

## **Perbedaan Laju Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Karang Jenis *Montipora tuberculosa* yang Berasal dari Induk Transplantasi dan Induk Dari Alam**

***The Differences Pace Of Growth and Survival Rates of Montipora tuberculosa Coral Species Which Comes From Parent Transplants and Parent Nature***

**Devi Bella Pratiwi<sup>1</sup>, Ramses<sup>2\*</sup> dan Yarsi Efendi<sup>3</sup>**

<sup>123</sup>Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Riau Kepulauan, Batam

\*Koresponden: ramses.firdaus@gmail.com

### **Abstrak**

Transplantasi karang adalah salah satu upaya rehabilitasi yang dapat diterapkan untuk mempercepat proses pemulihan terumbu karang pada habitat alami. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan laju pertumbuhan karang jenis *Montipora tuberculosa* yang berasal dari induk transplantasi dan induk dari alam. Data penelitian diambil dari 32 fragmen yang dijadikan sampel dengan ukuran 5-9 cm pada awal penelitian. Fragmen karang diletakkan pada meja semai yang terbuat dari blok beton berbentuk meja pada kedalaman 3 meter. Pengukuran dan pengamatan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup fragmen dilakukan 2 bulan setelah penyemaian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis karang *Montiporatuberculosa* sumber induk transplantasi memiliki pertumbuhan mutlak sebesar 12.93 mm untuk lebar dan 5.41 mm untuk tinggi. Laju pertumbuhan mencapai 6.49 mm untuk lebar dan 2.71 mm/2bulan untuk tinggi, dan tingkat kelangsungan hidup 78.13%. Sedangkan, *M.tuberculosa* sumber induk dari alam memiliki pertumbuhan mutlak sebesar 17.66 mm untuk lebar dan 6.49 mm untuk tinggi. Laju pertumbuhan mencapai 8.83 mm untuk lebar dan 3.24 mm/2 bulan untuk tinggi, dan tingkat kelangsungan hidup 93.75%. Laju pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup sumber induk alam memiliki laju pertumbuhan lebih baik dibandingkan sumber induk dari transplantasi.

**Kata Kunci:** Laju Pertumbuhan, Tingkat Kelangsungan Hidup, *Montipora tuberculosa*

### **Abstract**

*Coral transplantation is one of the rehabilitation efforts that can be applied to accelerate the process of restoring coral reefs to natural habitats. This aim of this study is to determine the differences of the growth rate of *Montipora tuberculosa* species, which come from stem transplants and from nature. The research data was taken from 32 fragments which were sampled in sizes 5-9 cm at the beginning of the study. Coral fragments are placed on a seedling table made of table-shaped concrete blocks at a depth of 3 meters. Measurements and observations of growth and survival of coral fragment were carried out 2 months after seeding. The results showed that the type of *Montipora tuberculosa* source of the transplanted parent had absolute growth of 12.93 mm for width and 5.41 mm for height. The growth rate reached 6.49 mm for width and 2.71 mm/2 months for height, and the survival rate was 78.13%. Whereas, *M. tuberculosis* from natural sources has absolute growth of 17.66 mm for width and 6.49 mm for height. The growth rate reached 8.83 mm for width and 3.24 mm/2 months for height, and the survival rate was 93.75%. The growth rate of natural parent sources has a better growth rate than the parent source of transplant.*

**Keyword:** Growth rate, Survival Rate, *Montipora tuberculosa*

## **PENDAHULUAN**

Terumbu karang merupakan ekosistem yang dibangun oleh biota laut penghasil kapur, terutama oleh hewan karang, bersama-sama dengan biota lain yang hidup di dasar laut maupun kolom air. Hewan karang, yang merupakan penyusun utama terumbu karang, terdiri

dari polip dan skeleton. Polip merupakan bagian yang lunak, sedangkan skeleton merupakan bagian yang keras (Giyanto *et al.*, 2017). Terumbu karang merupakan kelompok organisme yang hidup di dasar perairan laut dangkal, terutama di daerah tropis (Kordi, 2010). Terumbu karang merupakan ekosistem bawah lautan yang banyak menarik perhatian karena merupakan daerah alamiah yang mempunyai estetika tinggi dibandingkan dengan ekosistem lainnya (Romio *et al.*, 2017). Terumbu karang merupakan ekosistem paling indah dalam hal warna dan bentuk serta desainnya sangat kaya akan keanekaragaman jenis biota yang hidup di dalamnya.

Namun di lain sisi, terumbu karang menghadapi sederet ancaman berat dan panjang. Diprediksi pada tahun 2030-an, diperkirakan lebih dari 90% terumbu karang dunia akan terancam oleh kegiatan manusia, naiknya suhu dan pengasaman air laut, dengan hampir 60% menghadapi ancaman tingkat tinggi, sangat tinggi, atau genting. Sebanyak 30% terumbu karang akan berubah dari ancaman tingkat rendah menjadi sedang atau lebih tinggi karena khususnya perubahan iklim atau susunan kimia air laut. Tambahan 45% dari terumbu karang yang telah terkena dampak dari ancaman setempat akan berubah menjadi ancaman tingkat lebih tinggi karena perubahan iklim atau susunan kimia air laut. Tekanan panas diprakirakan berperan lebih besar dalam menaikkan tingkat ancaman dibandingkan dengan pengasaman pada tahun 2030 meski sekitar separuh dari terumbu karang akan terancam oleh kedua hal tersebut (Burke *et al.*, 2012). Laju kerusakan terumbu karang di Indonesia dari aktivitas manusia utamanya adalah kegiatan *destructive fishing* seperti penggunaan racun ikan dan dinamit (Arini, 2013). Kegiatan antropogenik lainnya yang mempengaruhi kehidupan karang yaitu limbah padat (sampah) (Fujioka, 2015; Wahyulfatwatul, *et al.*, 2017).

Khususnya di perairan Kota Batam, kerusakan ekosistem terumbu karang salah satunya disebabkan oleh adanya pengambilan karang alam untuk perdagangan secara ilegal dan tidak terkontrol. Salah satu faktor pendorong adanya kegiatan perdagangan ilegal karang ini adalah tingginya permintaan dari Singapura terhadap komoditi karang hias. Letak geografis yang strategis berada di pintu gerbang pusat perdagangan Asia Tenggara telah mempermudah kegiatan penyelundupan sumber daya kelautan dan perikanan di kawasan ini. Hal ini telah mendorong masyarakat melakukan eksploitasi dengan tidak tanggung jawab dan berdampak pada kerusakan ekosistem terumbu karang secara luas, yang pada akhirnya menyebabkan kepunahan spesies karang tertentu dan hilangnya fungsi ekologis ekosistem terumbu karang secara lokal (Ramses, 2018).

Pengelolaan ekosistem terumbu karang saat ini belum menunjukkan seimbangnya antar dimensi ekonomi, ekologi, sosial budaya, infrastruktur dan teknologi, serta hukum dan kelembagaan. Untuk itu perlu strategi implementasi pengelolaan ekosistem terumbu karang menggunakan pendekatan integratif dengan melakukan perbaikan dan peningkatan pada faktor dominan antara lain: (a) peningkatan koordinasi antar *stakeholders*; (b) peningkatan pemantauan, pengawasan, dan penegakan hukum secara konsisten; (c) pemberdayaan masyarakat pesisir melalui pengembangan mata pencaharian alternatif; (d) peningkatan kualitas SDM pesisir; serta (e) rehabilitasi ekosistem terumbu karang, pengendalian dan penanggulangan pencemaran (Adriman, 2012).

Selain aspek pengelolaan, kegiatan pemulihan merupakan pilihan dalam mengujudkan kelestarian terumbu karang. Untuk menekan dan memulihkan kerusakan terumbu karang, perlu dilakukan tindakan pengendalian agar kondisinya tidak semakin parah. Salah satu cara untuk mengendalian laju kerusakan tersebut adalah dengan cara melakukan transplantasi karang. Transplantasi karang adalah mendempetkan anakan karang pada suatu substrat yang keras (Haris, 2011). Transplantasi karang dilakukan bertujuan untuk pelestarian dan perbaikan ekosistem, perlindungan terhadap erosi pesisir, dan berbagai kegiatan yang bersifat penelitian (Kordi, 2010). Transplantasi pada suatu komunitas yang telah rusak dilakukan untuk melihat pertumbuhan dan kemampuan beradaptasi (Kambey, 2013). Oleh karenanya penelitian dengan tema laju pertumbuhan karang masih menjadi tema menarik di banyak daerah untuk diteliti. Penelitian ini penting untuk menjawab kebutuhan bibit karang dari transplantasi dalam upaya pemulihan ekosistem terumbu karang di kawasan regional khususnya perairan wilayah Kota Batam.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup karang dari induk bersumber dari hasil budidaya (transplantasi) dengan induk bersumber dari alam.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di kawasan budidaya karang Perairan Pulau Layang Kelurahan Sekanak Raya Kecamatan Belakang padang Kota Batam pada bulan April-Juni 2018. Media tanam sebagai substrat tanam dibuat dari bahan campuran pasir dan semen yang berbentuk menyerupai donat (bulat) berdiameter 5 cm dengan ketebalan 3 cm dan tinggi 2 cm. Jumlah substrat pada penelitian sebanyak 64 buah, yakni 32 buah untuk stek transplantasi induk dari

alam dan 32 buah untuk stek induk dari hasil budidaya. Fragmentasi koloni karang berukuran 5-9 cm pada saat awal penyemaian. Meja semai terbuat dari semen cor atau blok beton dengan ukuran 1x50x50 cm tinggi meja dari dasar 60 cm dan penataan meja blok beton tanam di dasar perairan pada kedalaman 3 meter.

Pengamatan dan pengambilan data dilakukan 2 bulan setelah penyemaian. Penyemaian fragmen karang dilakukan pada tanggal 27 April, sedangkan pengamatan pengukuran pertumbuhan dilakukan tanggal 29 Juni 2018. Pengukuran panjang dan tinggi karang menggunakan jangka sorong (*caliper*) dengan ketelitian 0,01 mm. Pertumbuhan karang dalam waktu tertentu dapat dihitung dengan menggunakan rumus mengikuti Sadarun, (1999) sebagai berikut:

$$\beta = Lt - L_0$$

Keterangan:

$\beta$  = Pertumbuhan

$Lt$  = Rata-rata tinggi/panjang setelah pengamatan ke-t

$L_0$  = Rata-rata tinggi/panjang pada awal penelitian

Untuk laju pertumbuhan karang yang di transplantasikan, rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (Effendi, 1997):  $P = (Lt - L_0)/(t)$

Keterangan :

$P$  = Pertambahan panjang/tinggi karang

$Lt$  = Rata-rata panjang/tinggi setelah pengamatan ke-t

$L_0$  = Rata-rata panjang/tinggi awal penelitian

$t$  = Waktu Pengamatan (bulan)

Tingkat kelangsungan hidup karang dapat diketahui dengan membandingkan jumlah karang yang hidup pada akhir penelitian ( $N_t$ ) dibandingkan dengan jumlah karang yang disemai ( $N_0$ ). Tingkat kelangsungan hidup pada karang yang ditransplantasi dihitung dengan menggunakan rumus yang mengacu pada Ricker (1975) sebagai berikut:

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan :

$SR$  = Tingkat kelangsungan hidup (*Survival Rate*)

$N_t$  = Jumlah individu pada akhir penelitian

$N_0$  = Jumlah individu pada awal peneliti.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju pertumbuhan merupakan selisih perubahan tinggi karang pada awal hingga akhir pengamatan dirata-ratakan, kemudian dibagi waktu pengamatan untuk mendapatkan nilai laju pertumbuhan rata-rata setiap pengamatan. Berdasarkan hasil pengukuran setelah dua bulan penanaman (April-Juni), tingkat laju pertumbuhan karang jenis *M.tuberculosa* sumber induk dari alam dan sumber induk transplantasi dapat dilihat Tabel 1. Pertumbuhan sumber induk dari alam mengalami kenaikan dimensi lebar dari rata-rata 73.81 mm menjadi rata-rata 91.47 mm, dan hasil pertumbuhan mutlak lebar rata-rata sebesar 17.66 mm. Pertambahan pertumbuhan dimensi tinggi dari rata-rata 67.08 mm menjadi rata-rata 73.57 mm, terdapat pertumbuhan mutlak tinggi sebesar rata-rata 6.49 mm. Sedangkan, sumber induk dari transplantasi dimensi lebar mengalami kenaikan dari rata-rata 74.94 mm menjadi rata-rata 87.87 mm, terdapat pertumbuhan mutlak sebesar 12.93 mm. Pada dimensi tinggi mengalami kenaikan dari rata-rata 58.34 mm menjadi rata-rata 63.75 mm, dan pertumbuhan mutlak sebesar rata-rata 5.41 mm.

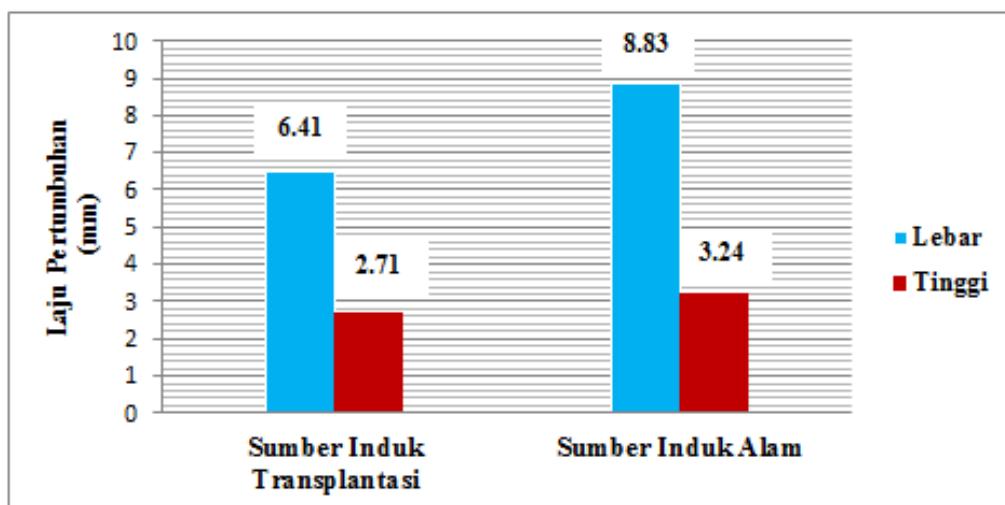
Tabel 1. Ukuran Rata-Rata Tingkat Pencapaian Pertumbuhan Karang Jenis *M.tuberculosa* yang Berasal dari Sumber Induk Transplantasi dan Sumber Induk dari Alam

Sumber Induk	Ukuran (Rata-rata)	April	Juni	Pertumbuhan Mutlak	Laju Pertumbuhan Per 2 bulan
<b>Sumber Induk Transplantasi</b>	Lebar (mm)	74.94	87.87	12.93	6.47
	Tinggi (mm)	58.34	63.75	5.41	2.71
<b>Sumber Induk Alam</b>	Lebar (mm)	73.81	91.47	17.66	8.83
	Tinggi (mm)	67.08	73.57	6.49	3.24

Pertumbuhan karang jenis *M.tuberculosa* sumber induk tercatat lebih besar dibandingkan dengan sumber induk transplantasi. Adanya perbedaan laju pertumbuhan sumber induk alam dengan sumber induk transplantasi diduga disebabkan oleh kemampuan adaptasi hewan karang. Pada penelitian ini pertumbuhan karang cenderung dominan pada dimensi lebar dibanding dimensi tinggi. Pola pertumbuhan karang yang cenderung lebar dapat disebabkan sifat terumbu karang yang fototaksis. Dengan tingkat sedimentasi yang cukup tinggi akan mengakibatkan cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan akan semakin berkurang sehingga fragmen karang tersebut akan mencari sumber cahaya berasal. Menurut Weinberg (1996) dalam Bramandito (2011) bahwa karang yang memiliki asupan sinar matahari lebih banyak akan mengalami tingkat pertumbuhan yang lebih cepat.

Selanjutnya, Yudasakti (2010) melaporkan pola pertumbuhan karang *Montipora* cenderung melebar. Dikatakan bahwa rata-rata lebar dan tinggi bertambah menjadi 95.65 mm dan 87.45

mm dari t-nol ( $t_0$ ) 80.84 mm dan 80.36 mm. Hal ini membuktikan bahwa pola pertumbuhan terumbu karang tidak akan sama disetiap lokasi. Pertumbuhan dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan pengurangan *stressor* (Luthfi, 2018). Hasil penelitian ini tidak jauh berbeda jika dilihat dari pertumbuhan karang jenis *Montipora* yang ditransplantasikan di Pulau Kelapa dengan pertumbuhan lebar mencapai 14.81 mm/2 bulan dan tinggi mencapai 7.09 mm/2 bulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa genus *Montipora* memiliki kecenderungan bertumbuh dengan pola yang sama yakni pertumbuhan lebar lebih besar daripada pertumbuhan tinggi, sekalipun dilakukan pada lokasi yang berbeda Yudasakti (2010).



Gambar 1. Laju Pertumbuhan Sumber Induk dari Transplantasi dengan Sumber Induk dari Alam

Berdasarkan Gambar 1, laju pertumbuhan karang jenis *M. tuberculosa* dari sumber transplantasi mencapai rata-rata 6.47 mm untuk lebar dan 2.71 mm untuk tinggi. Sedangkan, laju pertumbuhan sumber induk dari alam mencapai lebar rata-rata 8.83 mm dan tinggi 3.24 mm. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pertumbuhan karang dari sumber induk transplantasi lebih lambat dibandingkan sumber induk dari alam. Laju pertumbuhan lebar dan tinggi karang jenis *M. tuberculosa* sumber induk berasal dari transplantasi dengan sumber induk berasal dari alam relatif naik tetapi tidak terlalu signifikan.

Salah satu faktor lingkungan yang memungkinkan dapat mengganggu dan menghambat dari kehidupan karang adalah sedimentasi. Sedimentasi yang tinggi pada tubuh polip dapat mengganggu proses fotosintesis yang terjadi pada polip karang dan akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan karang (Simanjuntak, 2012). Kenaikan laju pertumbuhan lebar ini diduga karena *M. tuberculosa* sudah beradaptasi terhadap kondisi perairan tempat hidupnya. Selain itu, selalu tersedianya sumber cahaya menjadi faktor penentu pertumbuhan lebar karang

meningkat. Bentuk pertumbuhan koloni yang dominan berupa lembaran juga membuat *Montipora tuberculosa* dapat terus memanfaatkan sinar matahari yang akan digunakan dalam proses fotosintesis dan kalsifikasi sehingga karang dapat terus melakukan pertumbuhannya secara melebar.

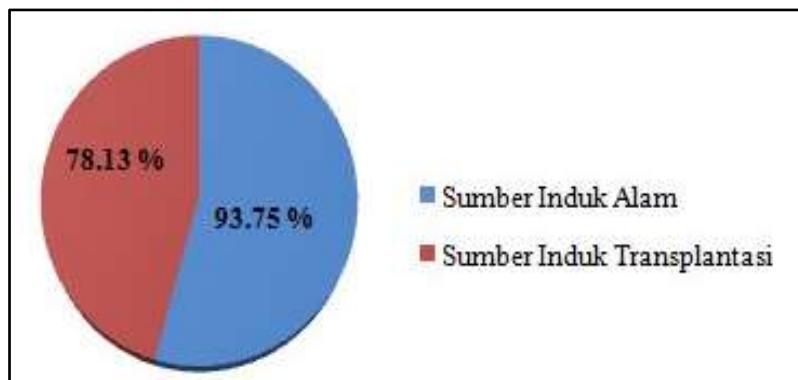
Menurut Yudasakti (2010) menyatakan laju pertumbuhan *Montipora* sp di Pulau Kelapa mencapai 1.29 cm/2 bulan untuk panjang fragmen dan 0.7 cm/2 bulan untuk laju pertumbuhan tinggi fragmen. Menurut Johan (2015) menyatakan laju pertumbuhan *Montipora* Sp di Pulau Aur mencapai 0.51 mm/2 bulan. Sedangkan, menurut Bramandito (2011) keseluruhan rata-rata laju pertumbuhan fragmen karang di Pulau Karya sebesar 0.18 cm/bulan untuk lebar fragmen dan 0.30 cm/bulan untuk laju pertumbuhan tinggi fragmen. Hal ini dikarenakan faktor lingkungan yang tidak mendukung pertumbuhan fragmen karang seperti predator karang, serta letak lokasi yang lebih dekat dengan daratan. Laju pertumbuhan spesies karang tertentu dapat di pengaruhi oleh kedalaman (Prameliasari, *et al.*, 2012). Soong dan Chen (2003) mengatakan bahwa semakin panjang ukuran fragmen maka akan semakin cepat laju pertumbuhannya.

Laju pertumbuhan karang akan berbeda-beda untuk setiap jenisnya dan tergantung pula oleh karakteristik perairan tempat hidup karang. Hal ini diperkuat oleh Nybakken (1992) yang menyatakan bahwa laju pertumbuhan pada koloni-koloni karang dapat berbeda satu sama lainnya. Hal ini dapat disebabkan adanya perbedaan species, umur koloni, dan daerah suatu terumbu. Koloni yang muda dan kecil cenderung untuk tumbuh lebih cepat dari pada koloni-koloni yang lebih tua, koloni-koloni yang besar dan bercabang-cabang atau karang yang daun cenderung untuk tumbuh lebih cepat daripada karang massive. Keberhasilan hidup suatu karang dalam suatu rehabilitasi dapat dilihat dari besarnya ukuran karang transplantasi (Johan, 2002). Faktor yang mempengaruhi keberhasilan reproduksi karang dengan fragmentasi meliputi ukuran fragmen, tipe substrat tempat fragmen diletakkan, dan jenis karang (Thamrin, 2006).

## Tingkat Kelangsungan Hidup

Tingkat kelangsungan hidup karang adalah kemampuan karang untuk bertahan hidup tanpa mengalami kematian selama penelitian yang dinyatakan dalam satuan persen (%). Tingkat kelangsungan hidup jenis karang *M.tuberculosa* dari sumber induk alam mencapai 93.75%, sedangkan pada sumber induk transplantasi mencapai 78.13%. Pada akhir pengamatan total fragmen yang mati pada sumber induk dari alam sebanyak 2 (dua) fragmen, dan sumber induk dari transplantasi sebanyak 7 (tujuh) fragmen. Semua fragmen yang mati disebabkan karena

tertutup oleh alga yang menyebabkan karang jatuh atau terganggu dan akhirnya mati. Pada umumnya semua jenis karang yang ditransplantasi mempunyai tingkat keberhasilan hidup yang tinggi (Mompala *et al.*, 2017). Hal ini dipengaruhi oleh pengambilan bibit yang tidak terlalu jauh dari tempat transplantasi serta pengikatan yang baik pada saat penempelan transplant pada media (Sadurun, 1999).



Gambar 2. Tingkat Kelangsungan Hidup Karang Karang *M.tuberculosa* Berasal dari Sumber Induk Alam dan Sumber Transplantasi

Tingkat kelangsungan hidup pada penelitian ini tidak jauh berbeda dengan penelitian terdahulu pada karang jenis *Montipora sp* di Pulau Kelapa, dimana tingkat kelangsungan hidup mencapai 83.33%. Nilai kelangsungan hidup yang berbeda disebabkan oleh beberapa faktor yaitu teknik, ukuran awal fragmen, serta lamanya waktu penelitian (Yudasakti, 2010). Perbedaan suhu dan intensitas cahaya lokasi penelitian dengan habitat awalnya diduga berperan besar terhadap tingkat kelangsungan hidup fragmen karang. Keberadaan makroalga yang tumbuh di sekitar fragmen juga mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup fragmen karang. Salah satu penyebab matinya karang adalah pemutihan karang. Pemutihan karang adalah salah satu respon dari meningkatnya suhu air laut (Ariston, 2013). Secara alamiah karang memiliki kesempatan untuk pulih atau menjadi lebih bagus apabila didukung oleh faktor lingkungan yang lebih baik dan pengurangan *stressor* (Luthfi, 2018).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di kawasan budidaya karang di Pulau Layang, dapat disimpulkan bahwa karang jenis *M. tuberculosa* sumber induk transplantasi memiliki laju pertumbuhan mencapai 6.47 mm/2bulan untuk lebar dan 2.71 mm/2bulan untuk tinggi, serta pertumbuhan mutlak mencapai 12.93 mm untuk lebar, dan 5.41 mm untuk tinggi. Tingkat kelangsungan hidup mencapai 78.13%. Sedangkan, sumber induk dari alam memiliki laju

pertumbuhan mencapai 8.83 mm/ 2 bulan untuk lebar, dan 3.24 mm/2 bulan untuk tinggi, serta pertumbuhan mutlak mencapai 17.66 mm untuk lebar, dan 6.49 mm untuk tinggi. Tingkat kelangsungan hidup mencapai 93.75%. Laju pertumbuhan sumber induk alam memiliki laju pertumbuhan lebih baik dibandingkan sumber induk dari transplantasi.

## REFERENSI

- Adriman. 2012. Desain Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang secara BerkelaJutan di Kawasan Konservasi Laut Daerah Bintan Timur Kepulauan Riau. [Disertasi]. Bogor : Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Arini, D.I.D., 2013. Potensi Terumbu Karang Indonesia: Tantangan dan Upaya Konservasinya. *INFO BPK Manado*, Vol.3 (2): 147-173.
- Ariston, L., 2013. Tingkat Kelangsungan Hidup dan Laju Pertumbuhan Karang *Pocillopora damicornis* dan *Acropora millepora* yang Ditransplantasikan dengan Teknik Rubble Stabilization Di Pulau Pramuka Kepulauan Seribu. [Skripsi]. Departemen Ilmu Dan Teknologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Bramandito, A., 2011. Laju Pertumbuhan dan Sintasan Karang Jenis *Montipora sp.* Hasil Transplantasi di Gugusan Pulau Karya, Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Burke, L., Reytar, K., Spalding, M., dan Perry, A., 2012. *Menengok Kembali Terumbu Karang yang Terancam di Segitiga TerumbuKarang*. World Resources Institute. 10 G Street, NE Washington, DC 20002, USA.
- Effendie, Moch Ichsan. H. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta.
- Fujioka, S. N., 2015. Pengaruh Sampah Anorganik terhadap Kondisi Karang Keras. [Skripsi]. Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Giyanto, Abrar, M., Hadi, T.A., Budiyanto, A., Hafizt, M., Salatalohy, A., Iswari, M.Y., 2017. *Status Terumbu Karang Indonesia*. (Editor): Suharsono. Puslit Oseanografi - LIPI. Jakarta. 30 hlm.
- Haris, A., 2011. Transplantasi Karang Acroporidae Pada Substrat Alami. *Omni Akuatika*, Vol X (12):33-42.
- Johan, O. 2002. Tingkat Keberhasilan Transplantasi Karang Batu Pada Lokasi Berbeda di Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu Jakarta. [Thesis]. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kambey, A. D. 2013. The Growth of Hard Coral (*Acropora sp.*) Transplants in Coral Reef of Malalayang Waters, North Sulawesi, Indonesia. *Jurnal Ilmiah Platax*. Vol. 1(4):196-203
- Kordi, K. 2010. *Ekosistem Terumbu Karang*. Rineka Cipta. Jakarta. 532 hal.

- Luthfi, O.M., Rahmadita, V.L., dan Setyohadi, D., 2018. Melihat Kondisi Kesetimbangan Ekologi Terumbu Karang di Pulau Sempu, Malang Menggunakan Pendekatan Luasan Koloni Karang Keras (Scleractinia). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 1-8, doi:10.14710/jil.16.1.1-8
- Mompala, K., Ari B. Rondonuwu, A.B., Rembet, U.N.W.J., 2017. Laju Pertumbuhan Karang Batu *Acropora sp.* yang Ditransplantasi Pada Terumbu Buatan Di Perairan Kareko Kecamatan Lembeh Utara Kota Bitung. *Jurnal Ilmiah Platax*, Vol. 5:(2): 234-242
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Biologis*. PT Gramedia. Jakarta.
- Prameliasari, Rr. T. A., Munasik, dan Wijayanti, D. P., 2012. Pengaruh Perbedaan Ukuran Fragmen dan Metode Transplantasi Terhadap Pertumbuhan Karang *Pocillopora damicornis* di Teluk Awur, Jepara. *Journal Of Marine Research*. Vol. 1(1):159-168
- Ramses. 2018. Kondisi dan Keragaman Karang Hias di Perairan Pulau Sarang dan Sekitarnya, Kecamatan Belakang Padang, Kota Batam. *Simbiosa*, Vol. 6(2): 57–66.
- Ricker, W.E. 1975. *Computation and Interpretation of Biological Statistic of Fish Populations*. John Wiley and Sons. 444 p.
- Romeo, Thamrin, Yoswaty, D., 2017. Kondisi Terumbu Karang di Pantai Tureloto Kabupaten Nias Utara Provinsi Sumatra Utara. [Skripsi]. Fakultas Perikanan Dan Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru.
- Simanjuntak, L. S. M. 2012. Laju Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Karang *Acropora nobilis*, dan *Montipora altasepta*, Hasil Transplantasi di Pulau Karya Kepulauan Seribu. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sadarun. 1999. Transplantasi Karang Batu Di Kepulauan Seribu, Teluk Jakarta. [Tesis]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. 67p.
- Soong, K. and Chen. T. 2003. *Coral Transplantation: Regeneration and Growth of Acropora Fragments in a Nursery*. Restoration Ecology. 1: 62 – 71.
- Thamrin. 2006. “Karang” *Biologi Reproduksi dan Ekologi*. Minamandiri Pres, Pekanbaru.
- Wahyulfatwatul, UAS, Litaay, M., D. Priosambodo, D., dan Moka, W., 2017 Genera Karang Keras di Pulau Barrang Lombo dan Bone Batang Berdasarkan Metode Identifikasi *Coral Finder*. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*. Vol.2 (2):39-51.
- Yudasakti, P. K. 2010. Tingkat Keberhasilan dan Laju Pertumbuhan Transplantasi Karang *Montipora*, *Porites*, dan *Stylophora* di Perairan Pulau Kelapa Kepulauan Seribu. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.