PBB. Kegiatan ini, selain berdampak negatif terhadap ekonomi, penangkapan ikan ilegal ini

juga merugikan hubungan politik bilateral antara Indonesia dengan negara-negara yang terlibat dalam kegiatan ilegal di perairan Indonesia (Muhamad, 2012).

Menurut Abdul Halim, Sekretaris Jenderal Koalisi Rakyat untuk Keadilan Perikanan (Kiara), Indonesia menghadapi banyak kesulitan dan hambatan terkait perikanan ilegal yang perlu segera ditangani karena masalah ini berasal dari dalam negeri dan internasional. Dia mengklaim bahwa penurunan stok sumber daya perikanan di beberapa negara sekitar merupakan faktor yang berkontribusi terhadap masalah eksternal. Oleh karena itu, kapal-kapal dari negara-negara ini melihat laut Indonesia sebagai cara untuk menyalahi masalah ini. "Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia (WPP-NRI) dapat dicapai dengan armada kapal penangkap ikan dari negara-negara terdekat." (Darisman & Sukmawijaya, 2020).

Illegal fishing tetap menjadi tantangan serius meskipun pemerintah telah berupaya melakukan berbagai langkah pencegahan. Salah satu upaya tersebut adalah perjanjian tentang batas Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) dengan Vietnam yang tercapai pada akhir Desember 2022. Namun, antara Februari dan Maret 2023, IOJI melaporkan bahwa enam kapal Vietnam terdeteksi melalui *Automatic Identification System* (AIS), sementara enam belas kapal lainnya yang terpantau melalui citra non-satelit di area yang bukan merupakan wilayah sengketa. Setelah perjanjian ZEE tersebut, sebanyak 82 kapal Vietnam terdeteksi berada di wilayah Indonesia pada Januari 2023, dan jumlah kapal meningkat menjadi 155 kapal pada Februari 2023 (News, 2023).



Gambar 1. Grafik Penangkapan Kapal IUU Fishing Oleh KKP di Indonesia (2015-2023) (Shafina, 2023)

Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) dalam grafik, jumlah kapal pelaku IUU (*Illegal, Unreported, and Unregulated*) Fishing yang ditangkap menunjukkan fluktuasi dari tahun 2015 hingga 2023. Pada 2015, terdapat 108 kapal yang berhasil ditangkap, dan jumlah ini meningkat signifikan menjadi 163 kapal pada 2016. Setelah itu, angka penangkapan cenderung menurun hingga mencapai titik terendah pada 2019 dengan hanya 91 kapal.

Namun, upaya pemerintah terlihat semakin intensif pada 2020 dengan kenaikan angka penangkapan menjadi 99 kapal, yang terus meningkat hingga 135 kapal pada 2021. Meskipun demikian, tren ini kembali menurun drastis pada 2022 dan 2023, dengan hanya 83 kapal ditangkap pada 2022 dan 70 kapal pada 2023 (hingga Juni).

Penurunan angka ini dapat mencerminkan dua kemungkinan: keberhasilan langkah pencegahan seperti penguatan perjanjian batas ZEE dan peningkatan pengawasan melalui

teknologi seperti *Automatic Identification System* (AIS), atau tantangan baru yang muncul, seperti pergeseran pola operasi kapal asing ilegal. Dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya, efektivitas kebijakan pemerintah dapat terlihat melalui kerja sama bilateral, seperti perjanjian ZEE dengan Vietnam, meskipun masih terdapat laporan keberadaan kapal-kapal asing di wilayah Indonesia. Data ini menunjukkan bahwa meski langkah pemerintah telah menghasilkan dampak, upaya lebih besar diperlukan untuk menghadapi tantangan yang semakin kompleks.

2.2 Perubahan Iklim Global

Menurut data dari *Monterey Bay Aquarium*, tahun 2014, lebih dari separuh suhu permukaan laut global telah secara terus menerus melebihi batas panas yang ekstrem. Tahun 2019, tercatat bahwa 57% permukaan air laut global mengalami panas yang berlebihan. Sebagai perbandingan, pada periode Revolusi Industri Kedua (1870-1914), hanya 2% permukaan laut yang mencatatkan suhu serupa dengan kondisi dalam satu dekade terakhir. Gelombang panas laut yang berlebihan menjadi risiko bagi sumber daya dan ekosistem laut yang dapat berdampak buruk pada berkelanjutan kehidupan di dalamnya (Garcia *et al.*, 2021).

Perubahan iklim global yang signifikan telah memberikan dampak langsung terhadap lautan, terutama berupa pemanasan yang terjadi selama satu abad terakhir. Periode pemanasan ekstrem ini, terutama dalam sepuluh tahun terakhir, telah menyebabkan beberapa spesies, seperti karang, berada dalam kondisi kritis. Selain itu, pemanasan global juga berdampak pada menurunnya produktivitas terumbu karang di kawasan *Coral Triangle*, khususnya Indonesia. Terlebih lagi, dengan meningkatnya panas ekstrem dan perubahan iklim akibat aktivitas manusia (antropogenetik), gelombang panas laut memiliki kemampuan untuk mengubah kembali struktur ekosistem laut yang semakin memperburuk kondisi keseimbangan hayati di lautan (Smale *et al.*, 2019).

Selain itu, perubahan iklim global yang ekstrem juga berdampak pada ekosistem laut, terutama terkait dengan produksi primer. Suhu laut yang tinggi, penyebaran spesies, dan kekayaan sumber daya, baik di tingkat lokal maupun global, semuanya terpengaruh. Perubahan iklim ini secara signifikan mengubah komposisi dan fungsi ekosistem laut (Niiler, 2018).

Perubahan iklim global tidak hanya berdampak pada spesies ikan, tetapi juga mempengaruhi terumbu karang, menjadikannya sebagai masalah serius bagi organisasi *Coral Triangle* dan Indonesia. Peningkatan suhu ekstrem secara global ini dapat menyebabkan kematian pada karang dan mengurangi hubungan antar populasi. Hubungan antar karang adalah proses di mana populasi lokal menerima larva dari sumber yang jauh melalui arus laut yang sangat mempengaruhi kemampuan karang untuk pulih setelah terjadinya ancaman. Agar perlindungan terhadap karang lebih efektif, ruang antar kawasan lindung harus diperkecil sehingga terumbu karang dapat terhubung dengan baik (Figueiredo *et al.*, 2022).

Perubahan iklim global memberikan dampak signifikan pada terumbu karang, yang merupakan salah satu organisme laut yang sangat berdampak. Selain menyediakan rumah bagi ikan dan biota laut lainnya, terumbu karang berpotensi menjadi tujuan wisata yang sangat menguntungkan bagi Indonesia dan negara-negara lain di Segitiga Terumbu Karang. Indonesia Timur, sebagai kawasan terakhir yang memiliki kekayaan keanekaragaman hayati laut, wilayah ini mencakup sekitar 25.000 km persegi terumbu karang. Hal ini menjadikan Indonesia sebagai penyumbang 10% dari total terumbu karang di dunia. Namun, sayangnya hanya 6,5% dari terumbu karang tersebut yang masih berada dalam kondisi sangat baik, dan sebagian besar berada di Indonesia Timur.

Kerusakan terumbu karang yang paling berdampak disebabkan oleh pemanasan global dan perubahan iklim, dengan kontribusi sebesar 55% terhadap kerusakan tersebut sebagian besar

akibat aktivitas manusia. Dalam sebuah webinar yang diselenggarakan oleh Ocean Program Manager Econusa, Wiro Wirandi menjelaskan bahwa krisis iklim adalah ancaman utama bagi terumbu karang. “Krisis iklim menyebabkan suhu laut meningkat. Tetapi erumbu karang umumnya dapat bertahan pada suhu 26 hingga 28 derajat Celcius. Jika suhu melebihi batas tersebut, karang akan mengalami pemutihan atau *Coral Bleaching* yang menandakan bahwa kondisi karang tidak baik (Tempo, 2021).

Dengan demikian, Organisasi *Coral Triangle* dan Indonesia menghadapi tantangan serius akibat perubahan iklim yang merugikan terumbu karang. Kenaikan suhu laut menyebabkan pemutihan karang, meningkatkan frekuensi badai, dan mengubah pola sirkulasi laut, yang semuanya menjadi faktor pada kerusakan ekosistem terumbu karang. Selain itu, pengasaman laut yang disebabkan oleh peningkatan CO₂ mengurangi kemampuan terumbu karang untuk tumbuh. Untuk mengatasi masalah ini, Indonesia perlu memperkuat pemantauan ekosistem pesisir dan menerapkan program rehabilitasi terumbu karang guna melindungi dan memulihkan kondisi terumbu karang yang terancam.

2.3 Overfishing

Overfishing atau penangkapan ikan secara ilegal sangat erat kaitannya dengan tiga jenis aktivitas, yaitu *ecosystem overfishing*, *economy overfishing*, dan *biological overfishing*. *Ecosystem overfishing* adalah kegiatan ilegal yang dampaknya menyebabkan ketidakseimbangan ekosistem laut akibat penangkapan berlebihan terhadap satu spesies atau hewan laut yang dilindungi. Contohnya, penangkapan ikan predator secara berlebihan yang mengakibatkan terganggunya rantai makanan di laut.

Economic overfishing terjadi ketika tangkapan berfokus pada satu spesies dalam jumlah besar, sehingga spesies tersebut banyak dijual di pasaran. Akibatnya, harga spesies tersebut turun drastis dan merugikan ekonomi perikanan. Sedangkan *Biological overfishing* terjadi ketika penangkapan ikan melebihi batas maksimum yang dapat diterima atau melebihi kemampuan populasi ikan untuk berkembang biak. Hal ini menyebabkan penurunan populasi ikan dan berkurangnya tingkat pertumbuhan biologisnya (FAO, 2010).

Overfishing di Indonesia tidak hanya merugikan ekosistem, tetapi juga berdampak negatif pada perekonomian masyarakat pesisir, terutama yang berprofesi sebagai nelayan. Perilaku *overfishing* terjadi ketika nelayan menangkap ikan dalam jumlah yang melebihi batas, sehingga pemulihan populasi laut menjadi tidak optimal. Eksploitasi sumber daya alam yang berlebihan dapat mengancam kelangsungan hidup spesies ikan, terumbu karang, dan organisme laut lainnya yang terancam punah dan hilangnya keanekaragaman hayati laut. Dampak lanjutan dari fenomena ini adalah menurunnya perekonomian penduduk pesisir, terutama nelayan, serta mengancam ketahanan pangan nasional akibat berkurangnya stok ikan yang ada.

Overfishing dapat terjadi akibat berbagai faktor, seperti praktik illegal fishing, kurangnya pengawasan dan penegakan hukum yang efektif, tingginya permintaan pasar, serta penggunaan metode penangkapan yang tidak ramah lingkungan. Salah satu sumber utama masalah ini adalah metode penangkapan ikan ilegal yang digunakan oleh kapal asing di perairan Indonesia. Kelemahan dalam pengawasan dan penegakan hukum semakin memperburuk situasi yang mendorong terjadinya penangkapan ikan ilegal dan pelanggaran terhadap aturan perikanan dan kelautan. Selain itu, tingginya permintaan pasar terhadap produk perikanan mendorong nelayan untuk menangkap ikan dalam jumlah besar tanpa memperhatikan keberlanjutan sumber daya alam. Permintaan yang terus meningkat ini membuat nelayan terus-menerus melakukan penangkapan ikan untuk memenuhi pasar tanpa memperhatikan keberlanjutan sumber daya dan aturan yang berlaku. Di sisi lain, baik nelayan maupun pelaku illegal fishing sering menggunakan teknologi

tidak ramah lingkungan, seperti bom ikan dan pukat harimau, untuk menangkap ikan dalam jumlah besar. Metode ini menyebabkan kerusakan ekosistem laut, termasuk terumbu karang, serta penangkapan ikan kecil dan spesies non-target lainnya (Saputri, 2024).

Overfishing yang dilakukan dengan memanfaatkan peralatan tidak ramah lingkungan menyebabkan kerusakan besar terhadap ekosistem laut. Terumbu karang, sebagai habitat bagi berbagai spesies laut, dapat mengalami penurunan spesies yang signifikan. Ancaman dari masalah ini bukan saja berdampak terhadap ekosistem laut di Indonesia, tetapi dapat berdampak meluas ke ekosistem laut di kawasan *coral triangle*, bahkan seluruh dunia. Oleh karena itu, *overfishing*, terutama yang melibatkan alat tangkap yang merusak, sangat mengganggu keseimbangan ekosistem laut dan dapat berdampak langsung pada berkurangnya stok ikan secara signifikan. Kondisi ini tidak hanya memengaruhi satu spesies saja, tetapi juga menyebabkan ketidakseimbangan ekologis secara keseluruhan.

3. Peluang Indonesia dalam Pengelolaan Keanekaragaman Hayati Laut Melalui CTI-CFF

3.1 Pengembangan Ekonomi Biru

Menurut *World Bank*, ekonomi biru adalah teori ekonomi yang menekankan penggunaan sumber daya laut dan laut secara maksimal sebagai mesin utama ekonomi. Prinsip ekonomi biru menempatkan penekanan kuat pada pemakaian secara terus-menerus sumber daya laut demi menghasilkan berbagai keuntungan, termasuk meningkatkan lapangan kerja, memelihara ekosistem laut, dan mendorong pertumbuhan ekonomi. Ekonomi biru mencakup sejumlah industri, termasuk akuakultur, pariwisata, transportasi laut, industri perikanan, penciptaan energi terbarukan, penggunaan dasar laut, pertambangan laut dalam, pemrosesan genetik laut sumber daya, dan penelitian bioteknologi untuk berfokus pada laut (Fitra, 2024).

World Bank mengkaji sejumlah topik yang berkaitan dengan keadaan, pertumbuhan, dan prospek ekonomi biru Indonesia dalam laporan *Sea for Welfare: Reform for the Blue Economy in Indonesia*. Tindakan yang telah direncanakan pemerintah dirinci dalam laporan ini. Selain itu, diklarifikasi bahwa pelestarian sumber daya alam, ekosistem yang kuat, dan pengelolaan wilayah pesisir yang efektif sangat penting untuk masa depan pencemaran laut (Arisandi *et al.*, 2018). Ketiga kemungkinan ide program ini bertujuan untuk memaksimalkan dan mendorong pertumbuhan ekonomi biru.

Program ekonomi biru memiliki keterkaitan langsung dengan keberlanjutan lingkungan laut melalui pendekatan yang mengintegrasikan pengelolaan sumber daya alam secara bijaksana dengan pertumbuhan ekonomi yang inklusif. Dalam ekonomi biru, eksploitasi sumber daya laut dilakukan secara berkelanjutan untuk memastikan kelestarian ekosistem laut, yang berfungsi sebagai basis utama untuk sektor-sektor ekonomi seperti perikanan, pariwisata, dan akuakultur. Upaya seperti pelestarian terumbu karang, perlindungan keanekaragaman hayati laut, dan pengelolaan wilayah pesisir yang efektif tidak hanya mempertahankan keseimbangan ekosistem tetapi juga menciptakan nilai tambah ekonomi jangka panjang, seperti melalui peningkatan hasil tangkapan ikan berkelanjutan atau promosi ekowisata berbasis masyarakat (Rizky *et al.*, n.d.).

Di Indonesia, implementasi ekonomi biru melalui program *Coral Triangle Initiative (CTI-CFF)* memperkuat komitmen nasional dalam menjaga ekosistem laut sekaligus memanfaatkan potensinya untuk pertumbuhan ekonomi. Pelestarian terumbu karang yang merupakan pusat keanekaragaman hayati laut, misalnya, membantu meningkatkan produktivitas perikanan tangkap dan menarik wisatawan ekowisata, yang pada akhirnya memperkuat ketahanan ekonomi masyarakat pesisir. Dengan pendekatan ini, ekonomi biru tidak hanya mendorong pertumbuhan

ekonomi, tetapi juga memitigasi dampak perubahan iklim serta melindungi sumber daya laut untuk generasi mendatang (Rizky *et al.*, 2025).

3.2 Kenaikan Pengelolaan Aset Laut dan Pesisir

Untuk memfasilitasi pengelolaan tingkat tangkapan yang metodis di industri perikanan, pemerintah Indonesia telah memperluas sistem tersebut. Langkah yang tepat dalam pertumbuhan industri perikanan adalah sistem ini. Namun, anggaran yang cukup besar diperlukan untuk implementasi. Untuk mengatasi masalah berkurangnya pasokan ikan, personel yang terampil dan manajemen yang efisien juga diperlukan. Ini termasuk memastikan bahwa pengaturan batas tangkapan diatur dengan bantuan teknologi untuk menghasilkan hasil yang lebih tepat.

Untuk membedakan antara wilayah laut yang ditunjuk untuk budidaya dan kegiatan ekonomi, pemerintah Indonesia juga telah membuat rencana zonasi laut. Ini dicapai dengan mencari tahu wilayah laut mana yang terbaik untuk setiap jenis kegiatan. Penerbitan izin perusahaan dan rencana tata ruang maritim harus terintegrasi untuk menjamin pembangunan berjalan sesuai rencana yang telah ditetapkan.

Metode *Scorecard* dapat digunakan untuk pemantauan dengan berbagai indikator yang mengevaluasi keadaan sumber daya laut, seperti menjaga keberlanjutan kualitas terumbu karang. Sistem ini sangat bermanfaat untuk mempertahankan kualitas ekosistem terumbu karang, terutama di kawasan *Coral Triangle*. Dalam jangka panjang, Indonesia dapat mengevaluasi penggunaan sistem kadaster untuk kawasan laut (*Spatial Title Registry*) guna mengurangi potensi konflik di wilayah perairan.

Selain itu, Indonesia dapat mempromosikan metode budidaya berkelanjutan di industri perikanan dengan menerapkan kerangka budidaya ikan berbasis "hak". Dengan metode ini, masyarakat atau pelaku usaha lokal diberikan izin oleh pemerintah untuk menangkap ikan dalam jumlah tertentu selama tidak melebihi kuota panen. Kemungkinan ini memungkinkan nelayan untuk mengambil peran yang lebih aktif dalam mengelola perikanan, yang meningkatkan produktivitas dan pengelolaan sumber daya laut (Brown *et al.*, 2019).

3.3 Sistem Teknologi untuk Pengumpulan dan Pemantauan Data

Salah satu negara maritim utama dunia, Indonesia menempati wilayah laut yang cukup besar dan rumit. Teknologi informasi yang canggih diperlukan untuk mengelola wilayah maritim ini secara efisien dan mengurangi dampak kerusakan yang ditimbulkan oleh aktivitas manusia. Selain memfasilitasi perkembangan pesat sistem pemantauan dan pengaduan berbasis elektronik, teknologi harus dapat memberikan informasi yang tepat tentang stok dan tanaman spesies tertentu.

Selain itu, kebijakan mengenai metode pemantauan ekosistem yang berkelanjutan dan berbagi data secara transparan juga sangat penting. Dengan data yang lebih terperinci dan jelas di sektor kelautan, manfaatnya akan dirasakan tidak hanya dalam pengelolaan lingkungan, tetapi juga dalam pengembangan sektor ekonomi dan pariwisata di Indonesia. (David Kaczan, 2021).

Di tengah tantangan pengelolaan sumber daya alam laut yang terus berkembang, pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan sensor laut menjadi semakin vital. Teknologi ini memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan laut secara real-time, yang mendukung upaya konservasi dan pengelolaan ekosistem yang lebih efektif. Penggunaan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam pemantauan ekosistem laut semakin penting untuk memastikan kelestarian lingkungan sekaligus mendukung pertumbuhan sektor kelautan. Dengan menggunakan sensor yang terhubung, IoT memungkinkan pemantauan kondisi laut secara lebih akurat dan efisien. Teknologi ini dapat mengukur berbagai parameter penting seperti suhu, salinitas, pH, dan kadar oksigen di air, yang semuanya memengaruhi kesehatan ekosistem laut. Data yang diperoleh dari

sensor ini dapat diproses dengan cepat, memberikan gambaran yang jelas tentang kondisi lingkungan laut dalam waktu nyata (Xu *et al.*, 2019),

Keunggulan dari IoT adalah kemampuannya untuk memantau dan mengatur kondisi lingkungan laut secara cerdas. Misalnya, teknologi ini dapat digunakan untuk menyesuaikan parameter fisik dan kimia tertentu, seperti salinitas atau suhu air, untuk meningkatkan kualitas ekosistem. Selain itu, IoT juga membantu dalam pengambilan keputusan berbasis data yang lebih baik dan lebih cepat, seperti memitigasi dampak kerusakan lingkungan atau mengatur aktivitas ekonomi seperti perikanan. Dengan data real-time yang dihasilkan, upaya perlindungan terhadap laut menjadi lebih terfokus dan efektif, menjaga keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi dan pelestarian lingkungan laut (Xu *et al.*, 2019).

3.4 Mengembangkan Potensi “Ekonomi Biru”

Melalui berbagai program, seperti pengelolaan dan peningkatan terumbu karang, *World Bank* membantu pemerintah Indonesia dalam mempraktikkan "Ekonomi Biru". *World Bank* juga mendukung Program Pengembangan Pariwisata Terpadu dan Berkelanjutan (P3TB), yang menyediakan *platform* untuk pengelolaan infrastruktur dan perencanaan pariwisata yang terintegrasi dan berkelanjutan.

Indonesia Sustainable Oceans Program yang berupaya memperluas pengetahuan dan kapasitas terkait implementasi ekonomi biru juga menawarkan bantuan teknis. Indonesia memiliki peluang fantastis untuk mencapai ekonomi biru yang bermanfaat bagi generasi sekarang dan masa depan melalui kegiatan ini, yang mencakup upaya memperkuat terumbu karang di kawasan *Coral Triangle* (Kaczan & Aquino, 2021).

KESIMPULAN

Coral Triangle Initiative (CTI), sebuah kemitraan global yang mencakup enam negara untuk melestarikan biota laut di sekitar Coral Triangle, memasukkan Indonesia sebagai pemain kunci. Sebagai anggota pendiri, Indonesia telah membentuk Komite Nasional untuk mengembangkan kebijakan pengelolaan perikanan dan perlindungan terumbu karang, dan juga menjadi rumah Sekretariat Daerah di Manado. Hingga akhir 2024, Indonesia telah berhasil menetapkan sekitar 187.221 kilometer persegi sebagai Kawasan Konservasi Laut yaitu Marine Protected Areas (MPAs), mendekati target 200.000 kilometer persegi. Dengan dukungan mitra internasional dan pelibatan masyarakat lokal, Indonesia berfokus pada pengelolaan sumber data yang berkelanjutan, peningkatan kapasitas masyarakat pesisir, dan kolaborasi regional untuk mengatasi ancaman perubahan iklim serta penangkapan ikan berlebihan. Upaya ini mencerminkan komitmen Indonesia dalam melindungi ekosistem laut dan mendukung kesejahteraan masyarakat pesisir. Indonesia menghadapi berbagai tantangan besar dalam pelaksanaan Coral Triangle Initiative, seperti illegal fishing, perubahan iklim global, dan overfishing, yang berdampak signifikan pada keberlanjutan ekosistem laut. Illegal fishing yang dikategorikan sebagai kejahatan lintas batas, tidak hanya merugikan ekonomi nasional tetapi juga memengaruhi hubungan diplomatik dan stok perikanan, terutama karena tekanan dari kapal-kapal asing yang memanfaatkan lemahnya pengawasan di perairan Indonesia. Perubahan iklim global memperburuk situasi melalui peningkatan suhu laut ekstrem yang menyebabkan kerusakan terumbu karang, pemutihan karang, dan gangguan pada keanekaragaman hayati laut. Sementara itu, overfishing yang sering dilakukan menggunakan metode tidak ramah lingkungan, seperti bom ikan dan pukat harimau, mengancam keseimbangan ekosistem dengan mengurangi populasi ikan secara drastis dan merusak habitat penting seperti terumbu karang. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan strategi komprehensif yang mencakup peningkatan penegakan hukum, pemantauan dan rehabilitasi satu kesatuan laut,

dan penggunaan sumber daya penangkapan ikan yang berkelanjutan untuk melindungi ekosistem laut dan mempertahankan mata pencaharian penduduk pesisir.

Melalui organisasi ini, Indonesia memiliki prospek yang sangat baik untuk mengelola keanekaragaman hayati laut, khususnya dalam pertumbuhan ekonomi biru. Konsep ekonomi biru sangat menekankan pada penggunaan sumber daya laut secara berkelanjutan untuk meningkatkan lapangan kerja, melestarikan ekosistem laut, dan mendorong kemajuan ekonomi. Pemerintah telah mengembangkan program seperti peningkatan pengelolaan aset laut melalui sistem tata ruang laut dan pengawasan berbasis teknologi, serta penerapan sistem budidaya ikan yang ramah lingkungan. Teknologi canggih digunakan untuk pemantauan ekosistem dan pengumpulan data guna mendukung pengelolaan sumber daya laut yang lebih efektif. Selain itu, berbagai inisiatif, seperti rehabilitasi terumbu karang dan pembangunan pariwisata berkelanjutan, menunjukkan komitmen Indonesia dalam mewujudkan ekonomi biru yang inklusif dan mendukung keseimbangan ekosistem laut untuk berkelanjutan masa depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada teman-teman yang telah berkontribusi dalam pengumpulan data dari berbagai sumber untuk mendukung artikel ini. Deikasi, waktu, dan usaha yang kalian curahkan sangatlah berarti, sehingga artikel ini dapat disusun dengan baik dan memiliki nilai yang lebih. Semoga kerjasama ini dapat terus terjalin dan membawa manfaat bagi kita semua. Terima kasih atas dukungan dan semangat kalian.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson Jeki. 2021. *Indonesia Sang Pemrakarsa “Coral Triangle Initiative Coral Reef And Food Security.”* National Oceanographic. <http://national-oceanographic.com/article/-indonesia-sang-pemrakarsa-coral-triangle-initiative-coral-reef-and-food-security>
- Arisandi, A., Tamam, B., & Fauzan, A. 2018. Profil Terumbu Karang Pulau Kangean, Kabupaten Sumenep, Indonesia <i>[Coral Reef Profile of Kangean Island, Sumenep District, Indonesia]</i>. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 10(2), 76–83. <https://doi.org/10.20473/jipk.v10i2.10516>
- Asy'ari, M. F., Zafira, G. H., Jawad, F., & Hidayat, R. A. 2023. Implementasi Blue Economy di Indonesia Melalui Coral Triangle Initiative on Coral Reefs, Fisheries, And Food Security (Cti—Cff). *Jurnal Al Azhar Indonesia Seri Ilmu Sosial*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.36722/jaiss.v4i2.1978>
- Brown, K. T., Bender-Champ, D., Kenyon, T. M., Rémond, C., Hoegh-Guldberg, O., & Dove, S. 2019. Temporal effects of ocean warming and acidification on coral–algal competition. *Coral Reefs*, 38(2), 297–309. <https://doi.org/10.1007/s00338-019-01775-y>
- Darisman, M., & Sukmawijaya, A. 2020. *Berbagai Tantangan Indonesia dalam Memberantas Illegal Fishing | kumparan.com [Bisnis].* kumparanBISNIS. <https://kumparan.com/kumparanbisnis/berbagai-tantangan-indonesia-dalam-memberantas-illegal-fishing-1tZsHy8YDZR>
- FAO (Ed.). 2010. *Report of the FAO/UNEP Expert Meeting on Impacts of Destructive Fishing Practices, Unsustainable Fishing, and Illegal, Unreported and Unregulated (IUU) Fishing on Marine Biodiversity and Habitats.* Expert Meeting on Impacts of Destructive Fishing Practices, Unsustainable Fishing, and Illegal, Unreported and Unregulated (IUU) Fishing on Marine Biodiversity and Habitats, Rome.

- Figueiredo, J., Thomas, C. J., Deleersnijder, E., Lambrechts, J., Baird, A. H., Connolly, S. R., & Hanert, E. 2022. Global warming decreases connectivity among coral populations. *Nature Climate Change*, 12(1), 83–87. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01248-7>
- Fitra, S. 2024. *Ekonomi Biru: Pengertian, Karakteristik, dan Tantangan Pengembangannya* [Istilah Ekonomi]. Katadata.Co.Id. <https://katadata.co.id/ekonopedia/istilah-ekonomi/65cb09a9ca92f/ekonomi-biru-pengertian-karakteristik-dan-tantangan-pengembangannya>
- Garcia-Soto, C., Cheng, L., Caesar, L., Schmidtko, S., Jewett, E. B., Cheripka, A., Rigor, I., Caballero, A., Chiba, S., Báez, J. C., Zielinski, T., & Abraham, J. P. 2021. An Overview of Ocean Climate Change Indicators: Sea Surface Temperature, Ocean Heat Content, Ocean pH, Dissolved Oxygen Concentration, Arctic Sea Ice Extent, Thickness and Volume, Sea Level and Strength of the AMOC (Atlantic Meridional Overturning Circulation). *Frontiers in Marine Science*, 8, 642372. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.642372>
- Giyanto, Abrar, M., Hadi, T. A., & Agus, B. 2017. *STATUS TERUMBU KARANG INDONESIA 2017*. Puslit Oseanografi-LIPI.
- Humas. 2015. *Government Forms National Committee of Coral Triangle Initiative* [News]. Sekretariat Kabinet Republik Indonesia. <https://setkab.go.id/en/government-forms-national-committee-of-coral-triangle-initiative/>
- Kaczan, D., & Aquino, A. R. 2021. Empat strategi untuk ekonomi biru di Indonesia: Refleksi dari laporan Laut untuk Kesejahteraan. *World Bank Blogs*. <https://blogs.worldbank.org/in/eastasiapacific/empat-strategi-untuk-ekonomi-biru-di-indonesia-refleksi-dari-laporan-laut-untuk>
- Magdalena, T. M., & Iskandar, I. 2016. Kepentingan Indonesia Aktif Dalam Cti (Coral Triangle Initiative). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik*, 3(2), 1–15.
- Mailanti, R., & Rani, F. 2017. IMPLEMENTASI CORAL REEF REHABILITATION AND MANAGEMENT PROGRAM-CORAL TRIANGLE INITIATIVE (COREMAP-CTI) DALAM KONSERVASI PERAIRAN DAERAH DI BATAM KEPULAUAN RIAU. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik*, 4(2), Article 2.
- Muhamad, S. V. 2012. ILLEGAL FISHING DI PERAIRAN INDONESIA: PERMASALAHAN DAN UPAYA PENANGANANNYA SECARA BILATERAL DI KAWASAN. *Politica*, 3(1).
- News, E. 2023. *Illegal fishing di Natuna masih marak pasca perjanjian batas ZEE RI – Vietnam* [Nusantara]. EDITOR I News. <https://www.editor.co.id/illegal-fishing-di-natuna-masih-marak-pasca-perjanjian-batas-zee-ri-vietnam/>
- Niiler, E. 2018. *More Sharks Ditching Annual Migration to Florida as Ocean Warms* [Animals]. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.com/animals/article/animals-sharks-oceans-global-warming>
- Rizky, K., Ginting, M. M., Dalimunthe, R. I., & Wijaya, R. Y. 2025. *Integrasi Green Economy dan Blue Economy untuk Pembangunan Berkelanjutan*.

- Saputri, I. 2024. *Usut Tuntas Overfishing di Indonesia: Penyebab, Dampak, serta Solusinya* [Ilmu Alam &T ekno]. KOMPASIANA. <https://www.kompasiana.com/intansaputri8311/66730170c925c455cb40c872/usut-tuntas-overfishing-di-indonesia-penyebab-dampak-serta-solusinya>
- Smale, D. A., Wernberg, T., Oliver, E. C. J., Thomsen, M., Harvey, B. P., Straub, S. C., Burrows, M. T., Alexander, L. V., Benthuisen, J. A., Donat, M. G., Feng, M., Hobday, A. J., Holbrook, N. J., Perkins-Kirkpatrick, S. E., Scannell, H. A., Sen Gupta, A., Payne, B. L., & Moore, P. J. 2019. Marine heatwaves threaten global biodiversity and the provision of ecosystem services. *Nature Climate Change*, 9(4), 306–312. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0412-1>
- Terumbu Karang dalam Ancaman Krisis Iklim, Apa Bahayanya?* | *tempo.co*. (2021, June 23). [Infop-Tempo]. Tempo.Co. <https://www.tempo.co/iklan/terumbu-karang-dalam-ancaman-krisis-iklim-apa-bahayanya--500931>
- Wardhania, Z. D., & Burhanuddin, A. 2023. Diplomasi Budaya dan Konservasi Laut di Coral Triangle Untuk Membangun Jembatan Kerjasama Regional. *Jurnal Ilmu Teknik dan Teknologi Maritim*, 2(4), 136–137.
- Xu, G., Yanjun, K., Matahari, X., & Shen, W. M. 2019. *Internet of Things dalam Pemantauan Lingkungan Laut: Sebuah Tinjauan*. https://www-mdpi-com.translate.goog/1424-8220/19/7/1711?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc