

DAMPAK PENAMBANGAN TIMAH DI LAUT TERHADAP EKOSISTEM TERUMBU KARANG DI PULAU PEMUJA DAN KARANG MALANG DUYUNG, KABUPATEN BANGKA BARAT, PROVINSI KEPULAUAN BANGKA BELITUNG

THE IMPACT OF TIN MINING IN THE SEA ON CORAL REEF ECOSYSTEMS ON PEMUJA ISLAND AND KARANG MALANG DUYUNG, WEST BANGKA REGENCY, BANGKA BELITUNG ISLANDS PROVINCE

Indra Ambalika Syari*, Mohammad Agung Nugraha dan Mu'alimah Hudatwi

*Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian Perikanan dan Biologi,
Universitas Bangka Belitung*

*Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung, Gedung Teladan, Bangka,
Kepulauan Bangka Belitung, 33172 Indonesia
Email: iambalikasyari@gmail.com*

ABSTRAK

Provinsi Kepulauan Bangka Belitung memiliki luas lautan 79,9% yang memiliki potensi perikanan dan pariwisata serta penambangan timah di laut. Pengelolaan penambangan timah di laut belum optimal sehingga diestimasi berdampak pada kerusakan ekosistem terumbu karang di Perairan Pulau Bangka. Untuk melihat besaran dampak tersebut perlu dilakukan penelitian dampak penambangan timah di laut terhadap tutupan terumbu karang di lokasi yang berdekatan dengan pesisir dan cukup jauh dari pesisir. Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2020 di Ekosistem Terumbu Karang Pulau Pemuja (dekat dari pesisir) dan Karang Malang Duyung (jauh dari pesisir) Kabupaten Bangka Barat. Metode yang digunakan adalah *Line Intercept Transect* (LIT). Hasil Penelitian menunjukkan bahwa kondisi terumbu karang di Pulau Pemuja masuk dalam kategori "Rusak" dengan tutupan karang hidup 16,50% yang diestimasi karena dampak penambangan timah di laut yang ditandai dengan tingginya komposisi tutupan lumpur (*Silt*) yaitu 48,698%. Nilai Indeks Mortalitas Karang (IMK) sebesar 0,75 yang mengindikasikan banyaknya karang yang mati akibat tutupan lumpur. Kondisi terumbu karang di Karang Malang Duyung masuk dalam kategori "Baik" dengan tutupan karang hidup sebesar 69,17%. Terumbu karang Karang Malang Duyung masih terkena dampak penambangan yang ditandai dengan adanya tutupan lumpur sebesar 10,833% sementara nilai IMK sebesar 0,15 yang juga mengindikasikan masih ditemukannya karang mati. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa komposisi tutupan karang yang mati tertutup lumpur merupakan indikasi dari dampak penambangan timah di laut. Lokasi yang berdekatan dengan pesisir mendapatkan dampak yang lebih besar dibandingkan yang jauh dari daerah pesisir.

Kata kunci : Dampak, Karang, Penambangan, Timah, Laut

ABSTRACT

The Province of the Bangka Belitung Islands has an ocean area of 79.9% which has the potential for fisheries and tourism as well as tin mining in the sea. The management of tin mining in the sea is deemed not optimal, so it is estimated that it will affect the condition of the coral reef ecosystem. In order to see the impacts on coral reef ecosystem, the research was conducted in two different locations, near and far of coastal area, in offshore tin mining locations. This research was conducted in October 2020 in the coral reef ecosystem of Pemuja Island (near to the coastal) and Malang Duyung Coral (far to the coastal), West Bangka Regency. The method used is *Line Intercept Transect* (LIT). The results showed that the condition of the coral reefs on Pulau Pemuja was categorized as "damaged" with a live coral cover of 16.50% which was estimated to be due to the impact of tin mining in the sea, which was marked by a high mud cover (*silt*) of 48.698%. Coral Mortality Index (IMK) value of 0.75 which indicates the number of corals that died due to mud cover. The condition of coral reefs in Karang Malang Duyung is in the "Good" category with live coral

cover of 69.17%. Malang Duyung coral reefs are still affected by mining, which is indicated by the presence of a mud cover of 10.833% while the IM value of 0.15 also indicates that dead coral is still being found. The results showed that the composition of dead coral covered with is an impact of offshore tin mining. Mining locations near the coastal area have a greater impact than those far from the coastal.

Keywords : Impact, Coral, Cover, Mining, Tin, Sea

PENDAHULUAN

Provinsi Kepulauan Bangka Belitung hanya mempunyai luas daratan 16.424,06 Km² (21,10% dari total luas) sedangkan luas perairannya 65,301 Km² (79,90% dari total luas). Provinsi ini memiliki panjang garis pantai 2.189,55 Km (lebih panjang dari pada Hawaii, yang hanya sepanjang 1.210 Km) dengan 950 pulau kecilnya (Bangka Belitung dalam Angka, 2020). Kondisi ini menjadikan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung memiliki potensi sumberdaya laut yang melimpah. Potensi pariwisata juga merupakan sektor yang sangat potensial untuk dikembangkan, karena karakteristik pasir dan bebatuan granit besar yang menjadikan ciri khas pantai di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.

Potensi lain yang menjadi perhatian dan ciri khusus di perairan laut Kepulauan Bangka Belitung adalah kandungan bijih timah. Kegiatan penambangan di laut telah dilakukan oleh penambang berbadan hukum dan masyarakat umum. Maraknya operasi penambangan timah di laut menyebabkan potensi ini belum dapat sejalan dengan potensi perikanan dan pariwisata. Pertambangan timah laut hingga saat ini tidak berdasarkan kajian daya dukung dan daya tampung lingkungan. Berdasarkan hasil wawancara dengan penambang timah, Operasi penambangan timah dengan Kapal Isap Produksi (KIP) menghasilkan buangan tailing dengan rata-rata 250 m³/jam. Dalam prakteknya penambangan dengan KIP akan diikuti oleh Tambang Inkonvensional (TI) Apung masyarakat yang menghasilkan buangan tailing dengan rata-rata 20 m³/jam. Berdasarkan hasil perhitungan dampak 1 KIP setara dengan 12 TI apung masyarakat, sementara jumlah TI Apung masyarakat berjumlah ribuan yang tersebar hampir di seluruh Perairan Bangka. Dampak utama dari buangan tailing ke laut adalah menyebabkan air laut keruh karena lumpur halus yang teraduk di kolom perairan dan sedimentasi yang dapat membahayakan ekosistem terumbu karang.

Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem yang berperan penting pada wilayah pesisir namun rentan terhadap

perubahan baik yang terjadi secara internal maupun eksternal. Salah satu faktor pembatas dari kehidupan binatang karang adalah sedimentasi (Zurba, 2019). Efek dari sedimentasi dapat menyebabkan bioerosi pada karang oleh berbagai organisme *macroboring* seperti spons, cacing, bivalva (Barus et al., 2018).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi ekosistem terumbu karang di Pulau Pemuja dan Karang Malang Duyung kabupaten Bangka Barat yang berada di daerah pertambangan timah laut di Perairan Pulau Bangka.

METODE PENELITIAN

Pengambilan data dilakukan pada tanggal 6 Oktober 2020. Lokasi pengambilan data terdiri dari 2 lokasi yaitu Pulau Pemuja dan Karang Duyung yang berada di perairan bagian utara Pulau Bangka. Pengambilan data dilakukan pada tanggal 6 Oktober 2020. Lokasi pengambilan data terdiri dari dua lokasi yaitu Pulau Pemuja dan Karang Malang Duyung yang berada di perairan bagian utara Pulau Bangka.

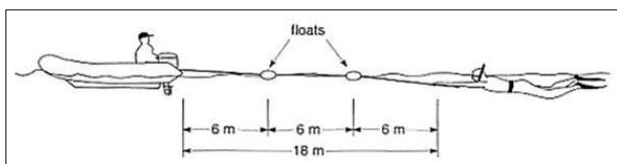
Pengukuran Terumbu Karang

Pengambilan data terumbu karang secara umum dilakukan dengan dua metode yaitu manta tow dan *line intercept transects* (LIT) mengacu pada English et al. (1994) dan Hill and Wilkinson, (2004). Metode manta tow dikhususkan untuk melakukan survei dan penentuan titik yang diestimasi mewakili kondisi ekosistem terumbu karang. Apabila titik telah ditentukan dilakukan pengukuran terumbu karang kembali dengan metode dan *line intercept transect* (LIT).

Metode manta tow dilakukan dengan cara menarik peneliti dengan menggunakan perahu selama dua menit dengan kecepatan tetap 3-5 km/jam atau seperti orang yang berjalan lambat. Apabila ada faktor lain yang menghambat seperti arus yang kencang, maka kecepatan perahu dapat ditambah sesuai dengan tanda dari pengamat yang berada di belakang perahu. Peneliti akan mengamati beberapa objek sepanjang daerah yang dilewati dan persentase penutupan

barang hidup (karang keras dan karang lunak) dan karang mati.

Peralatan yang digunakan dalam metode manta tow ini adalah kaca mata selam (masker), snorkel, fin, perahu motor, alat tulis bawah air, dan GPS. Data dari hasil Manta tow sebenarnya sebagai dasar penentuan titik untuk pengambilan data Line Intercept Transect yang dapat mewakili lokasi ekosistem terumbu karang di suatu lokasi.



Gambar 1. Teknik Manta Tow

Line Intercept Transect (LIT) digunakan untuk menentukan komunitas bentik sesil di terumbu karang berdasarkan bentuk pertumbuhan dalam satuan persen, dan mencatat jumlah biota bentik yang ada sepanjang garis transek. Komunitas dicirikan dengan menggunakan kategori bentuk pertumbuhan yang memberikan gambaran deskriptif morfologi komunitas karang (Hill and Wilkinson, 2004). *Line* dibentangkan sejauh 50 m dengan interval 10 meter. Pencatatan data dilakukan dengan ketelitian hingga satuan centimeter (cm). Daftar *lifeform* karang tersaji pada Tabel 1.

Analisis Data

Pencatatan dan analisis data penutupan terumbu karang dengan metode LIT disajikan pada Gambar 2.

Dari hasil pencatatan data karang dilakukan pengolahan data awal untuk mendapatkan panjang tipe dasar masing-masing. Lifeform P1 = R1-X; Lifeform A = R2-

R1; Lifeform P2 = R3-R2; Lifeform B = R4-R3; Lifeform P3 = R5-R4; Lifeform C = R6-R5; Lifeform P4 = R7-R6; Lifeform D = R8-R7; Lifeform P5 = Y-R8

Menghitung panjang total masing-masing lifeform. Lifeform A = R2-R1; Lifeform B = R4-R3; Lifeform C = R6-R5; Lifeform D = R8-R7. Menghitung persentase penutupan masing-masing lifeform:

$$\% \text{penutupan lifeform} = \frac{\text{Panjang total tiap lifeform}}{\text{Panjang Total Transek}} \times 100\%$$

Menghitung persen penutupan karang hidup:

$$\% \text{Tutupan Karang Hidup} = \frac{\text{Panjang total Karang Hidup}}{\text{Panjang Total Transek}} \times 100\%$$

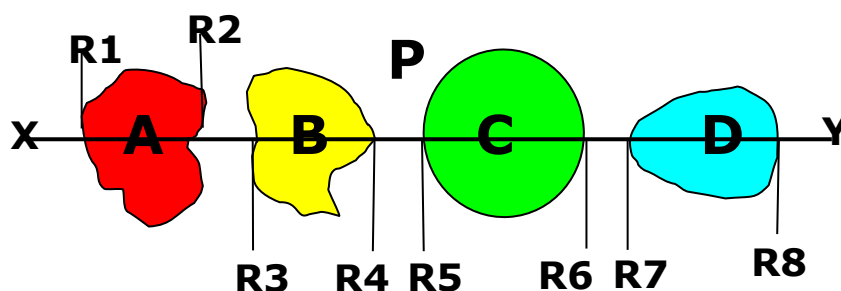
Untuk kategori kondisi terumbu karang diperoleh dari jumlah persen penutupan karang yang hidup yang didapat dari kategori (Gomez dan Yap, 1998) dan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 04 Tahun 2001 tentang Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang: Sangat Baik = 75-100%; Baik = 50-74,9%; Sedang = 25-49,9%; Buruk = 0-24,9%.

Indeks mortalitas digunakan untuk mengetahui rasio kematian karang. Indeks ini memperlihatkan besarnya perubahan karang hidup menjadi karang mati.

$$IM = \frac{\text{Persen Penutupan (DC + R + Silt)}}{\text{Persen Penutupan (DC + R + Silt + Life Coral)}} \times 100\%$$

Nilai indeks mortalitas jika mendekati 0,0 maka menunjukkan hampir tidak ada kematian karang, sedangkan jika nilai mendekati 1,0 maka menunjukkan bahwa terjadi perubahan yang berarti dari karang hidup menjadi karang mati.

Pada penelitian ini, kematian karang yang diakibatkan karena tutupan lumpur dari aktivitas penambangan timah di laut maka tutupan lumpur (*silt*) dimasukkan dalam penyumbang nilai Indeks Mortalitas Karang.



Gambar 2. Metode Pengukuran Penutupan Terumbu Karang dengan Metode LIT

Tabel 1. Daftar Penggolongan Bentuk Pertumbuhan Biota Habitat Dasar Terumbu Karang dan Kode yang Digunakan

Kategori	Kode	Keterangan
Dead Coral	DC	Karang yang baru mati, Berwarna putih
Dead Coral with Algae	DCA	Karang mati yang ditumbuhi Alga
Acropora	ACB	Bercabang seperti ranting pohon. Bentuk merayap seperti kerak atau Acropora yang belum sempurna.
Acropora Branching		
Encrusting	ACE	
Submassive	ACS	Percabangan berbentuk gada/lempeng dan kokoh
Digitate	ACD	Percabangan rapat seperti jari-jari tangan
Tabulate	ACT	Percabangan arah mendatar, bentuk menyerupai meja.
Non-Acropora		
Branching	CB	Model percabangan sambung-menyambung dan mempunyai ujung cabang yang runcing.
Encrusting	CE	Bentuk merayap, menempel pada substrat serta berlubang-lubang kecil.
Foliose	CF	Bentuk menyerupai lembaran-lembaran yang menonjol, berukuran kecil dan membentuk lipatan atau melingkar.
Massive	CM	Bentuk seperti batu besar, permukaan halus dan padat.
Submassive	CS	Bentuk kokoh dengan tonjolan-tonjolan atau kolom-kolom kecil.
Mushroom	CMR	Bentuk seperti jamur, hidup soliter.
Millepora	CME	Semua jenis karang api, warna kuning diujung koloni.
Heliopora	CHL	Karang biru, adanya warna biru pada skeleton.
Other Fauna		
Soft Coral	SC	Karang dengan tubuh lunak.
Sponge	SP	Pada ujung skeleton mempunyai lubang.
Zoanthids	ZO	
Others	OT	Anemon, teripang, gorgonian, kima
Algae		
Alga Assemblage	AA	Terdiri lebih dari satu jenis alga.
Coralline Algae	CA	Alga yang mempunyai struktur kapur.
Halimeda	HA	Alga dari genus Halimeda
Macroalgae	MA	Alga berukuran Besar.
Turf Algae	TA	Menyerupai rumput-rumput halus.
Abiotik		
Sand	S	Pasir
Rubble	R	Pecahan karang yang berserakan.
Silt	SI	Lumpur
Water	WA	Kolom air/ celah dengan kedalaman lebih dari 50cm
Rock	RCK	Batuan
Other	DDD	Data tidak tercatat atau hilang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pulau Pemuja merupakan satu pulau yang terdapat di Kabupaten Bangka Barat. Pulau ini hanya berjarak sekitar 500 m dari pantai. Secara umum kondisi perairan Pulau Pemuja terkena dampak dari kegiatan penambangan timah di laut. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya KIP dan TI Apung yang beroperasi di sekitar pulau ini.

Kondisi terumbu karang di Pulau Pemuja berdasarkan hasil pengamatan dalam kategori "Buruk" atau dengan kata lain kondisinya rusak dengan tutupan karang hidup hanya sebesar 16,50%. Nilai tutupan karang hidup paling tinggi adalah jenis *Coral Massive* (CM) dengan nilai 10,233% diikuti *Coral Encrusting* (CE) 2,167%, *Coral Branching* (CB) 2,00%, *Acropora Digitate* 1,60 dan yang paling rendah *Coral Mussrom* (CMR) dengan nilai 0,500%.

Dalam Suharsono (2010) disebutkan bahwa *Acropora* biasanya tumbuh pada

perairan jernih dan terjadi pecahan ombak. Bentuk koloni umumnya bercabang dan tergolong jenis karang yang cepat tumbuh, namun sangat rentan terhadap sedimentasi. Hal yang sama dikemukakan oleh Suhendra (2006) dalam penelitiannya bahwa laju sedimentasi berpengaruh negatif terhadap tutupan terumbu karang. Semakin tinggi laju sedimentasi pada suatu perairan, maka tutupan karang pada daerah tersebut akan semakin rendah.

Terumbu karang di Pulau Pemuja yang rusak diestimasi karena masih maraknya kegiatan penambangan timah di sekitar Pulau Pemuja. Hal ini dibuktikan dengan tingginya nilai tutupan lumpur (*Silt*) yaitu 48,698%. Nilai tutupan *Turf Alga* yang juga tinggi (19,967%) juga mengindikasikan bahwa terumbu karang di Pulau Pemuja telah terdampak sedimentasi lumpur. Sedimentasi lumpur yang menutupi terumbu karang merupakan substrat yang sesuai bagi alga.

Tabel 2. Hasil Analisis Tutupan Karang Pulau Pemuja

Kategori	Kode	Panjang (Cm)	% Tutupan	% LC	IM
<i>A. Digitate</i>	<i>ACD</i>	48	1,600	16,50	0,75
<i>C. Branching</i>	<i>CB</i>	60	2,000		
<i>C. Encrusting</i>	<i>CE</i>	65	2,167		
<i>C. Massive</i>	<i>CM</i>	307	10,233		
<i>C. Mussrom</i>	<i>CMR</i>	15	0,500		
<i>Dead Coral With Algae</i>	<i>DCA</i>	26	0,867		
<i>Rubble</i>	<i>R</i>	47	1,567		
<i>Sand</i>	<i>S</i>	284	9,467		
<i>Silt</i>	<i>SI</i>	1461	48,698		
<i>Macro Algae</i>	<i>MA</i>	42	1,400		
<i>Turf Algae</i>	<i>TA</i>	599	19,967		
<i>Other</i>	<i>OT</i>	5	0,167		
<i>Soft Coral</i>	<i>SC</i>	41	1,367		
Jumlah		3000	100		

Keterangan: A. = *Acropora*, C. = *Coral*. Waktu Pengambilan Data: 6 Oktober 2020



Gambar 3. Kondisi Terumbu Karang Pulau Pemuja

Nilai IMK pada ekosistem terumbu karang di Pulau Pemaja sebesar 0,753 yang berarti banyaknya terumbu karang yang mati. kematian karang yang terjadi di Pulau Pemaja telah terjadi dalam waktu yang lama. Hal ini bisa dibuktikan dengan tidak ditemukannya karang mati (*Dead Coral*). Kondisi karang mati (*Dead Coral*) umumnya masih memungkinkan untuk terjadi *recovery planula* karang apabila kondisi lingkungan kembali sesuai bagi kehidupan karang. Namun apabila mencermati kondisi tutupan karang di Pulau pemaja yang didominasi oleh *Silt* dan *Turf Alga*, maka Kondisi ini kembali menegaskan bahwa kerusakan terumbu karang di Pulau Pemaja telah berlangsung dalam waktu yang lama.

Karang Malang Duyung merupakan suatu hamparan terumbu karang yang terletak >4 mil laut dari daratan Pulau Bangka. Kondisi terumbu karang di Karang Malang Duyung dalam kategori "Baik" dengan tutupan karang hidup hanya sebesar 69,17%. Nilai tutupan karang hidup paling tinggi adalah

jenis *Coral Submassive* (CS) dengan nilai 24,333% dan nilai terendah adalah *Acropora Branching* (ACB) dengan nilai 1,867%.

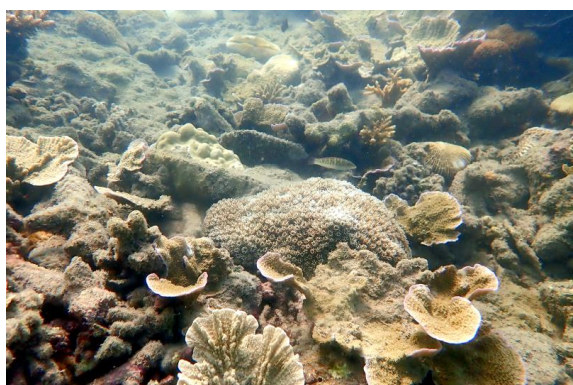
Kondisi terumbu karang di Karang Malang Duyung telah mengalami perubahan apabila dibandingkan dengan hasil pengamatan Tim Eksplorasi Terumbu Karang tahun 2013 yang menyebutkan terumbu karang Malang Duyung Masuk dalam Kategori "Rusak" (Bangkapos, 2013). Kondisi ini diestimasi karena posisi Karang Malang Duyung yang relatif jauh dari daratan Pulau Bangka dan perairan yang lebih terbuka, sehingga terjadi pencucian lumpur sedimentasi oleh arus. Kondisi lingkungan yang telah kembali sesuai bagi kehidupan karang memungkinkan untuk terjadinya *recovery* oleh *planula* karang.

Nilai IMK pada ekosistem terumbu karang di Karang Malang Duyung sebesar 0,15 yang berarti banyaknya masih banyak terdapat terumbu karang yang mati. Hasil pengamatan terumbu karang di Karang Malang Duyung masih ditemui tutupan lumpur

Tabel 2. Hasil Analisis Tutupan Karang Malang Duyung

Kategori	Kode	Panjang (Cm)	% Tutupan	% LC	IM
<i>A. Branching</i>	<i>ACB</i>	56	1,867	69,17	0,15
<i>A. Digitate</i>	<i>ACD</i>	188	6,267		
<i>C. Massive</i>	<i>CM</i>	112	3,733		
<i>C. Encrusting</i>	<i>CE</i>	204	6,800		
<i>C. Foliose</i>	<i>CF</i>	702	23,400		
<i>C. Submassive</i>	<i>CS</i>	730	24,333		
<i>C. Mussrom</i>	<i>CMR</i>	58	1,933		
<i>Dead Coral</i>	<i>DC</i>	25	0,833		
<i>Soft Coral</i>	<i>SC</i>	28	0,933		
<i>Turf Algae</i>	<i>TA</i>	540	18,000		
<i>Sand</i>	<i>S</i>	15	0,500		
<i>Silt</i>	<i>SI</i>	325	10,833		
<i>Water</i>	<i>W</i>	17	0,567		
Jumlah		3000	100		

Keterangan: A. = *Acropora*, C. = *Coral*. Waktu Pengambilan Data: 6 Oktober 2020



Gambar 4. Kondisi Terumbu Karang Malang Duyung

(Silt) sebesar 10,833% dan karang mati (*Dead Coral*) 0,833%. Tutupan lumpur (Silt) pada terumbu karang Malang Duyung mengindikasikan bahwa masih adanya dampak dari penambangan timah di laut.

Terumbu karang akan tumbuh dengan baik pada substrat pasir kasar, sebaliknya akan terganggu pertumbuhannya pada substrat perairan yang berlumpur Soekarno et al. (1981). Oleh karena itu, substrat perairan tempat hidup terumbu karang harus terhindar dari tingkat sedimentasi yang tinggi. Menurut Supriharyono (2007) dan Koroy et al. (2020) bahwa laju sedimentasi yang tinggi dapat mematikan polip karang sehingga akan mempengaruhi tutupan karang hidup.

KESIMPULAN

Kondisi terumbu karang di Pulau Pemuja masuk dalam kategori "Rusak" dengan nilai tutupan Karang hidup 16,50%. Lingkungan Perairan Pulau Pemuja diestimasi masih terkena dampak dari kegiatan penambangan timah yang didasari dengan tingginya tutupan lumpur (Silt) dengan nilai 48,698%. Kondisi kerusakan terumbu karang di Pulau Pemuja sudah berlangsung lama yang dibuktikan dengan tingginya tutupan turf alga dengan nilai 19,967%. Kondisi terumbu karang di Malang Duyung masuk dalam kategori "Baik" dengan nilai tutupan karang hidup 69,17%. Lingkungan Perairan Malang Duyung masih terkena dampak sedimentasi lumpur ditandai dengan masih ditemukan tutupan lumpur (Silt) dengan nilai 10,833%. Kondisi terumbu karang di Malang Duyung telah mengalami peningkatan nilai tutupan karang hidup.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada PT TIMAH Tbk dan Yayasan Sayang Babel Kite yang telah memberikan dukungan moril maupun materil pada penelitian ini.

REFERENSI

- BangkaPos, 15 Oktober 2013. Terumbu Karang Babel Makin Kritis. <http://bangka.tribunnews.com/2013/10/15/terumbu-karang-babel-makin-kritis>.
- Barus, B.S., Prartono, T. & Soedarma, D. 2018. Keterkaitan Sedimentasi dengan Persen Tutupan Terumbu Karang di Perairan Teluk Lampung. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(1):49-57. DOI: 10.29244/jitkt.v10i1.18719
- DKP [Dinas Kelautan dan Perikanan Kepulauan Bangka Belitung]. 2007. Inventarisasi Pulau-pulau Kecil di Provinsi Bangka Belitung.
- English, S., Wikilson, C. & Baker, V. 1994. Survey Manual for Tropical Marine Resources. Australian Institute of Marine Science. Australia.
- Gomez, E.D. & Yap, H.T. 1988. Monitoring Reef Conditions. In: Kenchington RA and BET Hudson (eds). p.187-196 Coral Management Handbook 2th ed. UNESCO Regional Officer for Science and Technology for South-East Asia. Jakarta.
- Hill, J. & Wilkinson, C. 2004. Methods for ecological monitoring of coral reefs: A resources for managers. Australian Institute of Marine Science and Reef Check. Australia.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 04/2001 tentang Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang.
- Koroy, K., Alwi, D. & Paraisu, N.G. 2020. Pengaruh laju sedimentasi terhadap tutupan terumbu karang di perairan Kota Daruba, Kabupaten Pulau Morotai. *Depik Jurnal Ilmu-ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 9(2):193-199
- Soekarno, Hutomo, M., Moesa, M.K. & Darsono, P. 1981. Terumbu Karang di Indonesia. Sumberdaya, Permasalahan dan Pengelolaannya. Lembaga Oseanografi Nasional – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Suharsono. 2010. Jenis-jenis karang yang umum dijumpai di Perairan Indonesia. P3O- LIPI. Jakarta. 13hlm.
- Suhendra, D. 2006. Pengaruh sedimen terhadap komunitas karang batu (*Scleractinian Corals*) di Kepulauan Derawan, Kalimantan Timur. Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 123 hlm.
- Supriharyono. 2007. Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang. Penerbit Djambatan. 129 halaman.
- Zurba, N. 2019. Pengenalan Terumbu Karang sebagai Pondasi Utama Laut Kita. Unimal Press, Lhokseumawe. 116 hal.