



Pemantauan kondisi substrat menggunakan metode *reef check* di Perairan Selat Sempu, Kabupaten Malang

Substrates monitoring using reef check method in Sempu Strait Waters, Malang Regency

Oktiyas Muzaky Luthfi*, I Nyoman Januarsa, Hijrul Fajri, Fadil Muhammad, Nur Akhmad Tri Aji, Sofar Jumantry, Muhammad Irlan Assidiq Kusuma Ramadhan, Guntoro Ahmad Algadri, Firman Roganda, Mochamad Fachri Aditya Rizal, Ary Setyo Wicaksono, Amalia Safrudin Bendang, Albertus Nikolas Pandin Christianda
Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang, Jl. Veteran Malang, Jawa Timur 65145, Indonesia. *Email korespondensi: omuzakyl@ub.ac.id

Abstract. *The aim of this research was to evaluate the coral reef condition in Sempu's strait. This research has been conducted at December 2017 used PIT method in four research stations i.e. Teluk Semut 1, Teluk Semut 2, Watu Meja and Fish Apartement. In generally the substrate of Sempu strait was divided into two categories, they were living and non-living substrate. Living substrate include HC, SC, NLA, SP and OT while non-living were RKC, RC, RB, SD and SI. Station 1 was dominated by hard coral (33.75%), station 2 and 3 was by rock (59.38% and 40.63%), and station 4 was dominated by sand (39.38%) respectively. Based on the monitoring, the coral reefs ecosystem of Sempu Strait was categorised in damaged condition. It could be seen by the high covering of dead coral and the low covering of healthy coral along observed stations. The coral reefs rehabilitation program is needed to recover the reefs ecosystem in Sempu Strait.*

Keywords: *Coral reef, Treat, Dead coral covered, Sempu Island, South of Malang*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi terumbu karang di Selat Sempu dengan cara mengetahui susunan dari substrat dasar perairannya. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada Desember 2016 dengan menggunakan metode PIT di empat stasiun penelitian yaitu Teluk Semut 1, Teluk Semut 2, Watu Meja dan *Fish Apartement*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa substrat dasar perairan di Selat Sempu terbagai atas dua yaitu *living* (HC, SC, NIA, SP dan OT) dan *non-living* (RKC, RC, RB, SD dan SI). Stasiun 1 didominasi oleh *hard coral* (33,75%), stasiun 2 didominasi oleh *rock* (59,38%), stasiun 3 didominasi oleh *rock* (40,63%), dan stasiun 4 didominasi oleh *sand* (39,38%). Berdasarkan monitoring yang telah dilakukan, ekosistem terumbu karang di Selat Sempu telah mengalami kerusakan hal ini dapat dilihat dari tingginya tutupan karang mati dan rendahnya tutupan karang hidup yang ditemukan di sepanjang stasiun penelitian yang dilakukan. Program rehabilitasi terumbu karang sangat diperlukan untuk memulihkan kembali kondisi ekosistem karang di Selat Sempu.

Kata kunci: Terumbu karang, Ancaman, Tutupan karang mati, Pulau Sempu, Malang Selatan

Pendahuluan

Terumbu karang adalah salah satu ekosistem paling produktif dan memiliki fungsi ekologi yang besar (Souter dan Linden, 2000) selain itu ekosistem terumbu karang memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi dan penting bagi kesejahteraan ekonomi (Speers *et al.*, 2016) karena di ekosistem ini hidup berbagai organisme yang memiliki nilai ekonomi diantaranya dari Filum *Arthropoda*, *Phylum Mollusca*, *Echinodermata*, dan *Chordata*. Sejauh ini belum ada data pasti jumlah biota yang berasosiasi dengan terumbu karang, namun demikian diperkirakan jumlah *echinodermata* yang berada di ekosistem tersebut sebanyak lebih kurang



745 spesies, krustasea 1.512 spesies, sponge 830 spesies, bivalvia 1.000 spesies, dan gastropoda 1.500 spesies (Bahri *et al.*, 2015). Secara ekonomi, terumbu karang sangat penting untuk ketahanan pangan, lapangan kerja, pariwisata, dan pelindung pantai (Adibrata, 2013). Menurut Oktariana *et al.* (2014) keberadaan terumbu karang dari tahun ke tahun mengalami kerusakan yang mengkhawatirkan sehingga menimbulkan penyusutan dalam jumlah dan kualitas. Ancaman terhadap terumbu karang dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah: antropogenik dan alami. Ancaman antropogenik dapat bersumber dari polutan yang dihasilkan dari aktivitas yang dilakukan oleh manusia (Annas *et al.*, 2017). Ancaman yang berasal dari alam dapat dikarenakan oleh beberapa faktor diantaranya pemangsaan oleh beberapa spesies, proses bioerosi dan proses kompetitor yang dilakukan oleh organisme yang hidup di ekosistem terumbu karang (Birkelen dan Lucas, 1990). Penelitian terbaru menyatakan lebih kurang 30,02% terumbu karang Indonesia dalam kondisi yang kurang baik atau rusak. Data yang dihimpun dari 1,259 stasiun pengamatan itu mengungkap hanya 5% karang yang kondisinya sangat baik 27,01% baik dan 37,94% sisanya cukup baik (LIPI, 2016).

Selat Sempu masuk ke wilayah administrasi Dusun Sendang Biru, Desa Sitiarjo, Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang. Selat Sempu merupakan salah satu daerah strategis, karena terdapat pelabuhan perikanan, sehingga dapat dikatakan daerah ini merupakan salah satu daerah penyangga perekonomian untuk masyarakat sekitar. Menurut (Luthfi, 2016) Selat Sempu memiliki terumbu karang yang tumbuh di sebelah timur dan barat Pulau Sempu. Keberadaan terumbu karang sangat mempengaruhi jumlah ikan terumbu yang berasosiasi terhadapnya (Hastuty *et al.*, 2014). Keberadaan terumbu karang di sekitar Pulau Sempu dijadikan tempat mencari ikan dan komunitas bentik lainnya yang memiliki nilai ekonomis. Kesehatan terumbu karang yang terdapat diperairan Selat Sempu saat ini sudah mulai mengalami penurunan yang disebabkan beberapa faktor yang berkontribusi terhadap kerusakan karang, untuk mengetahui keadaan ekosistem terumbu karang maka perlu dilakukan suatu kegiatan monitoring untuk mengetahui keadaan ekosistem terumbu karang di Selat Sempu. Salah satu metode pemantauan terumbu karang secara cepat adalah *Reef Check*. Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui kondisi kesehatan terumbu karang diperairan Selat Sempu.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat

Pengambilan data dilakukan pada tanggal 16 dan 17 Desember 2016 di Selat Sempu, Dusun Sendang Biru, Desa Sitiarjo, Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang. Pengambilan data dilakukan pada empat stasiun penelitian diantaranya Teluk Semut 1 (112° 40' 51" E 08° 26' 26" S), Teluk Semut 2 (112° 40' 53" E 08° 26' 23" S), *Fish Apartemen* (112° 40' 43" E 08° 26' 34" S), dan Watu Meja (112° 41' 49" E 08° 25' 45" S) (Gambar 1).

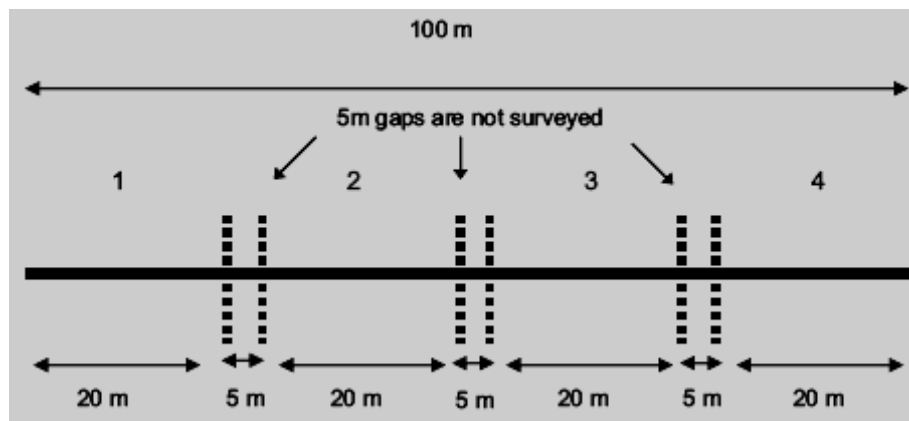
Pengambilan data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu metode PIT (*point intercept transect*) yang dikeluarkan oleh *Reef Check* Indonesia. Panjang transek yang digunakan dalam penelitian yaitu 100 m yang terbagi kedalam empat bagian atau segmen dimana masing-masing segmen memiliki panjang 20 m, untuk memisahkan segmen satu dan segmen lainya perlu diberi *geps area* sebesar 5 m ilustrasi ini akan ditampilkan pada (Gambar 2). Pendataan tipe substrat dilakukan dengan cara mendata tipe substrat yang ditemukan tepat dibawah garis transek disetiap interval 0,5 m yaitu pada titik 0 m, 0,5 m, 1 m, dan seterusnya hingga titik 19,5 m (akan didapat 40 titik per 20 m bagian transek) (Hudgson *et al.*, 2006). Pelaksanaan survei kondisi terumbu karang dapat dilakukan dengan berbagai cara tergantung pada tujuan survei, waktu yang tersedia, tingkat keahlian peneliti dan ketersediaan sarana dan prasarana. Adapun

dalam pelaksanaan pendataan substrat perairan Selat Sempu digunakan metode *Point Intercept Transect* dengan menggunakan *Line Transect* (Johan, 2009).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di perairan Selat Sempu Kabupaten Malang



Gambar 2. Metode PIT (*point intercept transect*) yang digunakan pada survey terumbu karang (Hudgson et al., 2006)

Metode *Point Intercept Transect* merupakan salah satu metode yang dikembangkan untuk memantau kondisi karang hidup dan biota pendukung lainnya disuatu lokasi terumbu karang. Metode PIT digunakan untuk menentukan komunitas *benthos* sesil (biota yang hidup di dasar atau melekat di dasar perairan) di terumbu karang berdasarkan bentuk pertumbuhan dalam satuan persen, dengan jalan mencatat jumlah biota benthik yang ada pada masing - masing titik disepanjang garis transek. Metode PIT yang digunakan mengacu kepada Metode PIT yang digunakan dalam kegiatan *Reef Check*. Pemilihan lokasi transek permanen berdasarkan keterwakilan dalam suatu luasan (Manuputty dan Djuwariah, 2009).



Pengolahan data

Menurut Hudgson *et al.* (2006) perhitungan persentase tutupan substrat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C = \frac{\sum(C_i)}{A} \times 100$$

Dimana: C= persentase tutupan, $\sum(C_i)$ = jumlah unit titik setiap tipe substrat, A = jumlah total kisi-kisi yang digunakan (160 titik)

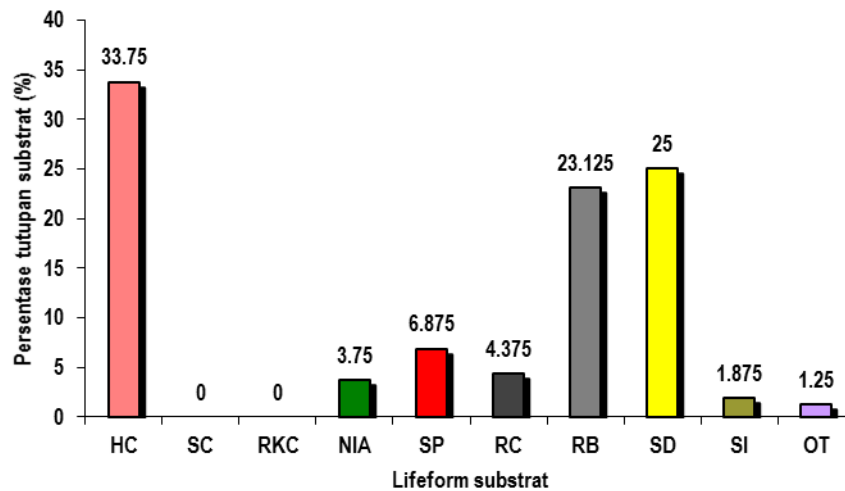
Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan di empat stasiun penelitian mulai dari stasiun Teluk Semut 1, Teluk Semut 2, Watu Meja dan *Fish Apartement* didapat data substrat seperti yang ditampilkan pada (Tabel 1). Pengamatan substrat yang dilakukan pada setiap lokasi pengamatan dilakukan dengan melihat substrat tepat di bawah titik pengamatan dan dilakukan sepanjang garis transek penelitian. Jumlah titik pengamatan untuk setiap stasiun sebanyak 160 titik sehingga setiap stasiun akan memiliki 160 data substrat.

Tabel 1. Data substrat pada semua stasiun penelitian

Stasiun	Kategori	Tipe	Titik
Teluk Semut1	Living	HC	54
		SC	0
		NIA	6
		SP	11
		OT	2
	Non - living	RKC	0
		RC	7
		RB	37
		SD	40
		SI	3
Teluk Semut 2	Living	HC	17
		SC	0
		NIA	0
		SP	0
		OT	0
	Non - living	RKC	0
		RC	95
		RB	7
		SD	41
		SI	0
Watu Meja	Living	HC	44
		SC	0
		NIA	0
		SP	0
		OT	0
	Non - living	RKC	0
		RC	65
		RB	28
		SD	23
		SI	0
Fish Apartemen	Living	HC	34
		SC	0
		NIA	0
		SP	0
		OT	4
	Non - living	RKC	0
		RC	9
		RB	50
		SD	63
		SI	0

Keterangan: HC= *Hard coral*, SC= *Soft coral*, RKC= *Recently killed coral*, NIA =*Nutrient indicator algae*, SP= *Sponge*, RC= *Rock*, RB= *Rubble*, SD= *Sand*, SI= *Silt*, OT= *Other*



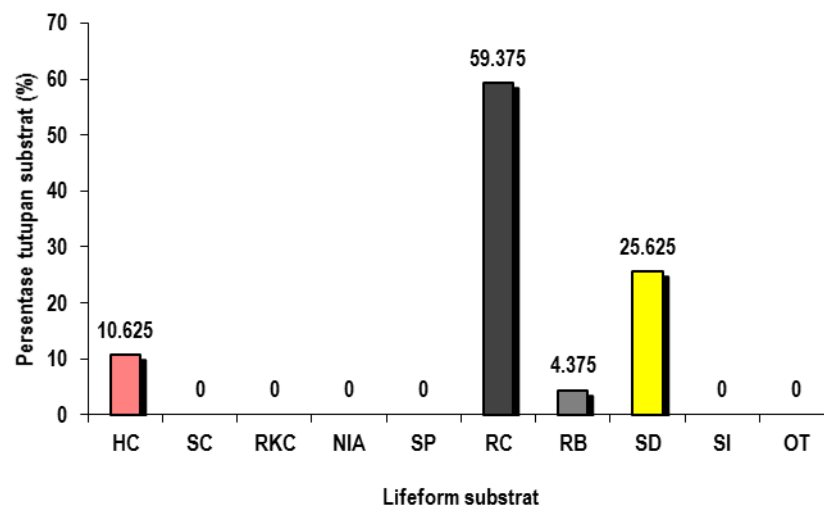
Gambar 3. Tutupan substrat pada stasiun Teluk Semut 1, HC (*hard coral*), SC (*soft coral*), RKC (*recently killed coral*), NIA (*nutrient indicator algae*), SP (*sponge*), RC (*rock*), RB (*rubble*), SD (*sand*), SI (*silt*), OT (*other*)

Jenis substrat dengan tutupan yang paling tinggi di stasiun Teluk Semut 1 adalah substrat jenis *hard coral* dengan nilai tutupan sebesar 33,75% (Gambar 3). Selain substrat jenis *hard coral* stasiun Teluk Semut 1 juga merupakan stasiun dengan jumlah jenis substart terbanyak diantara stasiun lainnya. Tingginya tutupan *hard coral* pada stasiun ini disebabkan karena stasiun Teluk Semut 1 berada jauh dari muara Teluk Semut sehingga tingkat perubahan atau dinamika perairan yang terjadi tidak berdampak pada terumbu karang, hal ini dikarenakan keberadaan terumbu karang juga dapat dipengaruhi oleh intensifnya penggunaan lahan dan urbanisasi yang dapat meningkatkan run-off polutan, nutrient, dan pertikel sedimen ke perairan (Moberg dan Folke, 1999). Karang jenis *hard coral* mendominasi pada stasiun penelitian Teluk Semut 1 dengan nilai tutupan sebesar 33,75%, tutupan sebesar 30,75% masuk kedalam kategori sedang, hal ini mengacu pada (Gomez dan Yap, 1988) yang mengklasifikasikan tutupan karang dengan nilai 25-49,9% masuk kedalam kategori sedang. Selain jenis *hard coral* jenis substrat lain yang memiliki tutupan tinggi adalah substrat jenis *rubble* dan *sand* dimana nilai tutupan untuk masing – masing jenis pada lokasi Teluk Semut 1 adalah *rubble* dengan tutupan sebesar 23,125%, sedangkan untuk tutupan substrat jenis *sand* sebesar 25%. Tingginya tutupan substrat jenis *rubble* diduga disebabkan oleh aktivitas pelabuhan yang berada dekat dengan lokasi pengambilan data. Tingginya aktivitas kapal disekitar ekosistem terumbu karang merupakan salah satu faktor yang menyebabkan kerusakan terhadap ekosistem terumbu karang. Jangkar kapal yang diturunkan oleh kapal ke ekosistem terumbu karang secara tidak langsung akan dapat menyebabkan kematian pada terumbu karang. Salah satu bukti kerusakan terumbu karang akibat penurunan jangkar pada ekosistem karang adalah terdapat banyaknya patahan karang atau *rubble* (Nugraha *et al.*, 2016). Faktor lain penyebab kematian terumbu karang diantaranya adalah penurunan jangkar kapal, penangkapan ikan dengan racun, bom serta perubahan iklim global (Burke *et al.*, 2002).

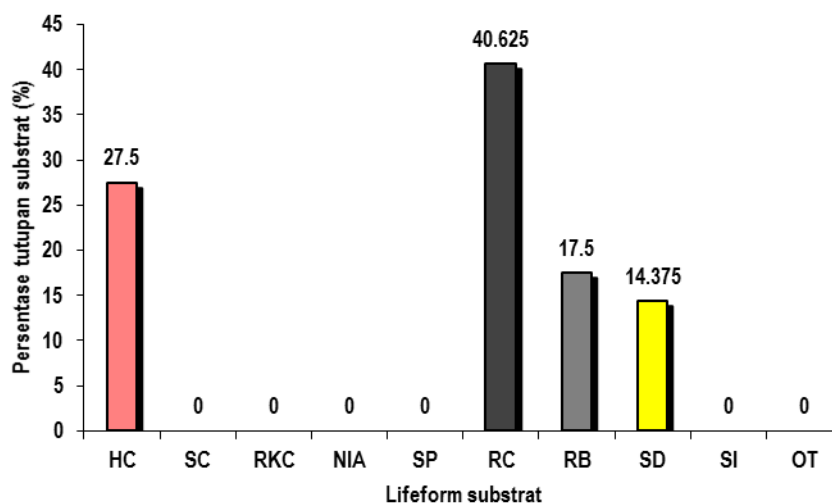
Terdapat empat jenis substrat yang ditemukan pada stasiun Teluk Semut 2, keempat jenis substart tersebut adalah *hard coral*, *rock*, *rubble*, dan *sand* (Gambar 4). Jenis substart yang memiliki nilai tutupan paling tinggi pada stasiun Teluk Semut 2 adalah substrat jenis *rock* dengan nilai tutupan sebesar 59,375%. Tingginya tutupan substart jenis *rock* pada stasiun Teluk Semut 2 dikarenakan stasiun ini terletak di bibir teluk sehingga dinamika perairan yang ada di stasiun ini sangat tinggi sehingga keadaan ini berpotensi menimbulkan kematian pada terumbu karang. Tingginya persentase tutupan substart *non-living* pada stasiun Teluk Semut 2



disebabkan oleh kegiatan – kegiatan baik itu kegiatan antropogenik ataupun faktor perubahan iklim yang dapat menyebabkan stres pada karang. Menurut Kambey (2014) menyebutkan bahwa, kematian karang yang terjadi merupakan salah satu indikasi terumbu karang mengalami stres. Karang yang stres selanjutnya akan ditumbuhi oleh alga fillamen yang dan lama – kelamaan akan membuat karang itu mati. Menurut Purbayanto *et al.* (2013) salah satu penyebab kematian terumbu karang disuatu wilayah adalah tingginya tingkat sedimentasi yang terjadi. Salah satu sumber sedimen di laut ialah dari erosi didaratan. Tomascik *et al.* (1997) berpendapat bahwa, laju sedimentasi disuatu perairan akan menyebabkan menurunnya kekayaan spesies, menurunnya tutupan karang dan menurunnya laju *recruitment* karang pada suatu perairan.



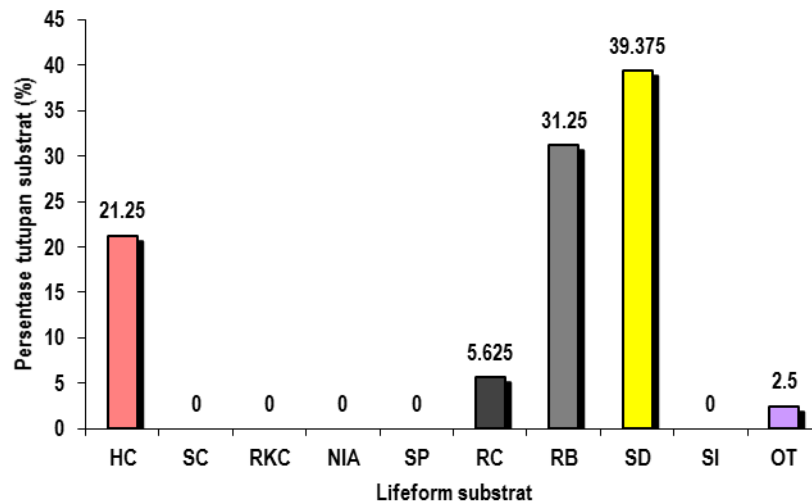
Gambar 4. Tutupan substrat pada stasiun Teluk Semut 2 HC (*hard coral*), SC (*soft coral*), RKC (*recently killed coral*), NIA (*nutrient indicator algae*), SP (*sponge*), RC (*rock*), RB (*rubble*), SD (*sand*), SI (*silt*), OT (*other*)



Gambar 5. Tutupan substrat pada stasiun Watu Mejan HC (*hard coral*), SC (*soft coral*), RKC (*recently killed coral*), NIA (*nutrient indicator algae*), SP (*sponge*), RC (*rock*), RB (*rubble*), SD (*sand*), SI (*silt*), OT (*other*)

Substrat yang ditemukan di stasiun penelitian Watu Meja didominasi oleh substrat jenis *non-living*, jenis substrat tersebut diantaranya *rock* dengan nilai tutupan sebesar 40,625 %, *rubble* dengan nilai tutupan sebesar 17,5%, dan substrat jenis *sand* dengan nilai tutupan sebesar

14,375% (Gambar 5). Dominasi substrat jenis *non-living* pada stasiun Watu Meja menunjukkan bahwa tingkat kesehatan terumbu karang sangat rendah. Selain tingginya tutupan substrat *non-living* parameter lain yang bisa dijadikan acuan tentang kesehatan terumbu karang yaitu tutupan karang hidup yang ada disuatu perairan. Tutupan substrat hidup di stasiun Watu Meja hanya sebesar 27,5 % dan hanya terdapat satu jenis substrat *living* yaitu substrat jenis *hard coral* yang didominasi oleh *hard coral* dengan jenis masive. Menurut Chabanet *et al.* (2005) bahwa, gangguan antropogenik yang secara langsung dapat merusak ekosistem terumbu karang disuatu perairan diantaranya adalah aktivitas penurunan jangkar kapal pada ekosistem karang, aktivitas kapal, aktivitas penangkapan ikan secara *destructive*, dan kegiatan diving yang tidak bertanggung jawab. Kematian terumbu karang dapat disebabkan oleh pemutihan karang, seperti kasus di Karibia Timur pemutihan yang terjadi disebabkan oleh kegiatan antropogenik (Donner *et al.*, 2007)



Gambar 6. Tutupan substrat pada stasiun *Fish Apartemen HC* (*hard coral*), *SC* (*soft coral*), *RKC* (*recently killed coral*), *NIA* (*nutrient indicator algae*), *SP* (*Sponge*), *RC* (*rock*), *RB* (*rubble*), *SD* (*sand*), *SI* (*silt*), *OT* (*other*)

Jenis substrat yang ditemukan pada stasiun *Fish Apartemen* didominasi oleh substrat jenis *non-living* (Gambar 6). Jenis substrat *non-living* yang ditemukan pada stasiun *Fish Apartemen* diantaranya adalah *rock* dengan nilai tutupan sebesar 5,625%, *rubble* dengan nilai tutupan sebesar 31,25%, dan substrat jenis *sand* dengan nilai tutupan paling tinggi yaitu 39,375%. Selain jenis substrat *non-living* di lokasi ini juga ditemukan dua jenis substrat *living*, kedua jenis substrat tersebut adalah *hard coral* dengan nilai tutupan sebesar 21,25% dan *other* dengan nilai tutupan sebesar 2,5%. Tingginya tutupan substrat jenis *sand* pada stasiun *Fish Apartemen* karena disebelah barat dan di depan dari stasiun ini terdapat daerah pantai berpasir sehingga dinamika sedimentasi yang terjadi di stasiun ini sangatlah tinggi. Menurut (Luthfi, 2016) ekosistem terumbu karang yang ada di perairan Sendang Biru sudah mulai mengalami penurunan, hal itu disebabkan karena beberapa kegiatan seperti penangkapan ikan menggunakan potasium, kegiatan pariwisata, dan proses sedimentasi. Menurut Jameson *et al.* (1990) menyatakan bahwa, keberadaan substrat jenis *rubble* disuatu perairan dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah predasi oleh organisme, penyakit, bioerosi dan keadaan perairan yang ekstrim. Dalam kasus yang terjadi di alam sangat sulit membedakan *rubble* yang diakibatkan oleh alam dengan *rubble* yang diakibatkan oleh manusia. Cuaca buruk atau badai yang terjadi di suatu perairan dapat meningkatkan potensi kerusakan pada ekosistem terumbu karang, namun, terumbu karang juga rusak akibat beberapa sumber dimana diantaranya kerusakan yang ditimbulkan oleh kegiatan manusia (Highsmith *et al.*, 1980; Harborne *et al.*, 2001).



Kesimpulan

Berdasarkan monitoring yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kesehatan terumbu karang yang ada di perairan Selat Sempu telah mengalami kerusakan, hal ini dapat dilihat dari rendahnya tutupan karang hidup yang terdapat di seluruh stasiun penelitian, selain rendahnya tutupan karang hidup rusaknya ekosistem terumbu karang juga dapat dilihat dari tutupan karang *non living seperti rock, rubble, dan sand* yang mendominasi jenis substrat yang ditemukan di sepanjang transek penelitian di empat lokasi pengambilan data. Rusaknya ekosistem terumbu karang perairan Pulau Sempu akibat aktivitas antropogenik dan aktivitas pelabuhan yang kurang baik untuk terumbu karang.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu kegiatan *Reef Check* yang telah dilakukan terkhusus kepada PJB-UP Brantas dan CMC Tiga Warna yang telah menyediakan sarana dan prasarana guna mendukung terlaksananya kegiatan *Reef Check*. Terimakasih juga kepada seluruh teman-teman peserta mata kuliah Selam Keahlian yang telah menyelesaikan kegiatan penelitiannya ini.

Daftar Pustaka

- Adibrata. 2013. Evaluasi Kondisi terumbu karang di Pulau Ketawai Kabupaten Tengah. *Jurnal Kelautan*, 6(1): 23-31.
- Annas, R.A., Z.A. Muchlisin, M.A. Sarong. 2017. Short communication: Coral reefs condition in Aceh Barat, Indonesia. *Biodiversitas*, 18(2): 524-529.
- Bahri, S., E. Rudi, I. Dewiyanti. 2015. Kondisi terumbu karang dan makro invertebrata di Perairan Ujong Pancu, Kecamatan Peukan Bada, Aceh Besar. *Depik*, 4(1): 1-7.
- Birkeland, C., Lucas, J. S. 1990. *Acanthaster planci*: a major management problem of coral reefs. Bocan Raton. CRC Press.
- Burke, L., K. Raytar, M. Spalding, A. Pery. 2002. Reef at risk in Southeast Asian. World Resources Institute, Washington DC.
- Chabanet, P., M. Adjeroud, S. Andrefouet, Y.M. Bozec, J. Ferraris, J.A.G. Charton, M. Schrimm. 2005. Human-induced physical disturbances and their indicators on coral reef habitats: a multi-scale approach. *Aquatic Living Resources*, 18: 215-230.
- Gomez, E.D., H.T. Yap. 1988. Monitoring reef condition. In: Kenchington, R.A. and B.E.T. Hudson. *Coral Reef Management Handbook*. Unesco Regional Office for Science and Technology for South-East Asia, Jakarta.
- Donner, S., T. Knutson, M. Oppenheimer. 2007. Model-based assessment of the role of human-induced climate change in the 2005 Caribbean coral bleaching event. *Proceedings of the National Academy of Science*, 104(13):5483-5488.
- Harborne, A.R., D.C. Afzal, M.J. Andrews. 2001. Honduras: Caribbean coast. *Marine Pollution Bulletin*, 42: 1221-1235.
- Hastuty, R., L. Adrianto. 2014. Tutupan karang dan komposisi ikan karang didalam dan luar kawasan konservasi pesisir timur Pulau Weh, Sabang. *Depik*, 3(2): 99-107.
- Highsmith, R.C., A.C. Riggs, C.M. D'Antonio. 1980. Survival of hurricane-generated coral fragments and disturbance model of reef calcification/growth rates. *Oecologia*, 46: 322-329.
- Hodgson, G., J. Hill, W. Kiene, L. Maun, J. Mihalay, J. Liebeler, C. Shuman, R. Torres. 2006. Reef check instruction manual: A Guide to Reef Check. Coral Reef Monitoring. Reef Check Foundation, Pacific Palisades, California, USA.
- Jameson, S.C., M.S.A. Ammar, E. Saadalla, H.M. Mostafa, B. Riegl. 1999. A coral damage index and its application to diving sites in the Egyptian Red Sea. *Coral Reefs*, 18: 333-339.
- Johan, O. 2015. Metode survei terumbu karang indonesia. Yayasan Terangi, Indonesia.
- Luthfi, O.M. 2016. Konservasi terumbu karang menggunakan konsep taman karang. *Journal of Inovation and Applied Technology*, 2(1): 210-216.



- Manuputty, Djuwariah. 2009. Panduaan metode point intercept transect (PIT) untuk masyarakat. COREMAP II – LIPI, Jakarta.
- Moberg, F., C. Folke. 1999. Ecological goods and services of coral reef ecosystem. *Ecological Economics*, 29: 215-233.
- Oktariana, A., E. Kamal, Suparno. 2014. Kajian kondisi terumbu karang dan strategi pengelolaan di Pulau Panjang, Air Bangis, Kabupaten Pasang Barat. *Natur Indonesia*, 16(1): 23-31.
- Purbayanto, A., S. Budiharso, A. Daman, A. 2013. Pengaruh sedimentasi terhadap terumbu karang di kawasan konservasi laut daerah Bintan Timur Kepulauan Riau. *Berkala Perikanan Terubuk*, 41(1): 90-101.
- Souter, D.W., O. Linden. 2000. The health and future of coral reef systems. *Ocean and Coastal Management*, 43: 657-688.
- Speers, A.E., E.Y. Besedin, J.E. Palardy, C. Moore. 2016. Impact of climate change and ocean acidification on coral reef an integrated ecological-economic model. *Ecological Economic*, 128: 33-43.
- Tomascik, T., A.J. Mah, A. Nontji, K. Moosa. 1997. The ecology of the Indonesian seas. Part One. Periplus Edition (HK) Ltd., Singapore.

Received: 12 January 2017

Accepted: 12 March 2017

How to cite this paper:

Luthfi, O. M., Januarsa, I. N., Fajri, H., Muhammad, F., Aji, N. A. T., Jumantry, S., Kusuma, M. I. A., Algadri, G. A., Roganda, F., Rizal, M. F. A., Wicaksono, A. S., Bendang, A. S., Christianda, A. N. P. 2017. Pemantauan kondisi substrat menggunakan metode *reef check*, di Perairan Selat Sempu, Kabupaten Malang. *Depik*, 6(1): 72-80.