

Growth Rate of Coral Transplantation of *Acropora formosa* in Tidung Island, Kepulauan Seribu Regency, Province of DKI Jakarta

Anma Hari Kusuma^{1*}, Taslim Arifin², Bavo Wahyu Kusumantoro¹

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Perikanan Kelautan, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia;

²Pusat Riset Konservasi Sumber Daya Laut dan Perairan Darat, Organisasi Riset Kebumihan dan Mairtim, BRIN, DKI Jakarta, Indonesia;

Article History

Received : July 03th, 2023

Revised : July 25th, 2023

Accepted : August 20th, 2023

*Corresponding Author:

Anma Hari Kusuma

Program Studi Ilmu Kelautan,

Jurusan Perikanan Kelautan

Universitas Lampung, Bandar

Lampung, Indonesia;

Email:

anma.hari@fp.unila.ac.id

Abstract: Coral reefs are typical tropical ecosystems that have an important role but are vulnerable to damage. Corals need a long time to recover. One effort to accelerate the growth rate of coral reefs is coral transplantation. This research was conducted from June to July 2022. The research location was on Tidung Island, Thousand Islands Regency, DKI Jakarta. The results showed that the physico-chemical conditions of the waters in general were still within the range of quality standards for marine biota, especially for coral reef ecosystems. The recorded survival percentage was 100%. The growth of coral types tends to increase with height gains ranging from 27-40 cm/week. Coral growth rate ranged from 0,01-0,02 cm/week. Overall the coral transplantation of *A. Formosa* carried out on Tidung Island can be said to be successful because the water conditions on Tidung Island are suitable for supporting coral transplantation activities.

Keywords: Coral reef, growth rate, transplantation.

Pendahuluan

Terumbu karang merupakan ekosistem khas wilayah tropis. Letak wilayah Indonesia yang berada di kawasan segitiga terumbu karang (*coral triangle*) dunia menjadikan Indonesia sebagai pusat keanekaragaman terumbu karang dunia. Indonesia memiliki luas terumbu karang sebesar 2,5 juta hektar dimana di dalamnya terdapat 569 jenis atau sekitar 67% dari 845 total spesies karang di dunia (Hadi *et al.*, 2018). Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem pesisir yang memiliki peranan penting baik dari aspek ekologis maupun ekonomis. Secara ekologis, terumbu karang merupakan tempat berbagai organisme laut untuk mencari makan (*feeding ground*), memijah (*spawning ground*) dan pengasuhan (*nursery ground*) sedangkan secara ekonomis, terumbu karang merupakan sebagai tempat produksi dari sektor perikanan dan pariwisata bahari (Kusuma *et al.*, 2022).

Kondisi terumbu karang Indonesia secara umum adalah 6,39% dalam kondisi sangat baik,

23,40% dalam kondisi baik, 35,06% dalam kondisi cukup dan 35,15% dalam kondisi buruk (Giyanto *et al.*, 2017). Penyebab kerusakan terumbu karang disebabkan oleh faktor alam dan faktor manusia. Kerusakan yang disebabkan oleh faktor alam contohnya, peningkata suhu laut, perubahan iklim global, badai, gempa tsunami, pemangsa, dan penyakit sedangkan kerusakan yang disebabkan oleh manusia adalah kegiatan perikanan tangkap dengan bahan peledak, bahan kimia beracun, dan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan (Uar *et al.*, 2016). Ekosistem terumbu karang sangat rusak mengakibatkan menurunnya jumlah hasil tangkapan perikanan dan keanekaragaman biota laut (Pet-Soede *et al.*, 2000).

Karang membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dapat melakukan pemulihan (Sheppard dan Obura, 2005). Laju pertumbuhan jenis karang bercabang seperti *Acropora* sp. dan *Pocillopora* sp. sebesar 6-8 cm/tahun sedangkan karang masif seperti *Porites* sp. dan *Lobophyllia* sp. memiliki pertumbuhan 0,5-1 cm/tahun

(Suharsono, 2008). Salah satu upaya untuk mempercepat laju pertumbuhan terumbu karang adalah dengan transplantasi karang.

Transplantasi karang merupakan teknik perbanyak koloni karang dengan memanfaatkan reproduksi aseksual karang secara fragmentasi (Subhan *et al.*, 2014). Transplantasi karang memiliki manfaat untuk mempercepat regenerasi terumbu karang yang telah rusak, merehabilitasi lahan kosong yang telah rusak, untuk menciptakan komunitas baru dengan memasukan spesies baru, dan untuk keperluan perdagangan seperti bisnis karang hias (Soedharma dan Arafat 2007).

Acropora formosa merupakan salah satu spesies dari jenis karang bercabang. Jenis karang ini biasa ditemukan ditempat dangkal, di seluruh perairan Indonesia dengan bentuk percabangan ramping sampai gemuk menyerupai *A.nobilis* dan *A.grandis*. Radial koralit berbentuk tabung dengan bukaan membulat atau oval tersusun merata dan rapat. Warna dari karang ini cokelat muda, cokelat tua dan biru (Suharsono, 2008). Penelitian ini memiliki tujuan menganalisis laju pertumbuhan tranplantasi karang di Pulau Tidung, DKI Jakarta. Media transplantasi karang yang digunakan adalah rak besi karena merupakan teknologi yang mudah dan murah serta karang yang dipilih adalah jenis karang bercabang yang merupakan jenis karang dengan laju pertumbuhannya lebih cepat dibandingkan jenis karang lainnya.

Bahan dan Metode

Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan dari bulan Juni-Juli 2022. Lokasi penelitian di Pulau Tidung, Kabupaten Kepulauan Seribu, DKI Jakarta.

Alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat selam SCUBA (*Self-Contained Underwater Breathing Apparatus*), alat dasar selam (masker, snorkel dan fin), jangka sorong, GPS, termometer, refraktometer, pH-meter, *secchi disc*, gunting, ember, pelampung sedangkan bahan yang digunakan rak atau meja besi, media substrat semen, jarring, tali ikat, kertas anti-air dan pensil.

Prosedur kerja

Pembuatan rak dan substrat

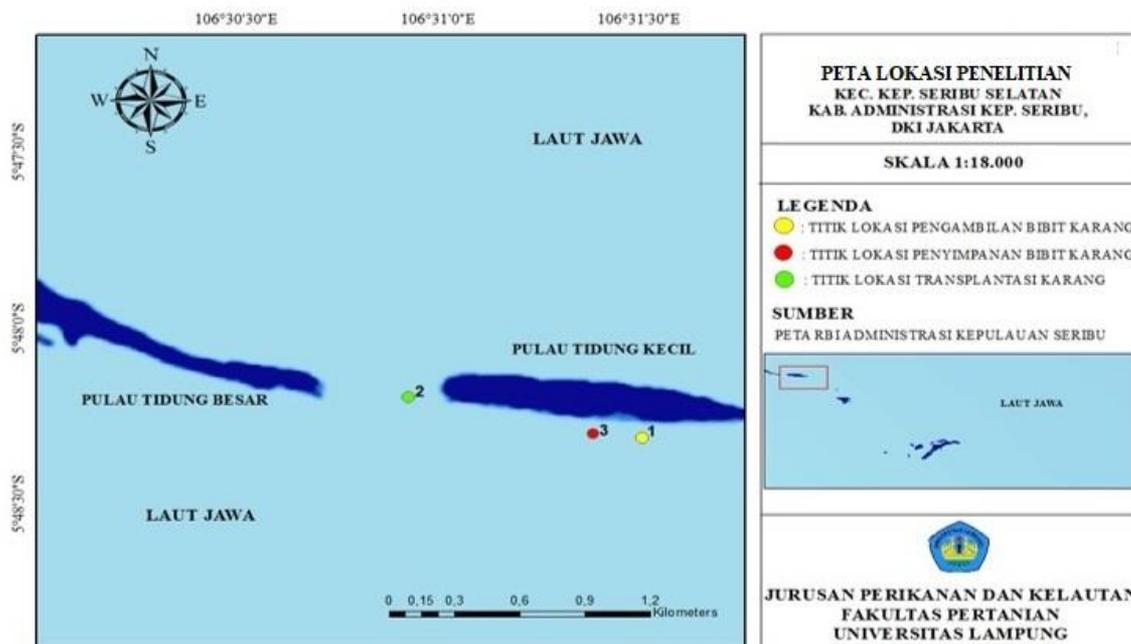
Rak dibuat dari besi batangan yang dibentuk menyerupai rangka meja dengan panjang 120 cm dan lebar 80 cm. Rak berfungsi sebagai tempat mengikat substrat. Metode rak besi lebih kokoh dan kuat serta bernilai ekonomis. Substrat yang digunakan terbuat dari campuran pasir dan semen dengan diameter 7-8 cm, dan tinggi substrat 2-3 cm. Bagian atas substrat terdapat lubang yang berfungsi sebagai tempat menanam fragmen karang dengan diameter 2 cm dan kedalaman 0,5 cm. Bagian samping kiri dan kanan, substrat ini dilengkapi dengan kawat yang akan digunakan pada waktu pengikatan substrat ini pada rak transplantasi.

Pengadaan bibit karang

Bibit karang diambil secara langsung dari kebun karang Dinas Ketahanan Pangan Kelautan dan Pertanian (DKPKP), Pemerintah Provinsi DKI Jakarta. Bibit diambil dengan metode petik pilih. Bibit yang digunakan diambil dari terumbu karang transplantasi F1 sehingga bibit yang akan ditransplantasi adalah terumbu karang F2. menurut (Efendi *et al.*, 2020). Bibit karang diambil dengan tang potong dengan kriteria panjang 5-1 cm. Ukuran tersebut adalah ukuran ideal untuk menjadi bibit karang karena pada ukuran tersebut karang tidak mudah rusak. Bibit karang yang sudah dipetik dimasukkan kedalam *cool box* yang diisi dengan air laut dan ditutup supaya bibit karang tidak terkena sinar matahari langsung dapat membuat karang rusak karena stres.

Peletakan fragmen karang

Fragmen karang yang telah dikumpulkan tersebut, kemudian dibagi dalam bentuk yang lebih kecil untuk mempermudah melekatkannya pada substrat. Proses peletakan dilakukan di atas kapal dan harus dilakukan dengan cepat untuk menjaga agar karang tidak mengalami stres, secepatnya karang dimasukkan ke dalam perairan untuk diikat pada pada rak dengan menggunakan kawat yang sudah tersedia pada substrat. Masing-masing fragmen diberi tanda dengan menggunakan kabel berwarna pada pertengahan panjang fragmen agar mudah dikenal dan langsung diukur. Setelah itu karang-karang tersebut ditempatkan dalam air pada kedalaman antara 3-7 m sebagai habitat karang.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Pengukuran pertumbuhan karang

Dimensi pertumbuhan karang diukur adalah pertambahan panjang (panjang yang terpanjang) dan tinggi karang (tinggi yang tertinggi). Pengukuran parameter pertumbuhan dilakukan setiap satu kali tiap minggu di lokasi penelitian. Pengukuran pertambahan panjang dan lebar dilakukan dengan menggunakan jangka sorong. Proses pengukuran dimensi karang dilakukan secara langsung di dalam air dengan menggunakan alat bantu selam SCUBA.

Pengukuran fisika-kimia perairan

Parameter fisika-kimia perairan yang diukur antara lain suhu, salinitas dan derajat keasaman. Pengukuran ini dilakukan secara langsung (*in situ*). Pengukuran mengenai parameter fisika-kimia perairan dilakukan secara *in situ* meliputi suhu menggunakan termometer, salinitas menggunakan refraktometer, derajat keasaman (pH) menggunakan pH-meter.

Analisis Data

Pertumbuhan karang keras

Analisis data pertumbuhan panjang dan lebar karang dihitung dengan menggunakan jangka sorong kemudian data tersebut diolah dengan menggunakan perangkat lunak *microsoft excel 2007*. Pencapaian pertumbuhan karang

yang di transplantasikan dari data hasil pengukuran diperoleh dengan menggunakan rumus pada persamaan 1 (Subhan *et al.*, 2014).

$$\beta = Lt - L0 \quad (1)$$

Keterangan :

- β = pertambahan fragmen karang
- Lt = panjang fragmen karang bulan ke-t
- L0 = panjang fragmen karang bulan ke-

Laju pertumbuhan karang yang ditransplantasikan dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan 2 (Subhan *et al.*, 2014).

$$\alpha = \frac{Li+1-Li}{ti+1-ti} \quad (2)$$

Keterangan :

- α = laju pertumbuhan karang transplantasi
- Li+1 = panjang fragmen pada waktu ke-i+1
- Li = panjang fragmen pada waktu ke-i
- ti+1 = waktu ke -i +1
- t = waktu ke-i

Sintasan karang keras

Tingkat keberhasilan transplantasi karang ditentukan oleh tingkat kelangsungan hidup karang tersebut di alam. Transplantasi karang

dinyatakan sukses apabila tingkat kelangsungan hidup antara 50-100%, dimana karang ditransplantasikan pada habitat yang sama atau serupa dengan habitat awalnya. Tingkat kelangsungan hidup karang yang ditransplantasikan pada habitat yang berbeda akan dipengaruhi oleh kemampuan karang tersebut untuk beradaptasi pada lingkungannya yang baru. Tingkat kelangsungan hidup karang dapat diketahui dengan membandingkan antara jumlah karang yang hidup pada akhir penelitian (Nt) dibandingkan dengan jumlah karang yang ditransplantasikan (No). Analisis data pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup dilakukan dengan menggunakan *software Microsoft Excel 2007*. Rumus yang digunakan untuk menghitung tingkat kelangsungan hidup pada persamaan 3 (Subhan *et al.*, 2014).

$$S = Nt/No \times 100 \% \quad (3)$$

Keterangan :

S = sintasan
 Nt = jumlah individu akhir
 No = jumlah individu awal

Hasil dan Pembahasan

Kondisi fisika-kimia perairan

Karang merupakan makhluk hidup sangat dipengaruhi oleh kondisi fisika-kimia perairan. Kondisi fisika-kimia perairan secara umum masih berada di dalam kisaran baku mutu untuk biota laut terutama untuk ekosistem terumbu karang. Suhu perairan berkisar 29,2-29,8 °C dengan rata-rata 29,52 °C. Suhu berkaitan dengan kapasitas bahang dalam suatu perairan (Effendi, 2003). Perubahan suhu secara mendadak ambang batas dapat mengurangi pertumbuhan karang

(Kusuma *et al.*, 2022). Suhu berkaitan dengan aktivitas metabolisme organisme akuatik dimana peningkatan suhu sebesar 10 °C menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen sekitar 2-3 kali lipat yang disertai peningkatan aktivitas dekomposisi bahan organik oleh mikroba (Effendi, 2003). Perubahan suhu juga dapat mematikan karang (Supriharyono 2007). Suhu perairan Pulau Tidung, DKI Jakarta berkisar 29-31,3 °C (Ekel *et al.*, 2021). Suhu optimal untuk terumbu karang 28-30 °C (KLH, 2004).

Salinitas perairan berkisar 27,89-31,43 ppt dengan rata-rata 29,45 ppt. Salinitas berkaitan dengan jumlah garam terlarut yang terkandung dalam satu kilogram air laut dimana dianggap semua karbonat telah diubah menjadi oksida dan unsur Bromida (Br), Iodium (I) diganti oleh Klorida (Cl) dan semua bahan organik telah dioksidasi secara sempurna (Effendi, 2003). Rachmawati (2001) menyatakan bahwa beberapa faktor yang menyebabkan kadar salinitas menurun yaitu pasokan air tawar, badai dan hujan. Ekel *et al.*, (2021) mengatakan salinitas perairan Pulau Tidung, DKI Jakarta berkisar 31-33 ppt. Salinitas optimal untuk terumbu karang 33-34 ppt (KLH, 2004).

Derajat perairan keasaman (pH) berkisar 7,9-8,1 dengan rata-rata 8. pH berkaitan dengan jumlah ion hidrogen (H⁺) yang dinyatakan logaritmik dalam suatu perairan (Effendi, 2003). Ekel *et al.*, (2021) mengatakan pH perairan Pulau Tidung, DKI Jakarta berkisar 6-7. pH optimal untuk terumbu karang 7-8,5 (KLH, 2004). Oksigen terlarut atau *Dissolved Oxygen* (DO) berkisar 7,29-8,74 mg/l dengan rata-rata 7,98 mg/l. Oksigen terlarut adalah jumlah konsentrasi oksigen yang terlarut pada suatu perairan (Effendi, 2003). Oksigen terlarut untuk terumbu karang diatas 5 mg/l (KLH, 2004).

Tabel 1. Kondisi parameter fisika-kimia perairan

| Parameter | Satuan | Waktu | | | | Rerata |
|-----------------------|--------|----------|----------|----------|----------|--------|
| | | Minggu 0 | Minggu 1 | Minggu 2 | Minggu 3 | |
| Suhu | °C | 29,5 | 29,2 | 29,6 | 29,8 | 29,52 |
| Salinitas | ppt | 27,89 | 31,43 | 28,86 | 29,65 | 29,45 |
| Derajat Keasaman (pH) | - | 8 | 8,1 | 8 | 7,9 | 8 |
| Oksigen Terlarut (DO) | mg/l | 7,29 | 8,74 | 7,59 | 8,33 | 7,98 |
| Kecerahan | m | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 |

Kecerahan perairan 1,8 m. Kecerahan merupakan gambaran ukuran transparansi suatu

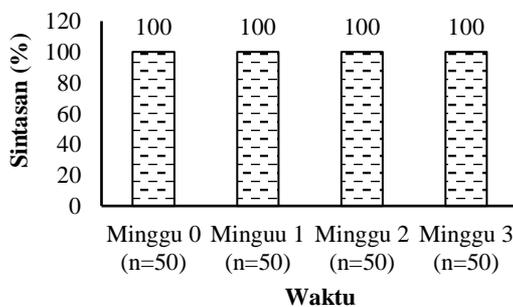
perairan (Effendi, 2003). Kecerahan perairan Pulau Tidung, DKI Jakarta berkisar 4,5-4,7 m

(Ekel *et al.*, 2021). Kecerahan optimal untuk terumbu karang sekitar 10 m (KLH, 2004). Keadaan kecerahan menunjukkan bahwa pada lokasi penelitian memiliki intensitas cahaya matahari yang cukup bagi terumbu karang tumbuh secara optimal. Kondisi parameter fisika-kimia peranan dilihat pada Tabel 1.

Sintasan fragmen karang *A. formosa*

Fragmen karang yang ditanam tumbuh dan berkembang dengan baik. Persentase sintasan yang tercatat sebesar 100% dimana pada awal penanaman sebanyak 100 buah dan pada minggu ke tiga sebanyak 100 buah. Pada penelitian ini tidak ditemukan fragmen karang yang mengalami kematian akibat alga ataupun penyakit. Sintasan fragmen transplantasi karang *A. formosa* di perairan Sawapudo, Konawe, Sulawesi Tenggara sebesar 70,83% (Nurman *et al.*, 2017). Sintasan fragmen transplantasi karang *A. formosa* di perairan Pulau Pramuka, DKI Jakarta sebesar 98,75- 100% (Mustahal dan Rahmawati, 2011)

Salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat kematian adalah pengikatan fragmen transplan (Clarek dan Edwads, 1995). Tingkat kematian yang disebabkan oleh lepasnya fragmen karang dapat mencapai 25% setelah tiga bulan penanaman, dan akan terus berkurang sampai dengan 5% setelah fragmen karang melekat pada modul transplantasi. Jaap (1999) juga menyatakan pentingnya pengikatan fragmen karang terikat secara kokoh dan kuat untuk mencegah fragmen karang terlepas dari modulnya. Sintasan fragmen karang *A. formosa* dapat dilihat pada Gambar 2.



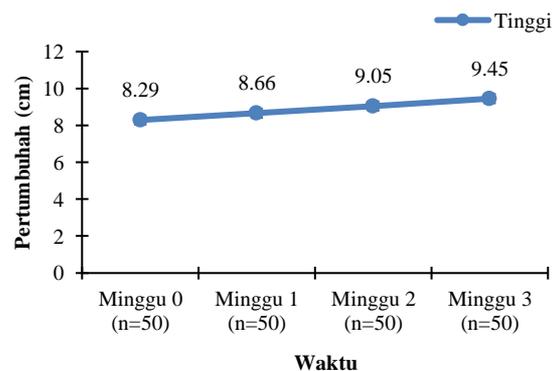
Gambar 2. Sintasan fragmen karang *A. formosa*

Pertumbuhan karang *A. formosa*

Pertumbuhan adalah sebagai proses pertambahan ukuran baik panjang, lebar, tinggi

ataupun volume karang yang dapat mencirikan sifat hidup dari suatu individu (Soedharma dan Arafat, 2007). Secara umum pertumbuhan karang jenis *A. formosa* yang ditransplantasikan di Pulau Tidung terus mengalami peningkatan yang signifikan. Pada awal penanaman tinggi fragmen karang sebesar 8,29 cm, minggu ke pertama sebesar 8,66 cm, minggu ke dua sebesar 9,05 cm dan minggu ke tiga sebesar 9,45 cm. Pertumbuhan karang jenis cenderung mengalami peningkatan dengan penambahan tinggi berkisar 27-40 cm/minggu. Pertumbuhan karang transplantasi *A. formosa* di perairan Pulau Pramuka, DKI Jakarta sebesar 6,4 cm (Mustahal dan Rahmawati, 2011). Pertumbuhan karang transplantasi *A. formosa* di perairan Pantai Malalayang, Sulawesi Utara sebesar 0,1-1,4 cm (Runtuwene *et al.*, 2020).

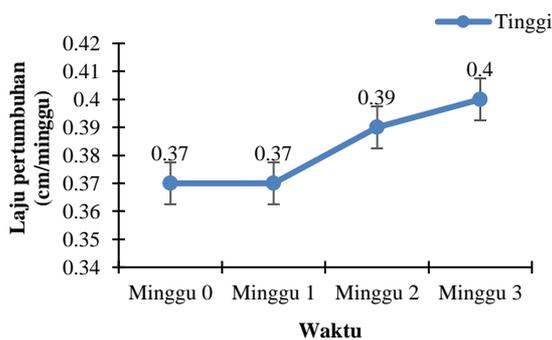
Pertumbuhan karang transplantasi *A. formosa* di perairan Desa Labuan Beropa, Konawe, Sulawesi Tenggara sebesar 0,1-0,4 cm (Hidayat *et al.*, 2021). Pola pertumbuhan yang cenderung meninggi tersebut diduga merupakan pola adaptasi polip karang. Karang yang terkena sedimentasi dalam jangka waktu lebih dari 24 jam akan menyebabkan penurunan jumlah zooxanthelae bahkan dapat menyebabkan *bleaching* pada karang (Phillip dan Fabricius, 2002). Pola pertumbuhan karang yang cenderung meninggi dapat juga disebabkan sifat terumbu karang yang fototaksis. Kondisi lingkungan akan mempengaruhi laju pertumbuhan dan bentuk pertumbuhan karang (Clarck dan Edward, 1995). Pertumbuhan karang *A. formosa* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pertumbuhan karang *A. formosa*

Laju pertumbuhan karang *A. formosa*

Laju pertumbuhan karang pada awal ke minggu ke pertama belum ada perumbuhan, minggu ke dua sebesar 0,02 cm/minggu dan minggu ke tiga sebesar 0,01 cm/minggu. Laju pertumbuhan karang berkisar 0,01-0,02 cm/minggu. Laju pertumbuhan tertinggi terjadi pada minggu ke satu menuju minggu ke dua yaitu 0,02 cm/minggu. Supriharyono (2007) mengatakan perubahan suhu yang mendadak dengan kisaran 4- 6 °C selain dapat menghentikan pertumbuhan karang juga dapat mengurangi pertumbuhan karang. Secara keseluruhan raju pertumbuhan fragmen karang di Pulau Tidung antara 0-0,02 cm/minggu.



Gambar 4. Laju Pertumbuhan karang *A. formosa*

Kesimpulan

Kondisi fisika-kimia perairan Pulau Tidung masih dalam kisaran baku mutu untuk pertumbuhan tranplantasi karang. Sintasan karang mencapai 100 %. Pola pertumbuhan adalah pola pertumbuhan tinggi. Pola pertumbuhan dan laju pertumbuhan meningkat setiap minggunya. Secara keseluruhan transplantasi karang *A. formosa* yang dilakukan di Pulau Tidung dapat dikatakan berhasil karena kondisi perairan di Pulau Tidung cocok untuk mendukung kegiatan transplantasi karang. Saran dari penelitian ini sebaiknya pengambilan data pertumbuhan fragmen karang perlu dilakukan jangka waktu yang lebih lama agar dapat terlihat pengaruh musim terhadap pertumbuhan karang dan penambahan lamanya waktu pengamatan kondisi perairan agar data yang disajikan dapat lebih menggambarkan pengaruh luar terhadap pertumbuhan karang.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Dinas Kelautan Perikanan dan Ketahanan Pangan, Pemerintah Provinsi DKI Jakarta dan rekan dosen dan mahasiswa Universitas Lampung yang telah membantu selama kegiatan penelitian dan penulisan karya tulis ilmiah ini.

Referensi

- Clark, S. & Edwards, A.J. (1995). Coral transplantation as an aid to reef rehabilitation: evaluation of a case study in the Maldiv Islands. *Coral Reefs*. 14 : 201–213. DOI: <http://doi.org/10.1007/BF00334342>
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualias Air*. Yogyakarta: Kanisius
- Ekel, J.R., Menembu, I.S., Manengkey, H.W.K., Roeroe, K.A., Omphi, M., & Sambali, H. (2021). Keanekaragaman genus karang scleractinia di Perairan Pulau Tidung Kepulauan Seribu Provinsi DKI Jakarta. *Jurnal Ilmiah Platax*. 9 (2):157-166. DOI: <http://doi.org/10.35800/jip.9.2.2021.34917>
- Giyanto, Abrar M, Hadi T.A., Budiyo, A., Hafizt M, Salatalohy A, Iswari MY. (2017). Status Terumbu Karang Indonesia 2017. Jakarta: P20-LIPI
- Hadi, T.A., Giyanto, Prayudha, B., Hafizt, M., Budiyo, A. & Suharsono. (2018). *Status Terumbu Karang Indonesia 2018*. Jakarta : P20-LIPI
- Hidayat, Oetama, D. & Mustafa, A. (2021). Studi pertumbuhan karang (*Acropora formosa*) yang ditransplantasi dengan metode ikat dan gantung di Perairan Desa Labuan Beropa Kecamatan Laonti Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*, 6(2): 131-139 DOI: <http://doi.org/622021>
- Jaap, W.C. (1999). Coral Reef Restoration. *Ecological Engineering*. 15 (2) : 345- 364 DOI: [http://doi.org/10.1016/S09258574\(00\)00085-9](http://doi.org/10.1016/S09258574(00)00085-9)
- [KLHK] Kementerian Lingkungan Hidup. (2004). *Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 201 Tahun*

- 2004 tentang Kriteria Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut. Jakarta: KLH.
- Kusuma, A.H., Siregar, A.M., Yanfika, H., Yuliandari, P., Havis, M., Afriani, L., & Rudy. (2022). Struktur Komunitas Karang Pasca Tsunami di Desa Kunjir, Kecamatan Rajabasa, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. *Jurnal Perikanan*. 12 (2),245-255. DOI: <http://doi.org/10.29303/jp.v12i2.301>
- Mustahal & Rahmawati, N. (2011). Tingkat kelulusan hidup dan pertumbuhan fragmen terumbu karang hias hasil transplantasi di Pulau Pramuka Kepulauan Seribu. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 1(1):18-22. DOI: <http://doi.org/1120111822>
- Pet-Soede, C.,Lavieren, V.H., Densen V.W.LT, & Machiels M.A.M. (2000). *Cross shelf distribution of fish communities related to reef complexity in Spermonde Archipelago, a coastal area in SW Sulawesi Indonesia*. In : Pet-Soede, C. Op oede, C. Options for co-management of an Indonesian coastal fishery
- Phillip,E.&Fabricius,K.(2002).Photophysiological stress in scleractinian corals in response to short-term sedimentation. *Experimental Marine Biology and Ecology*. 287 : 57-78. DOI: [http://doi.org/10.1016/S00220981\(02\)00495-1](http://doi.org/10.1016/S00220981(02)00495-1)
- Rachmawati, R. (2001). *Terumbu Buatan (Artificial Reef)*. Jakarta : Pusat Riset Teknologi Kelautan : BRSDMKP-KKP
- Runtuwene, S.M., Manembu, I.S., Mamangkey, N.G.F., Rumengan, A.P., Paransa, D.S.J.,& Sambali, H. (2020). Laju pertumbuhan karang *Acropora formosa* yang ditranplantasi pada media tempel dan media gantung. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 8(1):98-105. DOI: <http://doi.org/10.35800/jplt.8.1.2020.27553>
- Sheppard, C. & Obura, D. (2005). Corals and reefs of Cosmoledo and Aldabra atolls: extent of damage, assemblage shifts and recovery following the severe mortality of 1998. *Journal of Natural History*. 39:103-121. DOI: <http://doi.org/10.1080/00222930310001657900>
- Subhan, B., Madduppa, H., Arafat, D., & Soedharma, D. (2014). Bisakah transplantasi karang memperbaiki ekosistem terumbu karang. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan*. 1(3): 159-164 DOI: <http://doi.org/10.20957/jkebijakan.v1i3.10292>
- Soedharma, D. & Arafat, D. (2007). *Perkembangan Transplantasi Karang di Indonesia*. Bogor : PPLH-IPB
- Supriharyono. (2007). *Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang*. Jakarta: Djembatan
- Suharsono. (2008). *Jenis-Jenis Karang yang Umum dijumpai di Perairan Indonesia*. Jakarta : P20-LIPI
- Uar, N.D., Murti, S.H.,& Hadisusanto, S. (2016). Kerusakan lingkungan akibat aktivitas manusia pada ekosistem terumbu karang. *Jurnal MGI*. 30(1):88-95. DOI: <http://doi.org/10.22146/mgi.15626>