

Identification of Coral Bleaching Attack Level using Coral Health Chart Method in Menjangan Kecil, Karimunjawa

Hanafi¹, Nabila Ayu Fitriani¹, Muhammad Raihan Athar¹, Rio Hindami¹, Indira Haurina Aulia¹, Siti Fitria Rachmawati¹, Kayla Yasmin Irreniza¹, Nathanael Steffano Budi Anggiaputra¹, Putri Saqina Emilia Syahrodji¹, Azhardhya Norr Muhammad Fadlan¹, Jejen Jeriansyah¹, Bonifacius Arbanto², & Riyanti^{1*}

¹Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Banyumas, Indonesia;

²Scuba Schools International, Indonesia Headquarter, Indonesia;

Article History

Received : April 28th, 2024

Revised : May 01th, 2024

Accepted : June 20th, 2024

*Corresponding Author:

Riyanti, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman Banyumas, Indonesia;

Email:

riyanti1907@unsoed.ac.id

Abstract: The increasing anthropogenic activities in Menjangan Kecil Waters can reduce the health condition of coral reefs in these waters. Therefore, it is necessary to investigate the level of bleaching attack that occurs in these waters. The purpose of this study was to determine the health condition of coral reefs in Menjangan Kecil Waters by observing the level of bleaching attack based on coral colour which is related to the density of zooxanthellae in coral living tissue. The CoralWatch method was applied to estimate the level of bleaching attack based on the level of coral colour in the coral health chart table. The results of this study revealed that the condition of coral reefs at 4 stations was dominated by colour levels 3-4, meaning that the condition of coral reefs began to bleach. The increasing of anthropogenic activities causes excessive interaction with coral reefs and human, thus accelerating the potential for bleaching. Optimization of ecotourism in Menjangan Kecil Waters, Karimunjawa needs to be done by conducting further studies on coral reef health.

Keywords: Coral bleaching, coral health chart, menjangan kecil waters.

Pendahuluan

Indonesia merupakan bagian dari kawasan *coral triangle of the world*, sebuah kawasan yang dikelilingi oleh terumbu karang sehingga memiliki keanekaragaman hayati laut terbesar di dunia (Anugrah *et al.*, 2020). Luasan terumbu karang di Indonesia mencapai 50.875 km² atau sekitar 18% dari total kawasan terumbu karang dunia (Magdalena, 2016). Terumbu karang sendiri adalah ekosistem yang terdiri dari sekumpulan hewan karang dengan asosiasi biota laut lainnya, hasil dari asosiasi dengan alga laut yang disebut *zooxanthellae* akan menghasilkan terumbu, yakni endapan zat kapur atau CaCO₃. Hewan karang sudah bersimbiosis dengan *zooxanthellae* saat dalam fase planula sehingga dapat tumbuh dan berkembang dengan nutrisi yang diberikan

oleh *zooxanthellae*. Simbiosis mutualisme ini memiliki banyak manfaat bagi keduanya, *zooxanthellae* mendapatkan tempat berlindung sedangkan karang mendapatkan nutrisi dan suplai ion fosfor sehingga dapat melakukan proses kalsifikasi, serta mendapatkan warna yang menarik dari pigmen klorofil *zooxanthellae* (LaJeunesse, 2020).

Densitas *zooxanthellae* pada karang dapat menggambarkan kondisi kesehatan pada karang inangnya. Selain itu, densitas *zooxanthellae* yang ada juga dapat menjadi indikator kondisi pada perairan tersebut. Pada kondisi normal, *zooxanthellae* pada sel karang berada pada kisaran 0,23-1,75x10⁶ sel/cm². Penurunan jumlah *zooxanthellae* tersebut dapat menjadi tolak ukur kondisi kesehatan pada karang inangnya (Palupi *et al.*, 2016). Salah satu indikator menurunnya kondisi kesehatan

karang akibat penurunan densitas *zooxanthellae* adalah fenomena *bleaching*. Fenomena *bleaching* pada karang adalah proses hilangnya warna pada jaringan tissue karena keluarnya *zooxanthellae* dari polip karang. Proses *bleaching* dapat dipicu oleh adanya peningkatan suhu permukaan laut dalam jangka panjang, dapat juga disebabkan oleh adanya aktivitas manusia yang merusak hingga mengakibatkan stress pada karang (Knipp *et al.*, 2020).

Kepulauan Karimunjawa merupakan salah satu tempat yang menarik dengan wisata baharinya, terutama keindahan bawah laut terkait terumbu karang. Pada tahun 1982-1983, dilaporkan bahwa terjadi El Nino yang mengakibatkan kematian karang di Karimunjawa sebesar 90%. Selanjutnya El Nino terjadi lagi hingga terakhir pada tahun 2014 yang menyebabkan suhu meningkat sekitar 1 hingga 6° C setiap tahunnya (Syafaillah, 2018). Kondisi terumbu karang di perairan Karimunjawa sebagian besar telah rusak dan hanya sebagian kecil yang kondisinya masih baik. Keadaan ini kemudian dikategorikan sebagai kategori sedang (tutupan karang 25-49,9%) dan kategori baik (tutupan karang 50-74,9%). Kondisi tutupan karang sedang berada di Pulau Burung, Pulau Menyawan, Pulau Menjangan Kecil, Pulau Menjangan Besar, Pulau Geleang, dan Pulau Cemara Besar. Kondisi tutupan karang baik berada di Pulau Cemara kecil dengan persentase 53% (Knipp *et al.*, 2020).

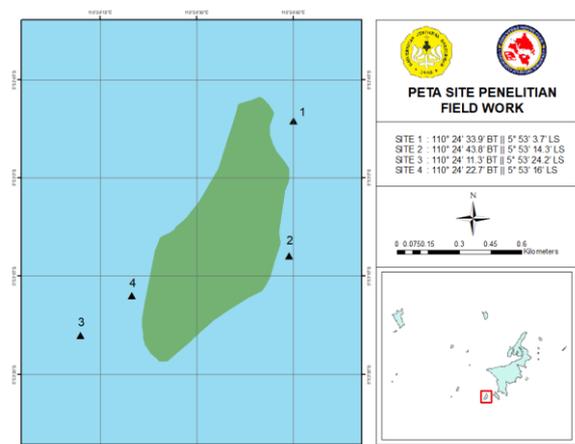
Popularitas terumbu karang di Karimunjawa terkenal dengan keindahannya tetapi tidak menutup kemungkinan terjadinya serangan *bleaching* pada wilayah tersebut. Kasus yang terjadi pada perairan Menjangan Kecil dengan kondisi tutupan karang kategori sedang, dapat berada pada kondisi yang lebih buruk mengingat peningkatan aktivitas manusia akibat wisata bahari di perairan tersebut (Knipp *et al.*, 2020). Oleh karena itu, dalam mengatasi permasalahan ini perlu dilakukannya investigasi mengenai tingkatan serangan *bleaching* yang terjadi mengingat belum adanya penelitian dengan metode serupa. Salah satu teknik yang bisa digunakan dalam melakukan pendugaan pengukuran kesehatan karang adalah dengan melihat warna karang berdasarkan *coral health chart*. Warna

tersebut menjelaskan densitas *zooxanthellae* yang ada pada jaringan hidup karang. Selaras dengan hal tersebut, teknik ini sudah berkembang dan digunakan para peneliti sebagai langkah alternatif yang bisa dilakukan dalam menduga tingkat serangan *bleaching* pada suatu wilayah (Marshall *et al.*, 2012). Meninjau hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi kesehatan terumbu karang di Perairan Menjangan Kecil dengan mengamati tingkat serangan *bleaching* kaitannya dengan densitas *zooxanthellae* pada jaringan hidup karang berdasarkan warna karang.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat penelitian

Pengambilan data dilakukan pada tanggal 24-25 Juni 2023 di Pulau Menjangan Kecil, Karimunjawa.



Gambar 1. Peta penelitian Pulau Menjangan Kecil, Karimunjawa

Alat dan bahan penelitian

Pengambilan data menggunakan *SCUBA Set* untuk membantu menyelam di bawah air. Data kesehatan karang diambil menggunakan *roll meter* (50 m), tabel *coral health chart*, kertas *newtop*, alat tulis, dan papan jalan. *Underwater camera* dari GoPro Hero 10 & TG 50 digunakan untuk pengambilan foto kesehatan karang. Parameter perairan diambil menggunakan *hand-refractometer* untuk data salinitas, kertas lakmus untuk data pH, *secchi-disc* untuk data kecerahan, dan *thermometer* untuk data suhu.

Tahapan pengambilan data

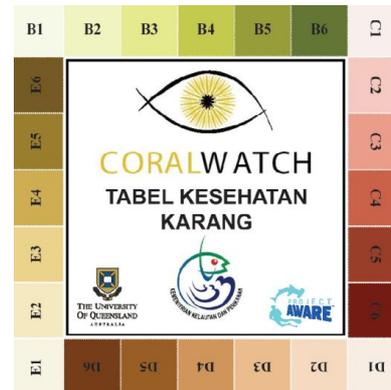
Penentuan stasiun penelitian

Pemilihan stasiun penelitian ditentukan menggunakan metode *purposive sampling*. Metode ini menentukan stasiun penelitian berdasarkan alasan tertentu yang berkaitan dengan kebutuhan riset (Elvera & Astarina, 2021). Kebutuhan riset pada penelitian ini ditujukan pada tempat yang memiliki peluang terjadinya fenomena *bleaching*. Berdasarkan kondisi perairan di Pulau Menjangan Kecil yang memiliki bagian wilayah dengan pemanfaatan sebagai wisata bahari sehingga tersebar sebanyak 4 stasiun yang sering dijadikan spot *snorkling* dan *snorkling*. Melalui 4 stasiun ini diharapkan dapat merepresentasikan keadaan sebenarnya dari perairan tersebut. Berdasarkan ketentuan yang telah dijelaskan, stasiun pengambilan data dilakukan di 4 tempat berbeda, yaitu stasiun 1 dengan koordinat 5°53'03.7"S 110°24'33.9"E yang terletak di sebelah timur laut dari pulau pada kedalaman 6 m, Stasiun 2 dengan koordinat 5°53'14.3"S 110°24'43.8"E yang terletak di sebelah timur dari pulau pada kedalaman 5-8 m, Stasiun 3 adalah *Wreck Genting* dengan titik koordinat 5°53'24.244"S 110°24'11.311"E yang terletak di sebelah barat pulau pada kedalaman 8 m, dan stasiun 4 adalah *Maer control* dengan koordinat 5°53'16.032"S 110°24'22.755"E yang terletak disebelah barat daya pulau pada kedalaman 8 m.

Pengambilan data Bleaching dan persentase Liform Karang

Metode *CoralWatch* merupakan salah satu teknik yang dapat digunakan dalam pendugaan tingkat *bleaching* dengan mengamati densitas *zooxanthellae* pada jaringan hidup berdasarkan warna karang. Metode ini mengelompokkan tingkat densitas *zooxanthellae* yang berpengaruh pada tingkat *bleaching* karang melalui beberapa tingkatan warna sehingga hanya perlu menentukan tingkat warna yang sesuai dan tertera pada tabel warna, tingkatan warna pada chart dikelompokkan menjadi 4 kelas yaitu B, C, D, E dengan interval warna 1-6 (Gambar 2). Selain itu, metode ini juga meninjau *liform* karang yang berbeda-beda melalui 4 bentuk *liform*, yaitu *branching*, *boulder*, *plate*, dan *soft*. Pengelompokkan *liform* karang yang ditetapkan bertujuan untuk menyederhanakan dan memudahkan pada saat melakukan survei

pengambilan data. Metode ini telah divalidasi oleh peneliti dari University of Queensland sejak tahun 2002 dan sampai sekarang teknik ini masih efektif digunakan bahkan di seluruh dunia (Marshall et al., 2012).



Gambar 2. Tabel coral health chart

Metode *CoralWatch* merupakan metode sederhana yang bisa digunakan oleh siapapun, tidak terbatas hanya untuk para ilmuwan kelautan. Diharapkan dengan adanya metode ini, setiap orang dapat membantu dalam mengamati keadaan terumbu karang disekitarnya sehingga data yang ada akan membantu dalam menjelaskan pola pemutihan dan penyembuhan karang yang terjadi sepanjang tahun, bukan sewaktu-waktu. Terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menggunakan metode ini, yaitu tidak boleh mengamati warna karang pada pucuk-pucuk karang dan tidak mengamati warna karang biru (*Helipora*) karena memiliki proses *bleaching* yang berbeda (Marshall et al., 2012).

Pengambilan data dilakukan dengan dibentangkannya rol meter sepanjang 50 m sejajar dengan garis pantai, ujung rol meter bisa disangkutkan pada karang dengan *liform boulder* yang kuat dan tidak akan patah menahan rol meter yang terkena arus. Selain itu, karang juga tidak akan tersakiti karena benda mati tidak memiliki struktur seperti makhluk hidup. Pencatatan warna karang menggunakan kertas *newtop* dan papan jalan untuk membantu dalam mencatat warna pada tabel *coral health chart*. Pengamatan warna hanya dilakukan pada karang yang bersinggungan dengan garis transek. Metode line transect ini akan membantu dalam pengambilan data karang yang representatif dan efisien (Nurdin et al., 2019).

Analisis data

Analisis data menggunakan metode yang terdapat pada *excel CoralWacth*. Data diinterpretasikan dalam diagram pie dan batang. Diagram *pie* menginterpretasikan persentase bentuk *lifeform* dan diagram batang menginterpretasikan kode warna karang. Representasi kondisi karang karang diartikan dengan interval warna pada tabel *coral health chart*, interval warna memiliki artian yang berbeda, warna 1-2 mengartikan kondisi karang yang sudah memutih, 3-4 mengartikan kondisi karang yang mulai memutih, dan 5-6 mengartikan kondisi karang yang sehat.

Hasil dan Pembahasan

Parameter fisika-kimia perairan menjangan kecil

Hasil pengukuran parameter fisika-kimia di Perairan Menjangan Kecil. Hasil pengukuran parameter fisika-kimia perairan di empat stasiun penelitian di perairan Pulau Menjangan Kecil menunjukkan bahwa perairan Pulau Menjangan Kecil masih memenuhi baku mutu air laut dalam SK Kmenterian Lingkungan Hidup nomor 51 tahun 2004 (Tabel 1). Hasil pengamatan suhu perairan di empat stasiun penelitian di perairan Pulau Menjangan Kecil, dapat disimpulkan bahwa suhu perairan bervariasi antara 28°C hingga 30°C. Meskipun terdapat variasi suhu, namun hasil pengukuran menunjukkan bahwa perairan Pulau Menjangan Kecil masih memenuhi baku mutu air laut dalam SK Kmenterian Lingkungan Hidup nomor 51 tahun 2004 yaitu berkisar antara 28°C-30°C.

Tabel 1. Parameter Perairan Menjangan Kecil, Karimunjawa

Parameter	Stasiun			
	1	2	3	4
Suhu (°C)	29	30	28	28
pH	8	8	7	8
Salinitas (ppm)	30	34	33	32
Kecerahan (m)	6	8	8,075	5,9

Perbedaan suhu pada 4 stasiun tidak berbeda nyata karena masih terletak berdekatan. Suhu di dalam perairan memiliki peran yang sangat penting dalam mempengaruhi ekosistem terumbu karang. Perubahan suhu yang signifikan dapat memiliki dampak yang merugikan bagi terumbu karang dan organisme-organisme yang

hidup di dalamnya (Giyanto *et al.*, 2017). *Zooxanthellae* pada terumbu karang dapat dipengaruhi oleh suhu jika suhu mengalami peningkatan atau penurunan yang ekstrem dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan terhambatnya proses fotosintesis dan mengakibatkan menurunnya pertumbuhan dan kondisi terumbu karang (Howells *et al.*, 2012). Baku mutu parameter perairan menurut (Kepmen LH Nomor 51 Tahun 2004).

Tabel 2. Baku mutu parameter perairan

Parameter	Sumber Baku Mutu (Kepmen LH Nomor 51 Tahun 2004)
Suhu	28-30°C
pH	7 – 8,5
Salinitas	33-34 ppm
Kecerahan	>5 m

Salinitas air laut memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan terumbu karang, di mana banyak spesies karang yang sensitif terhadap tingginya salinitas. Salinitas di perairan Pulau Menjangan Kecil termasuk dalam kondisi normal untuk terumbu karang hidup, yaitu berkisar antara 30 – 34 ppm. Selain itu, dapat dikategorikan bahwa perairan ini memiliki kondisi yang optimal bagi pertumbuhan karang untuk stasiun 2 dan 3, dengan salinitas berkisar antara 33 – 34 ppm. Pada stasiun 1 dan 4 memiliki suhu 30 dan 32 ppm sehingga kurang optimal bagi terumbu karang (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut, 2004). Perubahan cuaca di perairan juga dapat memengaruhi tingkat salinitas air, dan perubahan tersebut dapat terjadi baik penurunan maupun peningkatan secara ekstrim dalam jangka waktu yang lama. Perubahan salinitas yang ekstrem ini dapat menyebabkan penurunan pertumbuhan terumbu karang bahkan dapat menyebabkan kematian karang (Prasetyo *et al.*, 2018).

Nilai pH menggambarkan tingkat keasaman atau kebasaaan suatu perairan. Hasil pengukuran pH di 4 lokasi didapatkan nilai sebesar 7-8 sehingga dapat disimpulkan nilai pH di Perairan Menjangan Besar pada pH optimal. Berdasarkan SK Kmenterian Lingkungan Hidup nomor 51 tahun 2004, bahwa kadar pH optimal berada pada kisaran 7,0 – 8,5. Derajat keasaman,

atau yang dikenal juga sebagai pH, merupakan salah satu faktor yang memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan terumbu karang. Terumbu karang hidup membutuhkan proses fotosintesis yang melibatkan simbiosis mutualistik antara terumbu karang dan *zooxanthellae*, yaitu alga bersel satu yang hidup di dalam jaringan terumbu karang. Proses fotosintesis ini akan berjalan secara optimal ketika kadar pH lingkungan sekitar terumbu karang berada dalam kisaran normal (Giyanto *et al.*, 2017).

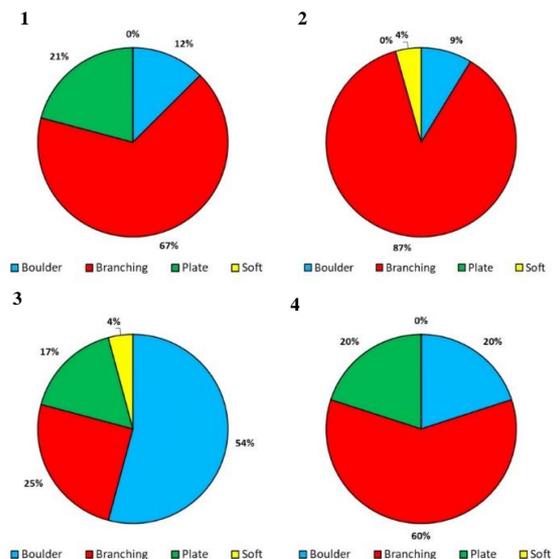
Berdasarkan data pengamatan yang diperoleh, tingkat kecerahan perairan pada Stasiun 1, 2, 3, dan 4 secara berurutan berkisar 8 m, 8 m, 8,075 m, dan 5,9 m. Menurut baku mutu yang ditetapkan dalam SK Kementerian Lingkungan Hidup nomor 51 tahun 2004, tingkat kecerahan perairan menjangan timur termasuk dalam kategori optimal bagi pertumbuhan karang karena cahaya matahari dapat menembus perairan hingga lebih dari 5 m. Terumbu karang membutuhkan perairan yang jernih dalam kehidupannya, Apabila kondisi perairan menjadi keruh, hal ini akan mempengaruhi penetrasi cahaya dan menghambat laju pertumbuhan serta produksi terumbu karang. Tingkat kecerahan sangat penting bagi pertumbuhan organisme karang karena cahaya merupakan salah satu faktor terpenting yang membatasi terumbu karang dalam melakukan proses fotosintesis oleh *zooxanthellae* yang hidup bersimbiosis pada jaringan karang (Knipp *et al.*, 2020).

Perairan Menjangan Kecil memiliki berbagai spot *diving* dan *snorkling* yang menjadi tujuan wisatawan. Keempat stasiun ini merupakan spot yang sering dikunjungi wisatawan karena memiliki kondisi bawah laut yang unik. Pada stasiun 3 contohnya, terdapat runtuhnya kapal sehingga disebut *Wreck Genting* yang menjadi habitat terumbu karang yang telah pulih dan ikan karang yang menggantungkan hidup didalamnya, arus yang mengalir pada stasiun ini cukup kuat dan pencahayaan bagus hingga kedalaman 8 m. Pada stasiun 4 atau lebih dikenal *maer control* menjadi spot yang paling sering dikunjungi bila berkunjung ke Perairan Menjangan Kecil akibatnya pada tahun 2018 mengalami pembatasan aktivitas karena terumbu karang yang mulai rusak, kemudian dibuka Kembali dengan kualitas terumbu karang yang baik dan berada pada zona atas lereng. Pada

stasiun 1 dan 2 yang merupakan daerah wisatawan banyak dijumpai patahan karang (*rubble*) karena aktivitas pengunjung yang tidak sesuai dengan etika penyelaman. Selain itu, pada perairan ini memiliki substrat berpasir sehingga terumbu karang rawan terhadap sedimentasi.

Persentase *Lifeform* Karang di Perairan Menjangan Kecil

Berikut adalah persentase *lifeform* karang di Perairan Menjangan Kecil disajikan Gambar 3. Hasil pengukuran persentase *lifeform* karang di empat stasiun penelitian di perairan Pulau Menjangan Kecil menunjukkan bahwa perairan Pulau Menjangan Kecil didominasi oleh *lifeform branching*, dan *boulder* (Gambar 3). Pada stasiun 1,2, dan 4 *lifeform branching* mendominasi dengan persentase lebih dari 60% sedangkan pada stasiun 3 sebesar 25%. Pada stasiun 3 *lifeform boulder* mendominasi dengan persentase sebesar 54%. *Lifeform plate* hanya memiliki persentase sekitar 17-21% pada stasiun 1,3, dan 4 serta tidak ditemukan pada stasiun 2. Selain itu, *soft coral* sangat jarang sekali ditemukan pada 4 stasiun, dan hanya 4% ditemukan pada stasiun 2 dan 3. Hal ini bisa terjadi karena adanya perbedaan zona perairan dan dinamika perairan (Bellwood *et al.*, 2018).



Gambar 3. Persentase *lifeform* di stasiun 1; stasiun 2; stasiun 3; dan stasiun 4

Hasil pengukuran persentase *lifeform* karang di empat stasiun penelitian di perairan Pulau Menjangan Kecil menunjukkan bahwa

perairan Pulau Menjangan Kecil didominasi oleh *liform branching*, dan *boulder* (Gambar 3). Pada stasiun 1,2, dan 4 *liform branching* mendominasi dengan persentase lebih dari sama dengan 60% sedangkan pada stasiun 3 sebesar 25%. Stasiun 3 *liform boulder* mendominasi dengan persentase sebesar 54%. *Liform plate* hanya memiliki persentase sekitar 17-21% pada stasiun 1,3, dan 4 serta tidak ditemukan pada stasiun 2. Selain itu, *soft coral* sangat jarang sekali ditemukan pada 4 stasiun, dan hanya 4% ditemukan pada stasiun 2 dan 3. Hal ini bisa terjadi karena adanya perbedaan zona perairan dan dinamika perairan (Bellwood *et al.*, 2018). Hasil dari penelitian ini sesuai dengan penelitian yang mengamati sebaran *liform* di Perairan Menjangan Kecil, didapatkan karang dengan genus *Acropora*, dan *Porites* yang mendominasi perairan tersebut (Suliswati *et al.*, 2014).

Sebaran *liform* terumbu karang umumnya dipengaruhi berdasarkan zona perairan tempat hidupnya. Terdapat 4 zona yang biasa ditempati terumbu karang, yaitu zona rata-rata terumbu karang (*reef flat*), zona lereng terumbu karang (*reef slope*), zona puncak terumbu karang (*reef crest*), dan zona dalam terumbu karang (*deep reef*) (Bellwood *et al.*, 2018). Pada stasiun 1, 2, dan 3 merupakan daerah rata-rata terumbu dengan arus yang cukup kuat dan perlahan melemah karena gaya gesekan dengan terumbu karang di zona puncak dan lereng. Zona rata-rata terumbu biasanya terletak pada daerah perairan dangkal, pada stasiun 1, dan 2 yang memiliki variasi kedalaman 5-8 m. Variasi *liform* yang hidup tidak tersebar rata didominasi oleh *liform branching* dan massive yang terkelompok *boulder* pada klasifikasi *CoralWatch*. Hal ini sesuai dengan penelitian dari Arisandi *et al.*, (2018) dominansi karang dengan *liform* massive dan *branching* seringkali berada pada zona rata-rata terumbu dengan gelombang yang masih cukup kuat sedangkan zona lereng seringkali didominasi oleh *liform branching*. Namun, sebaran *liform* di zona lereng lebih variatif karena arus sudah mulai melemah pada zona atas lereng akibat ditahan dengan lereng yang ada. Stasiun 3 dan 4 berada pada *reef slope* karena itu variasi *liform* yang hidup lebih baik dari stasiun 1 dan 2.

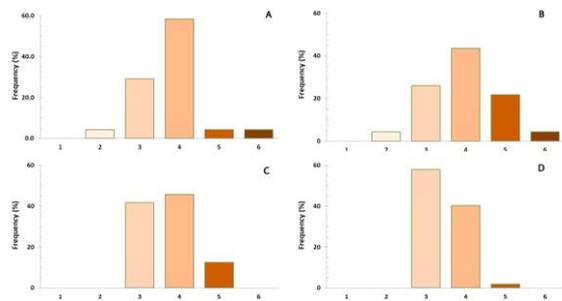
Sebaran *liform* terumbu karang juga dipengaruhi oleh dinamika perairan, mulai dari

fluktuasi suhu dan salinitas, arus, pencahayaan, hingga sedimentasi. Pada stasiun 1, 2, dan 4 karang dengan *liform branching* mendominasi dengan persentase lebih dari 60%. Pada stasiun 1, 2, dan 4 diketahui memiliki pencahayaan yang bagus sehingga sangat mendukung pertumbuhan dan perkembangan tipe *liform branching*. Pada stasiun 3 diketahui memiliki arus yang cukup kuat sehingga karang dengan tipe *liform boulder* mendominasi. Persentase tipe *liform soft* pada setiap stasiun sangat jarang ditemukan, terutama pada stasiun 1 dan 4. *Soft coral* cenderung hidup di perairan dangkal dengan kedalaman 1-3 m dan sangat rentan terhadap sedimentasi karena hidup pada tipe substrat yang luas. Selain itu, salah satu *liform* yang memiliki kerentanan terhadap sedimentasi adalah tipe *liform plate* (Sala *et al.*, 2021). Berdasarkan penelitian dari Barus *et al.*, (2018) menyatakan bahwa berbagai tipe *liform* karang cenderung memiliki habitat eksklusif demi mendukung pertumbuhan dan perkembangannya. Karang dengan tipe *liform branching* misalnya, sangat sensitif dengan fluktuasi suhu lingkungan daripada tipe *liform* lainnya sehingga banyak tumbuh pada zona terlindung. Tipe karang massive memiliki kemampuan adaptasi terhadap fluktuasi suhu lebih baik daripada tipe *branching* dan lainnya. Bukan hanya itu, tipe karang ini juga memiliki struktur skeleton yang kokoh untuk menahan hembusan gelombang.

Bleaching Assesment Colour di Perairan Menjangan Kecil

Berdasarkan hasil pengamatan kondisi terumbu karang pada 4 stasiun di perairan Menjangan Kecil didapatkan hasil yang cukup variatif. Pada stasiun 1 sangat sedikit karang yang sudah mulai memutih, terhitung hanya 5% dari total karang yang dijadikan sampel, hal yang sama juga terjadi pada stasiun 2. Selain itu, pada stasiun 3 dan 4 tidak ditemukan karang yang sudah mulai memutih. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan pada keseluruhan stasiun yang merepresentasikan Perairan Menjangan Kecil memperlihatkan keadaan terumbu karang yang mulai memutih akibat stress yang dialami (Marshall *et al.*, 2012). Melihat komposisi frekuensi dari ke-4 stasiun yang didominasi oleh tingkatan 3-4 memberikan indikasi bahwa perkembangan ekosistem terumbu karang mengarah pada

kerusakan setelah rehabilitasi selepas Covid-19. Pada stasiun 4, yaitu *Maer control* yang sudah mulai membaik keadannya selepas pembatasan aktivitas diakhir tahun 2018. Namun, kini mulai memperlihatkan keadaan yang mulai memburuk selepas pembukaan wisata bahari di spot tersebut. Selain itu, pada stasiun 1, 2, dan 3 yang memiliki dominansi pada tingkatan warna 3 dan 4 memperkuat keadaan terumbu karang pada spot penyelaman mengarah pada perkembangan kerusakan. Perubahan warna dari pekat ke muda hingga memudar pada karang terjadi karena interaksi manusia dengan hewan karang yang ekstrem (Akhmad et al., 2018). Belum ada penelitian lain yang meneliti terkait tingkatan serangan *bleaching* menggunakan metode serupa di Perairan Karimunjawa sehingga informasi dari penelitian ini merupakan kebaruan informasi.



Gambar 4. Persentase coral *bleaching*; level 1-2 (memutih); level 3-4 (mulai memutih); level 5-6 (sehat)

Perairan tempat terumbu karang hidup jika dimanfaatkan sebagai *diving* dan *snorkling* secara berlebihan dan tidak teratur dapat menyebabkan perubahan warna yang mulai memudar pada karang. Meskipun *bleaching* karang biasanya terkait dengan faktor-faktor lingkungan seperti kenaikan suhu permukaan laut, faktor antropogenik seperti aktivitas manusia yang berinteraksi dengan karang secara ekstrem mulai dari menggenggamnya dengan erat hingga mematahkannya baik secara sengaja ataupun tidak sengaja dapat berkontribusi pada stress karang hingga menyebabkan pemutihan karang. Perilaku-perilaku tersebut biasanya sering dilakukan oleh wisatawan pemula. Kontak fisik dari wisatawan mempunyai dampak yang berbeda pada *lifeform* karang yang berbeda. Polip massive dalam menerima kerusakan secara kumulatif, dimana persentase kerusakan bergantung pada jumlah gesekan yang diterima, sedangkan polip *branching* bergantung dari kekuatan yang diterima secara

seketika, namun jika dari keseluruhan koloni dipertimbangkan, maka kerusakan pada *lifeform branching* dapat bersifat kumulatif dari banyaknya jumlah cabang yang patah (Akhmad et al., 2018).

Hasil penelitian ini, kesehatan karang dapat dilihat dari aspek skor warna pada karang dan jumlah *zooxanthellae*. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa skor kesehatan karang bervariasi mulai dari 2 hingga 6. Hal tersebut mengindikasikan karang yang hidup pada lokasi penelitian berada pada kondisi yang tidak sehat sampai dengan sehat sekali. Klasifikasi skor warna ini berkaitan dengan *zooxanthellae* pada karang. Keberadaan *zooxanthellae* pada karang menyebabkan karang memiliki warna, semakin gelap warna karang maka *zooxanthellae* yang terkandung pada karang semakin tinggi (Lieng, 2020). Jika karang kehilangan *zooxanthellae*, maka karang akan berwarna putih atau mengalami *bleaching* karena kehilangan *zooxanthellae* sehingga hanya warna putih dari skeleton yang dapat dilihat serta lender yang mulai menghilang. Berdasarkan penelitian Lieng et al (2020), karang normal memiliki *zooxanthellae* sekitar $0,23-1,75 \times 10^6$ sel/cm². Oleh karena itu, banyak sedikitnya densitas *zooxanthellae* sangat berpengaruh pada pertumbuhan karang. Perubahan warna yang terjadi pada karang merupakan akibat adanya perubahan densitas *zooxanthellae*.

Menurut Wilkerson et al (1988), menyatakan bahwa densitas *zooxanthellae* berkisar antara $0,6-8,5 \times 10^6$ /cm² pada permukaan karang, dimana tergantung spesies dan kedalaman habitatnya (Juniarta et al., 2012). Kehilangan *zooxanthellae* pada karang mengindikasikan karang yang hampir mati karena tidak mendapat suplai nutrisi sehingga hanya kematian yang menunggunya. Selain faktor alam yang dapat mengakibatkan *bleaching* secara massif, faktor antropogenik seperti interaksi manusia secara ekstrem dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan stress pada karang dan kerusakan pada *zooxanthellae*. Selain itu, aktivitas *diving* dan *snorkelling* akan memperkeruh perairan dengan substrat pasir dan lumpur akibatnya sedimentasi naik ke kolom perairan dan mulai menutupi polip karang dan menghalangi cahaya matahari serta menyebabkan terhalangnya proses fotosintesis pada *zooxanthellae* hingga pada akhirnya hanya kematian yang menanti (Barus et al., 2018b).

Kesimpulan

Kondisi Kesehatan terumbu karang di perairan Menjangan Kecil terindikasi berada pada kondisi mulai memutih. Hasil yang diperoleh dari 4 stasiun yang merupakan spot penyelaman didominasi pada tingkatan 3-4 yang merepresentasikan perkembangan ekosistem terumbu karang yang mulai memburuk bahkan dikhawatirkan terjadi *bleaching*. Peningkatan aktivitas antropogenik secara ekstrem dan berjangka panjang menyebabkan dampak buruk bagi ekosistem terumbu karang di Perairan Menjangan Kecil.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada pihak Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman karena telah membantu dalam sebagian pendanaan dalam penelitian ini. Selain itu, ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada seluruh anggota Discovery Snorkling Club yang juga telah terlibat dalam pelaksanaan kegiatan penelitian ini.

Referensi

- Akhmad, D. S., Purnomo, P. W., & Supriharyono, S. (2018). Potensi Kerusakan Terumbu Karang pada Kegiatan Wisata Snorkeling di Destinasi Wisata Taman Nasional Karimunjawa. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(2), 419–429.
<https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i2.21495>
- Anugrah, A. P., Putra, B. A., & Burhanuddin. (2020). Implementation of Coral Triangle Initiative on Coral Reefs, Fisheries, and Food Security (CTI-CFF) in Indonesia and Philippines. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 575(1), 6.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/575/1/012154>
- Arisandi, A., Tamam, B., & Fauzan, A. (2018). Profil Terumbu Karang Pulau Kangean, Kabupaten Sumenep, Indonesia. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 10(2), 76–83.
<https://doi.org/10.20473/jipk.v10i2.10516>
- Barus, B. S., Prartono, T., & Soedarma, D. (2018a). Environmental Effect on Coral Reefs Life Form in the Lampung Bay. *Journal of Tropical Marine Science and Technology*, 10(3), 699–709.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.29244/jitkt.v10i3.21516>
- Barus, B. S., Prartono, T., & Soedarma, D. (2018b). Keterkaitan Sedimentasi Dengan Persen Tutupan Terumbu Karang di Perairan Teluk Lampung. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(1), 49–57.
<https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i1.18719>
- Bellwood, D. R., Tebbett, S. B., Bellwood, O., Mihalitsis, M., Morais, R. A., Streit, R. P., & Fulton, C. J. (2018). The Role of The Reef Flat in Coral Reef Trophodynamics: Past, Present, and Future. *Ecology and Evolution*, 8(8), 4108–4119.
<https://doi.org/10.1002/ece3.3967>
- Elvera, & Astarina, Y. (2021). *Metodologi Penelitian* (1st ed.). Andi Publisher.
- Giyanto, Abrar, M., Hadi, T. A., Budiyanto, A., Hafizt, M., Salatalohy, A., & Iswari, M. Y. (2017). *Status Terumbu Karang Indonesia 2017*. COREMAP-CTI Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI.
- Howells, E. J., Beltran, V. H., Larsen, N. W., Bay, L. K., Willis, B. L., & Van Oppen, M. J. H. (2012). Coral Thermal Tolerance Shaped by Local Adaptation of Photosymbionts. *Nature Climate Change*, 2(2), 116–120.
<https://doi.org/10.1038/nclimate1330>
- Juniarta, N. R., Aisyah, E. N., & Munasik. (2012). Studi Perubahan Densitas *Zooxanthellae* pada Translokasi dan Transplantasi Karang *Acropora aspera* dan *Stylophora pistillata* di Jepara. *Indonesian Journal of Marine Sciences*, 10(4), 221–228.
<https://doi.org/10.14710/ik.ijms.10.4.221-228>
- Knipp, A. L., Pettijohn, J. C., Jadot, C., & Hertler, H. (2020). Contrasting Color Loss and Restoration in Survivors of the 2014–2017 Coral Bleaching Event in the Turks and Caicos Islands. *SN Applied Sciences*, 2(3), 1–11.
<https://doi.org/10.1007/s42452-020-2132-6>
- LaJeunesse, T. C. (2020). *Zooxanthellae*. *Current Biology*, 30(19), R1110–R1113.
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.03.058>

- Lieng, L., Efriyeldi, & Thamrin. (2020). Density Zooxanthella Based on the Life Form of Coral on Marak Island West Sumatera Province. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 3(3), 209–216. <https://doi.org/10.31258/ajoa.3.3.209-216>
- Magdalena, T. (2016). Kepentingan Indonesia Aktif Dalam CTI. *Jom Fisip*, 3(2), 1–23. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:132431056>
- Marshall, N. J., Kleine, D. A., & Dean, A. J. (2012). CoralWatch: Education, Monitoring, and Sustainability Through Citizen Science. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 332–334. <https://doi.org/10.1890/110266>
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut, 128 (2004).
- Nurdin, M., Litaay, M., Priosambodo, D., & Moka, W. (2019). Kondisi Karang di Pulau Baranglombo dan Bone Batang Berdasarkan Tabel Kesehatan Karang. *Ilmu Alam Dan Lingkungan*, 10(1), 15–28. <http://journal.unhas.ac.id>
- Palupi, R. D., Ira, & Rahmadani. (2016). Kesehatan Karang di Perairan Kessilampe Kota Kendari Berdasarkan Skor Kesehatan Karang dan Densitas *Zooxanthellae*. *Omni-Akuatika*, 12(3), 215–227. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.20884/1>
- .oa.2016.12.3.162
- Prasetyo, A. B. T., Yuliadi, L. P. S., Astuty, S., & Prihadi, D. J. (2018). Keterkaitan Tipe Substrat dan Laju Sedimentasi dengan Kondisi Tutupan Terumbu Karang di perairan Pulau Panggang, Taman Nasional Kepulauan Seribu. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 9(2), 1–8.
- Sala, R., Bawole, R., Biloru, R. H. H., & Mudjirahayu. (2021). Distribusi Spasial Tutupan Karang di Taman Nasional Teluk Cenderawasih, Papua. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 5(2), 201–212.
- Suliswati, R., Poedjirahajoe, E., WF, L. R., & Fandeli, C. (2014). Karakteristik Terumbu Karang di Zona Pemanfaatan Wisata Taman Nasional Karimunjawa. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 19(3), 139.
- Syaifullah, M. Dj. (2018). Suhu Permukaan Laut Perairan Indonesia dan Hubungannya dengan Pemanasan Global. *Jurnal Segara*, 11(2), 37–47. <https://doi.org/10.15578/segara.v11i2.7356>
- Wilkerson, F. P., Kobayashi, D., & Muscatine, L. (1988). Mitotic Index and Size of Symbiotic Algae in Caribbean Reef Corals. *Coral Reefs*, 7(1), 29–36. <https://doi.org/10.1007/BF00301979>