

POTENSI PEMULIHAN EKOSISTEM TERUMBU KARANG : DAMPAK POSITIF PANDEMI COVID-19 TERHADAP LINGKUNGAN

Potential for Recovery of Coral Reef Ecosystem : Positive Impact of The Covid-19 Pandemic on The Environment

Kadek Yuniari Suryatini, I Gusti Ayu Rai
Prodi Pendidikan Biologi Universitas PGRI Mahadewa Indonesia
Email : yuniarisuryatini@gmail.com

ABSTRAK. Terumbu karang adalah salah satu ekosistem penting bagi keberlanjutan kawasan pesisir dan lautan serta mempunyai banyak fungsi ekologis. Ekosistem tersebut sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi pemulihan ekosistem terumbu karang sebagai dampak positif pandemi Covid-19 terhadap lingkungan. Penelitian ini merupakan penelitian kepustakaan yaitu data bersumber dari berbagai buku referensi dan hasil penelitian sebelumnya yang sejenis kemudian dianalisis secara deskriptif. Berdasarkan hasil penelitian diketahui kebijakan pembatasan aktivitas manusia selama masa pandemi Covid-19 dan berkurangnya berbagai kegiatan ekonomi termasuk beberapa sektor industri memberikan potensi pemulihan ekosistem terumbu karang. Fenomena tersebut merupakan dampak positif pandemi Covid-19 terhadap lingkungan. Pemulihan ekosistem terumbu karang akan terjadi bila tekanan akibat aktivitas manusia dibatasi.

Kata kunci : terumbu karang, pandemi Covid-19, pemulihan

ABSTRACT. Coral reefs are one of the important ecosystem for the sustainability of coastal areas and oceans and have many ecological functions. The ecosystem is very sensitive to environmental changes. The purpose of this study was to determine the potential for recovery of coral reef ecosystem as a positive impact of the Covid-19 pandemic on the environment. This research is a library research, namely data sourced from various reference books and the results of similar previous studies and then analyzed descriptively. Based on the research result, it is known that the policy of limiting human activities during the Covid-19 pandemic and the reduction of various economic activities including several industrial sectors provide the potential for the recovery coral reef ecosystems. The phenomenon is positive impact of the Covid-19 pandemic on the environment. Recovery of coral reef ecosystem will occur when pressure due to human activities is limited.

Keywords : coral reefs, Covid-19 pandemic, recovery

PENDAHULUAN

Kawasan terumbu karang merupakan kawasan khas yang terdapat di wilayah pesisir tropis. Pada dasarnya terumbu karang terbentuk dari endapan-endapan masif kalsium karbonat (CaCO_3) yang dihasilkan oleh organisme karang pembentuk terumbu (karang hermatifik) dari filum *Cnidaria*, ordo *Scleractia* yang hidup bersimbiosis dengan *zooxantellae* dan sedikit tambahan dari *algae* berkapur serta organisme lain yang menyekresikan kalsium karbonat (Kordi, 2018). Keanekaragaman, penyebaran, dan pertumbuhan hermatifik karang tergantung pada lingkungannya. Kondisi ini pada kenyataannya tidak selalu tetap akan tetapi seringkali berubah karena adanya gangguan (Zurba, 2019).

Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem di bumi yang paling produktif dan kaya hayati (Burke, 2012) serta memiliki banyak fungsi ekologis antara lain sebagai habitat (tempat tinggal), tempat mencari makan (*feeding ground*), tempat asuhan dan pembesaran (*nursery ground*), tempat pemijahan (*spawning ground*) (Mahi, 2016), sebagai pemikat (*attractant*) organisme laut untuk meningkatkan efisiensi penangkapan, dan menjaga keseimbangan siklus rantai makanan (Ilyas, 2008). Fungsi ekologis

lainnya yaitu mencegah rusaknya ekosistem pantai lain seperti padang lamun dan mangrove (Taufina *et al.*, 2018).

Luas ekosistem terumbu karang di perairan Indonesia sekitar 85.707 km² yang terdiri dari 50.223 km² terumbu penghalang, 19.540 km² terumbu cincin (atol), 14.542 km² terumbu tepi, dan 1.402 km² *oceanic platform* (Tomascik *et al.*, 1997). Luas terumbu karang Indonesia mewakili 18% dari total luas terumbu karang dunia (Dahuri, 2003) namun terumbu karang telah mengalami degradasi yang serius oleh berbagai aktivitas manusia (Rani, 2003). Hampir 85% terumbu karang Indonesia terancam rusak, yang sekitar 50%-nya mendapat ancaman kerusakan yang tinggi. Aktivitas pembangunan di wilayah pesisir seperti pertanian, industri, pengerukan pantai, penangkapan ikan dengan racun dan bahan peledak, dan lainnya serta didukung oleh peristiwa-peristiwa alam seperti badai, tsunami, gempa bumi, dan kenaikan suhu (*El Nino*) menyebabkan kerusakan ekosistem terumbu karang (Kordi, 2018).

Aktivitas manusia yang juga memberikan gangguan pada ekosistem terumbu karang antara lain : pengambilan pasir untuk reklamasi, pembangunan pelabuhan, dan juga pembangunan hotel.

DOI : 10.5281/zenodo.4301137

Pencemaran akibat aktivitas transportasi laut termasuk transportasi kapal pengangkut minyak dan kegiatan pertambangan juga memberikan tekanan dan gangguan terhadap ekosistem terumbu karang (Lasabuda, 2013). Ekosistem terumbu karang sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan hidup terutama suhu, salinitas, sedimentasi, eutrofikasi, dan memerlukan kualitas perairan alami (Barus *et al.*, 2018). Meningkatnya tekanan terhadap ekosistem terumbu karang tentunya akan dapat mengancam keberadaan dan kelangsungan terumbu karang dan biota yang hidup di dalamnya (Yuliani *et al.*, 2016).

Coronavirus disease-19 (Covid-19) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh sindrom pernapasan akut coronavirus 2 atau SAR-CoV-2. SAR-CoV-2 merupakan coronavirus jenis baru yang ditemukan di Wuhan, China tahun 2019. Covid-19 menyebar secara cepat pada manusia mengakibatkan pandemi global (Handayani *et al.*, 2020). Keadaan tersebut menyebabkan pemerintah bertindak dengan memberikan kebijakan untuk mengatasi pandemi Covid-19. Indonesia membuat kebijakan untuk melakukan pembatasan mobilitas masyarakat melalui kebijakan Pembatasan Sosial Berskala

Besar (PSBB) (Pujaningsih dan Sucitawathi, 2020).

Penerapan PSBB memberikan dampak penurunan aktivitas manusia, salah satunya yang berkaitan dengan pemanfaatan kawasan pesisir dan lautan termasuk pada ekosistem terumbu karang. Pembatasan aktivitas manusia tersebut menyebabkan berkurangnya tekanan dan gangguan terhadap ekosistem terumbu karang. Penulis melihat fenomena tersebut sebagai suatu potensi dalam pemulihan ekosistem terumbu karang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kepustakaan yaitu data bersumber dari berbagai buku referensi yang mendukung penelitian dan hasil penelitian sebelumnya yang sejenis kemudian dianalisis secara deskriptif. Metode tersebut digunakan untuk menganalisis fenomena potensi pemulihan ekosistem terumbu karang sebagai dampak positif pandemi Covid-19 terhadap lingkungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

EKSPLOITASI EKOSISTEM TERUMBU KARANG OLEH MANUSIA DAN KERUSAKANNYA

Terumbu karang telah mengalami degradasi yang serius oleh berbagai

DOI : 10.5281/zenodo.4301137

aktivitas manusia. Kerusakan terumbu karang memberikan pengaruh tidak hanya berupa penurunan keragaman hayati tetapi juga berdampak sosial ekonomi bagi masyarakat pesisir (Rani, 2003). Terumbu karang menghadapi berbagai jenis ancaman yang semakin hebat, termasuk penangkapan berlebihan, pembangunan pesisir, limpasan dari pertanian, dan pelayaran (Burke *et al.*, 2012).

Manusia adalah faktor utama dalam setiap kerusakan terumbu karang (Kordi, 2018). Kerusakan terumbu karang di Indonesia lebih banyak disebabkan oleh pemanfaatan sumber daya laut (Yusuf, 2013). Semakin bertambahnya kebutuhan masyarakat akan sumber daya yang ada di daerah terumbu karang seperti ikan, udang, teripang, dan biota lain maka aktivitas masyarakat untuk memanfaatkan kondisi tersebut menjadi sangat besar. Dengan demikian tekanan ekologis terhadap ekosistem terumbu karang akan semakin besar pula (Febrizal, 2009).

Berdasarkan hasil penelitian Uar *et al.* (2016) terhadap kerusakan terumbu karang Kabupaten Maluku Tenggara diperoleh faktor penyebab kerusakan yaitu penangkapan ikan memakai bom ikan; panah; jaring; bubu, pengambilan karang untuk bahan bangunan, hiasan akuarium,

dan hiasan dinding. Suryono *et al.* (2018) juga melakukan penelitian pada terumbu karang di perairan Pantai Empu Rancak Mlonggo Kabupaten Jepara, dapat dilihat tingginya persentase karang mati baik pada kedalaman 3 m sebesar 95,54% maupun pada kedalaman 6 m sebesar 90,30%, diduga terjadi karena gangguan alam dan tekanan oleh aktivitas manusia.

Perubahan iklim mengakibatkan kenaikan suhu air laut sekitar 0,2-2,5⁰ C dan perubahan suhu yang sedikit saja dapat menyebabkan dampak yang besar terhadap vitalitas, pertumbuhan dan laju reproduksi organisme laut. Beberapa dampak kenaikan suhu bumi terhadap ekosistem terumbu karang yaitu perubahan distribusi ekosistem, penurunan potensi klasifikasi dan pemutihan karang (Hataka dan Takahashi, 1987 dalam Hidayani dan Sariah, 2017).

Permasalahan pemutihan karang akan meningkat tajam jika pemanasan global terus berlanjut (Fitt *et al.*, 2000). Pemanasan global (*Global Warming*) adalah proses peningkatan suhu rata-rata planet bumi (Kristanto, 2013). Penyebab utama pemanasan ini adalah pembakaran bahan bakar fosil, seperti batubara, minyak bumi, dan gas alam yang melepaskan gas karbondioksida dan gas-gas lainnya yang

DOI : 10.5281/zenodo.4301137

dikenal sebagai gas rumah kaca ke atmosfer yang menyebabkan efek rumah kaca (Triana, 2008). Selama 25 tahun terakhir, peningkatan suhu semakin tajam yaitu sebesar $0,18^{\circ}\text{C}/\text{dekade}$ (Kristanto, 2013).

Meningkatnya kadar CO_2 di atmosfer sebagai akibat dari penebangan hutan dan pembakaran bahan bakar minyak juga menyebabkan perubahan susunan kimia pada perairan laut. Sekitar 30% CO_2 yang terlepas akibat aktivitas manusia diserap ke dalam permukaan laut, yang bereaksi dengan air membentuk asam karbonat. Pengasaman air laut ini mempengaruhi ketersediaan dan daya larut senyawa mineral seperti kalsit dan aragonit yang dibutuhkan karang untuk membentuk kerangka kapur. Pengasaman yang berlanjut akan menghentikan pertumbuhan karang (Burke *et al.*, 2012). Karang mati sebagai indikator kerusakan terumbu karang mengacu pada prinsip pertumbuhan binatang karang yang tidak terbatas oleh waktu (Wagiyo *et al.*, 1998).

Peningkatan dan penurunan konsentrasi nutrisi (nitrat, fosfat, dan silikat) dapat menyebabkan terjadinya pemutihan karang dan kematian secara spasial di beberapa karang tepi (Kuntz *et al.*, 2005). Kontaminasi fosfat dapat mempengaruhi organisme karang,

mengubah tingkat pertumbuhan, reproduksi karang, kematian karang, dan kepadatan *zooxanthellae* (Dunn *et al.*, 2012). Bentuk karang umumnya merupakan refleksi dari kondisi lingkungan, dimana morfologi karang yang terbentuk merupakan adaptasi pada kondisi lokal. Umumnya karang di perairan keruh berbentuk seperti punggung bukit daripada bentuk pertumbuhan yang datar (Kleypas *et al.*, 1999).

POTENSI PEMULIHAN EKOSISTEM TERUMBU KARANG DAN PANDEMI COVID-19

Pembatasan aktivitas manusia selama masa pandemi Covid-19 dan berkurangnya berbagai kegiatan ekonomi, termasuk beberapa sektor industri, telah berkontribusi pada penurunan emisi global. Pusat Penelitian Energi dan Udara Bersih (CREA) merilis bahwa emisi CO_2 dunia tercatat mengalami penurunan hingga 17% akibat karantina Covid-19 yang diterapkan di berbagai negara (Suryani, 2020). Kondisi tersebut juga memberikan dampak positif bagi pemulihan ekosistem terumbu karang. Menurut Wesmacott *et al.* (2000), terumbu karang yang telah rusak mempunyai potensi untuk pulih. Moberg dan Folke (1999) menyatakan kemampuan

DOI : 10.5281/zenodo.4301137

pemulihan terumbu karang adalah kemampuan dari suatu koloni individual atau suatu sistem terumbu karang termasuk semua penghuninya untuk mempertahankan diri dari dampak lingkungan serta menjaga kemampuan untuk pemulihan dan berkembang. Breinhmamana (2020) menyebutkan komunitas terumbu karang yang bertahan setelah berlalunya gangguan, selanjutnya pada fase pemulihan akan mereorganisasi komunitas terumbu karang yang baru. Mengutip Nystrom dan Folke (2001) dalam Breinhmamana (2020), secara alamiah proses ini bergantung pada memori ekologis ekosistem terumbu karang yang merupakan komposisi dan distribusi organisme serta interaksi dalam ruang dan waktu, termasuk pengalaman (*life history*) dengan lingkungan.

Pemulihan hanya terjadi bila tekanan tambahan akibat tekanan manusia dibatasi (Wesmacott *et al.*, 2000). Secara alamiah, ekosistem terumbu karang terus mengalami proses tumbuh dan beregenerasi sehingga mampu mempertahankan keberlangsungan ekosistemnya. Namun, semakin besar tekanan yang menyebabkan semakin meningkatnya degradasi terumbu karang, maka pada titik tertentu kemampuan tumbuh dan regenerasi terumbu karang

tidak akan mampu mengimbangi tingkat kerusakan sehingga lambat laun terumbu karang akan punah (Zurba, 2019). Pengelolaan untuk mengurangi dan menghilangkan segala bentuk dampak langsung dari manusia yang menyebabkan kerusakan tambahan adalah amat penting untuk meningkatkan kondisi pemulihan karang yang optimal (Wesmacott *et al.*, 2000).

Karang pembangun terumbu memiliki tingkat kepekaan yang berbeda terhadap tekanan lingkungan yang berbeda. Fluktuasi kondisi lingkungan akan mempengaruhi tingkat pertumbuhan, bentuk pertumbuhan, kemampuan reproduksi karang (Kleypas *et al.*, 1999). Faktor-faktor tersebut pada akhirnya berpengaruh pada kelimpahan, komposisi, dan keanekaragaman karang (Baker *et al.*, 2008). Secara alami, respon terumbu karang terhadap perubahan dan tekanan lingkungan adalah berusaha untuk bertahan dan menunjukkan gejala pemulihan hingga kembali terbentuknya komunitas yang stabil setelah mengalami kerusakan (Hidayani dan Sariah, 2017).

Adanya kebijakan pembatasan sosial dan *lockdown* di beberapa negara juga berdampak positif bagi keanekaragaman hayati flora dan fauna (Rudiyanto, 2020). Pandemi Covid-19 memberikan

DOI : 10.5281/zenodo.4301137

kesempatan untuk tumbuh lebih baik bagi flora dan memberikan ruang gerak yang lebih luas bagi satwa (Suryani, 2020). Demikian pula pada fenomena pemulihan ekosistem terumbu karang . Dengan adanya pandemi Covid- 19 pemulihan ekosistem terumbu karang diharapkan dapat terjadi. Menurut Wesmacott *et al.* (2000), kondisi yang optimal untuk pemulihan ekosistem terumbu karang secara maksimal meliputi : (1) permukaan dasaran yang padat, bebas alga dimana larva karang dapat menempel dan tumbuh ; bilamana karang mati selama pemutihan maka batu yang ditinggalkan menjadi substrat yang potensial untuk peremajaan, (2) daerah bebas penangkapan ikan yang berlebihan, sedimentasi, polusi, pupuk, limbah tak diolah dan bahan-bahan lain yang dapat mengurangi pertumbuhan dan mempengaruhi kelangsungan peremajaan karang ; kualitas air yang baik dan pengurangan dampak fisik yang mampu menunjang pertumbuhan dan peremajaan karang, (3) keberadaan karang dewasa yang matang secara seksual di daerah tersebut sebagai penyedia larva baru, kemampuan terumbu karang yang tidak terganggu, jauh dari terumbu karang yang rusak, untuk menyediakan larva akan bergantung dari arus laut yang sesuai dan kesehatan terumbu karang induk, karang lokal yang tersisa dapat tumbuh menjadi

sumber larva di daerah tersebut, dan (4) perlindungan dari penangkapan ikan yang berlebihan untuk mempertahankan populasi ikan yang sehat, ikan herbivora akan memakan alga dan menjaga karang yang mati sebagai substrat bagi kolonisasi karang.

PENUTUP

SIMPULAN

Kebijakan pembatasan aktivitas manusia selama masa pandemi Covid-19 dan berkurangnya berbagai kegiatan ekonomi termasuk beberapa sektor industri memberikan potensi pemulihan ekosistem terumbu karang. Fenomena tersebut merupakan dampak positif pandemi Covid-19 terhadap lingkungan. Pemulihan ekosistem terumbu karang akan terjadi bila tekanan akibat aktivitas manusia dibatasi.

SARAN

Manusia agar lebih bijaksana dalam melakukan eksploitasi sumber daya alam sehingga dapat memperkecil dampak negatif yang ditimbulkannya.

DAFTAR RUJUKAN

Baker, A.C., P. W. Glynn, dan B. Riegl. 2008. *Climate Change and Coral Reef Bleaching : an Ecological Assessment of Long-term Impact*,

DOI : 10.5281/zenodo.4301137

- Recovery Trends an Future Outlook. Estuarine, Coastal and Shelf Science* 80 (4) : 435-471.
- Barus, B. S., T. Prartono, dan D. Soedarma. 2018. Pengaruh Lingkungan terhadap Pertumbuhan Terumbu Karang di Perairan Teluk Lampung. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 10(3) : 699-70.
- Breinhmamana, J. 2020. Terumbu Karang di Tengah Pandemi. Sindonews.com.
- Burke, L., K. Reytar, M. Spalding, dan A. Perry. 2012. Menengok Kembali Terumbu Karang yang Terancam di Segitiga Terumbu Karang. *World Resources Institute*.
- Dahuri, R. 2003. Keanekaragaman Hayati Laut. Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Dunn, J. G., P. W. Sammarco, dan G. LaFleur. 2012. *Effect of Phosphate on Growth and Skeletal Density in The Scleractinian Coral Acropora muricata : A Controlled Experimental Approach. J. of Experimental Marine Biology and Ecology* 4(11) : 34-44.
- Febrizal, A. Damar., N. P. Zamani. 2009. Kondisi Ekosistem Terumbu Karang di Perairan Kabupaten Bintan dan Alternatif Pengelolaannya. *J. Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia* 16(2) : 167-175.
- Fitt, W. K., F. K. McFarland, M. E. Warner, and G. C. Chilcoat. 2000. *Seasonal Pattern of Tissue Biomass and Densities of Symbiotic Dinoflagellates in Reef Corals and Relation to Coral Bleaching. J. of Limnology and Oceanography* 45(3) : 677-685.
- Handayani, D., D. R. Hadi., F. Isbaniah, E. Burhan, dan H. Agustin. 2020. Penyakit Virus Corona 2019. *J. Respirologi Indonesia* 40 (2) : 119-129.
- Hidayani, S. dan Sariah. 2017. Resiliensi Terumbu Karang dalam Perspektif Ekologi sebagai Instrumen Konservasi. *J. Biologi Tropis* 17(2) : 15-27.
- Ilyas, M. 2008. Studi Awal Penerapan Teknologi Terumbu Buatan di Sekitar Pulau Kelapa Kepulauan Seribu. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Kleypas, J. A., J. W. McManus, dan L. A. B. Menez. 1999. *Environmental Limits to Coral Reef Development : Where Do We Draw The Line?. Americant Zoologist* 39 : 146-159.
- Kordi, M. G. H. K. 2018. Mengenal dan Mengelola Terumbu Karang. Penerbit Indeks. Jakarta.
- Kristanto, P. 2013. Ekologi Industri. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Kuntz, N. M., D. I. Kline, S. A. Sandine, dan F. Rohwer. 2005. *Phatologies and Mortality Rates Caused by Organic Carbon and Nutrient Stressors in Three Caribbean Coral Species. Marine Ecology Progress Series* 294 : 173-180.
- Lasabuda, R. 2013. Pembangunan Wilayah Pesisir dan Lautan dalam Perspektif Negara Kepulauan Republik

DOI : 10.5281/zenodo.4301137

- Indonesia. J. Ilmiah Platax 1(2) : 92-101.
- Mahi, A. K. 2016. Pengembangan Wilayah : Teori dan Aplikasi. Kencana. Jakarta.
- Moberg, F. dan C. Folke. 1999. *Ecological Good and Services of Coral Reef Ecosystem. J. of Ecological Economics* 29 : 215-233.
- Pujaningsih, N. N. dan I. G. A. A. D. Sucitawathi. 2020. Penerapan Kebijakan Pembatasan Kegiatan Masyarakat (PKM) dalam Penanggulangan Wabah Covid-19 di Kota Denpasar. J. Moderat 6 (3) : 458-470.
- Rani, C. 2003. Perikanan dan Terumbu Karang yang Rusak : Bagaimana Mengelolanya?. J. Bionature 5(2) : 97-111.
- Rudiyanto, A. 2020. Pengaruh Covid-19 terhadap Tujuan Pembangunan Berkelanjutan. Disampaikan pada Webinar *Sustainability Talk* : Menjaga Momentum Pencapaian SDGs Pasca-Corona. 8 Mei 2020.
- Suryani, A. S. 2000. Dampak Pandemi Covid-19 terhadap Lingkungan Global. J. Info Singkat XII (13) : 13-18.
- Suryono, E. Wibowo, R. Ario, T. S. P. J. Nur, dan R. A. T. Nuraini. 2018. Kondisi Terumbu Karang di Perairan Pantai Empu Rancak, Mlonggo, Kabupaten Jepara. J. Kelautan Tropis 21(1) : 49-54.
- Suryono, E. Wibowo, R. Ario, T. S. P. K. Nur, dan R. A. T. Nuraini. 2018. Kondisi Terumbu Karang di Perairan Pantai Empu Rancak, Mlonggo, Kabupaten Jepara. K. Kelautan Tropis 21(1) : 49-54.
- Taufina, Faisal, dan S. M. Lova. 2018. Rehabilitasi Terumbu Karang melalui Kolaborasi Terumbu Buatan dan Transplantasi Karang di Kecamatan Bungus Teluk Kabung Kota Padang : Kajian Deskriptif Pelaksanaan *Corporate Social Responsibility (CSR)* PT. PERTAMINA (PERSERO) Marketing Operation Region (MOR) – Terminal Bahan Bakar Minyak (TBBM) Teluk Kabung. J. PKM Unimed 24(2) : 730-739.
- Tomascik, T., A. J. Mah, A. Nontji, dan M. K. Moosa. 1997. *The Ecology of Indonesia Seas. Part I. Periplus Editions Ltd. Singapore.*
- Triana, V. 2008. Pemanasan Global. J. Kesehatan Masyarakat II D(2) : 159-163.
- Uar, N. D., S. H. Murti, dan S. Hadisusanto. 2016. Kerusakan Lingkungan Akibat Aktivitas Manusia pada Ekosistem Terumbu Karang. J. Geografi Indonesia 30 (1) : 88-95.
- Uar, N. D., S. H. Murti, dan S. Hadisusanto. 2016. Kerusakan Lingkungan Akibat Aktivitas Manusia pada Ekosistem Terumbu Karang. J. Geografi Indonesia 30 (1) : 88-95.
- Wagiyo, K., Suprpto, dan H. Mubarak. 1998. Kondisi dan Struktur Terumbu Karang di Perairan Barat Sulawesi Selatan. J. Penelitian Perikanan Indonesia IV (2) : 1-7.
- Westmacott, S., K. Teleki, S. Wells, dan J. West. 2000. Pengelolaan Terumbu Karang yang telah Memutih dan Rusak Kritis. IUCN, *Gland, Swizeriand and Cambridge.*

DOI : 10.5281/zenodo.4301137

- Yusuf, M. 2013. Kondisi Terumbu Karang dan Potensi Ikan di Perairan Taman Nasional Karimun Jawa, Kabupaten Jepara. Buletin Oseano Maret (2) : 54-60.
- Yuliani, W., M. S. Ali, dan M. Saputri. 2016. Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang oleh Masyarakat Lhokseudu Kecamatan Leupung Kabupaten Aceh Besar. J. Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi I (1) : 1-9.
- Zurba, N. 2019. Pengenalan Terumbu Karang sebagai Pondasi Utama Laut Kita. Unimal Press. Lhokseumawe.