

POTENSI KERUSAKAN TERUMBU KARANG PADA KEGIATAN WISATA SNORKELING DI DESTINASI WISATA TAMAN NASIONAL KARIMUNJAWA

POTENTIAL DAMAGE TO CORAL REEF ON SNORKELING ACTIVITIES IN KARIMUNJAWA NATIONAL PARK TOURISM DESTINATION

Dhanar Syahrizal Akhmad^{1*}, Supriharyono², dan Pujiono Wahyu Purnomo²

¹Program Pasca Sarjana, Manajemen Sumberdaya Pantai, FPIK-UNDIP, Semarang

²Staf Pengajar Manajemen Sumberdaya Pantai, FPIK-UNDIP, Semarang

*E-mail: dhanarsyahrizal@mail.com

ABSTRACT

Snorkeling tours in Karimunjawa National Park are one of the fastest growing tourism sectors today in Karimunjawa. Increasing snorkeling tourists can cause ecological pressure on coral reefs at snorkeling sites. This study aims to determine the direct contact of snorkeling tourists and tour operators against damage to coral reefs, this research was conducted by following tour operators. The most frequent physical contact carried out by tourists is kneel stand on the reef, while for tour operators is the mooring of boats, feeding of fish, and not reprimanding tourists. The physical contact value at the Ujung Bintang spot is 0.029 individuals per minute, the physical contact value at Maer spot is 0.063 individuals per minute, and the physical contact value on the Karang Sendok spot is 0.038 individuals per minute.

Keywords: *tourism activity, snorkeler behavior, coral reef, karimunjawa*

ABSTRAK

Wisata *snorkeling* di Taman Nasional Karimunjawa merupakan salah satu sektor wisata yang paling pesat perkembangannya saat ini di Karimunjawa. Semakin meningkatnya wisatawan *snorkeling* dapat menimbulkan tekanan ekologi terumbu karang pada lokasi *snorkeling*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kontak langsung wisatawan *snorkeling* dan operator wisata terhadap kerusakan terumbu karang, penelitian ini dilakukan dengan mengikuti operator wisata. Kontak fisik yang paling sering dilakukan oleh wisatawan adalah *sit stand kneel* pada karang, sedangkan untuk operator wisata adalah penambatan perahu, pemberian pakan pada ikan, serta tidak menegur wisatawan. Nilai kontak fisik pada *spot* Ujung Bintang 0,029 individu per menit, nilai kontak fisik pada *spot* Maer 0,063 individu per menit, nilai kontak fisik pada *spot* Karang Sendok 0,038 individu per menit.

Kata kunci: aktifitas wisatawan, perilaku snorkeler, terumbu karang, karimunjawa

I. PENDAHULUAN

Zona pemanfaatan wisata bahari di Taman Nasional Karimunjawa memberikan harapan bagi masyarakat guna meningkatkan per-ekonomian serta menciptakan lapangan pekerjaan baru di bidang industri pariwisata. Perkembangan Kepulauan Karimunjawa sebagai tujuan wisata telah di dorong oleh pasar domestik maupun regional, serta di promosikan sebagai salah satu *spot* untuk menyelam maupun *snorkeling* dengan masyarakat ikut berperan serta sebagai

penyedia jasa operator wisata, *tour guide*, maupun akomodasi (Campbell *et al.*, 2013). Kunjungan wisata yang meningkat dari tahun ke tahun (BPS, 2014; BPS, 2015; BPS, 2016) menimbulkan kekhawatiran mengenai keberlangsungan kegiatan wisata, khususnya wisata *snorkeling* yang tidak terkendali bagi keberlanjutan daerah wisata maupun ekologi dari terumbu karang (BTNK, 2012). Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem laut paling terancam akibat perubahan alam maupun antropogenik, baik berskala global maupun lokal (Lasagna *et al.*,

2014). Seiring berjalannya kegiatan wisata yang dilakukan dengan pemanfaatan kawasan terumbu karang untuk kegiatan wisata, maka terumbu karang akan selalu mengalami tekanan dan mengarah pada kerusakan (Roche *et al.*, 2016). Terumbu karang yang terdegradasi erat kaitannya dengan keanekaragaman yang ada, bahkan dapat merubah spesies yang dominan dari terumbu karang tersebut, sebagai contoh adalah perubahan dimana terumbu yang sudah mati akan di tumbuh oleh alga, selain adanya perubahan spesies dominan, terumbu karang yang terdegradasi juga berdampak pada faktor daya tarik fisik, ikan karang, dan kemampuan untuk mempertahankan strukturnya sebagai *breakwater*, dampak sosial dan ekonomi juga akan berkurang (Done, 1992; Fava *et al.*, 2009).

Taman Nasinoal Karimunjawa merupakan perairan yang produktif dengan tutupan terumbu karang keras (*hard coral*), selain faktor alam tutupan terumbu karang juga di pengaruhi oleh tingkat pemanfaatan yang tinggi (Sulisiyati *et al.*, 2014).

Wisata *snorkeling* merupakan salah satu kegiatan wisata yang rentan terhadap kerusakan terumbu karang (Hawkins *et al.*, 1999; Webler and Jakubowski, 2016), namun wisata *snorkeling* sebetulnya merupakan kegiatan wisata berdampak rendah bagi lingkungan dimana kegiatan *snorkeling* bisa dilakukan tanpa bersentuhan langsung dengan terumbu (Marion and Rogers, 1994). Perilaku wisatawan dalam melakukan kegiatan wisata di daerah terumbu karang tidak sepenuhnya merusak, bahkan banyak wisatawan juga telah sadar akan dampak yang ditimbulkan dan berusaha menghindari kerusakan karang (Webler and Jakubowski, 2016).

Kekhawatiran akan melebihi daya dukung lingkungan akan menjadi semakin rentan apabila kegiatan wisata yang dikembangkan terjadi di pulau-pulau kecil dimana sumber daya alam yang terbatas dan

operator wisata akan selalu memenuhi kebutuhan untuk para wisatawan dalam menjalankan bisnis industri wisata (Buckley, 1996; Weng, 2009). Kegiatan *snorkeling* menjadi salah satu dari berbagai ancaman yang terjadi pada terumbu karang apabila tidak dilakukan dengan benar (Allison, 1996).

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kontak langsung wisatawan *snorkeling* dan operator wisata terhadap kerusakan terumbu karang, penelitian ini dilakukan dengan mengikuti operator wisata.

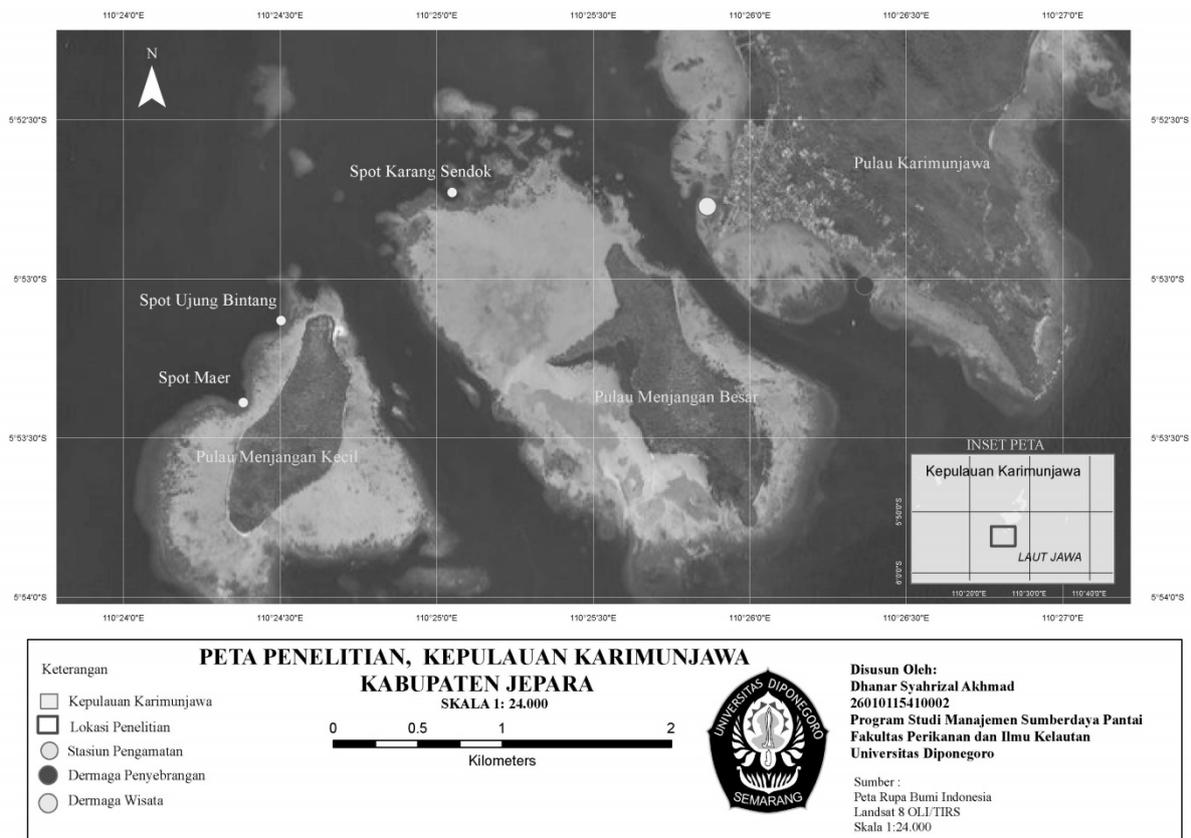
II. METODE PENELITIAN

Lokasi pengamatan dilakukan pada lokasi wisata *snorkeling* yang sering dikunjungi dengan turut serta dalam kegiatan wisata yang dilakukan oleh operator wisata pada Zona Pemanfaatan Wisata Bahari sesuai dengan SK Ditjen PHKA No: SK.28/IV/Set-3/2012 pada *spot* Ujung Bintang dan *spot* Maer yang berlokasi di P. Menjangan Kecil, *spot* Karang Sendok yang berlokasi di P. Menjangan Besar (Gambar 1).

Pengamatan wisatawan *snorkeling* dilakukan dengan mengamati perilaku yang berpotensi merusak (kontak langsung) terhadap terumbu karang yang dilakukan (Tabel 1). Pengamatan dilakukan ketika wisatawan mulai memasuki perairan dan berakhir apabila wisatawan keluar dari perairan. Jumlah pengunjung dan lamanya waktu yang diberikan kepada wisatawan sepenuhnya berasal dari operator wisata. Kerentanan terumbu karang akibat kontak fisik wisatawan dianalisis dengan menggunakan rumus:

$$Di. pm = (\sum Nr / No) / Tt \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan : Di.pm : Kerusakan Individu per menit, Nr : Perilaku yang mengancam, No : Jumlah wisatawan per *trip*, dan Tt : Waktu yang disediakan operator wisata.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian.

Tabel 1. Potensi kontak fisik wisatawan terhadap terumbu karang.

No	Perilaku yang mengancam	Keterangan
1	<i>Fins kick</i>	<i>Fins</i> yang terkena karang
2	<i>Sit, stand, kneel</i>	Duduk, berdiri, berlutut pada karang
3	<i>Silting</i>	Membuat sedimen teraduk yang berpotensi menutup karang
4	<i>Hand touch</i>	Menyentuh karang
5	<i>Pick up marine life</i>	Mengambil biota
6	<i>Harass marine life</i>	Mengganggu biota
7	<i>Collect objects or animals</i>	Memungut dan mengoleksi benda-benda atau hewan
8	<i>Body brush</i>	Bagian tubuh yang tidak sengaja terkena karang

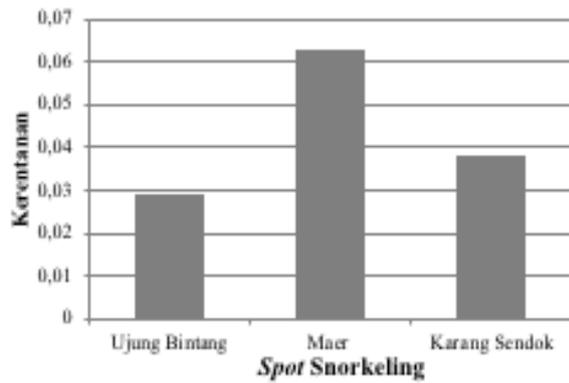
Sumber: Webler and Jakubowski, (2016).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kontak Fisik Wisatawan

Hasil pengamatan dari 50 orang wisatawan, 8 wisatawan pada *spot* Ujung Bintang dengan waktu kegiatan 30 menit, 21 wisatawan pada *spot* Maer dengan waktu kegiatan 30 menit dan 21 wisatawan pada

spot Karang Sendok dengan waktu kegiatan 40 menit. Nilai kontak fisik wisatawan tertinggi terdapat pada *spot* Maer sebesar 0,063 individu per menit, Karang Sendok 0,038 individu per menit, dan terendah pada *spot* Ujung Bintang 0,029 individu per menit (gambar 2).



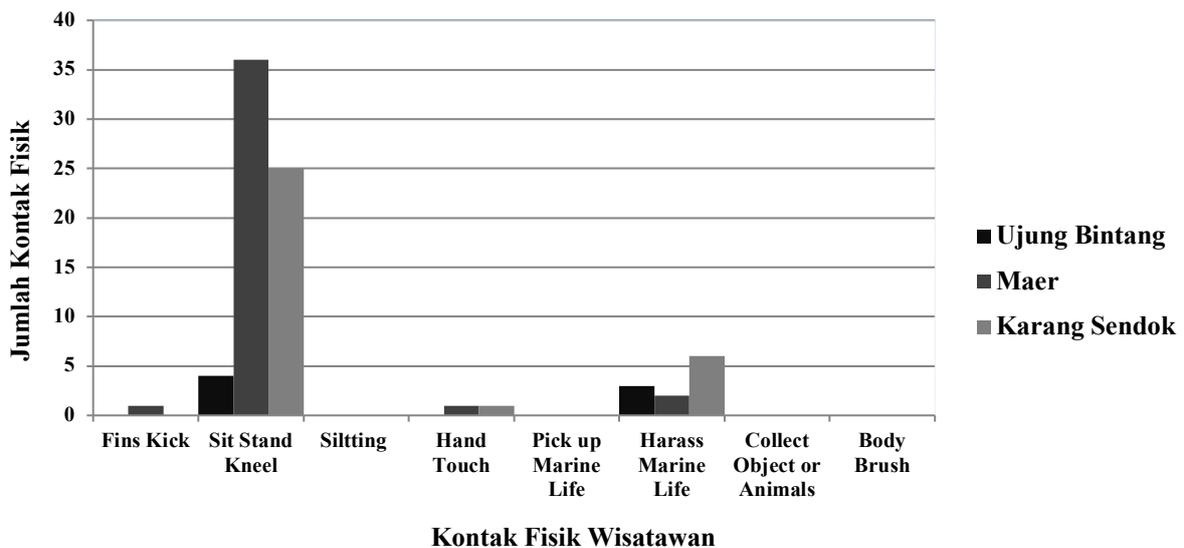
Gambar 2. Nilai kontak fisik wisatawan.

Kontak fisik wisatawan tertinggi disebabkan oleh duduk-berdiri-berlutut (*sit stand kneel*) pada koloni karang, kejadian ini terjadi karena wisatawan selalu berusaha berdiri pada karang yang dapat dijangkau oleh *fins* selama *snorkeling*. *Harass marine life* yang dilakukan wisatawan pada ketiga *spot* wisata di sebabkan karena wisatawan berusaha memegang ikan yang berada disekitar wisatawan, dimana operator wisata memfasilitasi dengan menyediakan makanan ikan berupa roti untuk menarik ikan (gambar 3).

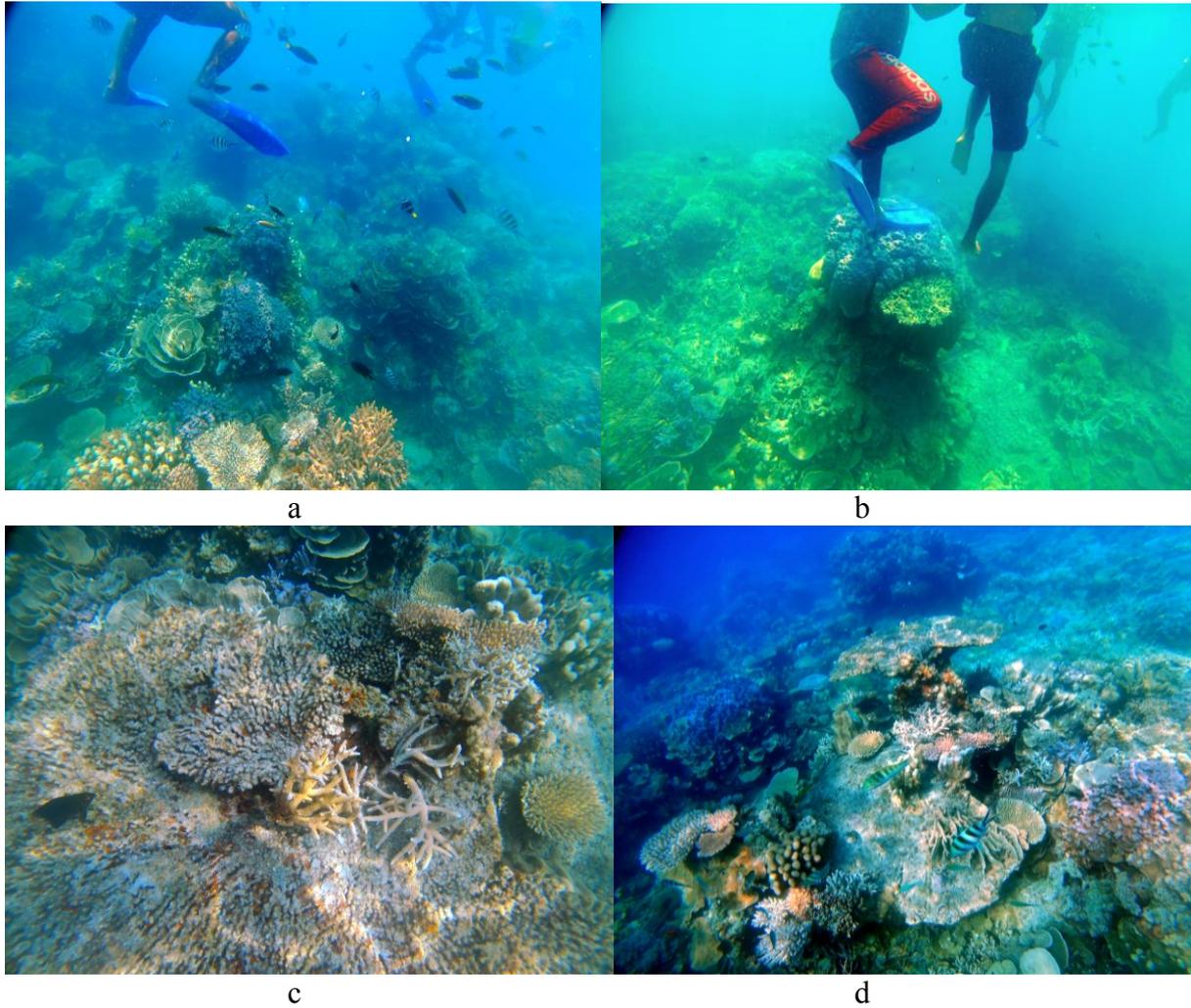
Nilai kontak fisik pada *spot* Ujung Bintang 0,029 individu per menit, terdapat 4 kejadian untuk kategori *sit stand kneel*, dimana wisatawan berusaha berdiri pada

beberapa koloni terumbu yang dapat dijangkau oleh *fins*, serta 3 kejadian untuk *harass marine life* dikarenakan wisatawan berusaha berfoto bersama ikan dengan pemberian pakan ikan oleh operator wisata. Kedalaman terumbu karang pada *spot* Ujung Bintang sebagian besar tidak dapat dijangkau wisatawan, namun beberapa koloni karang yang masih dapat dijangkau wisatawan selalu dijadikan pijakan oleh wisatawan (gambar 4). Pada *spot* ini terdapat kerusakan koloni karang dengan permukaan koloni yang terkikis.

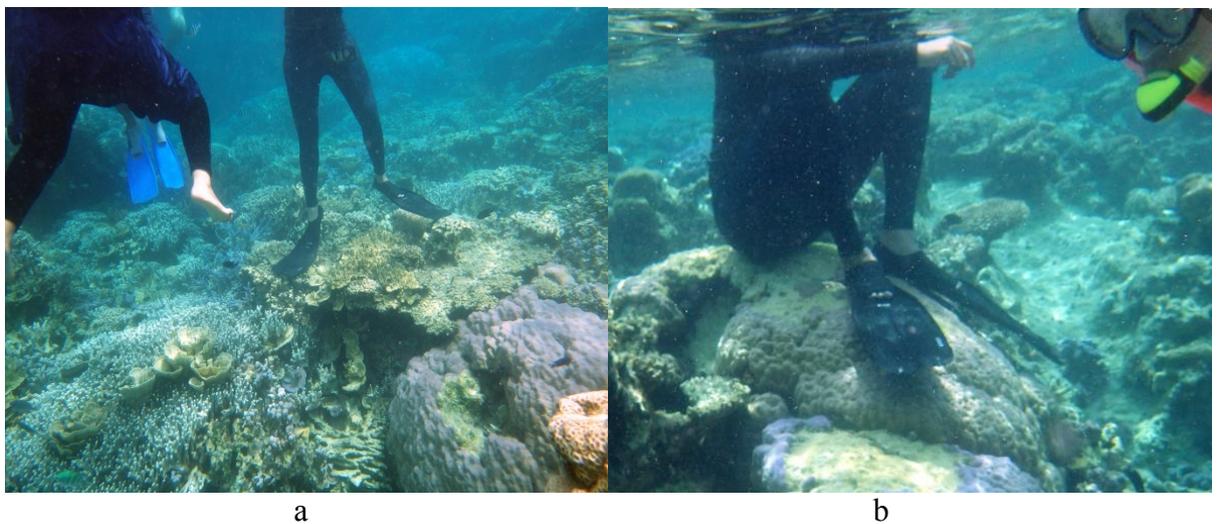
Nilai kontak fisik pada *spot* Maer tertinggi dibandingkan dengan *spot* yang lain, dengan nilai 0,063 individu per menit, 36 kejadian untuk kategori *sit stand kneel*, 2 kejadian untuk *harass marine life*, dan 1 kejadian untuk *hand touch* dan *fins kick* (gambar 3). Tingginya kontak fisik yang terjadi pada *spot* Maer dikarenakan kedalaman terumbu karang yang sebagian besar dapat dijangkau oleh *fins* wisatawan. Kerusakan koloni yang terjadi pada *spot* Maer berupa kematian parsial koloni, koloni karang yang terkikis pada *lifeform digitate, encrusting* dan kematian parsial pada karang *massive* (gambar 5). Koloni terumbu yang dangkal pada *spot* ini dijadikan tempat untuk berpijak dan duduk oleh wisatawan serta menjadi sarana untuk foto bagi wisatawan.

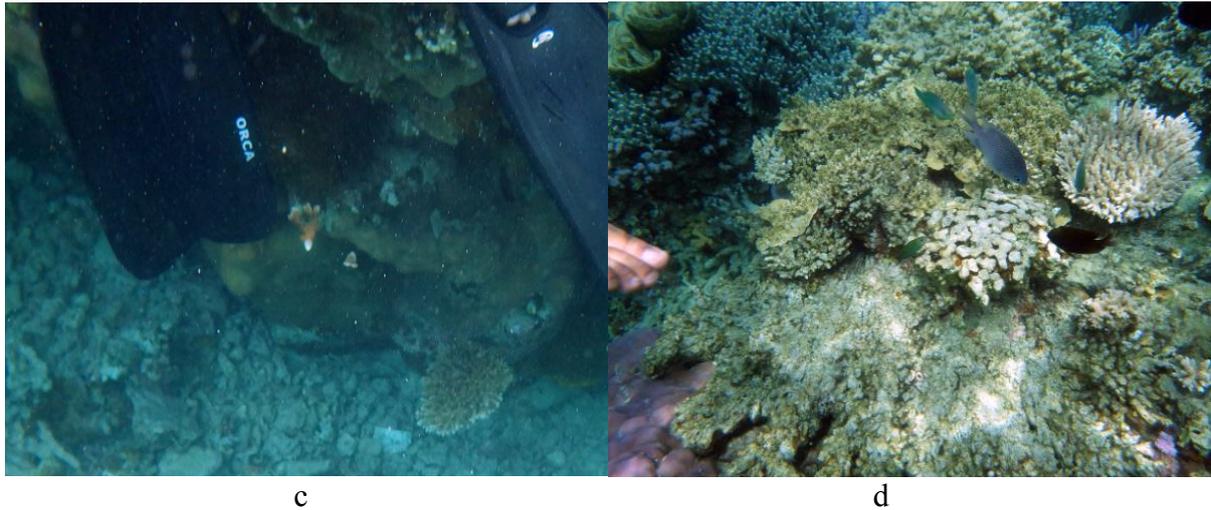


Gambar 3. Kontak fisik wisatawan terhadap terumbu karang.



Gambar 4. *Spot* Ujung Bintang. Kondisi Terumbu yang tidak terjangkau *fins* wisatawan (a), Karang yang dijadikan pijakan (b), Kondisi permukaan koloni karang dengan permukaan terkikis yang diduga akibat akumulasi gesekan dari *fins* wisatawan (c), Kondisi terumbu karang pada *spot* Ujung Bintang (d).



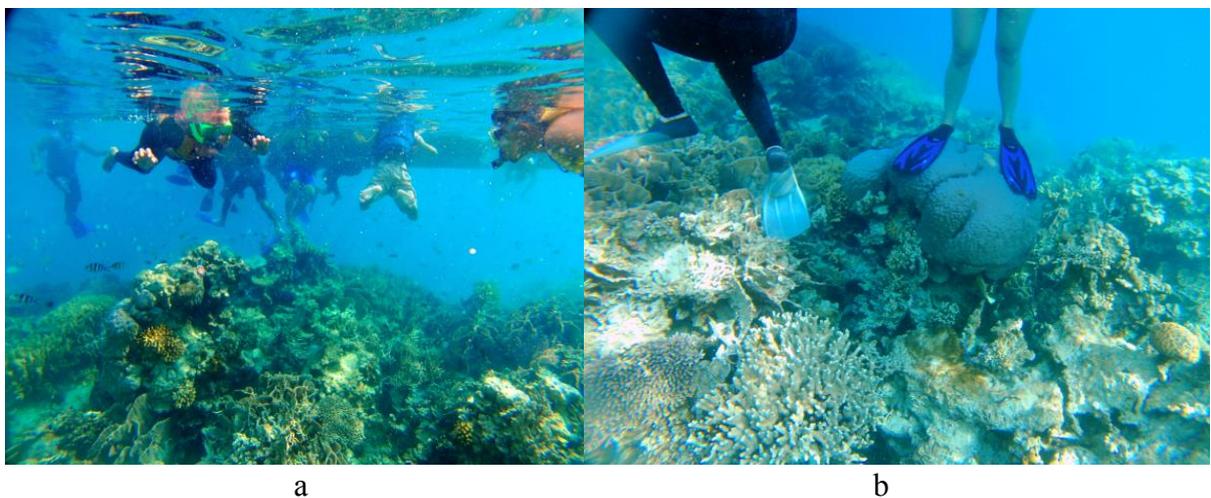


Gambar 5. *Spot Maer*. Wisatawan berdiri di terumbu karang yang dangkal (a), Wisatawan duduk di koloni karang *massive* yang mengalami kematian parsial (b), Cabang karang yang baru saja patah akibat terkena *fins* wisatawan (c), Kondisi koloni karang pada gambar “a” dengan permukaan terkikis yang diduga akibat akumulasi gesekan dari *fins* wisatawan (d).

Kontak fisik yang menjadi perhatian pada *spot* Karang Sendok adalah *harass marine life* dimana operator wisata memperlihatkan *soft coral* dan *clown fish* sebagai daya tarik bagi wisatawan (gambar 6). *Spot* Karang Sendok mempunyai kedalaman terumbu yang sebagian besar tidak dapat dijangkau oleh *fins* wisatawan, namun beberapa terumbu karang yang dapat dijangkau oleh *fins* wisatawan selalu dijadikan pijakan oleh wisatawan untuk berdiri. Nilai kontak fisik pada *spot* Karang Sendok 0,038 individu per menit, dimana

terdapat 25 kejadian untuk kategori *sit stand kneel*, 6 kejadian untuk *harass marine life* dan 1 kejadian untuk *hand touch* pada karang.

Panjangnya jangkauan kaki wisatawan dengan penggunaan *fins* baik secara tidak sengaja maupun sengaja dapat menyentuh terumbu, serta sedimen yang teraduk dapat menutupi dan mengubur terumbu karang (Chabanet *et al.*, 2005), sedimen yang teraduk juga dapat mengganggu pertumbuhan dan reproduksi karang (Neil, 1990).





Gambar 6. *Spot* Karang Sendok. Terumbu sebagian besar tidak terjangkau oleh *fins* wisatawan (a), Wisatawan berusaha berdiri pada karang yang dijadikan pijakan (b), *Clown fish* dan *soft coral* sebagai daya tarik (c), Kegiatan foto bersama *clown fish* (d).

Selain *fins*, para wisatawan juga dapat merusak karang melalui peralatan yang dipakai, memegang, duduk, berdiri dan menginjak karang (Prior *et al.*, 1995; Rouphael and Inglis, 2001), perilaku-perilaku tersebut biasanya sering dilakukan oleh wisatawan pemula (Chabanet *et al.*, 2005; Webler and Jakubowski, 2016). Kontak fisik yang ditimbulkan wisatawan mempunyai dampak yang berbeda pada *lifeform* karang yang berbeda (Kay and Liddle, 1989). *Polip* karang dengan *life form massive* dalam menerima kerusakan merupakan secara kumulatif, dimana persentase kerusakan bergantung pada jumlah gesekan yang diterima, sedangkan *polip* karang pada *lifeform 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 (Liddle and Kay, 1987).

Kerusakan terumbu karang pada ketiga *spot* wisata berupa kematian koloni secara parsial, permukaan koloni karang yang terkikis, kerusakan tersebut terjadi pada *life form* karang *massive*, *digitate*, *encrusting*, serta cabang karang yang patah

(gambar 4c; gambar 5b,5c,5d; gambar 6c). Kerusakan koloni yang terjadi pada ketiga *spot* wisata seperti koloni karang yang mengalami kematian secara parsial dan koloni yang terkikis/abrasi banyak ditemukan di daerah wisata (Hawkins and Roberts, 1992; Tratalos and Austin, 2001). Koloni karang dengan permukaan yang terkikis/abrasi cenderung dapat menyebabkan invasi dari patogen dan meningkatkan mortalitas (Hawkins and Roberts, 1992; Liddle and Kay, 1987), sedangkan banyaknya kematian parsial koloni karang di suatu terumbu, dapat mewakili kondisi dari kesehatan terumbu karang terhadap *stress* yang tinggi, serta dapat memberi gambaran proses perubahan dinamika pada karang (Dikou and van Woesik, 2006).

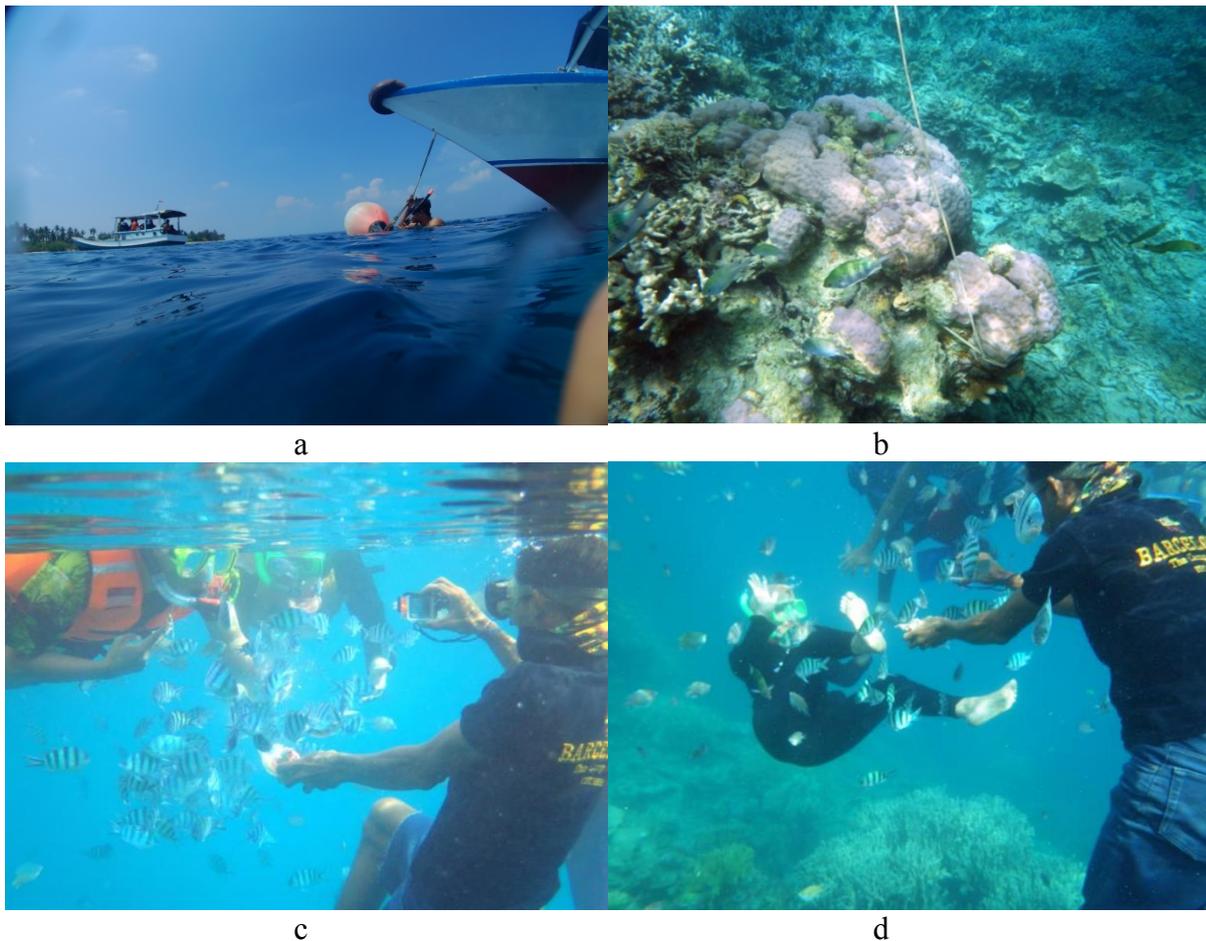
3.2. Kontak Fisik Operator Wisata

Operator wisata dalam penyelenggaraan kegiatan wisata *snorkeling* di Taman Nasional Karimunjawa sudah sesuai dengan aspek legal mengenai peruntukan *spot* wisata di Taman Nasional Karimunjawa berdasarkan Keputusan Direktorat Jenderal PHKA No: SK.28/IV/Set-3/2012. Operator wisata dalam penyelenggaraan kegiatan wisata *snorkeling* telah memberikan *briefing*

mengenai keselamatan, kecakapan instruktur dan pengawasan wisatawan pada kolom air, serta penambatan perahu pada tepi terumbu (*reef slope*). Dari hasil pengamatan terhadap 2 perahu dengan 7 orang operator wisata, perahu untuk kegiatan wisata biasanya diisi 10 – 20 wisatawan dengan awak perahu minimal 3 orang dengan pembagian 1 orang mengemudikan perahu dan 2 orang mengawasi wisatawan di perairan. Operator pada *spot snorkeling* Ujung Bintang dilakukan oleh 3 orang operator, sedangkan *spot Maer* dan *spot Karang Sendok* dilakukan oleh 4 orang operator yang sama. Hal ini dikarenakan operator wisata pada *tour* yang dilakukan menerapkan sistem *Path Model Circular Loop* dimana wisatawan diajak mengunjungi beberapa lokasi wisata

(Lew and McKercher, 2006).

Secara tidak langsung operator wisata juga berpotensi merusak terumbu karang, seperti penambatan perahu pada karang *massive* dikarenakan banyaknya perahu yang beroperasi secara bersamaan melebihi kapasitas *mooring buoy*, pemilihan area pada *spot* wisata yang dapat dijangkau oleh *fins* wisatawan, serta operator yang bersifat pasif atau tidak menegur terhadap perilaku wisatawan yang berpotensi merusak terumbu karang, bahkan turut serta menginjak karang pada saat melaksanakan foto bawah air dan pengawasan wisatawan. Pemberian pakan ikan oleh wisatawan yang difasilitasi oleh operator wisata bisa berdampak positif maupun negatif seperti perubahan ke-



Gambar 7. Kontak fisik operator wisata. Penambatan perahu pada karang (a), *Mooring Buoy* pada *spot snorkeling* (b), Kegiatan foto yang dilakukan oleh operator wisata sebagai salah satu daya tarik wisata (c, d).

limpahan, kebiasaan dan ukuran ikan pada jenis tertentu, menarik ikan dengan agresi besar, atau membantu populasi ikan yang sedikit (Orams, 2002; Milazzo *et al.*, 2005; Laroche *et al.*, 2007). Perilaku ikan juga dapat berubah dalam menghadapi lingkungan yang merupakan suatu bagian dari adaptasi, atau bahkan merubah rantai makanan, dalam melakukan kegiatan wisata. Pemberian pakan pada ikan dapat memberikan kesan tersendiri bagi wisatawan, serta bagi operator wisata juga merupakan suatu upaya untuk melayani dan menarik wisatawan dengan harapan pengunjung memiliki keinginan untuk kembali mengunjungi lokasi wisata (Orams, 2002; Hémerly and McClanahan, 2005; Milazzo *et al.*, 2006).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan kajian yang dilakukan pada *spot snorkeling* di destinasi wisata Taman Nasional Karimunjawa dapat ditarik kesimpulan, bahwa kontak fisik terhadap terumbu karang yang paling sering dilakukan wisatawan *snorkeling* pada ketiga *spot* wisata adalah duduk–berdiri–berlutut (*sit-stand-kneel*), sedangkan kontak fisik oleh operator wisata pada ketiga *spot* wisata *snorkeling* terjadi karena penambatan perahu pada terumbu karang serta pemberian pakan pada ikan. Kerusakan koloni karang pada *spot* wisata berupa kematian koloni secara parsial, permukaan koloni karang yang terkikis serta cabang yang patah. Kedalaman terumbu karang yang dangkal atau dapat dijangkau oleh *fins* wisatawan dapat meningkatkan ancaman kontak fisik wisatawan terhadap terumbu karang. Adanya peran penting operator wisata selama kegiatan wisata berlangsung, dimana operator wisata berhubungan langsung dengan wisatawan dan terumbu karang selama melakukan kegiatan *snorkeling*, diharapkan operator wisata dapat berperan aktif seperti memberikan teguran langsung kepada wisatawan, apabila berpotensi merusak terumbu karang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Balai Taman Nasional Karimunjawa, Pemerintah Kabupaten Jepara, serta pihak-pihak terkait yang telah memberikan dukungan fasilitas dan data dalam penelitian Potensi Kerusakan Terumbu Karang Pada Kegiatan Wisata *Snorkeling* di Destinasi Wisata Taman Nasional Karimunjawa.

DAFTAR PUSTAKA

- Allison, W.R. 1996. Snorkeler damage to reef corals in the Maldiv Islands. *Coral Reefs*, 15(4):215-218.
- Badan Pusat Statistik Jepara (BPS-Jepara). 2014. Jepara dalam angka 2014, BPS Kabupaten Jepara, Provinsi Jawa Tengah. Jepara. 397 hlm.
- Badan Pusat Statistik Jepara (BPS-Jepara). 2015. Jepara dalam angka 2015, BPS Kabupaten Jepara, Provinsi Jawa Tengah. Jepara. 396 hlm.
- Badan Pusat Statistik Jepara (BPS-Jepara). 2016. Jepara dalam angka 2016, BPS Kabupaten Jepara, Provinsi Jawa Tengah. Jepara. 233 hlm.
- Balai Taman Nasional Karimunjawa (BTNK). 2012. Rehabilitasi terumbu karang di Taman Nasional Karimunjawa Tahun 2012. Kementerian Kehutanan, Dirjen Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam. Jakarta. 24 hlm.
- Buckley, R. 1996. Sustainable tourism: technical issues and information needs. *Annals of Tourism Research*, 23(4):925-928.
- Campbell, S.J., T. Kartawijaya, I. Yulianto, R. Prasetya, and J. Clifton. 2013. Co-management approaches and incentives improve management effectiveness in the Karimunjawa National Park, Indonesia. *Marine Policy*, 41: 72-79.
- Chabanet, P., M. Adjeroud, S. Andréfouët, Y.M. Bozec, J. Ferraris, J.A. Garcia-

- Charton, and M. Schrimm. 2005. Human-induced physical disturbances and their indicators on coral reef habitats: a multi-scale approach. *Aquatic Living Resources*, 18(3):215-230.
- Dikou, A. and R. van Woesik. 2006. Partial colony mortality reflects coral community dynamics: a fringing reef study near a small river in Okinawa, Japan. *Marine Pollution Bulletin*, 52:269–280.
- Done, T.J. 1992. Phase shifts in coral reef communities and their ecological significance. *Hydrobiologia*, 247:121-132.
- Fava, F., M. Ponti, A. Scinto, B. Calcinai, and C. Cerrano. 2009. Possible effects of human impacts on epibenthic communities and coral rubble features in the marine park of Bunaken (Indonesia). *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 85(1):151–156.
- Hawkins, J.P., C.M. Roberts, T. Van’T Hof, K. De Meyer, J. Tratalos, and C. Aldam. 1999. Effects of recreational scuba diving on caribbean coral and fish communities. *Conservation Biology*, 13(4):888–897.
- Hawkins, J.P. and C.M. Roberts. 1992. Effects of recreational SCUBA diving on fore-reef slope communities of coral reefs. *Biological Conservation*, 62(3): 171–178.
- Hémery. G., and T.R. McClanahan. 2005. Effect of recreational fish feeding on reef fish community composition and behaviour. *Western Indian Ocean J. of Marine Science*, 4(2):123-134.
- Kay, A.M. and M.J. Liddle. 1989. Impact of human trampling in different zones of a coral reef flat. *Environmental Management*, 13(4):509–520.
- Kementrian Kehutanan. 2012. Keputusan Direktorat Jenderal PHKA No: SK.28 /IV/Set-3/2012 tanggal 06 maret 2012 tentang Zonasi Taman Nasioonal Karimunjawa. 4 hlm.
- Laroche, R.K., A.A. Kock, L.M. Dill, and W.H. Oosthuizen. 2007. Effects of provisioning ecotourism activity on the behaviour of white sharks carcharodon carcharias. *Marine Ecology Progress Series*, 338:199-209.
- Lasagna, R., G. Gnone, M. Taruffi, C. Morri, C.N. Bianchi, V. Parravicini, and S. Lavorano. 2014. A new synthetic index to evaluate reef coral condition. *Ecological Indicators*, 40:1-9.
- Lew, A. and B. McKercher. 2006. Modeling tourist movements: a local destination analysis. *Annals of tourism research*, 33(2):403-423.
- Liddle, M.J. and A.M. Kay. 1987. Resistance, survival and recovery of trampled corals on the Great Barrier Reef. *Biological Conservation*, 42:1-18.
- Marion, J.L., and C.S. Rogers. 1994. The applicability of terrestrial visitor impact management strategies to the protection of coral reefs. *Ocean & coastal management*, 22(2):153-163.
- Milazzo, M., F. Badalamenti, T.V. Fernández, and R. Chemello. 2005. Effects of fish feeding by snorkellers on the density and size distribution of fishes in a mediterranean marine protected area. *J. Marine Biology*, 146(6):1213-1222.
- Neil, D. 1990. Potential for coral stress due to sediment resuspension and deposition by reef walkers. *Biological Conservation*, 52(3):221–227.
- Orams, M.B. 2002. Feeding wildlife as a tourism attraction: a review of issues and impacts. *Tourism Management*, 23(3):281-293.
- Prior, M., R. Ormond, R. Hitchen, and C. Wormald. 1995. The impact on natural resources of activity tourism: a case study of diving in Egypt. *International J. of Environmental Studies*, 48(3-4):201-209.

- Roche, R.C., C.V. Harvey, J.J. Harvey, A.P. Kavanagh, M. McDonald, V.R. Stein-Rostaing, and J.R. Turner. 2016. Recreational diving impacts on coral reefs and the adoption of environmentally responsible practices within the scuba diving industry. *Environmental Management*, 58(1): 107-116.
- Rouphael, A. and G.J. Inglis. 2001. "Take only photographs and leave only footprints?": an experimental study of the impacts of underwater photographers on coral reef dive sites. *Biological Conservation*, 100:281-287.
- Sulisyati, R., E. Poedjirahajoe, L.R. W. Frida, and C. Fandeli. 2014. Karakteristik terumbu Karang di Zona Pemanfaatan Wisata Taman Nasional Karimunjawa. *Ilmu Kelautan*, 19(3):139-148.
- Tratalos, J.A. and T.J. Austin. 2001. Impacts of recreational scuba diving on coral communities of the Caribbean Island of Grand Cayman. *Biological Conservation*, 102(1):67-75.
- Webler, T. and K. Jakubowski. 2016. Mitigating damaging behaviors of snorkelers to coral reefs in puerto rico through a pre-trip media-based intervention. *Biological Conservation*, 197:223-228.
- Weng, C.N. 2009. Ecotourism and environmental conservation in small islands in the east coast of peninsular Malaysia. *Malaysian J. of Environmental Management*, 10(2):53-69.
- Diterima* : 30 Mei 2018
Direview : 05 Juni 2018
Disetujui : 05 Juli 2018

