

Pemantauan Pra Pemulihan Ekosistem Terumbu Karang di Perairan Pulau Cilik dan Pulau Sintok Taman Nasional Karimunjawa

Rohmani Sulisyati^{1*)}, Yusuf Syaifudin¹⁾, Nugroho Dri Atmojo¹⁾, Muchammad Mukmin¹⁾,
Endang Abdur Rahman¹⁾

¹⁾Balai Taman Nasional Karimunjawa, Semarang

Email: syifa.ilyas@gmail.com

Abstract

Karimunjawa National Park is cluster of 22 islands located 60 nautical miles north of Central Java with an area of 111,625 hectares. The purpose of pre-restoration monitoring is to verify the area of coral reef ecosystems, to determine the condition of the substrate, and the natural conditions in the area where the ecosystem restoration will be carried out. Monitoring was carried out on the west side of Cilik Island, covering area of 23.42 m². The survey used the belt transect method in the waters of Pulau Cilik and was developed using the transect quadrant and point intercept transect methods in the waters of Sintok Island. Coral data analysis includes coral cover percentages and measurement of diversity, uniformity, and dominance indexes. Based on the results of monitoring the survey location in the waters of Pulau Cilik, it has been covered with hard corals reaching 73%, Montipora 32%, Porites 20%, Acropora 11%, Echinopora 6%, and dead coral algae 26%. Diversity value of 2.08 indicates that the abundance of medium corals, the community conditions are labile, and there is no dominance. The fish family is mostly Pomacentridae in size of 5 – 10 cm. Because natural succession had occurred, the ecosystem restoration plan was then diverted to open areas on Sintok Island. The total recruitment of 45 individuals was mostly Montipora and Acropora. Fish data collection using the time swimming method, 15 families of fish can be found. Recovery using spider webs is estimated to be the most suitable for use on Sintok Island.

Keywords: Coral reef, Ecosystem, Restoration, Recruitment, Substrate

Abstrak

Taman Nasional Karimunjawa merupakan gugusan 22 kepulauan yang terletak 60 mil laut sebelah utara Jawa Tengah dengan luas 111.625 Ha. Pemulihan ekosistem terumbu karang diperlukan sebagai upaya untuk menjaga dan memelihara ekosistem tetap seimbang dan dinamis. Tujuan pemantauan pra pemulihan adalah untuk melakukan verifikasi luasan ekosistem terumbu karang, mengetahui kondisi substrat dan kondisi alami pada area yang akan dilakukan pemulihan ekosistem. Pemantauan dilakukan pada lokasi sisi sebelah barat Pulau Cilik seluas 23,42 m². Survey menggunakan metode transek sabuk di perairan Pulau Cilik dan berkembang menggunakan metode kuadran transek dan point intercept transect di perairan Pulau Sintok. Analisis data karang meliputi persentasi penutupan karang dan pengukuran indeks keanekaragaman, keseragaman dan dominansi. Berdasarkan hasil pemantauan lokasi survey di Perairan Pulau Cilik telah tertutup karang keras mencapai 73% (kriteria baik), tertutup Montipora 32%, Porites 20%, Acropora 11%, Echinopora 6%, dan DCA (*dead coral algae*) 26%. Nilai keanekaragaman 2,08 menunjukkan bahwa kelimpahan karang menengah sedang, kondisi komunitas labil dan tidak ada dominansi. Famili ikan kebanyakan Pomacentridae berukuran 5 – 10 cm. Karena telah terjadi suksesi alami, rencana pemulihan ekosistem kemudian dialihkan ke area terbuka di Pulau Sintok. Pengamatan untuk melihat bentuk pertumbuhan dan rekrutmen karang. Bentuk pertumbuhan berupa karang bercabang, encrusting, foliose, jamur, summassive dan massive. Total rekrutmen 45 individu kebanyakan Montipora dan Acropora. Pengambilan data ikan menggunakan metode time swimming, dapat dijumpai 15 famili ikan. Substrat berupa karang mati pada rata-rata terumbu dan area tubir berupa karang mati. Pemulihan dengan menggunakan jaring laba-laba (*web spider*) diperkirakan paling sesuai untuk digunakan di Pulau Sintok.

Kata Kunci: Ekosistem, Pemulihan, Rekrutmen, Substrat, Terumbu karang

PENDAHULUAN

Taman Nasional Karimunjawa (TNKJ) merupakan gugusan 22 kepulauan yang terletak 60 mil laut sebelah utara Jawa Tengah dengan luas 111.625 Ha. Memiliki fungsi sebagai kawasan perlindungan penyangga kehidupan, pengawetan keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa dan pemanfaatan secara lestari potensi sumber daya alam hayati dan ekosistem. Kepulauan Karimunjawa merupakan bentang alam dan bentang laut yang memiliki lebih dari satu ekosistem membentuk karakteristik sebuah kawasan dan telah ditetapkan sebagai kawasan taman nasional dengan nama Taman Nasional Karimunjawa. Kurun waktu terakhir pengelola dihadapkan pada ancaman penurunan kualitas ekosistem terumbu karang yang disebabkan dampak negatif dari kegiatan wisata serta akibat kandasnya kapal di terumbu karang. Penurunan kualitas ekosistem terumbu karang meninggalkan jejak berupa rusaknya habitat dan indikasi terbukanya area (Suliswati *et al.*, 2021).

Berdasarkan hasil survei, beberapa lokasi terdegradasi memerlukan upaya pemulihan. Pemulihan ekosistem terumbu karang di Taman Nasional Karimunjawa dilakukan pada lokasi-lokasi yang terindikasi sebagai area terbuka (*opened area*). Penelitian yang dilakukan oleh yayasan Terumbu Karang Indonesia (TERANGI) pada tahun 2005-2007 menyebutkan telah terjadi penurunan persentase tutupan karang di Kepulauan Seribu dari 34,2% menjadi 31,7%. Keanekaragaman karang yang cukup tinggi dapat ditemukan dari kedalaman 8-10 m (Muttakin *et al.*, 2013). Penurunan persentase tutupan karang hidup tersebut diakibatkan oleh kematian dan kerusakan karang. Pemulihan ini diperlukan sebagai upaya untuk menjaga dan memelihara ekosistem tetap seimbang dan dinamis dalam perkembangannya. Pengelola wajib melakukan pemantauan dan penilaian keberhasilan ekosistem untuk menjamin keberhasilan pemulihan ekosistem, pemantauan pra pemulihan diperlukan untuk memastikan kondisi areal yang akan dipulihkan. Areal yang akan dipulihkan melalui restorasi merupakan areal yang mengalami kerusakan berat atau terdestruksi. Restorasi dapat dilakukan dengan perbaikan substrat (media tumbuh) buatan serta transplantasi karang dengan menggunakan karang secara alami yang tumbuh pada daerah tersebut. Tujuan pemantauan pra pemulihan adalah untuk melakukan verifikasi luasan ekosistem terumbu karang, mengetahui kondisi substrat dan kondisi alami pada area yang akan dilakukan pemulihan ekosistem.

METODE PENELITIAN

Pemantauan pra pemulihan diperlukan untuk memastikan kondisi areal yang akan dipulihkan, sehingga metode yang digunakan berbeda-beda pada setiap lokasi. Peralatan yang digunakan dalam kegiatan ini antara lain: SCUBA Diving, *underwater paper* dan pensil, roll meter (polyethylene) sebanyak 2 set, kompas dan jam tangan kedap air, kamera bawah air dan buku identifikasi karang dan ikan karang. Peralatan yang dipergunakan dalam pengambilan data parameter fisik, antara lain: termometer, refraktometer, *secchi disc* dan GPS.

Metode survei yang digunakan adalah:

1. Survei di Pulau Cilik menggunakan *belt transect* (transek sabuk). Transek sabuk digunakan untuk menggambarkan kondisi populasi suatu jenis karang yang mempunyai ukuran relatif beragam atau mempunyai ukuran maksimum tertentu misalnya karang dari genus *Fungia*. Panjang transek yang digunakan ada 50 m dan lebar satu m. Pencatatan dilakukan pada semua individu yang menjadi tujuan penelitian, yang berada pada luasan transek. Transek sabuk digunakan karena memberikan presisi yang sangat tinggi bagi spesies-spesies perikanan dan herbivora, serta cocok untuk memantau banyak tujuan (perikanan dan kelentingan), dan satu transek dapat dilewati berkali-kali untuk menghitung spesies yang berbeda (Ahmadia *et al.*, 2013).
2. Survei di Pulau Sintok menggunakan metode kuadran dan visual sensus. Kuadran diletakkan secara acak di lokasi pengamatan. Metode ini dilakukan untuk pencatatan rekrutmen karang, dilakukan pada karang dengan diameter kurang dari 4 cm sampai dengan level genus. Rekrutmen karang merupakan indikator kelentingan terumbu karang. Jumlah dan ukuran semua koloni karang dengan diameter <10 cm dalam kuadrat 1 m² secara berurutan di sepanjang 3 transek dicatat jika memungkinkan. Jumlah kuadrat yang dapat diambil akan bervariasi bergantung dengan ukuran dan jumlah koloni. Visual sensus untuk mengetahui genus karang di sekitar area.
3. *Point Intercept Transect* (PIT) dilakukan di Pulau Cilik untuk mengetahui komunitas bentik dimana bentuk hidup terumbu dicatat dengan selang 0,5 m di sepanjang transek sepanjang 3 x 50 m.

Analisis data karang meliputi persentasi penutupan karang dan pengukuran indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi. Persentase penutupan karang dihitung dengan rumus sebagai berikut (English *et al.*, 1997):

$$\text{persentase penutupan (\%)} = \frac{\text{total panjang kategori}}{\text{panjang transek}} \times 100$$

Persentase tutupan karang dievaluasi sesuai skala penutupan karang hidup oleh Gomez & Yap (1988) seperti tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria penilaian persentase tutupan karang hidup

Persentase penutupan (%)	Kriteria penilaian
>75	Sangat baik / <i>excellent</i>
50 – 75	Baik / <i>good</i>
25 – 50	Sedang / <i>fair</i>
< 25	Rusak / <i>poor</i>

Indeks keanekaragaman jenis dimaksud untuk mendapatkan gambaran populasi melalui jumlah individu masing-masing jenis karang, jenis ikan dan jenis invertebrata dalam suatu komunitas terumbu karang. Perhitungannya menggunakan rumus Shannon (H') merupakan indeks yang paling banyak digunakan dalam ekologi (Ludwig & Reynold, 1988).

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Keterangan:

- H' : Indeks keanekaragaman Shannon
- S : Jumlah species
- p_i : Proporsi kelimpahan individu dari satu individu ke- i (n_i/N)
- n_i : Jumlah individu tiap jenis
- N : Jumlah total

Besarnya indeks keanekaragaman berdasarkan kriteria yang dikemukakan oleh Wilhm & Dorris (1968) dalam Masson (1981) didefinisikan sebagai berikut:

- $H' > 3$: Keanekaragaman species pada suatu transek melimpah tinggi
- $1 \leq H' \leq 3$: Keanekaragaman species pada suatu transek melimpah sedang
- $H' < 1$: Keanekaragaman species pada suatu transek sedikit atau rendah

Untuk mengetahui keseimbangan komunitas terumbu karang digunakan indeks keseragaman, yaitu ukuran kesamaan jumlah individu antar jenis dalam suatu komunitas. Semakin mirip jumlah individu antar jenis (semakin merata penyebarannya) maka semakin besar derajat keseimbangan.

Rumus indeks keseragaman (E) diperoleh dari rumus:

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

- $0,75 < E \leq 1$: Keseragaman tinggi, komunitas stabil

- 0,50 < E ≤ 0,75 : Keseragaman sedang, komunitas labil
 0 < E ≤ 0,5 : Keseragaman rendah, komunitas tertekan

Semakin kecil nilai indeks keanekaragaman (H') maka indeks keseragaman (E) juga akan semakin kecil, yang mengisyaratkan adanya dominansi suatu spesies terhadap spesies lain. Indeks dominansi (C) digunakan untuk mengetahui sejauh mana suatu kelompok biota mendominasi kelompok lain. Dominansi yang cukup besar akan mengarah pada komunitas yang labil maupun tertekan. Dominansi ini diperoleh dari:

$$C = \sum_{i=1}^n pi^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{ni}{N}\right)^2$$

Dimana C: indeks dominansi, ni: jumlah individu ke i dan N: jumlah total individu. Semakin besar nilai C maka semakin besar pula kecenderungan adanya jenis tertentu yang mendominasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

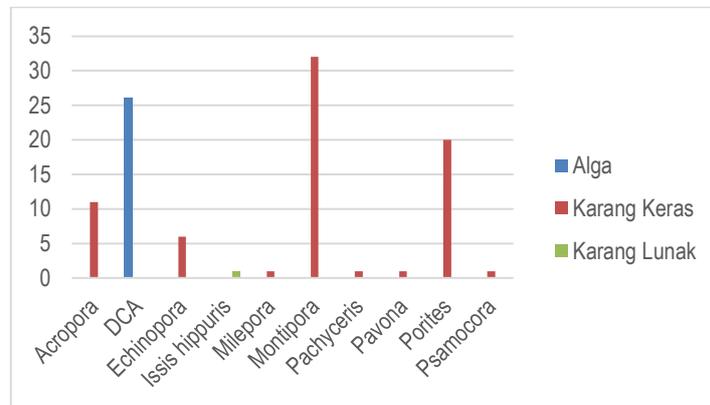
Kondisi tutupan karang di Perairan Pulau Cilik pada sisi sebelah barat memiliki substrat yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kondisi Substrat di Perairan Pulau Cilik (%)

Tutupan	Alga	Karang Keras	Karang Lunak	Total
Acropora		11		11
DCA	26			26
Echinopora		6		6
Issis hippuris			1	1
Milepora		1		1
Montipora		32		32
Pachyceris		1		1
Pavona		1		1
Porites		20		20
Psamocora		1		1
Total	26	73	1	100

Lokasi Perairan Pulau Cilik yang tadinya merupakan area terbuka seluas 23,42 m² telah tertutup karang keras mencapai 73%. Persentasi ini menurut skala penutupan karang hidup berada dalam kriteria baik/*good condition*. Perairan tertutup oleh sebagian besar karang seperti terlihat pada Gambar 1. Saat dilakukan survei open area di tahun 2021, kondisi secara keseluruhan pada area terbuka di perairan Pulau Cilik menunjukkan komposisi substrat didominasi oleh tutupan alga (52,6%) dan tutupan karang keras sebesar 42%. Kondisi terumbu karang di lokasi ini dalam

kategori sedang dan ditemukan 0,75% sponge. Data komunitas karang yang teramati di tiap-tiap stasiun pengamatan terdiri dari kekayaan genus yang ditemukan, indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E), indeks dominansi (D). Terumbu karang memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi ($H=3,7$) dengan kondisi yang stabil ($E=0,75$) dan tidak ada dominansi jenis karang tertentu.



Gambar 1. Kondisi substrat di area terbuka P. Cilik sebelah barat

Gangguan terhadap terumbu karang menurut Connell *et al.* (1997) dapat dibedakan dari (1) intensitasnya yang diindikasikan oleh proporsi struktur species yang mati dan kondisi fisiknya, (2) berdasar durasinya, dibedakan akut atau kronis. Gangguan akut adalah gangguan jangka pendek sementara kronis disebabkan gangguan jangka panjang dan (3) gangguan yang tidak hanya merusak atau mematikan struktur species tetapi juga berdampak pada lingkungan biologis dan fisik, baik secara langsung atau tidak langsung. Kerusakan terumbu karang di open area Pulau Cilik merupakan gangguan akut dan pada saat survei dilaksanakan di tahun 2021 masih dijumpai terumbu karang yang utuh dan tidak rusak di sekitar area. Gangguan akut lebih cepat pulih dibanding gangguan kronis. Terumbu yang disebabkan oleh kerusakan mekanis dapat pulih kembali bila terlindungi dari penyebab kerusakan dan terdapat terumbu karang yang tidak rusak dalam satu area (Edinger *et al.*, 1998). Nilai indeks terhitung saat ini adalah sebagai berikut: H (2,08); E (0,7); C (0,3).

Nilai keanekaragaman terumbu karang 2,08 menunjukkan pada lokasi ini memiliki kelimpahan menengah sedang dengan kondisi komunitas yang labil dan tidak ada dominansi. Komunitas labil dengan keanekaragaman sedang, mengisyaratkan pemulihan ekosistem bisa terjadi secara alami namun tergantung pada faktor penyebabnya. Proses dan laju pemulihan kelimpahan tergantung pada sebagian besar tipe dan intensitas dari gangguan yang menyebabkan

terjadinya penurunan. Intensitas dari gangguan yang terjadi pada area ini kemungkinan terhenti sehingga terjadi pemulihan ekosistem secara cepat. Karena pada lokasi ini kondisi komunitas labil, bila masih terdapat intensitas gangguan yang menimbulkan kerusakan hampir dipastikan pemulihan tutupan terumbu karang belum terjadi atau terjadi tetapi lambat. Terumbu karang biasanya cepat pulih dari stres dengan syarat bahwa kejadian-kejadian tersebut tidak terjadi secara rutin maupun diperparah oleh kegiatan antropogenik tambahan.

Perkembangan ekosistem selalu berkaitan dengan resiliensi (kelentingan) yaitu konsep stabilitas yang mendekati suatu keadaan seimbang dimana kelentingan adalah respon terhadap kerusakan dan kecepatan pulih kedalam keadaan seimbang. Kemampuan suatu sistem untuk menjaga fungsi-fungsi dan proses kunci dalam menghadapi tekanan dengan cara bertahan maupun beradaptasi terhadap perubahan. Sejumlah 225 individu karang ditemukan dalam area survei, yang terdiri dari 10 genus. Terumbu karang secara umum tersusun dari 15 % individu berukuran kecil (< 10 cm), 33 % ukuran sedang (10 – 30 cm) dan 52 % ukuran besar (> 30 cm).

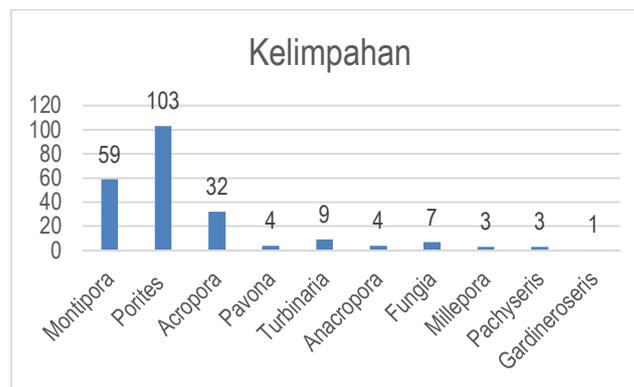
Individu yang ditemukan relatif berukuran besar, karena pada area ini kebanyakan berupa karang massive. Kelimpahan karang yang ditemukan dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 2. *Porites* dengan ukuran sedang (10 – 30 cm) dan besar (>30 cm) dengan kelimpahan 59 individu menutup 20 % substrat. *Porites* merupakan koloni massive dengan ukuran dari kecil sampai beberapa meter, ada beberapa yang berupa lembaran koralit dengan ukuran yang bervariasi, tanpa konestium, dinding koralit dan septa porus. Septa mempunyai karakteristik dengan adanya penggabungan dan masing-masing genera membentuk struktur yang khas. Koloni karang berbentuk massive menyediakan habitat yang dapat dihuni oleh ikan-ikan *Serranidae* dan *Lutjanidae* yang berukuran besar.

Tabel 3. Kelimpahan Terumbu Karang

No	Genus Karang	Ukuran			Total	Persentase (%)
		Kecil (< 10cm)	Sedang (10 -30 cm)	Besar (>30cm)		
1	<i>Porites</i>	1	23	35	59	26
2	<i>Montipora</i>	25	32	46	103	46
3	<i>Acropora</i>	3	8	21	32	14
4	<i>Anacropora</i>	3	1		4	2
5	<i>Pavona</i>		6	3	9	4
6	<i>Fungia</i>	2	2		4	2
7	<i>Turbinaria</i>			7	7	3
8	<i>Millepora</i>			3	3	1

9	<i>Pachyseris</i>		2	1	3	1
10	<i>Gardineroseris</i>		1		1	0
	Total	34	75	116	225	100
Persentase (%)		15	33	52		

Substrat tertutup oleh 32 % *Montipora*, dengan kelimpahan 103 individu dengan ciri yang hampir sama yaitu koralit kecil, tanpa kolumela, septa sederhana dan tidak mempunyai struktur tertentu dan koralit dibentuk secara ekstratentakuler (Soeharsono, 2008). *Acropora* sebanyak 32 individu yang menutup 11 % substrat dan 21 individu berukuran lebih dari 30 cm. Pemulihan di area survei kemungkinan karena pada lokasi ini memiliki kompleksitas habitat yang mendukung untuk segera terbentuknya suksesi. Komunitas yang tersusun dari karang massive dan *Acropora* setidaknya menunjukkan terjadinya pemulihan segera.



Gambar 2. Kelimpahan Terumbu Karang

Ketika suatu ekosistem mengalami gangguan, maka kemampuan pemulihan sistem tersebut sangat tergantung pada keanekaragaman spesies yang masih tersisa. Komunitas yang tersisa menentukan arah suksesi komunitas baru yang terbentuk setelah gangguan berlalu, baik komunitas karang, komunitas ikan maupun komunitas biota lainnya. Semakin tinggi keanekaragaman komunitas yang tersisa akan semakin mirip struktur dan komposisi komunitas baru tersebut dengan komunitas sebelumnya. Struktur yang selamat dari terumbu karang memberikan dua fasilitas dalam suksesi terumbu karang. Pertama, struktur karang mati dapat menjadi tempat penempelan larva karang atau benthos yang lainnya. Jika struktur tersebut stabil, maka kolonisasi karang dan benthos lainnya dapat berjalan lebih cepat dan komunitas karang yang baru lebih cepat terbentuk. Kedua, struktur terumbu karang menyediakan habitat bagi ikan-ikan karang (Bachtiar, 2011).

Di dalam data transek garis, komponen yang dapat berkaitan dengan kondisi perairan yang baik adalah karang Acroporidae (Edinger, 1998). Acroporidae juga mencerminkan kondisi resiliensi yang tinggi karena komunitas karang *Acropora* berkaitan dengan pemulihan tutupan karang yang cepat. Sebaliknya, jika terjadi gangguan yang menyebabkan kematian masal karang, maka karang *Acropora* menjadi salah satu kelompok karang yang paling rentan (Soeharsono, 2008). Kelimpahan karang *Acropora* yang terlalu tinggi menunjukkan kompleksitas habitat yang rendah. Pada lokasi ini kelimpahan karang *Acropora* lebih rendah dibandingkan karang massive, sehingga kompleksitas habitat pada lokasi tersebut sedang mengingat tidak dijumpai karang submassive. Kerangka karang *Acropora* yang sudah mati mudah patah dan menjadi puing pecahan karang, sehingga permukaan terumbu karang hampir menjadi rata kehilangan struktur tiga dimensi. Kelimpahan karang *Acropora* perlu dipadukan dengan kelimpahan karang massive dan submassive untuk menunjukkan kualitas perairan yang baik dan kompleksitas habitat yang tinggi (Bachtiar, 2011).

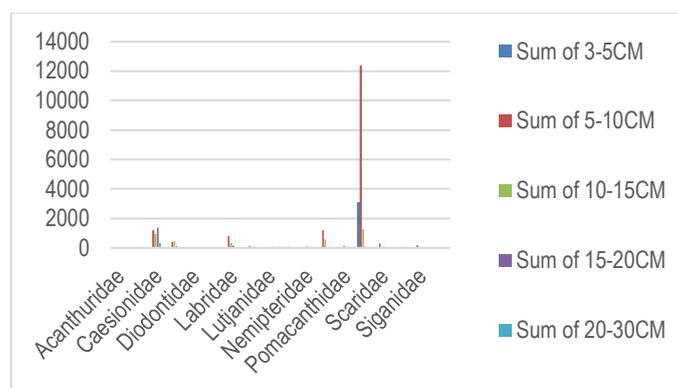
Selain melakukan pengamatan terhadap teumbu karang pada penelitian ini juga dilakukan pengamatan terhadap jenis ikan yang berada disekitar kawasan perairan. Jenis ikan yang ditemukan selama pengamatan cukup beragam, famili Pomacentridae mendominasi di perairan ini, ikan jenis *Abudefduf sp*, sering bergerombol dengan jumlah cukup banyak. Di ekosistem terumbu karang, ikan karang merupakan organisme yang jumlahnya paling banyak dan merupakan organisme besar dan sangat signifikan peranannya. Kelompok ikan ini memiliki peran sebagai penyokong hubungan bioekologis yang ada dalam ekosistem terumbu karang, meliputi interaksi antar-individu, interaksi dengan jenis yang berbeda, invertebrata, dan interaksi dengan faktor fisik (non biologis) seperti suhu, cahaya, ruang dan kedalaman (Nybakken, 1993).

Tabel 4. Kelimpahan Ikan

Famili	Ukuran (cm)						
	3-5	5-10	10-15	15-20	20-30	30-40	>40
Acanthuridae	0	0	40	40	0	0	0
Balistidae	0	0	0	0	80	0	0
Caesionidae	0	1200	960	1360	320	0	0
Chaetodontidae	0	400	480	120	0	0	0
Diodontidae	0	0	0	0	0	40	0
Haemulidae	0	0	0	40	40	0	0
Labridae	0	800	320	160	0	0	0
Lethrinidae	0	0	160	40	80	0	0
Lutjanidae	0	0	0	40	80	0	0

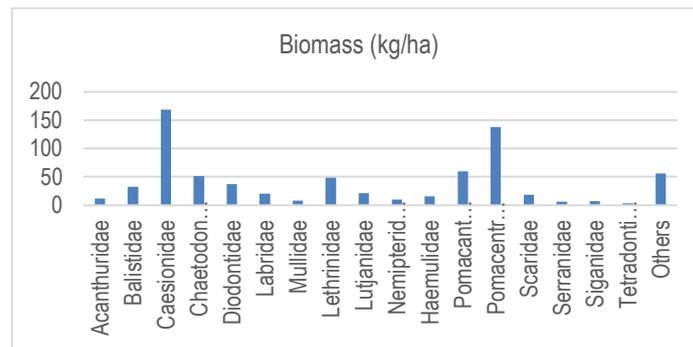
Famili	Ukuran (cm)						
	3-5	5-10	10-15	15-20	20-30	30-40	>40
Mullidae	0	0	80	80	0	0	0
Nemipteridae	0	0	120	80	0	0	0
Others	0	1200	600	0	0	0	0
Pomacanthidae	0	0	160	40	80	0	0
Pomacentridae	3100	12400	1280	80	0	0	0
Scaridae	0	300	80	80	0	0	0
Serranidae	0	0	0	80	0	0	0
Siganidae	0	200	80	40	0	0	0
Tetradontidae	0	0	40	0	0	0	0
Total	3100	16500	4400	2280	680	40	0

Kelimpahan ikan di perairan Pulau Cilik dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 3. Ukuran 5 – 10 cm menghuni perairan dengan total kelimpahan 16.500 individu/hektar dan ikan berukuran 10 – 15 cm sejumlah 4400 ekor/ hektar serta tidak ditemukan ikan berukuran besar (> 40 cm) saat dilakukan pengamatan. Dari grafik kelimpahan, famili yang paling banyak ditemukan adalah Pomacentridae berukuran 5 – 10 cm.



Gambar 3. Kelimpahan Ikan di Perairan Pulau Cilik

Biomassa ikan diperoleh berdasarkan perhitungan kelimpahan (densitas) dikali dengan bobot individu dari setiap ikan. Nilai kelimpahan didapat dari hasil pengamatan visual sensus ikan dengan menghitung jumlah ikan, sementara nilai bobot didapat dari estimasi panjang ikan disetiap transek penelitian. Nilai biomassa ikan karang di Perairan Pulau Cilik adalah 717.2 kg/ha. Penyumbang biomassa terbesar dari famili Caesionidae sebesar 168.84 kg/ha (Gambar 4).



Gambar 4. Biomassa Ikan

Lokasi alternatif Pulau Sintok merupakan area terbuka seluas 0,08 Ha. Tutupan alga yang relatif luas (33,6%) dan sponge (0,375%) di Sintok 1 serta 52,6% tutupan alga dan 2% sponge di Sintok 2 perlu mendapat perhatian lebih. Walaupun pada kedua lokasi ini memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi namun kondisi komunitasnya tidak stabil (labil) disertai adanya tutupan makroalga yang luas. Adanya dugaan bahwa meningkatnya sponge jenis tertentu bisa jadi akan menyebabkan terjadinya kematian karang massive. Komunitas ikan herbivore relatif tinggi (23%) bisa jadi penyeimbang tingginya tutupan alga sehingga menyediakan ruang pelekatan bagi planula karang (Suliswati *et al.*, 2021).

Pada area terbuka perairan Pulau Sintok dilakukan pengamatan bentuk pertumbuhan karang sekitar serta rekrutmen karang pada area tersebut sebagai alternatif pemulihan ekosistem dengan restorasi. Terumbu karang umumnya berkembang pada daerah yang memiliki gelombang besar karena dengan gelombang tersebut dapat memberikan suplai oksigen, plankton dan air segar yang lebih banyak serta dapat membantu menghambat terjadinya sedimentasi pada koloni atau polip karang. Gelombang juga berpengaruh pada perubahan bentuk koloni terumbu. Karang yang hidup pada *leeward zones* memiliki bentuk percabangan yang ramping dan memanjang, sementara pada *windward zones* dengan gelombang kuat kecenderungan pertumbuhan berbentuk percabangan pendek, kuat, merayap atau submassive (Timotius, 2003). Arus dapat bersifat positif bila membawa nutrisi dan bahan-bahan organik yang diperlukan oleh karang dan zooxanthellae. Arus bersifat negatif bila membawa bahan-bahan yang dapat menyebabkan terjadinya sedimentasi pada perairan sehingga menutupi permukaan terumbu karang yang berakibat pada kematian karang. Bentuk pertumbuhan karang (*life form*) karang yang ditemukan dapat dilihat pada Tabel 5.

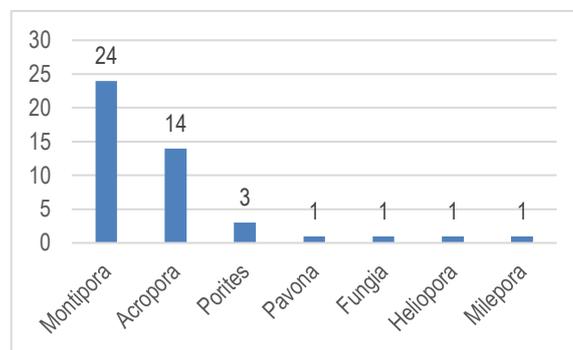
Terbentuknya terumbu karang merupakan suatu proses yang lama dan kompleks. Proses terbentuknya terumbu karang dimulai dengan penempelan berbagai biota penghasil kapur pada

substrat yang keras. Pembentuk utama terumbu karang adalah *scleractinian* atau karang batu dimana sebagian besar dari karang tersebut hidup bersimbiose dengan algae bersel tunggal yang berada di dalam jaringan endodermnya. Algae bersel tunggal dengan ukuran mikroskopis berwarna coklat disebut Zooxanthellae memerlukan cahaya matahari untuk berfotosintesa.

Tabel 2. *Life Form* Pada Sekitar Area Terbuka Pulau Sintok

Genus	Life Form	Genus	Life Form
<i>Acropora</i>	Bercabang	<i>Psammocora</i>	Foliose
<i>Montipora</i>	Foliose, encrusting	<i>Millepora</i>	Foliose
<i>Porites</i>	Bercabang, Encrusting, Massive	<i>Sarcophyton</i>	Soft coral
<i>Pocillopora</i>	Sub Massive	<i>Pachyseris</i>	Foliose
<i>Stylophora</i>	Bercabang	<i>Favia</i>	Massive
<i>Fungia</i>	Jamur	<i>Hydnopora</i>	Bercabang
<i>Ctenactis</i>	Jamur	<i>Pavona</i>	Foliose
<i>Cycloseris</i>	Jamur	<i>Sinularia</i>	Soft coral
<i>Platygyra</i>	Massive	<i>Lobophyton</i>	Soft coral
<i>Goniopora</i>	Massive	<i>Lemnalia</i>	Soft coral

Oleh karena itulah karang membutuhkan cahaya matahari untuk dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Warna coklat dari algae ini mempengaruhi sebagian besar warna karang, sehingga hampir semua karang berwarna coklat walaupun sebenarnya karang juga mempunyai pigmen sendiri (Soeharsono, 2008). Total rekrutmen sejumlah 45 individu, terbanyak dari jenis *Montipora* sebanyak 24 individu dan *Acropora* 14 individu yang dijumpai. Rekrutmen karang yang tercatat pada areal sekitar open area Pulau Sintok dapat dilihat pada Gambar 5.



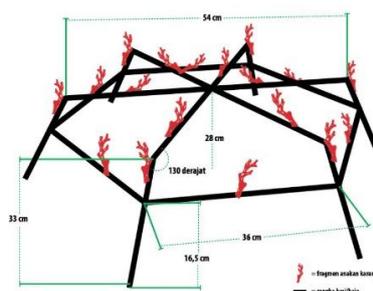
Gambar 5. Rekrutmen Karang

Berbeda dengan perairan pulau Cilik, di lokasi pemantauan perairan Pulau Sintok ini pengambilan data ikan tidak menggunakan transek, namun dengan menggunakan metode *time swimming* yaitu metode pengamatan dengan cara berenang/menyelam selama 1 jam dan mencatat jenis ikan apa saja yang dijumpai dalam periode waktu tersebut. Berdasarkan hasil pengamatan

dijumpai 15 famili ikan di lokasi perairan Pulau Sintok, yaitu: Pomacentridae, Caesionidae, Scaridae, Pomacanthidae, Lethrinidae, Acanthuridae, Chaetodontidae, Siganidae, Labridae, Lutjanidae, Nemipteridae, Serranidae, Haemulidae, Ballistidae dan Mullidae.

Famili ikan yang memiliki kelimpahan cukup tinggi adalah Scaridae, ikan konsumtif lain yang tercatat dalam pengamatan adalah Ludjanidae dan Siganidae. Scaridae termasuk dalam kelompok ikan mayor dimana kelompok ikan ini berperan dalam rantai makanan. Para peneliti menemukan bahwa ikan-ikan kelompok tersebut menunjukkan pola penyebaran yang berhubungan dengan penyebaran terumbu karang (Sembiring, 2011). Keberadaan ikan herbivore termasuk kelimpahan Scaridae bisa jadi penyeimbang tingginya tutupan alga sehingga menyediakan ruang pelekatan bagi planula karang. Scaridae mengumpulkan berbagai spesies ganggang dengan cara memakan algae pendek yang menutupi substrat karang sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan terumbu karang. Tutupan karang keras hidup sangat berpengaruh terhadap kelimpahan dan biomassa ikan karang dari famili Scaridae. (Tambunan *et al.*, 2020).

Salah satu metode yang mampu untuk mengatasi kerusakan terumbu karang adalah metode jaring laba-laba (*web spider*). Metode dengan rangka berbentuk menyerupai jaring laba-laba sehingga disebut metode jaring laba-laba (Gambar 6). Berdasarkan hasil penelitian metode ini memiliki beberapa kelebihan antara lain: struktur dari rangka yang dibuat merupakan material yang murah, rangka memberikan alur air sehingga tidak mudah terhempas gelombang serta rangkanya juga berfungsi menjebak pecahan karang, dan berfungsi menstabilkan substrat secara efektif. Substrat dasar perairan Pulau Sintok yang akan dilakukan restorasi berupa karang mati di area rataan terumbu sedangkan area tubir karang mati tetapi dengan bentuk kerangka yang masih utuh, terdapat rongga antar terumbu karang yang mati atau rongga antar lapisan yang mati. Metode ini diperkirakan tepat untuk diterapkan, namun diperlukan pasak yang lebih panjang untuk memperkuat kerangkanya (Sembiring, 2011).



Gambar 6. Kerangka Jaring Laba-Laba

KESIMPULAN

Rencana lokasi pemulihan ekosistem terumbu karang di Perairan Pulau Cilik pada sisi sebelah barat seluas 23,42 m² telah mengalami pemulihan secara alami, dengan tutupan karang keras 73% (kriteria baik). Perairan tertutup oleh sebagian besar karang Montipora dan Porites. Lokasi ini memiliki kelimpahan menengah sedang dengan kondisi komunitas yang labil dan tidak ada dominansi. Pemulihan terjadi karena memiliki kompleksitas habitat yang mendukung untuk segera terbentuknya suksesi, tersusun dari karang massive dan Acropora. Kelimpahan ikan kebanyakan ikan berukuran kecil (5–10 cm) dari famili Pomacentridae, nilai biomassa ikan karang 717.2 kg/ha. Penyumbang biomassa terbesar dari famili Caesionidae sebesar 168.84 kg/ha. Area terbuka perairan Pulau Sintok sebagai alternatif pemulihan ekosistem memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi namun kondisi komunitasnya tidak stabil disertai adanya tutupan makroalga yang relatif luas. Total rekrutmen sejumlah 45 individu, terbanyak dari jenis Montipora (24 individu) dan Acropora (14 individu). Famili ikan ditemukan dengan kelimpahan cukup tinggi adalah Scaridae, sebagai penyeimbang tingginya tutupan alga untuk menyediakan ruang pelekatan bagi planula karang.

REFERENSI

- Ahmadia, G., Wilson, J., & Green, A. (2013). *Protokol Pemantauan Terumbu Karang untuk Kawasan Konservasi Perairan*. Jakarta: Kementerian Kelautan Perikanan.
- Bachtiar, I. (2011). *Pengembangan Indeks Resiliensi Ekosistem dalam Pengelolaan Terumbu Karang*. Bogor: Sekolah Pascasarjana IPB - Disertasi.
- Connell, J. (1997). A 30-Year Study of Coral Abundance, Recruitment, and Disturbance at Several Scales in Space and Time. *Ecological Monographs*. *Ecological Monographs; ProQuest*, 67 (4), 461. [10.2307/2963466](https://doi.org/10.2307/2963466).
- Edinger, E. J. (1998). Reef degradation and coral biodiversity in Indonesia: effect of land-based pollution, destructive fishing practices and changes over time. *Marine Pollution Bulletin*, 36 (8), 617-6. [10.1890/0012-9615\(1997\)067\[0461:AYSOCA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9615(1997)067[0461:AYSOCA]2.0.CO;2).
- English, S., Wilkinson, C., & Baker, V. (1997). *Survey Manual for Tropical Marine Resources (2nd ed.)*. Townsville: Australian Institute of Marine Science.
- Gomez, E.D., & Yap, H.T. (1988). *Monitoring Reef Condition in Coral Reef Management Handbook*. Unesco Jakarta.
- Laporan Akhir Inventarisasi Kerusakan Ekosistem Pesisir Karimunjawa. Jakarta: Direktorat Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Pesisir dan Laut.

- Ludwig, J., & Reynold, J. (1988). *Statistical Ecology A Primer on Methods and Computing*. Canada: John Wiley&Sons.
- Masson, C.F. (1981). *Biology of Fresh Water Pollution*. Longman Inc. New York.
- Muttaqin, E.S., Pardede, S.A.R., Tarigan, & Sadewa. (2013). *Laporan Teknis Monitoring Ekosistem Terumbu Karang Taman Nasional Karimunjawa 2013 (Monitoring Fase 6)*. Wildlife Conservation Society-Indonesia Program. Bogor.
- Nybakken, J. W. (1993). *Marine Biology: An Ecological Approach* (3 ed.). New York: HarperCollins College Publishers.
- Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 2011 tentang Pengelolaan KSA dan KPA. Jakarta: Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia RI.
- Sembiring, A. (2011). *Distribusi Spasial Ikan Karang dan Hubungannya dengan Terumbu Karang (Kasus Perairan Pesisir Bohodopi Teluk Tolo Kabupaten Morowali Provinsi Sulawesi tengah)*. Bogor: Sekolah Pascasarjana IPB - Tesis.
- Skoring Terumbu Karang TN Karimunjawa. Bogor: WCS (unpublish).
- Soeharsono. (2008). *Jenis-jenis Karang di Indonesia*. Jakarta: Coremap Program - LIPI.
- Sulisyati, R., Sunyoto, Nugroho, D., Afendi, N., Syaifudin, Y., & Kristiawan. (2021). *Rencana Pemulihan Ekosistem Taman Nasional Karimunjawa Tahun 2021 - 2025*. Semarang: Balai Taman Nasional Karimunjawa.
- Tambunan, F., Munasik, & Trianto, A. (2020). Kelimpahan dan Biomassa Ikan Karang Famili Scaridae pada Ekosistem Terumbu Karang di Perairan Pulau Kembar Kabupaten Jepara. *Journal of Marine Research, Vol 9 No 2*, 159 - 166.
- Timotius, S. (2003). *Biologi Terumbu Karang: Makalah Training Course Karakteristik Biologi Terumbu Karang*. Yayasan Terangi.
- Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya. Jakarta, Indonesia: Menteri / Sekretaris Negara.