

Tutupan Terumbu Karang di Perairan Teluk Tanah Merah, Kabupaten Jayapura

Robert Munua¹, Baigo Hamuna^{1*} dan John D. Kalor¹

¹Jurusan Ilmu Kelautan dan Perikanan, FMIPA Universitas Cenderawasih

*e-mail korespondensi: bhamuna@yahoo.com.sg

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Diterima : 11 Juni 2019 Disetujui : 22 Juli 2019 Terbit Online : 26 Juli 2019	Terumbu karang memiliki fungsi, peranan dan manfaat, baik secara langsung maupun tidak langsung bagi masyarakat yang tinggal di wilayah pesisir. Secara ekologi terumbu karang bermanfaat sebagai sumber makanan, habitat, tempat berkembang biak dan tempat hidup bagi berbagai organisme. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis <i>lifeform</i> tutupan karang, persentase terumbu karang dan parameter fisik-kimia perairan Teluk Tanah Merah Distrik Depapre. Pengambilan data selama 7 bulan dari bulan Oktober 2017 sampai April 2018. Metode pengamatan terumbu karang yang digunakan adalah observasi dan <i>Point Intercept Transect (PIT)</i> pada kedalaman 3 m dan 10 m. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 5 tipe <i>lifeform</i> karang <i>Acropora</i> di perairan Teluk Tanah Merah yaitu <i>Acropora encrusting (ACE)</i> , <i>Acropora submassive (ACS)</i> , <i>Acropora digitate (ACD)</i> , <i>Acropora branching (ACB)</i> dan <i>Acropora tabulate (ACT)</i> , serta 9 jenis <i>Non-Acropora</i> yaitu <i>Coral branching (CB)</i> , <i>Coral massive (CM)</i> , <i>Coral submassive (CS)</i> , <i>Coral encrusting (CE)</i> , <i>Coral foliose (CF)</i> , <i>Coral mushroom (CMR)</i> , <i>Heliopora (CHL)</i> , <i>Tubipora (CTU)</i> , dan <i>Millepora (CME)</i> . Rentang tutupan terumbu karang hidup berkisar antara 42,00% sampai 56,67% di kedalaman 3 m dan berkisar antara 39,33% sampai 62,67% di kedalaman 10 m.

Kata Kunci:

Acropora
Non-Acropora
Tutupan karang hidup
Point Intercept Transect
Teluk Tanah Merah

Copyright © 2019 Universitas Cenderawasih

PENDAHULUAN

Salah satu ekosistem pesisir yang paling potensial dan memberikan banyak manfaat adalah terumbu karang. Terumbu karang mempunyai arti yang sangat penting dari segi sosial ekonomi dan budaya karena hampir sepertiga penduduk Indonesia yang tinggal di daerah pesisir menggantungkan hidupnya dari perikanan laut dangkal. Terumbu karang memiliki peran sebagai sumber makanan, habitat biota-biota laut yang bernilai ekonomis tinggi. Terumbu karang juga mempunyai berbagai fungsi antara lain sebagai gudang keanekaragaman hayati biota-biota laut tetapi juga dapat berfungsi sebagai daerah rekreasi, baik rekreasi pantai maupun rekreasi bawah laut lainnya dan tempat perlindungan berbagai biota langka (Nybakken, 2001; Suharsono, 2008).

Terumbu karang merupakan habitat penting yang memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi dan memberikan manfaat penting bagi orang-orang di banyak daerah tropis (Eddy et al., 2018). Terumbu karang banyak ditemukan di perairan Indonesia karena memiliki iklim tropis, sehingga sangat sesuai untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan terumbu karang (Fadli et al., 2013; Saptarini et al., 2017). Keanekaragaman hayati terumbu karang Indonesia tertinggi di dunia, sekitar 590 spesies karang keras (Veron, 2002), dan beberapa spesies karang endemik (Rudi et al.,

2009). Lebih dari 95% jumlah spesies karang yang tercatat di Pusat Segitiga Terumbu Karang terdapat di Indonesia (Veron et al., 2009).

Monitoring kondisi terumbu karang dapat dilakukan dengan berbagai metode. Pemanfaatan berbagai citra satelit dapat digunakan untuk monitoring terumbu karang pada wilayah yang luas (Wahidin et al., 2015; Lubis et al., 2018). Monitoring terumbu karang juga dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi hydroacoustic (White et al., 2003; Hamuna et al., 2018). Kedua metode tersebut pada umumnya bertujuan untuk memetakan distribusi dan perubahan luas terumbu karang, tidak untuk menentukan kondisi tutupan terumbu karang, menentukan *lifeform* karang dan spesies karang. Metode umum yang dapat digunakan untuk menentukan kondisi terumbu karang, menentukan *lifeform* dan spesies karang adalah pengamatan secara langsung dengan menggunakan metode transek garis (English et al. 1997; Paulangan et al., 2019a), dan menggunakan metode CoralWatch untuk mengetahui kesehatan karang (Marshall et al., 2012).

Kawasan perairan Teluk Tanah Merah Distrik Depapre merupakan daerah administrasi di Kabupaten Jayapura dan memiliki sumber daya alam sangat baik, salah satu sumber daya alam yaitu sumberdaya terumbu karang yang masih baik. Belum banyak penelitian yang dilakukan di

daerah ini untuk mendapatkan kajian jenis-jenis terumbu karang secara ilmiah yang terukur dan detail.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini dilakukan bertujuan untuk (1) mengetahui jenis *lifeform* terumbu karang hidup di Perairan Teluk Tanah Merah, dan (2) mengetahui persentase tutupan terumbu karang hidup di Perairan Teluk Tanah Merah. Informasi yang dihasilkan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan berbagai informasi bagi pemerintah daerah dan masyarakat mengenai kondisi terumbu karang di Teluk Tanah Merah, Distrik Depapre, Kabupaten Jayapura.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Pengambilan data lapangan dilaksanakan pada tanggal 7-8 Oktober 2017 di perairan Teluk Tanah Merah Distrik Depapre Kabupaten Jayapura. Lokasi pengambilan data terumbu karang dilakukan di 4 stasiun antara lain Kampung Tua (stasiun 1), Tanjung Harlem (stasiun 2), Yonsubo (stasiun 3), dan Tanjung Tanah Merah (stasiun 4) (Gambar 1).

Metode Penelitian

Metode observasi

Metode dengan melakukan studi pengamatan, guna mencatat seluruh parameter serta seluruh isi penelitian dan juga melihat langsung guna mempertimbangkan hal-hal yang mendukung kelancaran pelaksanaan penelitian.

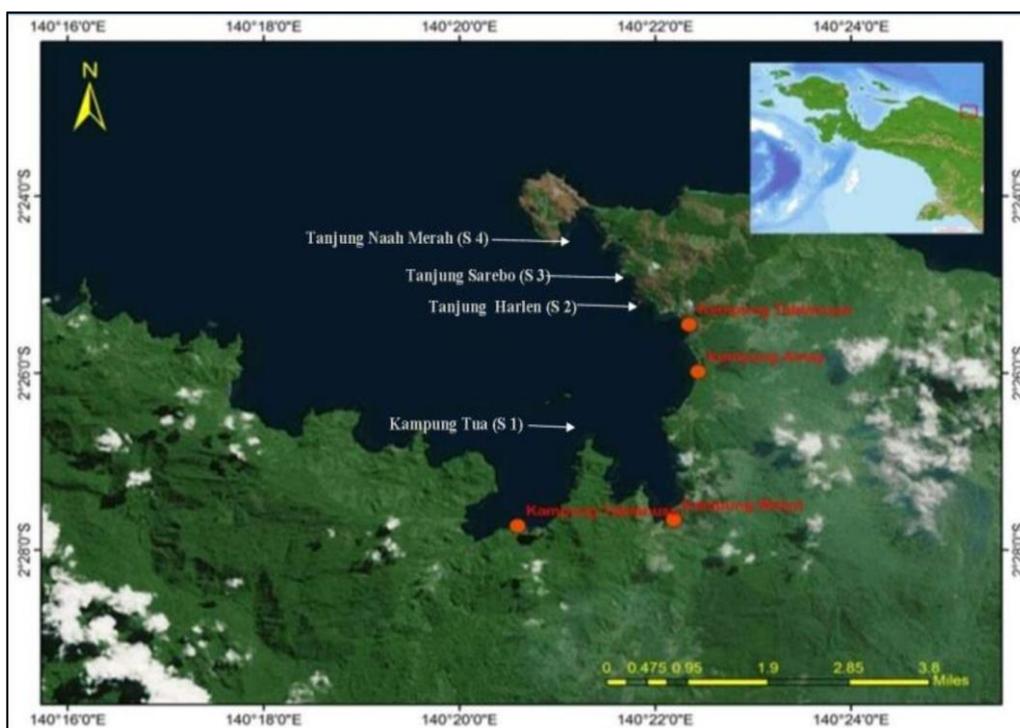
Metode monitoring terumbu karang

Metode *Point Intercept Transect* (PIT) merupakan salah satu metode yang dikembangkan untuk memantau kondisi karang hidup dan biota pendukung lainnya di suatu lokasi terumbu karang dengan cara yang mudah dan dalam waktu yang cepat. Metode ini dapat memperkirakan kondisi terumbu karang di daerah berdasarkan persen tutupan karang hidup dengan mudah dan cepat. Secara teknis, metode PIT adalah cara menghitung persen tutupan (% cover) substrat dasar secara acak, dengan menggunakan tali bertanda di setiap jarak 0,5 meter atau juga pita berskala roll meter (Manuputi dan Djuwariah, 2009).

Prosedur Pengambilan Data Terumbu Karang

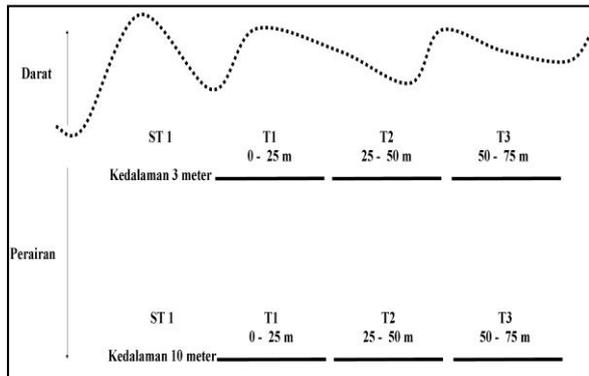
Adapun prosedur pengambilan data tutupan terumbu karang dilakukan berdasarkan tahapan sebagai berikut:

1. Pada lokasi pengamatan ditentukan 4 stasiun pengamatan berdasarkan kondisi tutupan terumbu karang dimana terdapat 2 titik kedalaman yaitu antara 3 m dan 10 m.
2. Garis transek dibentangkan menggunakan roll meter pada setiap stasiun sepanjang 75 m sejajar garis pantai yang di bagikan menjadi 3 titik garis transek yaitu titik pertama dari 1 m sampai 25 m, titik kedua dari 25m sampai 50 m dan titik ketiga dari 50 m sampai 75 m, sehingga di setiap titik kedalaman 3 m dan 10 m terdapat 3 titik garis transek pengambilan data terumbu karang menggunakan SCUBA atau alat penyelam (Gambar 2).

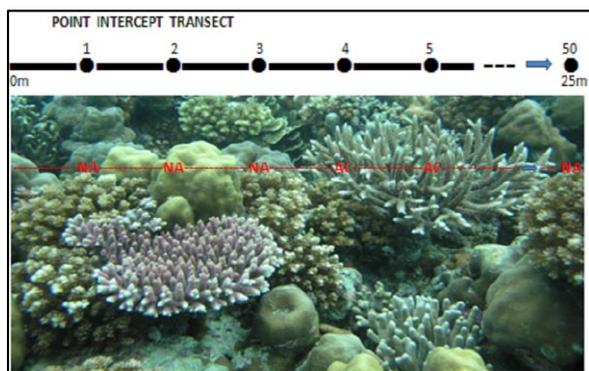


Gambar 2. Peta lokasi penelitian

3. Mencatat beberapa kali jumlah jenis koloni karang yang dilihat berada di bawah garis transek mulai dari titik 1, 1,5, 2, 2,5, 3 dan seterusnya hingga ke titik 75 m (Gambar 3).
4. Setelah melakukan pencatatan kemudian melakukan foto atau video bawa laut pada koloni karang yang tepat berada di atas garis transek guna untuk memudahkan identifikasi dan juga memperoleh ketelitian dalam pengambilan data yang baik.



Gambar 2. Skema pengamatan transek garis



Gambar 3. Contoh pencatatan tutupan *lifeform* karang menggunakan metode PIT

Analisis Data

Panjang transek yang digunakan pada penelitian ini adalah 75 m, sehingga jumlah data yang diperoleh sepanjang transek adalah 150 data. Persentase tutupan karang dihitung menggunakan persamaan berikut (Manuputty dan Djuwariah 2009):

$$\% \text{ tutupan} = \frac{\text{tutupan tiap lifeform}}{150} \times 100\%$$

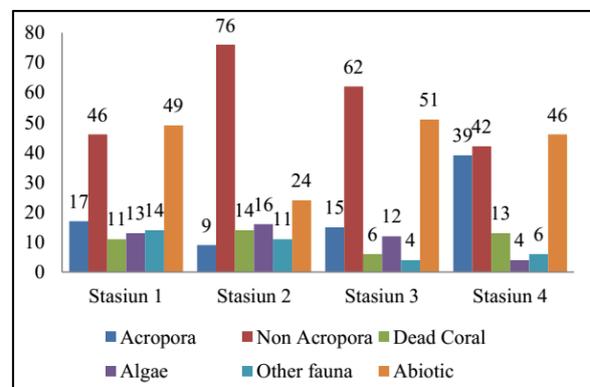
Penentuan kondisi terumbu menggunakan kriteria berdasarkan Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 4 Tahun 2001 tentang standar kerusakan terumbu karang, yaitu sangat baik (75-100%), baik (50-74,9%), sedang (25-49,9%), dan buruk (0-24,9%) (KLH, 2004).

HASIL DAN PEMBAHASAN

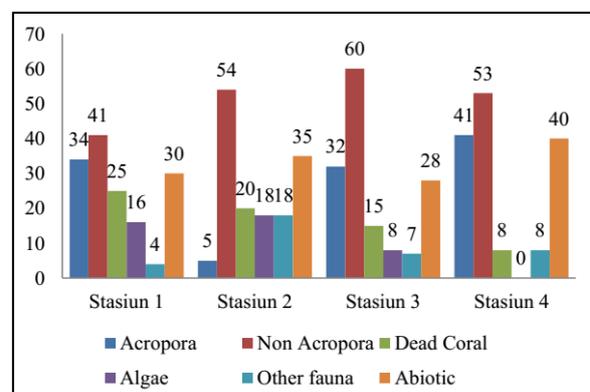
Kondisi Tutupan Substrat

Kondisi tutupan terumbu karang yang dilakukan pada kedalaman 3 m dan 10 m dari keempat stasiun dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5. Pada stasiun 1 di kedalaman 3 m diketahui tutupan jenis karang *Acropora* 17 titik, *non-Acropora* 46 titik, *Dead Coral* 11 titik, *Algae* 13 titik, *Other Fauna* 14 titik dan *Abiotik* 49 titik. Hal ini dapat diketahui bahwa pada kedalaman 3 m lokasi tersebut terdapat *Abiotik* yang paling mendominasi dibandingkan dengan tutupan kelompok karang *Acropora* dan *non-Acropora* dan terendah yaitu *Dead Coral*. Sedangkan pada kedalaman 10 m, tutupan jenis karang *Acropora* 34 titik, *non-Acropora* 41 titik, *Dead Coral* 25 titik, *Algae* 16 titik, *Other Fauna* 4 titik dan *Abiotik* 30 titik. Hal ini dapat diketahui bahwa pada kedalaman 10 m lokasi tersebut terlihat baik sehingga diketahui karang *Acropora* dan *non-Acropora* yang paling dominan dibandingkan dengan kedalaman 3 meter itu sangat berkurang.

Pada stasiun 2, tutupan jenis karang *Acropora* lebih rendah yaitu 9 titik sedangkan *non-Acropora* lebih dominan yaitu 73 titik, *Dead coral* 14 titik, *Alga* 16 titik, *Other Fauna* 11 titik dan *Abiotik* 24 titik di kedalaman 3 m. Sedangkan di kedalaman 10 m, tutupan jenis karang *Acropora* juga lebih rendah yaitu 5 titik dibandingkan *non-Acropora* lebih



Gambar 4. Kondisi substrat di kedalaman 3 m



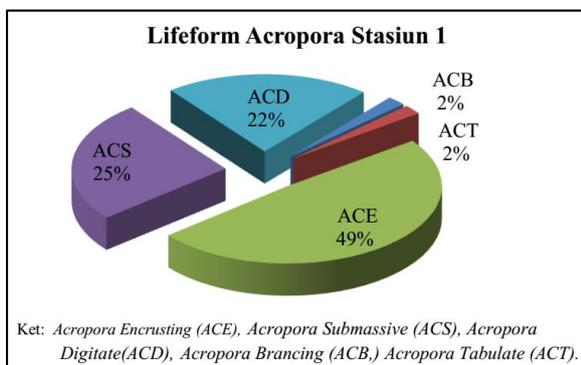
Gambar 5. Kondisi substrat di kedalaman 10 m

dominan yaitu 52 titik, *Dead Coral* 20 titik, *Alga* 18 titik, *Other fauna* 18 titik dan *Abiotik* 35 titik. Pemanfaatan kawasan pesisir di stasiun 2 sangat berpengaruh terhadap tutupan terumbu karang, dimana stasiun 2 merupakan kawasan wisata pesisir yang ada di Distrik Depapre, Kabupaten Jayapura.

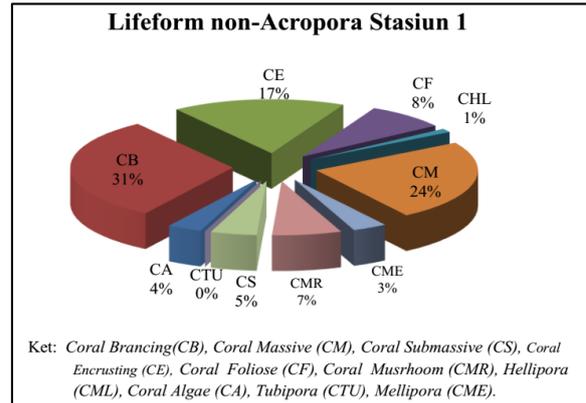
Pada stasiun 3 di kedalaman 3 m, tutupan jenis karang *Acropora* 15 titik, non-*Acropora* 55 titik, *Dead Coral* 6 titik, *Alga* 12 titik, *Other Fauna* 4 titik dan *Abiotik* 51 titik. Sedangkan pada kedalaman 10 m, tutupan jenis karang *Acropora* 32 titik, non-*Acropora* 59 titik, *Dead Coral* 15 titik, *Alga* 8 titik, *Other Fauna* 7 titik dan *Abiotik* 28 titik. Selanjutnya, pada stasiun 4 di kedalaman 3 m tutupan jenis karang *Acropora* 39 titik dan non-*Acropora* 41 titik. Sedangkan di kedalaman 10 m, tutupan jenis karang *Acropora* 41 titik dan non-*Acropora* 50 titik. Tutupan karang *Acropora* di stasiun 4 lebih tinggi dibandingkan stasiun lainnya. Menurut Nybakken (2001), mengatakan bahwa kelompok *Acropora* biasanya hidup subur dan lebih mendominasi pada kedalaman 15 m sampai 20 m.

Tutupan Liform Acropora dan non-Acropora Stasiun 1

Jumlah tutupan tiap *liform* terumbu karang *Acropora* dan non-*Acropora* pada di stasiun 1 disajikan pada Gambar 6 dan Gambar 7. Pada kedalaman 3 m dan 10 m, teridentifikasi 5 *liform* *Acropora* yaitu *Acropora encrusting* 25 titik, *Acropora submassive* 13 titik, *Acropora digitate* 11 titik, *Acropora branching* 1 titik dan *Acropora tabulate* 1 titik. Sedangkan jumlah *liform* non-*Acropora* pada stasiun 1 antara lain *Coral branching* 27 titik, *Coral massive* 21 titik, *Coral encrusting* 15 titik, *Coral foliose* 7 titik, *Coral mushroom* 6 titik, *Coral submassive* 4 titik, *Millepora* 3 titik dan *Heliopora* 1 titik.



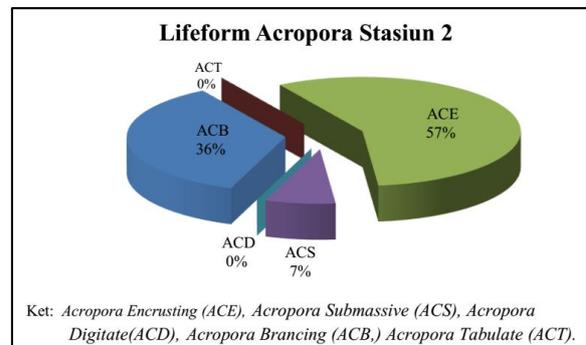
Gambar 6. Persentase tutupan *liform* *Acropora* di stasiun 1



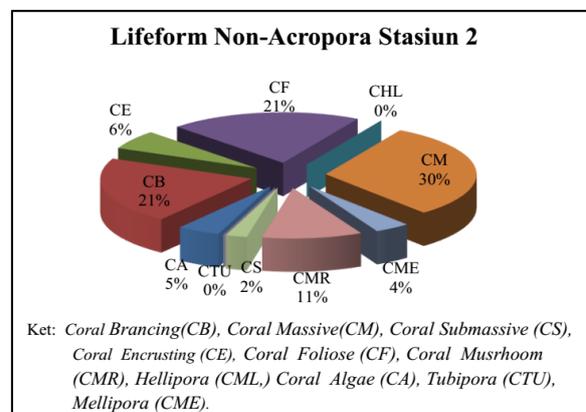
Gambar 7. Persentase tutupan *liform* non-*Acropora* di stasiun 1

Stasiun 2

Jumlah tutupan tiap *liform* terumbu karang *Acropora* dan non-*Acropora* pada di stasiun 2 disajikan pada Gambar 8 dan Gambar 9. Pada kedalaman 3 m dan 10 m, hanya ditemukan 3 jenis *liform* *Acropora*, yaitu *Acropora encrusting* 8 titik, *Acropora branching* 5 titik dan *Acropora submassive* 1 titik. Sedangkan untuk *liform* non-*Acropora* antara lain *Coral massive* 40 titik, *coral branching* 28 titik, *Coral foliose* 27 titik, *Coral mushroom* 14 titik, *Coral encrusting* 8 titik, *Millepora* 4 titik, dan *Coral submassive* 3 titik.



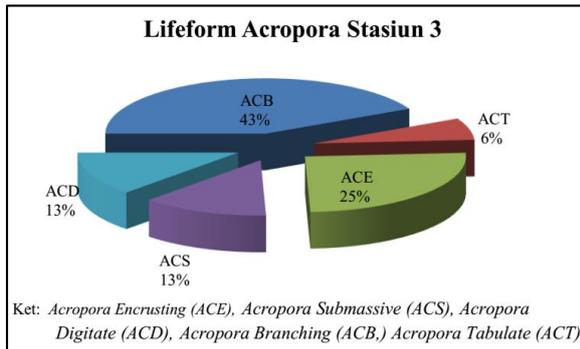
Gambar 8. Persentase tutupan *liform* *Acropora* di stasiun 2



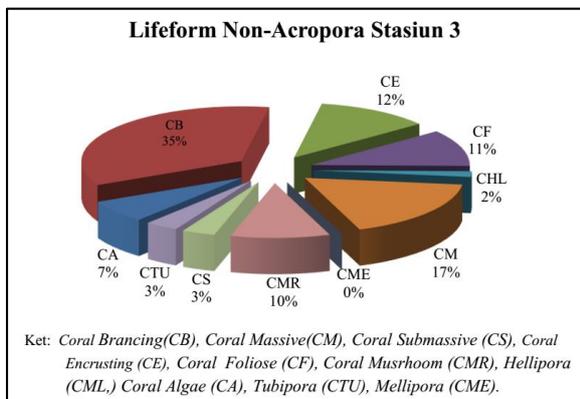
Gambar 9. Persentase tutupan *liform* non-*Acropora* di stasiun 2

Stasiun 3

Jumlah tutupan tiap *lifeform* terumbu karang *Acropora* dan non-*Acropora* pada di stasiun 3 disajikan pada Gambar 10 dan Gambar 11. *Lifeform Acropora* yang ditemukan pada stasiun 3 antara lain *Acropora branching* 20 titik, *Acropora encrusting* 12 titik, *Acropora submassive* 6 titik, *Acropora digitate* 6 titik, dan *Acropora tabulate* 3 titik. Sedangkan untuk *lifeform non-Acropora* antara lain *Coral branching* 42 titik, *Coral massive* 21 titik, *Coral encrusting* 14 titik, *Coral foliose* 13 titik, *Coral mushroom* 12 titik, *Tubipora* 4 titik, *Coral submassive* 4 titik, dan *Heliopora* 2 titik.



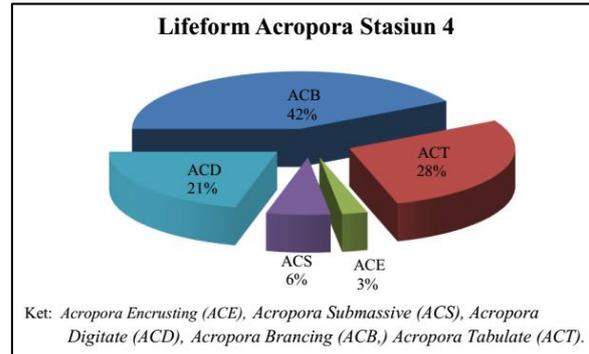
Gambar 10. Persentase tutupan *lifeform Acropora* di stasiun 3



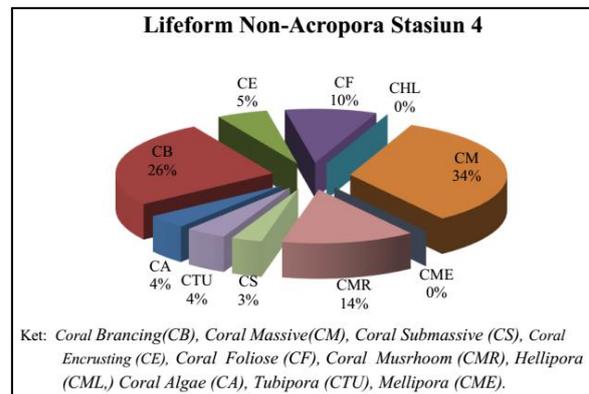
Gambar 11. Persentase tutupan *lifeform non-Acropora* di stasiun 3

Stasiun 4

Jumlah tutupan tiap *lifeform* terumbu karang *Acropora* dan non-*Acropora* pada di stasiun 4 disajikan pada Gambar 12 dan Gambar 13. *Lifeform Acropora* yang ditemukan pada stasiun 4 antara lain *Acropora branching* 34 titik, *Acropora tabulate* 23 titik, *Acropora digitate* 17 titik, *Acropora submassive* 4 titik dan *Acropora encrusting* 2 titik. Sedangkan untuk *lifeform non-Acropora* antara lain *Coral massive* 32 titik, *Coral branching* 25 titik, *Coral mushroom* 13 titik, *Coral foliose* 9 titik, *Coral encrusting* 5 titik, *Tubipora* 4 titik, dan *Coral submassive* 3 titik.



Gambar 12. Persentase tutupan *lifeform Acropora* di stasiun 4



Gambar 13. Persentase tutupan *lifeform non-Acropora* di stasiun 4

Berdasarkan data yang telah diuraikan, *Coral branching* dan *Coral massive* lebih dominan ditemukan di perairan Teluk Tanah Merah. Menurut English et al. (1994) dalam Suryanti et al. (2011), jenis karang yang dominan di suatu habitat tergantung lingkungan atau kondisi dimana karang tersebut hidup. Pada suatu habitat, jenis karang yang hidup dapat didominasi oleh suatu jenis karang tertentu. Misalkan, *Coral massive* lebih banyak tumbuh di terumbu terluar dengan perairan berarus, pada daerah raaan terumbu biasanya di dominasi karang-karang kecil yang umumnya berbentuk *massive* dan *submassive*. *Coral branching* banyak terdapat di sepanjang tepi terumbu dan bagian atas lereng, terutama yang terlindungi atau setengah terbuka (Andrianto, 2016). Adapun terumbu karang kelompok *Acropora* lebih dominan hidup pada daerah yang dalam dan substrat yang berbatu agar polip karang dgn mudah melekat dan tumbuh (Nababan, 2009).

Kondisi Terumbu Karang

Kondisi terumbu karang suatu perairan dapat ditinjau berdasarkan persentase tutupan karang hidup, yang terdiri dari *lifeform Acropora* dan non-*Acropora*. Persentase rata-rata kehadiran *lifeform* karang hidup di lokasi penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase dan kriteria tutupan karang hidup di perairan Teluk Tanah Merah, Distrik Depapre

Stasiun	Nama Lokasi	Kedalaman 3 m		Kedalaman 10 m	
		Persentase (%)	Kriteria	Persentase (%)	Kriteria
1	Kampung Tua	42.00	Sedang	50.00	Baik
2	Tanjung Harlem	56.67	Baik	39.33	Sedang
3	Yonsubo	51.33	Baik	61.33	Baik
4	Tanjung Tanah Merah	54.00	Baik	62.67	Baik

Tutupan terumbu karang hidup pada penelitian ini berkisar antara 39,33% sampai 62,67%. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan hidup No. 4 Tahun 2001 (KLH 2001), maka kondisi terumbu karang di perairan Teluk Tanah Merah, Distrik Depapre tergolong pada kategori sedang hingga baik. Secara keseluruhan, tutupan terumbu karang yang diperoleh pada penelitian ini tidak berbeda jauh dengan hasil penelitian Paulangan et al. (2019a), dimana persentase tutupan karang hidup berkisar antara 46,33% sampai 68,00%.

Tutupan karang hidup terendah yang diperoleh pada penelitian ini berada di stasiun 2 pada kedalaman 10 dengan tutupan karang berkisar antara 39,33%. Hal ini dapat disebabkan karena stasiun 2 (Tanjung Harlem) merupakan kawasan wisata pantai yang berpengaruh terhadap kondisi terumbu karang. Hasil penelitian Rumahorbo et al. (2018) juga menunjukkan persentase tutupan karang yang hampir sama sekitar 34,0% sampai 52,5%. Menurut Supriharyono (2000) dalam Nababan (2009) bahwa aktifitas wisata bahari yang berlebihan dapat mengakibatkan turunnya kualitas dan fungsi lingkungan perairan laut yang akan mengakibatkan rusaknya ekosistem terumbu karang. Adapun tutupan karang tertinggi di stasiun 3 dan 4 pada kedalaman 10 m. Tingginya tutupan karang hidup tersebut disebabkan karena lokasi tersebut merupakan lokasi diterapkannya *Tiyatiki* atau daerah yang dilindungi secara tradisional (berdasarkan kearifan lokal) oleh masyarakat pemilik hat ulayat (Paulangan, 2018).

Rendahnya tutupan karang hidup dapat berakibat terhadap rendahnya sumberdaya ikan yang hidup di terumbu karang, bahkan sedikit saja kehilangan karang akan menyebabkan penurunan kelimpahan ikan karang. Keanekaragaman *lifeform* karang hidup dapat berpengaruh terhadap kelimpahan famili ikan karang (Paulangan et al., 2019b). Hal ini dapat terjadi karena terumbu karang hidup merupakan habitat penting untuk berbagai jenis ikan terumbu, seperti ikan kelompok target, kelompok mayor, dan kelompok indikator (Madduppa et al., 2012). Berbagai dampak dari penurunan kondisi karang atau bahkan hilangnya karang pada ikan karang dapat terjadi dalam jangka waktu yang relatif singkat, seperti berkurangnya kondisi fisiologis dan aktivitas reproduksi (Pratchett et al., 2004), sedangkan untuk jangka

waktu yang lebih lama dapat menyebabkan kelimpahan dan keanekaragaman ikan semakin berkurang (Wilson et al., 2006).

Kualitas parameter fisika dan kimia perairan juga dapat memberikan pengaruh terhadap kondisi dan kelangsungan hidup berbagai biota yang ada di perairan laut (Hamuna et al., 2018; Tanjung et al., 2019), serta dapat menjadi faktor pembatas penyebaran biota laut tersebut (Nybakken, 2001). Menurut Suharsono (1998) kondisi pada presentase tutupan karang yang tinggi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor oceanografi antara lain posisi terumbu karang menghadap angin, dimana arus dari laut lepas mensuplai banyak makanan dan mempertinggi difusi oksigen dari udara bebas.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini memberikan informasi tentang kondisi terumbu karang di perairan pesisir Kota Jayapura, dimana terumbu karang dalam kategori sedang hingga baik. *Lifeform* karang *Coral branching* dan *Coral massive* lebih dominan dan ditemukan dalam frekuensi yang banyak di perairan Teluk Tanah Merah.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto. 2016. Variasi Morfologi Karang Bercabang (*branching*) Berdasarkan Zona Terumbu Karang di Perairan Pulau Badi Kabupaten Pangkep. Skripsi. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- English, S., Wilkinson, C., and Baker, V. 1997. Survey Manual for Tropical Marine Resources: 2nd ed. Townsville: Australia Institute of Marine Science.
- Fadli, N., Kunzmann, A., Von Jutarzenka, K., Rudi, E., and Muchlisin, Z.A. 2013. A preliminary study of corals recruitment using coral rubble substrate in Seribu Island waters, Indonesia. *AAFL Bioflux*, 6(3), 246-252.
- Hamuna, B., Pujiyati, S., Natih, N.M.N., dan Dimara, L. 2018. Analisis hambur balik akustik untuk klasifikasi dan pemetaan substrat dasar perairan di Teluk Yos Sudarso, Kota Jayapura. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(2), 291-300.
- Hamuna, B., Tanjung, R.H.R., Suwito, Maury, H.K., dan Alianto. 2018. Kajian kualitas air laut dan

- indeks pencemaran berdasarkan parameter fisika-kimia di perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 35-43.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia (KLH). (2001). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 4 tahun 2001 tentang Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang. Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia. Jakarta, Indonesia.
- Lubis, M.Z., Anurogo, W., Hanafi, A., Kausarian, H., Taki, H.M., and Antoni, S. 2018. Distribution of benthic habitat using Landsat-7 imagery in shallow waters of Sekupang, Batam Island, Indonesia. *Biodiversitas*, 19(3), 1117-1122.
- Madduppa, H.H., Agus, S.B., Farhan, A.R. Suhendra, D., and Subhan, B. 2012. Fish biodiversity in coral reefs and lagoon at the Maratua Island, East Kalimantan. *Biodiversitas*, 13(3), 145-150.
- Manuputty, A.E., dan Djuwariah. 2009. Panduan Metode point Intersept Transect (PIT) untuk Masyarakat Studi Baseline dan Monitoring Kesehatan karang di Lokasi Daerah perlindungan Laut. Jakarta: Coral Reef Rehabilitation and Management Program, COREMAP II-LIPI.
- Marshall, N.J., Kleine, D.A., and Dean, A.J. 2012. CoralWatch: education, monitoring, and sustainably through citizen science. *Front Ecol. Environ.*, 10(6), 332-334.
- Nababan, R.M. 2009. Presentase Tutupan (*Percent Cover*) Terumbu Karang Di Bagian Timur Periran Pulau Rubiah Nanggro Aceh Darussalam. Skripsi. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Nybakken, J.W. 2001. *Marine biology: An ecological approach*, 5th Ed. San Francisco: Benjamin Cummings.
- Paulangan, Y.P. 2018. Kondidi ekosistem terumbu karang di lokasi Tiatiki dan non-Tiatiki, Kampung Tablanusu Distrik Depapre Kabupaten Jayapura. *Scripta Biologica*, 5(5), 55-59.
- Paulangan, Y.P., Fahrudin, A., Sutrisno, D., and Bengen, D.G. 2019a. Distribution and condition of coral reef ecosystem in Tanah Merah Bay, Jayapura, Papua, Indonesia. *AACL Bioflux*, 12(2), 502-512.
- Paulangan, Y.P., Fahrudin, A., Sutrisno, D., dan Bengen, D.G. 2019b. Keanekaragaman dan kemiripan bentuk profil terumbu berdasarkan ikan karang dan lifeform karang di Teluk Depapre Jayapura, Provinsi Papua, Indonesia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(2), 249-262.
- Pratchett, M.S., Wilson, S.K. Berumen, M.L., and McCormick, M.I. 2004. Sublethal effects of coral bleaching on an obligate coral feeding butterflyfish. *Coral Reefs*, 23(3), 352-356.
- Rudi, E., Elrahimi, S.A., Kartijaya, T., Herdiyana, Y., Setiawan, F., Shinta, P., Campbell, S., and Tamelander, J. 2009. Reef fish status in northern Acehnese reef based on management type. *Biodiversitas*, 10(2), 88-93.
- Rumahorbo, B.T., Hamuna, B., dan Dimara, L. 2018. Kondisi ekosistem terumbu karang di perairan Tablasupa Kabupaten Jayapura dan nilai manfaat ekonominya. *ACROPORA: Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Papua*, 1(2), 58-63.
- Saptarini, D., Mukhtasor, and Rumengan, I.F.M. 2017. Coral reef lifeform variation around power plant activity: Case study on coastal area of Paiton Power Plant, East Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 18(1), 116-120.
- Suharsono. 2008. *Jenis-jenis Karang Di Indonesia*. Jakarta: LIPI Press.
- Suharsono. 1984. *Pertumbuhan Karang*. Jakarta: Pusat Penelitian Oceanografi, LIPI.
- Suryanti., Supriharyono., Yulia R., (2011). Pengaruh kedalaman terhadap morfologi karang di Pulau Cemara Kecil, Taman Nasional Karimunjawa. *Jurnal Saintek Perikanan*, 7(1), 63-69.
- Tanjung, R.H.R., Hamuna, B., and Alianto. 2019. Assessment of water quality and pollution index in coastal waters of Mimika, Indonesia. *Journal of Ecological Engineering*, 20(2), 87-94.
- Veron, J.E.N. 2002. Reef corals of the Raja Ampat Islands, Papua Province, Indonesia, Part I: overview of Scleractinia. In: *A marine rapid assessment of the Raja Ampat Islands, Papua Province, Indonesia* (ed. S.A. McKenna, G.R. Allen and S. Suryadi), pp. 26-36. Conservation International, Washington.
- Veron, J.E.N., Devantier, L.M., Turak, E., Green, A.L., Kininmonth, S., Stafford-Smith, M., and Peterson, N. 2009. Delineating the coral triangle. *Galaxea, Journal of Coral Reef Studies*, 11(2), 91-100.
- Wahidin, N., Siregar, V.P., Nababan, B., Jaya, I., and Wouthuyzen, S. 2015. Object-based image analysis for coral reef benthic habitat mapping with several classification algorithms. *Procedia Environmental Science*, 24, 222-227.
- White, W.H., Harborne, A.R., Sotheran, I.S., Walton, R., and Foster-Smith, R.L. 2003. Using an acoustic ground discrimination system to map coral reef benthic classes. *International Journal of Remote Sensing*, 24(13), 2641-2660.