

Laju Pertumbuhan Karang Transplantasi *Acropora* sp. di Pantai Pandawa, Bali

Mayang Utami ^{a*}, I Wayan Arthana ^a, Ni Made Ernawati ^a

^a Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Badung, Bali-Indonesia

* Penulis koresponden. Tel.: +62-912-6293-9321

Alamat e-mail: mayangutami24@gmail.com

Diterima (received) 4 Juli 2021; disetujui (accepted) 18 Agustus 2021; tersedia secara online (available online) 30 Agustus 2021

Abstract

Coral transplantation is a coral rehabilitation activity by cutting coral from a colony to be replanted. This study aimed to determine the differences in the growth of coral transplants of *Acropora* sp. using cement media and pipe media. Research on coral transplantation was carried out at the end of December 2020 to early March 2021 for 3 months at Pandawa Beach, Bali. Observations of coral growth using different media were carried out 6 times with an interval of 14 days using a caliper. Observations on the growth of coral fragments consisted of increasing the height and width of the coral. The results showed that the coral height of *Acropora* sp. using pipe media has the highest growth rate of 39.34 mm, coral height growth using cement media is 30.31 mm. The result of the highest growth width on coral using pipe media is 30.90 mm and the growth of coral width on cement media is 28.76 mm. The survival rate of coral *Acropora* sp. on cement media by 100% and on pipe media by 90%.

Keywords: *Acropora*; Coral transplantation; Growth; Pandawa Beach

Abstrak

Transplantasi karang merupakan kegiatan rehabilitasi karang dengan cara memotong karang dari suatu koloni untuk ditanam kembali. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan pertumbuhan pada transplantasi karang jenis *Acropora* sp. dengan menggunakan media semen dan media pipa. Penelitian mengenai transplantasi karang dilaksanakan pada akhir bulan Desember 2020 hingga awal bulan Maret 2021 selama 3 bulan di Pantai Pandawa, Bali. Pengamatan pertumbuhan karang dengan menggunakan media yang berbeda ini dilakukan sebanyak 6 kali dengan interval waktu 14 hari menggunakan alat jangka sorong. Pengamatan pertumbuhan fragmen karang terdiri dari pertambahan tinggi dan lebar karang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi karang *Acropora* sp. dengan menggunakan media pipa memiliki tingkat pertumbuhan tertinggi yaitu 39,34 mm, pertumbuhan tinggi karang dengan menggunakan media semen sebesar 30,31 mm. Hasil pertumbuhan lebar tertinggi pada karang dengan menggunakan media pipa yaitu 30,90 mm dan pertumbuhan lebar karang pada media semen sebesar 28,76 mm. Tingkat kelangsungan hidup karang *Acropora* sp. pada media semen sebesar 100% dan pada media pipa sebesar 90%.

Kata Kunci: *Acropora*; Pantai Pandawa; Pertumbuhan; Transplantasi karang

1. Pendahuluan

Keberadaan terumbu karang di Indonesia menempati urutan pertama pada luas dan jenisnya. Total luas daerah terumbu karang yang dimiliki Indonesia sebesar 14% dari keseluruhan luas total terumbu karang yang ada di dunia (Januardi, 2016). Terumbu karang memiliki nilai penting dalam kehidupan, baik dari segi ekologi hingga nilai ekonomi yang menjanjikan. Manfaat biologi dari kehadiran terumbu karang yaitu

sebagai tempat hidup bagi berbagai jenis biota seperti ikan-ikan kecil di dalam laut. Sedangkan, nilai ekonomi dari terumbu karang yaitu dapat memajukan kawasan pesisir pada sektor pariwisata. Daya tarik terumbu karang sangat digemari oleh wisatawan bahari khususnya dalam kegiatan menyelam (*diving*) dan *snorkeling* (Zulfikar, 2011). Selain itu, terumbu karang dikenal dengan ekosistem yang peka dan sangat

sensitif sehingga kerusakan terumbu karang tidak dapat dihindari.

Kerusakan terumbu karang mengalami peningkatan setiap tahunnya, apabila dibiarkan terus-menerus dengan waktu yang lama akan mengganggu ekosistem di laut. Sesuai yang dikatakan oleh Somma (2018) bahwa hampir 85% sebaran terumbu karang yang ada di Indonesia terancam rusak dan sebesar 50% lainnya mendapatkan ancaman kerusakan tinggi. Sekitar 36,5% terumbu karang dalam kondisi kurang baik dan 33% dalam kondisi buruk. Hanya sekitar 5,5% dan 27% saja kondisi tutupan karang yang kondisinya dalam kategori sangat baik dan baik. Aktifitas manusia menjadi penyebab dari adanya polusi yang menyebabkan kondisi terumbu karang di dunia menjadi terancam (Burke *et al.*, 2012). Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan rusaknya ekosistem terumbu karang. Perubahan iklim yang ekstrim merupakan salah satu faktor penyebab terumbu karang rusak, perubahan iklim ekstrim seperti naiknya suhu air laut yang terjadi karena proses *global warming* dan kegiatan manusia seperti penangkapan berlebihan, pembangunan pesisir, dan pencemaran air laut dari pembuangan limbah pabrik yang mengakibatkan pemutihan karang (*coral bleaching*) termasuk kedalam kerusakan terumbu karang.

Metode transplantasi merupakan salah satu cara yang banyak dilakukan dalam upaya pemulihan dari kerusakan terumbu karang. Kegiatan transplantasi terumbu karang merupakan kegiatan pemulihan atau pelestarian terumbu karang yang sudah terancam dan terdegradasi dengan menggunakan metode fragmentasi, yang dimana benih dari fragmen karang diambil dari suatu induk koloni (Soedharma, 2007). Pelaksanaan transplantasi dilapangan tidak semudah yang dibayangkan, terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam menentukan keberhasilan transplantasi. Faktor keberhasilan transplantasi diantaranya reproduksi karang dengan memperhatikan ukuran dari fragmen karang, tipe substrat yang digunakan sebagai tempat fragmen karang, dan jenis karang yang digunakan (Prameliasari *et al.* 2012).

Desa Kutuh yang berada di kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung memiliki beraneka ragam pantai, salah satunya adalah Pantai Pandawa. Pantai Pandawa memiliki ketertarikan tersendiri karena keindahan alam yang luar biasa. Desa Kutuh merupakan desa yang mandiri karena

masyarakat desanya mampu mengelola dan mengembangkan potensi sumber daya alam (Ryan, 2020). Potensi pariwisata sangat menjanjikan bagi para penduduk sekitar, salah satunya adalah karang. Selain itu terdapat kelebihan dari perairan Pantai Pandawa sebagai tempat tranplantasi karang yaitu tidak terdapat pembuangan limbah yang masuk secara langsung ke daerah perairan pantai. Namun, masih sedikit penelitian mengenai pertumbuhan dan tingkat keberhasilan hidup karang transplantasi khususnya karang jenis *Acropora* sp. di perairan Pantai Pandawa.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan tempat penelitian

Kegiatan transplantasi dilaksanakan pada akhir Bulan Desember 2020 sampai awal bulan Maret 2021 selama 3 bulan. Pengamatan karang dilakukan sebanyak 6 kali dengan interval waktu 14 hari. Penelitian dilaksanakan di perairan Pantai Pandawa, tepatnya berada di Desa Kutuh, Kuta Selatan, Badung, Bali. Titik lokasi penanaman karang berada sekitar 100 m dari bibir pantai dengan kedalaman $\pm 1 - 2$ m.

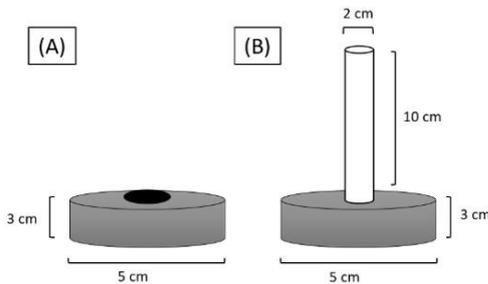
2.2 Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang digunakan yaitu, jangka sorong, tang, pipa berdiameter ± 2 cm, kamera bawah air, kamera digital, peralatan alat tulis, peralatan *snorkeling*, klem plastik, gergaji kecil, termometer, *global meter*, *secchi disk*, pH meter, semen, pasir, air, batu apung, fragmen karang *Acropora formosa*, *Acropora nasuta* dan *Acropora millepora*.

2.3 Metode Transplantasi

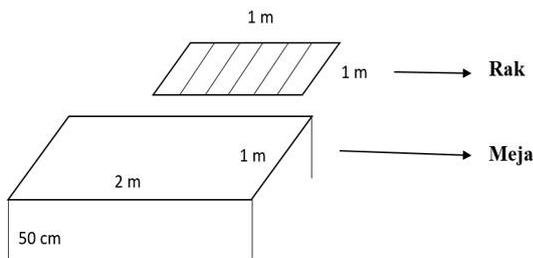
Pembuatan substrat menggunakan bahan air, batu apung, pasir dan semen. Proses pembuatan substrat melalui pengadukan seluruh bahan menggunakan cetok. Selanjutnya pengambilan semen dilakukan dengan substrat bentuk bulat dan ukuran substrat rata-rata berdiameter 5 cm. Semen diletakkan pada cetakan diameter untuk menyesuaikan dengan ukuran substrat yang dibuat. Terdapat dua tipe pembuatan substrat, tipe pembuatan substrat pertama dibuat tanpa penambahan pipa dan tipe kedua dengan menambahkan pipa berdiameter ± 2 cm yang

diletakan di bagian tengah substrat yang sudah dibentuk bulat. Perbedaan substrat dapat dilihat dengan jelas pada Gambar 1. Tipe A merupakan substrat tanpa menggunakan pipa dan tipe B merupakan substrat yang menggunakan pipa diameter ± 2 cm dengan tinggi ± 10 cm.



Gambar 1. Perbedaan media (tipe) substrat

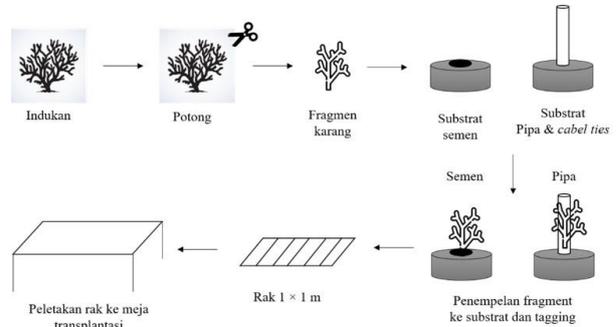
Penelitian ini menggunakan meja sebagai tempat transplantasi karang. Meja transplantasi memiliki bentuk persegi panjang dan terbuat dari besi. Ukuran meja transplantasi karang sebesar 2 × 1 m dengan tinggi sebesar 50 cm. Rak digunakan sebagai tempat untuk meletakkan substrat semen dan pipa yang nantinya akan di isi dengan fragmen karang. Rak memiliki bentuk yang sama seperti meja transplantasi dengan ukuran 1 × 1 m sehingga dalam 1 meja dapat menampung 2 rak transplantasi, namun pada penelitian ini hanya menggunakan 1 rak saja. Meja transplantasi nantinya akan diletakan di perairan Pantai Pandawa (Gambar 2).



Gambar 2. Meja dan Rak untuk tempat transplantasi

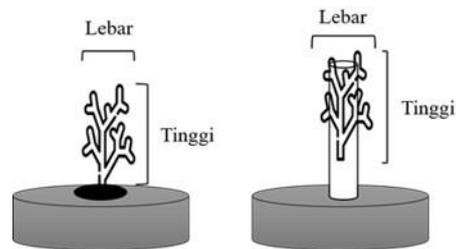
Penelitian ini menggunakan fragmen karang Genus *Acropora* dengan ukuran seragam agar dapat dibandingkan perbedaan pertumbuhannya. Bentuk karang yang akan ditransplantasi yaitu *Branching Acropora Branching* (ACB) merupakan jenis karang yang memiliki bentuk seperti pohon atau tanduk rusa. Kemudian karang yang sudah ditransplantasi diletakan pada meja yang sudah tersedia di perairan Pantai Pandawa. Karang akan diletakan pada meja dengan jarak ±10 cm, hal ini dilakukan untuk mencegah karang bersentuhan

satu sama lain yang menyebabkan kematian karang. Terdapat 60 individu fragmen karang jenis *Acropora* yang terbagi menjadi dua yaitu 30 individu untuk fragmen dengan penempelan semen dan 30 individu lain dengan penempelan menggunakan klem plastik atau media pipa (Gambar 3).



Gambar 3. Alur transplantasi karang

Pengamatan pertumbuhan dilakukan setiap 2 minggu sekali atau sebanyak 6 kali selama 3 bulan. Pengamatan dilakukan dengan mengukur tinggi dan lebar karang dengan menggunakan jangka sorong (Gambar 4).



Gambar 4. Pengukuran karang

2.4 Analisis Data

Mengetahui pertumbuhan tinggi dan lebar karang dapat dihitung dengan menggunakan menggunakan rumus (Sadarun, 1999):

$$\beta L = Lt - Lo$$

Keterangan:

- βL = Pertambahan panjang fargmen
- Lt = Panjang pada waktu ke-t (mm)
- Lo = Panjang semula karang (mm)

Pengukuran laju pertumbuhan karang dihitung menggunakan rumus(Sadarun, 1999):

$$\alpha = \frac{L_{i+1} - L_i}{T_{i+1} - T_i}$$

Keterangan:

- α = Pertambahan tinggi fragmen (mm/hari)
- L_{i+1} = Rata-rata tinggi fragmen pada waktu ke-i+1
- L_i = Rata-rata panjang fragmen pada waktu ke-i
- T_{i+1} = Waktu ke-i+1
- T_i = Waktu ke-i

Tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) karang yang telah ditransplantasikan dapat diketahui dengan menggunakan rumus (Sadarun, 1999):

$$SR = (N_t/N_0) \times 100\%$$

Keterangan:

SR = Tingkat Kelangsungan hidup (%)

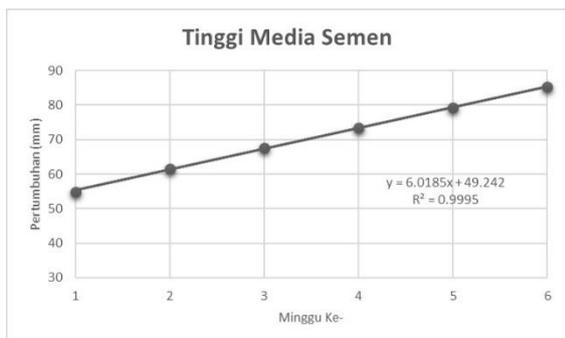
N_t = Jumlah akhir fragmen yang hidup

N_0 = Jumlah fragmen pada awal penelitian

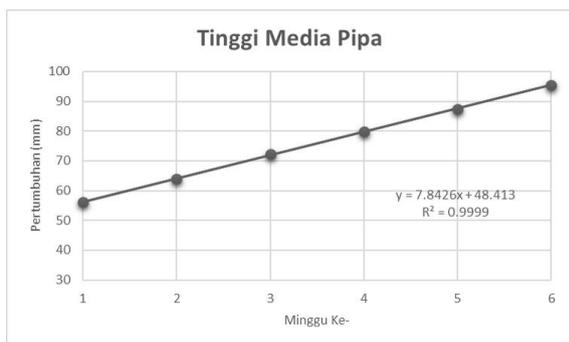
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pertumbuhan tinggi dan lebar karang

Hasil pengukuran pertambahan pada fragmen karang *Acropora* sp. dengan perbedaan media menunjukkan hasil berbeda. Rata-rata tinggi fragmen karang *Acropora* sp. menggunakan media semen 30,31 mm (Gambar 5). Pertambahan pertumbuhan tinggi karang *Acropora* sp. dengan menggunakan media pipa 39,34 mm (Gambar 6).

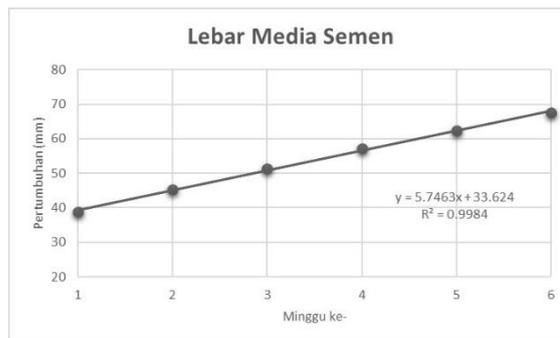


Gambar 5. Grafik pertumbuhan tinggi karang media semen.

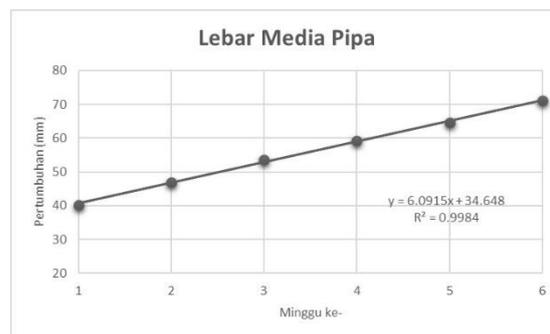


Gambar 6. Grafik pertumbuhan tinggi media pipa.

Pengukuran pertumbuhan lebar fragmen karang memiliki nilai yang tidak berbeda jauh. Rata-rata pertumbuhan lebar fragmen karang menggunakan media semen 28,76 mm (Gambar 7). Pertambahan pertumbuhan rata-rata lebar fragmen karang *Acropora* menggunakan media pipa 30,90 mm (Gambar 8).



Gambar 7. Grafik pertumbuhan lebar karang media semen.



Gambar 8. Grafik pertumbuhan lebar karang media pipa.

Perbandingan nilai pertumbuhan tinggi dan lebar karang yang ditransplan tidak jauh berbeda. *Acropora* merupakan jenis karang yang banyak ditransplan karena memiliki pertumbuhan yang relatif cepat. Secara alami kecepatan pertumbuhan karang jenis *Acropora* dapat tumbuh sekitar 5-10 cm pertahun (Ardiansyah, 2013).

Fragmen transplantasi karang *Acropora* dengan media yang berbeda menggunakan rata-rata tinggi 5 cm baik media semen maupun media pipa, sedangkan rata-rata lebar fragmen karang sebesar 3 cm. Menggunakan fragmen dengan ukuran awal 5 cm dan 7 cm mengalami laju pertumbuhan yang lebih baik dari fragmen karang dengan ukuran awal 3 cm (Erika, 2019).

Perbandingan pertumbuhan tinggi dan lebar karang didapatkan, pertumbuhan tinggi karang *Acropora* sp. lebih tinggi dibandingkan dengan pertumbuhan lebar karang. Pada umumnya pertumbuhan panjang karang mengarah ke atas. Tumbuhnya karang yang cenderung ke atas menunjukkan adanya cahaya yang membantu karang berfotosintesis dengan *zooxanthellae* (Sinipirang 2016). Pertumbuhan karang dapat berlangsung secara vertikal dan horizontal, pertumbuhan karang secara vertikal lebih sering ditemukan pada karang dibandingkan dengan

pertumbuhan karang secara horizontal. Percabangan karang dapat memanjang atau pun melebar (Prameliasari 2012).

3.2 Laju pertumbuhan

Laju pertumbuhan tinggi dan lebar mingguan karang berbeda-beda. Nilai pertumbuhan tinggi dan lebar yang paling tinggi terjadi pada karang *Acropora* sp. media pipa. Pada media semen nilai tertinggi tinggi karang terjadi pada minggu pertama sebesar 6,59 mm dan pada minggu kedua sebesar 6,18 mm (Gambar 9). Pada media pipa, nilai tertinggi tinggi karang terjadi di minggu ke 2 sebesar 8,14 mm dan akhir penelitian sebesar 8,07 mm (Gambar 9). Pada media semen, lebar karang tertinggi pada minggu pertama sebesar 6,34 mm dan minggu kedua sebesar 6,05 mm (Gambar 10). Pada media pipa, lebar karang tertinggi pada minggu pertama sebesar 6,80 mm dan pada minggu kedua dan ketiga sebesar 6,55 mm (Gambar 10). Selain itu, rata-rata laju pertumbuhan relatif sama dan tidak berbeda jauh.



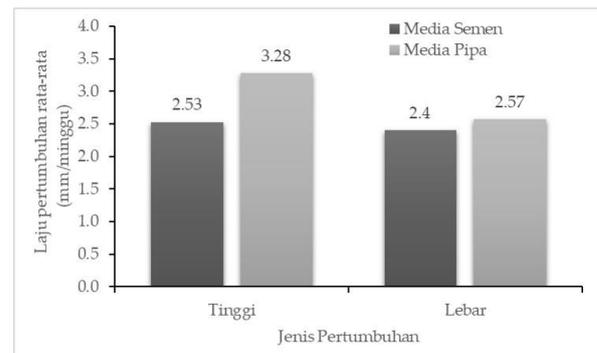
Gambar 9. Grafik laju pertumbuhan tinggi karang.



Gambar 10. Grafik laju pertumbuhan lebar karang.

Perbandingan hasil pertumbuhan antara media semen dan media pipa cenderung lebih tinggi dengan menggunakan media pipa, selisih dari pertumbuhan yaitu 0,75 mm tinggi dan 0,18 mm lebar. Laju pertumbuhan tinggi karang *Acropora* sp. pada media semen 2.53 mm/minggu, tinggi

pada media pipa 3,28 mm/minggu (Gambar 11). Laju pertumbuhan lebar karang pada media semen 2,40 mm/minggu dan pada media pipa 2,57 mm/minggu (Gambar 11). Rata-rata laju pertumbuhan terbaik pada media yang menggunakan pipa. Pertumbuhan mingguan karang yang bervariasi diduga karena perbedaan substrat pada penempelan karang. Kegiatan transplantasi pada karang memerlukan substrat yang kokoh untuk karang lunak (LIPI, 2013).



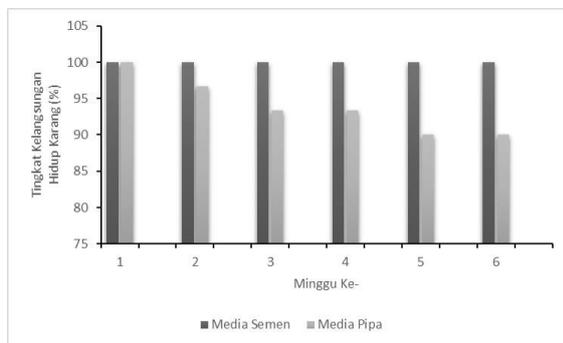
Gambar 11. Grafik laju pertumbuhan per-minggu

Berdasarkan hasil pengamatan nilai pertumbuhan tertinggi pada media pipa dikarenakan pemulihan tingkat stres pada karang *Acropora* sp. setelah pemotongan lebih cepat dibandingkan dengan media yang menggunakan semen. Penempelan karang media pipa menggunakan klem plastik memiliki pertumbuhan lebih nyata dibandingkan dengan media semen, sehingga karang dengan media semen mengalami pemulihan yang sedikit lambat. Fragmen karang melakukan penyembuhan bekas luka pada patahan bekas pemotongan transplantasi, fragmen karang siap melakukan pertumbuhan sampai menjadi koloni karang apabila penyembuhan pada luka karang terhenti (Febry, 2017). Pengamatan mengenai pertumbuhan karang dengan menggunakan media yang berbeda sudah pernah dilakukan sebelumnya oleh Erika (2019) di Pulau Layang dengan pengamatan selama 2 bulan menggunakan karang jenis *Acropora* sp. dengan media pipa dan klem plastik memperoleh hasil pertumbuhan yang lebih baik pada media klem plastik dibandingkan dengan menggunakan media semen.

3.3 Survival Rate (Tingkat Kelangsungan Hidup)

Hasil dari tingkat kelangsungan hidup karang jenis *Acropora* sp. pada media semen sebesar 100% dari awal penelitian sampai akhir penelitian.

Karang *Acropora* sp. dengan menggunakan media pipa mengalami penurunan pada pengamatan kedua hingga pengamatan terakhir menjadi 90% (Gambar 12).



Gambar 12. Grafik kelangsungan hidup karang

Pada ekosistem terumbu karang, keberhasilan kelangsungan hidup karang dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor lingkungan merupakan salah satu penentu dari pertumbuhan karang seperti, cahaya, sedimentasi, suhu, salinitas, pH, kedalaman, gelombang dan pergerakan arus (Prameliasari *et al.*, 2012). Karang yang hidup ditempat yang terus teraduk oleh ombak dan arus memiliki pertumbuhan yang lebih baik. Pergerakan yang dihasilkan dari ombak dan arus dapat membantu fragmen karang dalam pembersihan dari sedimentasi yang terendap, pada saat yang bersamaan gelombang akan memberikan oksigen dalam air laut, membatasi adanya pengendapan pada koloni karang dan dapat membawa makanan untuk koloni karang seperti plankton (Erika, 2019). Transplantasi karang *Acropora* sp. dilakukan diperairan Pantai Pandawa yang masuk ke dalam zona pasang surut air laut (intertidal). Pada pengamatan selama 3 bulan karang yang menggunakan media pipa hilang sebanyak 3 karang dari 30 total karang. Karang yang hilang tersebut diduga disebabkan oleh arus yang cukup kencang sehingga klem plastik sebagai penghubung pada pipa tidak dapat menahan karang dengan baik. Persentase tingkat kelangsungan hidup karang pada media pipa menjadi 90% dengan sisa karang sebanyak 27 spesies. Pada media semen persentase karang 100% dari awal hingga akhir penelitian. Keberhasilan kelangsungan hidup karang dapat dinyatakan berhasil apabila hasil persentase sebesar 5-100% (Aditiyana, 2012).

Faktor lainnya yang menjadi penentu keberhasilan transplantasi karang yaitu

pengambilan dan peletakan fragment karang yang digunakan memiliki habitat yang sama seperti, kekeruhan kedalaman, dan pergerakan arus pada lokasi transplantasi. Faktor alam lainnya seperti angin kencang dan tingginya gelombang yang terjadi dapat menyebabkan lepasnya karang transplan dengan menggunakan media pipa (menggantung) (Yunus, 2013).

3.4 Kondisi perairan Pantai Pandawa

Parameter kualitas air Pantai Pandawa sesuai dengan kadar baku mutu yang ditetapkan oleh Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk biota laut. Berdasarkan hasil penelitian kualitas air menunjukkan karakteristik nilai suhu sebesar 27,8-28,9°C, salinitas sebesar 34-37 ‰, pH sebesar 7,3-7,8, kecerahan sebesar 100%, dan kecepatan arus sebesar 0,2-0,1 m/s. Kisaran suhu memenuhi parameter baku mutu air laut untuk biota laut, sehingga lokasi penelitian termasuk ke dalam lingkungan yang baik untuk pertumbuhan karang. Salinitas dan derajat keasaman (pH) berada pada tingkatan yang baik untuk kehidupan terumbu karang. Kecerahan berkaitan dengan kedalaman air pada lokasi transplantasi karang. Cahaya yang masuk dibutuhkan untuk melakukan fotosintesis pada karang. Karang menyukai tempat berarus dibandingkan dengan tempat yang tenang.

4. Simpulan

Laju pertumbuhan karang *Acropora* sp. dengan menggunakan media pipa lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan media semen. Tingkat kelangsungan hidup karang *Acropora* sp. dengan menggunakan media semen menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan media pipa, yaitu sebesar 100% untuk media semen dan 90% untuk media pipa.

Ucapan terimakasih

Penulis mengucapkan kepada PT. Agung Aquatic Marine yang telah membantu dalam meminjamkan karangnya kepada penulis dan membantu proses perijinan pada pengelola Pantai Pandawa untuk melakukan penelitian di Pantai Pandawa.

Daftar Pustaka

- Aditiana, I. A. (2012). *Analisis Laju Pertumbuhan Dan Tingkat Keberhasilan Transplantasi Karang Stylophra pistillata dan Pocillopora verrucosa Di Perairan Pulau Karya Kepulauan Seribu*. Skripsi. Bogor, Indonesia: Institut Pertanian Bogor.
- Ardiansyah, E. F., & Litasari, L. (2013). Kondisi Tutupan Terumbu Karang Keras dan Karang Lunak di Pulau Pramuka Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu DKI Jakarta. *Marine Science Research*, *5*(2), 111-118.
- Burke, L., Spalding, M., Reytar, K., & Perry, A. (2012). Reefs at Risk Revisited in the Coral Triangle. Dalam Suroso, W. (Terj.), *Menengok kembali terumbu karang yang terancam di Segitiga Terumbu Karang*. Jakarta, Indonesia: Yayasan Terangin. (Buku asli diterbitkan 2012)
- Erika, A. Y. J., Ramses, R., & Puspita, L. (2019). Laju Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Jenis Karang *Acropora* sp. dengan Metode Penempelan Fragmen yang Berbeda. *Jurnal Penelitian Sains*, *21*(2), 106-111.
- Febry H. N., Batu S., & Ratna D. P., (2017). Tingkat Kelangsungan Hidup Karang *Acropora Formosa* Hasil Transplantasi Di Perairan Sawapudo Kecamatan Soropia. *Sapa Laut*, *2*(4), 119-125.
- Januardi, R., Hartoko, A., & Purnomo, P. W. (2016). Analisis Habitat dan Perubahan Luasan Terumbu Karang di Pulau Menjangan Besar, Kepulauan Karimunjawa menggunakan citra satelit. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, *5*(4), 302-310.
- LIPI. 2013. *Perkembangan Teknik Transplantasi Karang di Indonesia Indonesia*. Jakarta, Indonesia: Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI. Jakarta.
- MNLH. (2004). *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2001 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut*. Jakarta-Indonesia: Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Prameliasari, T. A., Munasik, M., & Wijayanti, D. P. (2012). Pengaruh Perbedaan Ukuran Fragmen dan Metode Transplantasi terhadap Pertumbuhan Karang *Pocillopora damicornis* di Teluk Awur, Jepara. *Journal of Marine Research*, *1*(1), 159-168.
- Ryan, A. O dan Priyendiswara, A. B. (2020). Studi Keberhasilan Pengelolaan Objek Wisata Pantai Pandawa oleh BUMDA Kutuh. *Jurnal STUP Sains, Teknologi, Urban, Perencanaan, Arsitektur*, *2*(1), 1123-1136.
- Sadarun. (1999). *Transplantasi Karang Batu Di Kepulauan Seribu, Teluk Jakarta*. Tesis. Bogor, Indonesia: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Sinipirang, F. A., Ngangi, E. L., & Mudeng, J. D. (2016). Pertumbuhan Fragmen Bibit Ukuran Berbeda dalam Pembudidayaan Karang Hias *Acropora formosa*. *e-Journal BUDIDAYA PERAIRAN*, *4*(3), 31-36.
- Soedharma, D., & Arafat, D. (2007). *Perkembangan Transplantasi Karang di Indonesia*. Dalam Prosiding Seminar Transplantasi Karang. Bogor, Indonesia, 20 Desember 2010 (pp. 5-14).
- Somma, A., Zahida, F., & Yuda, P. (2018). Kelimpahan dan Pola Penyebaran Bulu Babi (Echinoidea) di Terumbu Karang Pantai Pasir Putih, Situbondo, Indonesia. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, *3*(2), 111-115.
- Yunus, B. H., Wijayanti, D. P., & Sabdono, A. (2013). Transplantasi Karang *Acropora aspera* dengan Metode Tali di Perairan Teluk Awur, Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*, *2*(3), 22-28.
- Zulfikar, Z., Wardiatno, Y., & Setyobudiandi, I. (2011). Kesesuaian dan Daya Dukung Ekosistem Terumbu Karang Sebagai Kawasan Wisata Selam Dan Snorkeling di Tuapejat Kabupaten Kepulauan Mentawai. *Jurnal Ilmu-ilmu perairan dan perikanan Indonesia*, *17*(1), 195-203.