

DAMPAK *SNORKELING* DAN *DIVING* TERHADAP EKOSISTEM TERUMBU KARANG

IMPACT OF SNORKELING AND DIVING TO CORAL REEF ECOSYSTEM

Muhidin^{1*}, Fredinan Yulianda², dan Neviaty Putri Zamani³

¹Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan IPB, Bogor

*E-mail: muhidin.ipb@gmail.com

²Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, FPIK IPB, Bogor

³Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, FPIK IPB, Bogor

ABSTRACT

Panggang Island is one of the snorkeling and diving area in the Seribu Islands. Number of tourists increase every year in line with the improving of tourism infrastructure such as tourist boat and dive shops. Tourism activities not only provide economic benefits but also give negative impact on coral reef ecosystem. The results of direct observations showed that there was destructive impact from snorkeling and diving. The most destructive behavior done by snorkeling and diver who has license was stepping on the coral reef. While the most destructive behavior by diver who has no license was holding the coral reef. The continued effect of tourist destructive behaviour grouped into three categories such as rubble, scratches on top of coral colony, and crushed coral colony. Based on the tourism impact analysis showed that diver who has not been licensed gave the greatest damage impact, it was 13.55% per year of the ecological potential. While the impact of snorkeling tourist was 5.05% and diver who has license gave the smallest effect, it was 2.36%. Comparison of coral reef data between 2010 and 2016 showed no significant changes to the coral reef, it means that until now coral reefs of Panggang Island still tolerate any disturbances including impact of tourism activities.

Keywords : coral reef, diving, snorkeling, tourism, Panggang Island

ABSTRAK

Pulau Panggang adalah salah satu daerah wisata khususnya *snorkeling* dan *diving* di Kepulauan Seribu. Setiap tahun kunjungan wisatawan terus meningkat seiring dengan semakin baiknya sarana dan prasarana wisata seperti pelabuhan, kapal-kapal wisata dan *dive shop*. Aktifitas wisata selain memberikan keuntungan secara ekonomi, namun juga berdampak negatif terhadap ekosistem terumbu karang. Hasil penelitian menunjukkan adanya perilaku destruktif dari wisatawan baik wisatawan *snorkeling* maupun *diving*. Perilaku destruktif yang paling banyak dilakukan oleh wisatawan yang sudah berlisensi adalah menginjak karang, sedangkan yang belum berlisensi adalah memegang karang. Dampak terbagi tiga yaitu adalah timbulnya patahan karang, goresan pada permukaan koloni karang dan hancurnya koloni karang. Hasil analisis dampak wisata didapatkan bahwa aktifitas *diving* oleh penyelam yang belum berlisensi menimbulkan dampak kerusakan yang paling besar yaitu sebesar 13,55% per luasan potensi ekologis per tahun. Dampak dari aktifitas *snorkeling* adalah 5,05% dan wisata *diving* yang sudah berlisensi memiliki dampak paling rendah yaitu 2,36%. Perbandingan data terumbu karang tahun 2010 dengan 2016 menunjukkan tidak ada perubahan yang berarti pada tutupan karang keras, artinya sejauh ini ekosistem terumbu karang Kelurahan Pulau Panggang masih dapat mentolerir dampak kegiatan wisata *snorkeling* dan *diving*.

Kata kunci: terumbu karang, *diving*, *snorkeling*, wisata bahari, Pulau Panggang

I. PENDAHULUAN

Berubahnya status Kecamatan Kepulauan Seribu menjadi Kabupaten Adminis-

trasi Kepulauan Seribu berpengaruh besar dalam penyediaan infrastruktur pariwisata seperti dermaga penyeberangan, fasilitas pendukungnya dan promosi wisata. Jumlah

kunjungan wisatawan juga meningkat sejak 2008 hingga 2014 dari 133.032 sampai 3.030.639 dengan rata-rata kenaikan 80,50 % per tahun (BPS, 2015). Salah satu wilayah tujuan wisata adalah Pulau Panggang, Kecamatan Kepulauan Seribu Utara. Daya tarik utamanya adalah lautnya, aksesibilitas, fasilitas yang memadai, harga yang terjangkau dengan Pulau Pramuka menjadi pelengkap ketertarikannya karena ketersediaan kebutuhan dasar pelayanan publik.

Meningkatnya kegiatan wisata memberikan keuntungan ekonomi namun berdampak negatif juga terhadap ekosistem terumbu karang (Hughes *et al.*, 2003). Kegiatan wisata seperti *snorkeling* dan *diving* memberikan kontribusi terhadap perubahan kondisi ekosistem terumbu karang (Loya, 1976 in Liew *et al.*, 2001). Beberapa perilaku wisatawan berpotensi merusak terumbu karang seperti menendang karang, memegang karang, berjalan di atas karang, serta penambatan jangkar di karang (Rophael and Inglis, 1997). Menurut Hawkins and Robert (1992) dampak yang diakibatkan oleh masing-masing perilaku wisatawan terhadap terumbu karang sangat kecil, namun secara kumulatif perilaku tersebut dapat memberikan tekanan terhadap terumbu karang dan mempengaruhi persentase tutupan karang.

Beberapa penelitian menunjukkan adanya kontak wisatawan yang menyebabkan kerusakan terhadap terumbu karang. Penelitian Poonian *et al.* (2010) menyatakan terjadinya kontak penyelam dengan karang keras dengan kisaran $0,87 \pm 0,27$ hingga $2,98 \pm 0,59$ kali perpenyelam setiap 10 menit. Penelitian Zakai and Furman (2002) mendapatkan 10 kali kontak wisatawan perpenyelaman yang sebagian besar menyebabkan teraduknya sedimen dan patahan pada karang. Penelitian Barker and Robert (2003) mendapatkan adanya kerusakan yang cukup besar dari penyelam yang membawa kamera dengan rata-rata sekali kontak per menit. Penelitian Luna *et al.* (2009) mendapatkan

kontak penyelam dengan sedimen dasar perairan dengan rata-rata $41,20 \pm 3,55$ per penyelam per 10 menit. Sementara itu, penelitian WCS (*Wildlife Conservation Society*) di perairan Gili Matra tahun 2013 menunjukkan adanya pengaruh dari tekanan kegiatan wisata terhadap kondisi terumbu karang dengan tingkat kerusakan berkisar antara 0,07 sampai dengan 5,12 $m^2/25m^2$ (Kartawijaya *et al.*, 2013).

Berdasarkan hal tersebut, diperlukan penelitian dampak wisata *snorkeling* dan *diving* terhadap terumbu karang untuk melihat sejauh mana kegiatan wisata tersebut memberikan pengaruh terhadap ekosistem terumbu karang di Kelurahan Pulau Panggang Kepulauan Seribu.

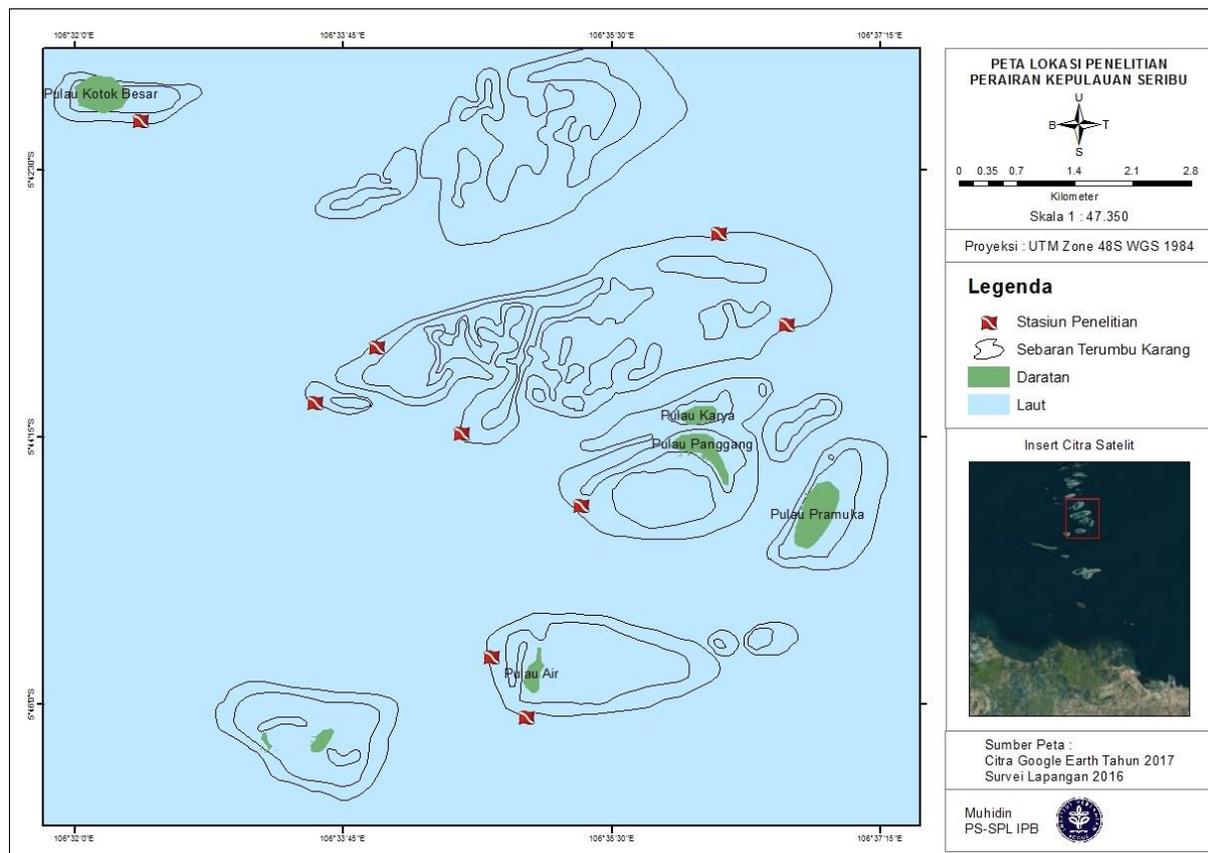
II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kepulauan Seribu, yaitu di Kelurahan Pulau Panggang, Kecamatan Kepulauan Seribu Selatan, Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu, Provinsi DKI Jakarta (Gambar 1) pada bulan Maret sampai Mei 2016.

2.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data meliputi data perilaku destruktif wisatawan, data kerusakan karang dan data persentase tutupan substrat. Data perilaku destruktif wisatawan selama melakukan aktifitas *snorkeling* dan *diving* didapatkan melalui pengamatan langsung selama wisatawan melakukan aktifitas tersebut.

Observasi yang dilakukan dengan cara mengikuti wisatawan dan mencatat segala perilaku yang berpotensi menimbulkan kerusakan terhadap terumbu karang. Waktu selama wisatawan melakukan perilaku destruktif dicatat dalam satuan detik. Jumlah sampel wisatawan ditentukan dengan menggunakan metode Slovin (Sevilla *et al.*, 2007) pada tingkat kepercayaan 85% atau tingkat kesalahan (*error tolerance*) 15%.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Kelurahan Pulau Panggang.

Data kerusakan akibat kegiatan wisata *snorkeling* dan *diving* dilakukan dengan menggunakan metode *belt transect* sepanjang 100 meter dengan luasan 3 meter ke kiri ke kanan (Modifikasi English *et al.*, 1997). Data kerusakan terumbu karang dikelompokkan ke dalam tiga kategori yaitu kategori rusak ringan (0-30%), rusak sedang (30-70%) dan rusak besar (70-100%).

Data persentase tutupan substrat dasar perairan didapatkan dengan menggunakan metode *line intercept transect* (LIT) atau transek garis menyinggung mengacu kepada English *et al.* (1997). Total panjang transek yang digunakan adalah 100 meter yang dibagi menjadi tiga ulangan dengan masing-masing ulangan memiliki panjang 30 meter dan jeda antar ulangan lima meter. Pengambilan data dilakukan pada dua kedalaman, yaitu kedalaman 3 meter yang mewakili perairan dangkal dan kedalaman 10 meter mewakili perairan dalam. Pencatatan data terumbu

karang meliputi data jenis substrat dasar perairan, jenis-jenis *lifeform* atau bentuk pertumbuhan terumbu karang, biota makrobenthos yang terdapat di bawah transek garis. Persentase penutupan karang digunakan untuk menduga kondisi terumbu karang. Pengambilan data terutama dilakukan pada lokasi yang menjadi tujuan wisata sehingga dapat diketahui besar kerusakan yang ditimbulkan dari kegiatan wisata tersebut.

2.2. Analisis Data

Data yang didapatkan dianalisis untuk mengetahui seberapa besar wisata bahari berpotensi merusak terumbu karang melalui pendekatan luasan ekologis terumbu karang, kebutuhan ruang yang dibutuhkan untuk setiap kategori wisata bahari dan jumlah pengunjung. Analisis ini memberikan gambaran tentang prediksi tingkat kerusakan terumbu karang dimana nilai yang dihasilkan

adalah persentase potensi kerusakan terumbu karang per tahun.

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (Yulianda 2007):

$$DWB = \frac{\sum WiFi}{Wp} \cdot \frac{Lt}{K} \cdot P \cdot \frac{1}{Lp} \cdot 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan: DWB = Persentase dampak wisata bahari (%); K = Potensi ekologis pengunjung per-satuan area untuk kategori wisata bahari tertentu (m²/orang); Lp = Luas area yang dapat dimanfaatkan untuk kategori wisata tertentu (m²); Lt = Luas area yang dibutuhkan untuk kategori wisata bahari tertentu (m²); P = Jumlah wisatawan untuk kategori wisata bahari tertentu (m²); $\sum WiFi$ Jumlah waktu dan prekuensi perilaku pengunjung yang berpotensi merusak terumbu karang untuk kategori wisata tertentu (menit); Wp = Waktu yang dihabiskan oleh pengunjung untuk kategori wisata tertentu (menit)

Tutupan biota karang dianalisis dengan menggunakan rumus (English *et al.*, 1997):

$$Li = \frac{ni}{L} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan Li = persentase penutupan biota karang ke-i; ni = panjang total kelompok biota karang ke-i; dan L = panjang total transek garis

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Wisata di Kelurahan Pulau Panggang Kepulauan Seribu

Kegiatan wisata umumnya berlangsung tiap akhir pekan, jika di hari biasa jumlahnya relatif sedikit. Libur panjang wisatawan sangat banyak mencapai tiga kali lipat dibandingkan hari akhir pekan normal.

Wisatawan datang berkelompok dengan jumlah orang paling banyak 2-5 orang dan 5-10 dengan rentang usia paling banyak dari usia 20 sampai dengan 29 tahun. Mereka berasal dari Jakarta dan daerah sekitarnya seperti Bogor, Depok, Tangerang dan Bekasi

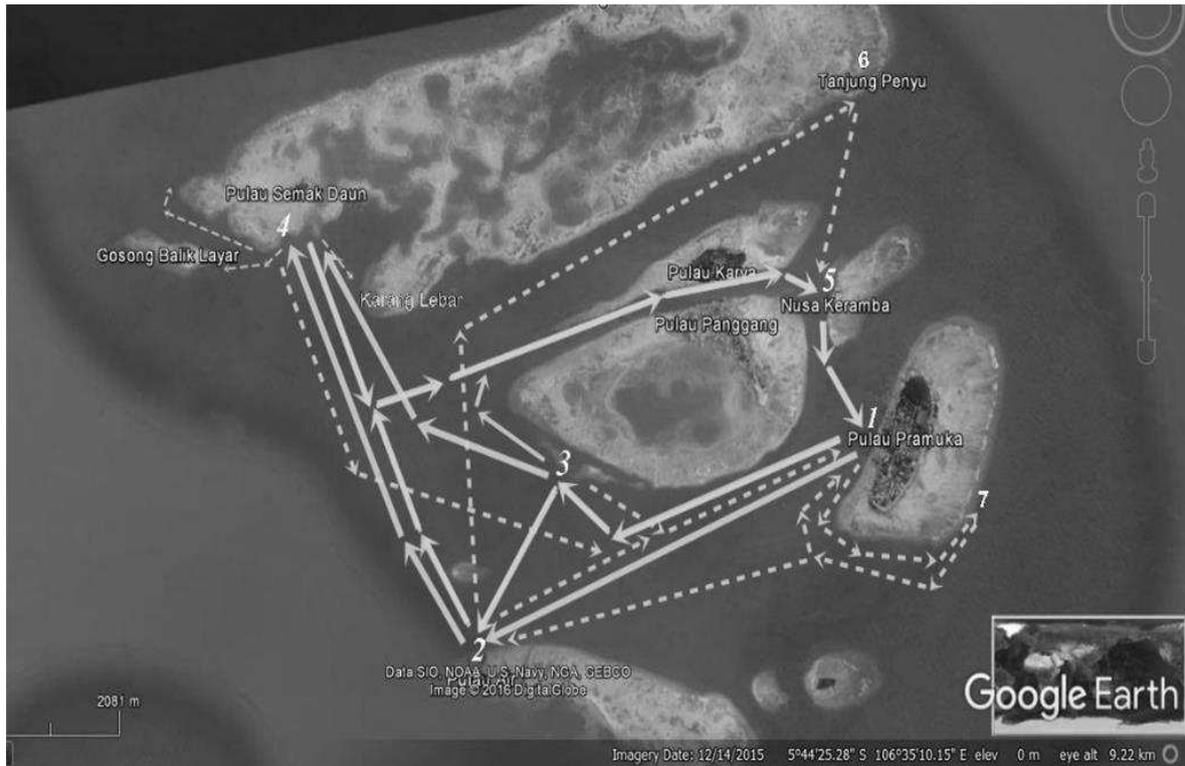
disamping wisatawan manca-negara. Selain *snorkeling* dan *diving*, juga dilakukan wisata lain seperti kano, *banana boat* dan wisata mangrove. Wisata-wisata alternatif ini menjadi wisata selingan setelah atau sebelum aktifitas *snorkeling* atau *diving*.

Jalur wisata yang digunakan terbagi dalam dua kelompok yaitu kelompok yang singgah ke keramba Nusa Dua dan yang langsung kembali ke Pulau Pramuka. Sejauh ini, Keramba Nusa Dua yang merupakan lokasi wisata berupa penangkaran ikan-ikan besar seperti ikan kerapu, hiu sirip hitam ikan remora dan beberapa jenis ikan lainnya menjadi atraksi wisata yang cukup menarik untuk para wisatawan. Wisatawan yang berwisata *snorkeling* sebagian besar singgah ke keramba Nusa Dua sedangkan wisatawan *diving* umumnya langsung kembali ke Pulau Pramuka. Jalur utama wisata dibagi menjadi tiga yaitu jalur utama wisata *snorkeling*, *diving* dan kemah. Jalur utama *snorkeling* disajikan (Gambar 2), jalur utama *diving* (Gambar 3) dan jalur utama kemah (Gambar 4).

Berdasarkan Gambar 2, Jalur utama wisata *diving* ada tiga, yaitu: Pulau Pramuka {1}-Pulau Air {2}-Pulau Semak Daun {4}-Keramba Nusa Dua {5}-Pulau Pramuka{1}; Pulau Pramuka {1}-Pulau Air {2}-Keramba Nusa Dua {5}-Pulau Pramuka {1}; Pulau Pramuka {1}-Soft Coral Garden {3}-Pulau Air {2}-Pulau Semak Daun {4}-Keramba Nusa Dua {5}-Pulau Pramuka {1}.

Berbeda dengan jalur utama wisata *snorkeling*, berdasarkan Gambar 3 jalur utama wisata *diving* hanya ada dua yaitu: Pulau Pramuka {1}-Tabularasa {4}- Soft Coral Garden {2}-Pulau Pramuka{1}; Pulau Pramuka {1}-Soft Coral Garden {2}-Tanjung Penyu {6}-Pulau Pramuka{1}.

Berbeda dengan jalur utama wisata *snorkeling*, berdasarkan Gambar 3 jalur utama wisata *diving* hanya ada dua yaitu: Pulau Pramuka {1}-Tabularasa {4}- Soft Coral Garden {2}-Pulau Pramuka {1}Pulau Pramuka {1}-Soft Coral Garden{ 2}-Tanjung Penyu{6}-Pulau Pramuka{1}.



Gambar 2. Jalur wisata *snorkeling*.



Gambar 3. Jalur wisata *diving*.



Gambar 4. Jalur wisata kemah.

Berdasarkan Gambar 4, jalur utama wisata kemah ada dua yaitu: Pulau Pramuka {1}-Pulau Air {2}-Pulau Semak Daun {4}-Pulau Pramuka {1}; Pulau Pramuka {1}-Soft Coral Garden {3}-Pulau Semak Daun {4}-Pulau Pramuka{1}

3.2. Dampak Wisata Terhadap Terumbu Karang

Perilaku wisatawan *snorkeling* dan *diving* menimbulkan potensi kerusakan terhadap terumbu karang. Beberapa perilaku destruktif yang telah diamati disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perilaku destruktif selama aktifitas *snorkeling* berlangsung.

No.	Perilaku Destruktif	Intensitas (kali)	Peluang	Waktu (menit)/PD
1	Menginjak karang	3,82	0,22	17,53 ¹
2	Menendang karang	1,56	0,04	43,07 ¹
3	Memegang karang	1,13	0,02	59,12 ¹
4	Mengaduk sedimen	0,76	0,01	88,68 ¹

¹Rata-rata lama *snorkeling* 67 menit.

Tabel 2. Perilaku destruktif selama aktifitas *diving* berlangsung (*license*).

No.	Perilaku Destruktif	Intensitas (kali)	Peluang	Waktu (menit)/PD
1	Menginjak karang	0,82	0,01	66,00 ²
2	Menendang karang	0,73	0,01	74,25 ²
3	Memegang karang	0,45	0,00	118,08 ²
4	Mengaduk sedimen	0,45	0,00	118,08 ²

²Rata-rata lama *diving* 54 menit.

Tabel 3. Perilaku destruktif selama aktifitas *diving* berlangsung (*non-license*)

No.	Perilaku Destruktif	Intensitas (kali)	Peluang	Waktu (menit)/PD
1	Menginjak karang	1,89	0,07	28,59 ³
2	Menendang karang	1,33	0,03	40, 05 ³
3	Memegang karang	2,89	0,15	18,69 ³
4	Mengaduk sedimen	1,11	0,02	48,60 ³

³Rata-rata lama *diving* 54 menit.

Perilaku destruktif yang paling banyak dilakukan oleh wisatawan *snorkeling* adalah menginjak karang sedangkan oleh penyelam berlisensi adalah menginjak karang (Tabel 1 dan 2). Menginjak karang ini dilakukan baik sengaja atau tidak sengaja ketika penyelam mengatur posisi dan keseimbangan untuk mengambil foto atau memperhatikan suatu objek biota. Pada wisata *diving* yang belum berlisensi perilaku destruktif yang paling sering dilakukan adalah memegang karang (Tabel 3). Aktifitas ini dilakukan terutama saat penyelam mempertahankan *buoyancy* atau keseimbangan terhadap kedalaman perairan.

3.3. Dampak Langsung Terhadap Terumbu Karang

Aktifitas wisata *diving* dan *snorkeling* berpotensi menimbulkan dampak langsung terhadap degradasi terumbu karang. Selain mengamati perilaku destruktif, peneliti juga mengamati langsung dampak lanjutan dari perilaku destruktif tersebut terhadap terumbu karang.

Beberapa perilaku destruktif seperti menginjak dan mematahkan karang menimbulkan terjadinya patahan pada bagian-bagian cabang karang *lifeform branching*, *foliose*, *tabulate*, *digitate* dan pada karang api atau *Millepora*. Selain menimbulkan patahan, pada karang *lifeform* massive dan submassive aktifitas menginjak karang menimbulkan *lesion* atau luka pada terumbu karang.

Jenis kerusakan akibat *snorkeling* yang ditemukan berupa goresan, luka, hancur dan patah. Pada lokasi Selatan Pulau Air paling banyak ditemukan adalah berupa

patahan karang dalam ukuran kecil (Tabel 4). Sedangkan jika dilihat dari ukuran, paling banyak ditemukan kerusakan dengan ukuran besar terutama kerusakan berupa luka. Lokasi Barat Pulau Air kerusakan paling banyak ditemukan berupa goresan pada skala ukuran besar dan sedang (Tabel 5). Adapun sebaran ukuran kerusakan pada lokasi Barat Pulau Air paling banyak pada skala besar berupa goresan.

Patahan-patahan karang terutama terjadi pada karang dengan bentuk *lifeform* bercabang (*branching*), *digitate* atau menjari dan *foliose* atau berbentuk lembaran daun. Sedangkan luka terjadi pada karang *lifeform* massif terutama karang genus *Porites*. Goresan dan luka pada permukaan terumbu karang ini terjadi karena karang tersebut dijadikan tumpuan untuk berdiri saat wisatawan merasa kelalahan ketika melakukan aktifitas *snorkeling*.

Jenis kerusakan karang akibat wisata *diving* yang ditemukan berupa patah dan hancur. Patahan ini terjadi pada bagian koloni karang terutama pada ujung-ujung cabang bagian atas dan pinggir pada karang bercabang dan karang *lifeform foliose*. Genus *Turbinaria* adalah yang terbanyak mengalami patah pada bagian pinggir koloni nya (Gambar 7).

Salah satu penyebab patahan karang adalah akibat tersenggol atau terkena fin saat wisatawan menjelajah ataupun berdiri di atas karang massif.

Penelitian Frederick *et al.* (2005) mendapatkan kontak fin adalah perilaku yang paling sering dilakukan oleh wisatawan dan cukup potensial untuk merusak karang selain perilaku mengaduk sedimen.

Menurut Rouphael and Inglis (2010) dimana pola patahan yang terjadi berasosiasi dengan tingkah laku wisatawan. Mendapatkan adanya kerusakan berupa patahan - patahan karang pada daerah wisata

Tabel 4. Kerusakan karang di lokasi Selatan Pulau Air akibat *snorkeling*.

Jenis Kerusakan	Lifeform	Genus	Kecil	Sedang	Besar	Total
Goresan	CM	<i>Favites</i>	0	1	0	1
		<i>Porites</i>	0	1	5	6
Luka	CM	<i>Porites</i>	0	1	20	21
Hancur	CB	<i>Stylophora</i>	0	0	1	1
	CF	<i>Montipora</i>	0	1	1	2
Patah	ACB	<i>Acropora</i>	8	2	5	15
	ACS	<i>Isopora</i>	1	0	0	1
	ACT	<i>Acropora</i>	3	0	0	2
	CB	<i>Pocillopora</i>	1	0	0	1
			<i>Porites</i>	1	0	0
	CF	<i>Montipora</i>	4	0	0	4
Total			18	6	32	56

Tabel 5. Kerusakan karang di lokasi Barat Pulau Air akibat *snorkeling*.

Jenis Kerusakan	Lifeform	Genus	Kecil	Sedang	Besar	Total
Goresan	CB	<i>Porites</i>	0	1	0	1
		<i>Favites</i>	0	0	3	3
		<i>Galaxea</i>	0	0	1	1
		<i>Goniopora</i>	0	1	0	1
		<i>Platygyra</i>	0	1	0	1
		<i>Porites</i>	0	2	1	3
		<i>Pocillopora</i>	0	0	1	1
Luka	CS	<i>Pocillopora</i>	0	0	1	1
	CM	<i>Favites</i>	0	0	1	1
Patah	ACD	<i>Porites</i>	0	0	4	4
		<i>Acropora</i>	1	0	0	1
		<i>Montipora</i>	1	0	0	1
		<i>Porites</i>	0	1	1	2
		<i>Millepora</i>	1	0	0	1
	CS	<i>Pocillopora</i>	1	0	0	1
Total			4	6	12	22

Tabel 6. Kerusakan karang di lokasi Barat Pulau Air akibat *diving*.

Jenis Kerusakan	Lifeform	Genus	Kecil	Sedang	Besar
Hancur	CF	<i>Montipora</i>	1	0	0
		<i>Pachyseris</i>	1	0	0
Patah	CF	<i>Montipora</i>	9	0	0
		<i>Pachyseris</i>	4	0	0
		<i>Psammocora</i>	1	0	0
Total			16	0	0

Tabel 7. Kerusakan karang di lokasi Selatan Pulau Air akibat *snorkeling*.

Jenis Kerusakan	Lifeform	Genus	Kecil	Sedang	Besar
Patah	ACB	<i>Acropora</i>	1	0	0
	CF	<i>Montipora</i>	0	0	1
		<i>Turbinaria</i>	4	0	0
	CME	<i>Millepora</i>	1	0	0
Total			6	0	1

3.4. Kajian Daya Dukung Ekosistem Terumbu Karang

Salah satu konsep daya dukung adalah bagaimana suatu ekosistem bisa menerima gangguan yang masuk tanpa menimbulkan dampak terhadap ekosistemnya. Hasil analisis dampak wisata bahari dari perilaku destruktif wisatawan telah didapatkan nilai kerusakan untuk masing-masing kategori wisata *snorkeling* dan *diving* (Tabel 8).

Berdasarkan tabel 8 terlihat bahwa potensi kerusakan terumbu karang dari aktifitas wisata *snorkeling* sebesar 5,05% terhadap luasan ekologis terumbu karang pertahun. Sedangkan dari aktifitas wisata *diving* terbagi dua dimana potensi yang ditimbulkan oleh wisata *diving non-license* lebih besar yaitu 13,55% dan *license* sebesar 2,36%. Berdasarkan nilai DWB pada Tabel 8 maka daya dukung ekosistem terumbu karang Kelurahan Pulau Panggang yang baru disajikan pada Tabel 9.

Tahun 2010, Purwita (2010) telah melakukan pengambilan data menggunakan metode LIT pada dua kedalaman yaitu 3 meter mewakili kedalaman dangkal dan 10 meter mewakili kedalaman dalam. Pada penelitian ini penulis melakukan pengambilan data kembali dengan menggunakan metode LIT dua kedalaman dan pada kor-dinat yang sama. Data yang telah didapatkan dianalisis menggunakan uji t untuk melihat apakah terjadi perubahan yang signifikan terumbu karang dari tahun 2010 ke 2016.

Rataanutupan terumbu karang tahun 2016 mengalami sedikit kenaikan jika dibandingkan dengan data tahun 2010 namun kenaikannya tidak signifikan secara statistik.

Hal ini mengindikasikan bahwa daya dukung terumbu karang Kelurahan Pulau Panggang Kepulauan Seribu berada pada kondisi dimana terumbu karang tersebut mampu mengabsorpsi gangguan yang masuk namun tidak mampu untuk mengembangkan dirinya sehingga persentase tutupannya stagnan.

Berdasarkan nilai dampak wisata bahari, kegiatan wisata memberikan dampak negatif terhadap terumbu karang. Akan tetapi, berdasarkan data perbandingan tahun 2010 dan tahun 2016 (Tabel 10) terumbu karang Kelurahan Pulau Panggang berada dalam kondisi stagnan atau tetap artinya dampak yang masuk belum melebihi daya dukung ekosistem terumbu karang sehingga persentase terumbu karang tetap stabil.

Kegiatan wisata *snorkeling* dan *diving* belum memberikan pengaruh signifikan terhadap persentaseutupan karang keras. Namun, pada tingkat kualitas koloni karang pengaruh aktifitas *snorkeling* sudah cukup terlihat dengan adanya kerusakan pada ujung-ujung bagian atas koloni karang seperti yang terjadi pada karang genus *Millepora* dan *Porites*. Pengamatan dilapangan mendapatkan adanya bentuk pertumbuhan vertikal yang abnormal pada karang genus *Millepora* dan *Porites* dimana pada permukaan bagian atas kolon cenderung rata (Gambar 5 dan 6). Hal ini sejalan dengan penelitian Hawkins *et al.* (1993) dimana karang pada daerah wisata yang sering terinjak wisatawan koloni karang cenderung memiliki pertumbuhan vertikal dan diameter yang lebih rendah dibandingkan pada wilayah yang tidak ada aktifitas wisata.

Tabel 8. Potensi dampak wisata bahari (DWB) modifikasi dari Yulianda (2007).

Jenis Wisata	P (orang)	K (orang)	Lp (m ²)	Lt (m ²)	Wp (Menit)	\sum WiFi	DWB (%)
<i>Snorkeling</i>	12.221 ⁴	1	3.052.600	500	67	2,23	5,05
<i>Diving License</i>	1717 ⁴	2	429.100	2.000	54	0,44	2,36
<i>Diving Non-license</i>						2,51	13,55

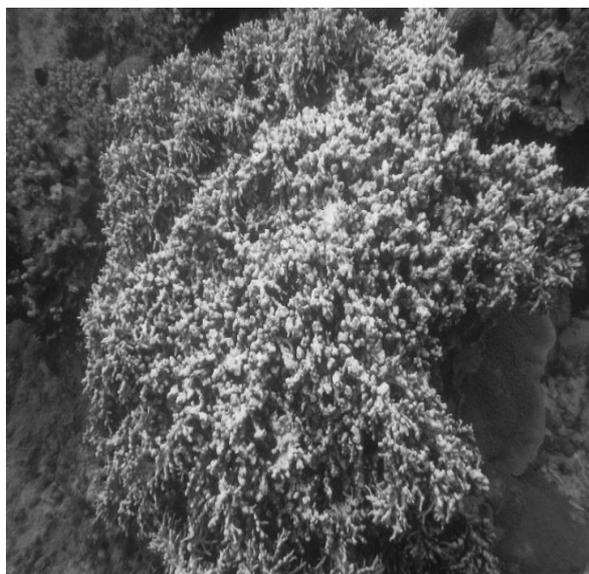
⁴Yulianda dan Purwita (2010).

Tabel 9. Nilai daya dukung terkoreksi.

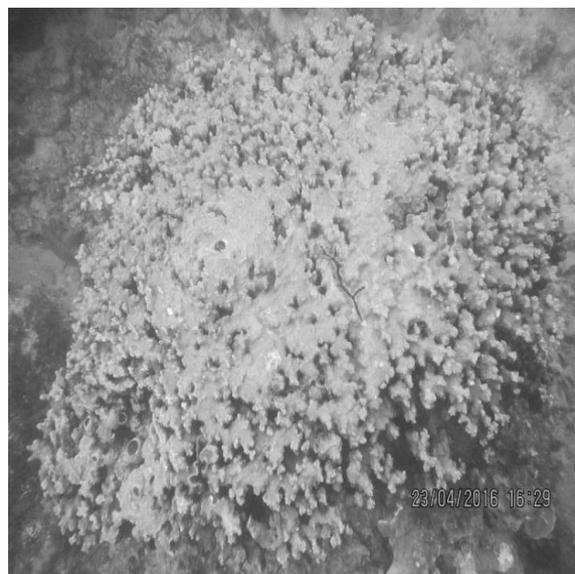
Jenis Wisata	DWB	Lp*DWB	P _{baru} (Lp*DWB/Lt)	Daya Dukung Terkoreksi (P _{lama} -P _{baru})
<i>Snorkeling</i>	5,05%	154.156 m ²	309	11.912
<i>Diving (Licence)</i>	2,36%	10.126 m ²	11	10115
<i>Diving (non-Licence)</i>	13,55%	58.143 m ²	59	58.084

Tabel 10. Perbandingan data persentase tutupan substrat tahun 2010 dengan 2016.

Jenis Data	Kategori					
	<i>Algae</i>	<i>Hard Coral</i>	<i>Others</i>	<i>Soft Coral</i>	<i>Dead Coral</i>	Abiotik
Data Purwita (2010)	7,20%	43,70%	5,19%	5,68%	15,97%	21,59%
Data Muhidin (2016)	10,79%	46,64%	4,25%	3,79%	24,35%	10,18%



Gambar 5. Genus *Millepora* yang terkena injakan pada bagian permukaan koloni cenderung rata.



Gambar 6. Genus *Porites* yang terkena injakan terus-menerus pada bagian permukaan koloni.

IV. KESIMPULAN

Kegiatan wisata *snorkeling* dan *diving* memberikan dampak negatif terhadap terumbu karang di Kelurahan Pulau Panggang Kepulauan Seribu. Dampak tersebut berupa patahan-patahan pada koloni karang, goresan pada permukaan koloni dan luka pada koloni karang. Beberapa perilaku destruktif yang sering dilakukan adalah menginjak karang oleh wisatawan *snorkeling* dan penyelam yang sudah berlisensi sekalipun. Penyelam yang belum berlisensi memberikan potensi kerusakan yang paling besar terhadap terumbu karang sementara penyelam yang berlisensi memberikan dampak yang paling kecil. Berdasarkan perbandingan dengan data tahun 2010 pada lokasi dan kedalaman yang sama, terumbu karang masih dalam kondisi yang sama artinya ekosistemnya masih dapat mentolerir gangguan yang masuk. Sejauh ini kerusakan yang timbul akibat aktifitas wisata *snorkeling* dan *diving* hanya berpengaruh terhadap kualitas koloni karang yaitu pada bentuk pertumbuhan vertikal belum sampai kepada persentase tutupan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistika Kabupaten Kepulauan Seribu. 2015. Informasi data statistik wisatawan ke Kepulauan Seribu, Jakarta Utara, <http://kepulauanseribu.kab.bps.go.id/index.php?hal=tabel&id=18>. [Diakses pada tanggal 11 Januari 2014].
- Barker, N.H.L. and C.M. Robert. 2004. Scuba diver behaviour and the management of diving impact on coral reefs. *Biological Conservation*, 120:481–489.
- English, S., C. Wilkinson, and V. Baker. 1997. Survey Manual for Tropical Marine Resources. ASEAN-Australian Marine Science Project: Living Coastal Resources. Townsville, Australia. 390p.
- Frederick, A., V.E.C. Caindec, J.L.D. Perez, and T. Danilo. 2005. Impact of recreational scuba diving on a marine protected area in Central Philippines: A Case of Gilutongan Marine Sanctuary. *Philipp Science*, 42: 144-158.
- Hawkins, J.P. and C.M. Robert. 1992. Effect of recreational scuba diving on reef slope communities of coral reef. *Biological Conservation*, 30(1):25-30.
- Hughes, T.P., A.H. Baird, D.R. Bellwood, M. Card, S.R. Conolly, C. Folke, R. Grosberg, O. Hoegh-Guldberg, J.B.C. Jackson, J. Kleypas, J.M. Lough, P. Marshall, M. Nystrom, S.R. Palumbi, J.M. Pandolfi, B. Rosen, and R. Roughgarden. 2003. Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *Science*, 301: 929-933.
- Luna, B., C. Valle Pe´rez, and J.L. Sa´nchez-Lizaso. 2009. Benthic impacts of recreational divers in a Mediterranean Marine Protected Area. *J. Marine Science*, 66 (2009): 517–523.
- Kartawijaya, T., S.A. Tarigan, P. Ningtias, Y. Herdiana, K.M. Hasbi, E. Muttaqien, Z. Lubis, dan Hotmariyah. 2013. Kajian dampak dan daya dukung kegiatan wisata di Taman Wisata Perairan Gili Matra. Wildlife Conservation Society. Bogor. Indonesia. 29 hal.
- Liew, HC., Y.S. Chua, and E.H. Chan. 2001. The Impact on coral reefs by leisure divers in Redang. National Symposium on Marine Park and Island in Trengganu. 7p.
- Poonian, C., P.Z.R. Davis, and C.K. McNaughton. 2010. Impacts of recreational divers on Palauan coral reefs and options for management. *Pac. Science*, 64(4):557-565.
- Purwita, I.H. 2010. Pengelolaan wisata bahari dengan pendekatan ekosistem terumbu karang di Kelurahan Pulau Panggang, Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu. Tesis. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 130hal.

- Ropuhael, A.B. and G.J. Inglis. 2010. Impact of recreational scuba diving at sites with different reef topographies. *Ecological Applications*, 12(2):427-440.
- Sevilla, C.G., J.A. Ochave, T.G. Punsalan, B.P. Regala, and G.G. Urearte. 2007. *Research Methods*. Rex Printing Company. Quezon City. 332p.
- Yusnita, I. 2014. Kajian potensi dampak wisata bahari terhadap terumbu karang di Kelurahan Pulau Panggang, Kepulauan Seribu. Tesis. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 82 hal.
- Yulianda, F. 2007. Ekowisata bahari sebagai alternatif pemanfaatan sumberdaya pesisir berbasis konservasi. Seminar Sains Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 21 Februari 2007. 7 hlm.
- Yulianda, F. dan I.H. Purwita. 2010. Pendekatan ekosistem terumbu karang untuk pengelolaan wisata bahari di Kelurahan Pulau Panggang, Kepulauan Seribu, Jakarta. Konferensi Nasional Direktorat Jenderal Kelautan, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Ambon. 4-6 Agustus 2010. 11hlm.
- Zakai, D. and N.E.C. Furman. 2002. Impact of intensive recreational diving on reef corals at Eilat, Northern Red Sea. *Biological Conservation*, 105: 179-187.
- Diterima : 30 Januari 2017*
Direview : 7 April 2017
Disetujui : 20 Mei 2017