ISSN 2503-4324
Media Akuatika : Jurnal Ilmiah Jurusan Budidaya Perairan. 2024. 9(4) : 23- 31

Pengaruh Perbedaan Lamanya Waktu Pengikatan Fragmen Karang Transplantasi di Atas Permukaan Air/Udara Terbuka terhadap Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup

[The Effect of Different Time Exposure of Transplanted Coral Fragments to the Growth and Survival Rates]

La Ode Muhammad Arsal[1*], Inamullah Tombili[2], Wa Ode Intiyani Mangurana[3]
[1] Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo
[2] Dinas Perikanan Kabupaten Konawe Kepulauan
[3] Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo
*Email Koresponden : arsal.othe@uho.ac.id

ABSTRAK

Kegiatan transplantasi karang skala besar seringkali dibatasi oleh waktu yang digunakan selama proses pengikatan fragmen sampai dengan peletakan media transplantasi di dasar perairan, khususnya ketika proses pengikatan fragmen dilakukan di darat (udara terbuka). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu optimal yang dibutuhkan dalam pengikatan fragmen karang Acropora formosa yang ditransplantasi di udara terbuka sampai dengan peletakannya di dasar perairan, yang masih dapat menunjang pertumbuhan, dan kelangsungan hidup karang transplantasi. Penelitian ini dilakukan menggunakan empat perlakuan, berdasarkan perbedaan lamanya fragmen karang terekspos di udara terbuka, yang terdiri atas perlakuan A (15 menit), B (30 menit), C (45 menit) dan D (60 menit). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan mutlak tertinggi terdapat perlakuan A (1,81 cm), dan terendah pada perlakuan B dan D (1,51 cm). Berdasarkan hasil uji statisitik (P>0,05) terhadap laju pertumbuhan, dan perbedaan lamanya waktu transplantasi menunjukkan perlakuan A berbeda nyata terhadap perlakuan B, C dan D. Demikian halnya pada laju pertumbuhan spesifik, perlakuan A berbeda nyata terhadap perlakuan B, C dan D. Tingkat kelangsungan hidup karang A. formosa selama penelitian mencapai 100% untuk setiap perlakuan.
Kata kunci: *Acropora formosa*, pengikatan fragmen, trasplantasi karang, transportasi karang, udara terbuka

ABSTRAC

Large-scale coral transplant activities are often limited by the time used in the process of binding the fragments to place the transplant media on the seabed, especially when the binding process is carried out on land (open air). This research aims to find out the optimal time needed to fasten coral fragments transplanted in the open air until they are placed on the seabed, which can still support the growth and survival rate of the coral. This research was carried out using four treatments based on differences in the length of time coral specimens were exposed to the open air, consisting of treatments A (15 minutes), B (30 minutes), C (45 minutes), and D (60 minutes). The results showed that the highest absolute growth was in treatment A (1,81) cm, and the lowest in treatments B and D (1,51 cm). Based on the results of statistical tests (P>0.05) on the growth rate and differences in length of transplantation time, it shows that treatment A is significantly different from treatments B, C, and D. Likewise, the specific growth rate, treatment A is significantly different from treatments B, C, and D. The survival rate of *A. formosa* was 100% for each treatment.
Keyword: *Acropora formosa*, binding the specimen, coral transplantation, coral transportation, open air

PENDAHULUAN

Terumbu karang merupakan ekosistem yang sangat penting bagi keanekaragaman ekosistem pesisir, dan juga berperan dalam melindungi garis pantai dari abrasi. Terumbu karang juga memiliki beragam nilai dan fungsi, antara lain nilai ekonomi (pariwisata, snorkling, diving, riset), nilai produksi (perikanan tangkap dan budidaya), serta nilai ekologi (daerah perlindungan, pemijahan, asuhan, dan penyangga ekosistem pesisir) (Pelasula et al., 2021; 2023). Namun, saat ini terumbu karang menghadapi berbagai ancaman akibat dampak yang ditimbulkan oleh berbagai faktor seperti perubahan iklim, pemanasan global, dan penangkapan ikan yang tidak bertanggung jawab menyebabkan kerusakan yang signifikan pada terumbu karang.

Disamping itu, makin berkembangnya pembangunan pemukiman dan kegiatan industri di wilayah pesisir juga ikut berdampak pada peningkatan volume buangan limbah pada lingkungan perairan sehingga menyebabkan penurunan

Article history:
Diterima / Received 16 Agustus 2024
Disetujui / Accepted 8 September 2024
Diterbitkan/ Published 10 Oktober 2024
©2024at http:// mediaakuatika.uho.ac.id

keanekaragaman hayati dan kelimpahan terumbu karang (Pendleton et al., 2016; Pelasula et al., 2023). Disisi lain, minimnya pengetahuan dan kesadaran masyarakat tentang konservasi dan budidaya karang yang dapat menunjang upaya pelestarian terumbu karang, berakibat pada makin sulitnya pengelolaan dan pelestarian ekosistem terumbu karang.

Dalam upaya menanggulangi permasalahan tersebut, perlu segera diambil tindakan nyata untuk menjaga kelestarian terumbu karang. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk memulihkan kerusakan pada terumbu karang yaitu dengan melaksanakan rehabilitasi, melalui kegiatan transplantasi karang (Hesley et al., 2017; Mahmoud et al., 2019). Transplantasi karang dilakukan dengan mengambil fragmen karang dari koloni karang yang sehat untuk ditumbuhkan pada media transplantasi.

Akan tetapi, dalam pelaksanaannya, khususnya pada kegiatan transplantasi skala besar yang dilakukan di udara terbuka, dan menggunakan fragmen karang dalam jumlah yang besar, kegiatan transplantasi karang sangat dibatasi oleh waktu yang digunakan selama proses pengikatan spesimen hingga ditempatkan pada lokasi pemeliharaan. Lamanya waktu pengikatan fragmen karang di udara terbuka dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap keberhasilan kegiatan transplantasi. Proses pengikatan fragmen karang tersebut akan memberikan pengaruh pada kemampuan adaptasi terhadap kondisi lingkungan, proses pemulihan diri, serta pertumbuhan dan kelangsungan hidup fragmen karang yang ditranplantasi. Dari permasalahan tersebut, dipandang penting untuk dilakukan penelitian tentang berapa lama waktu optimal yang dibutuhkan dalam pelaksanaan transplantasi, khususnya ketika proses pengikatan spesimennya dilakukan di atas permukaan air/udara terbuka, yang dapat menunjang kelangsungan hidup karang transplantasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa lama waktu optimal yang dibutuhkan dalam pengikatan/pemasangan fragmen karang transplantasi di atas permukaan air/udara terbuka, sampai dengan peletakan media transplantasi di lokasi pemeliharaan, yang masih dapat menunjang kelangsungan hidup, dan pertumbuhan karang transplantasi. Informasi ini dapat dimanfaatkan sebagai dasar untuk menyusun strategi pelaksanaan transplantasi dan transportasi bibit karang yang lebih efektif dalam upaya pelestarian terumbu karang di masa depan.

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 90 hari, di Perairan Dusun Baho, Desa Labuan Beropa, Kecamatan Laonti, Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara, Lokasi penelitian terletak pada koordinat S: 04^{o}058’8.625” E: 122^{o}79’31”.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas kamera bawah air, GPS, jangka sorong, alat tulis bawah air, gunting baja, peralatan selam SCUBA, stop watch, ember, tali thies, rangka baja, media beton, waring, kuas, dan bola pelampung. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah karang jenis *Acropora formosa*.

Prosedur Penelitian

Media transplantasi

Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah media buatan dari beton. Pada bagian tengah media tersebut dipasangkan tiang yang terbuat dari pipa

©2024at http:// mediaakuatika.uho.ac.id

pvc sebagai penyangga fragmen karang, sehingga karang yang ditransplantasi dapat melekat kuat dan tegak pada substrat. Untuk melekatkan fragmen karang pada tiang media, karang diikat menggunakan tali thies. Dudukan media menggunakan rangka baja yang diberi jaring pada bagian atasnya. Media transplantasi ditempatkan pada kedalaman ± 7 meter pada pasang tertinggi, dan ± 3 meter pada pasang terendah, dipasang secara mendatar di dasar perairan, dengan posisi kaki-kaki rangka tertanam ke dasar perairan sehingga kuat dan tahan terhadap goncangan arus dan gelombang.

Pemotongan dan Pengikatan Fragmen Karang

Fragmen karang yang digunakan berasal dari perairan pulau Hari. Fragmen karang transplantasi dipilih dari koloni terumbu karang A. formosa yang kondisi penutupannya tergolong dalam kategori baik. Pengambilan fragmen karang dilakukan dengan cara memotong cabang pada karang induk menggunakan gunting baja, mulai dari tunas (ujung tungkai) ke arah pangkal, sepanjang 10 cm. Jumlah fragmen yang diambil sebanyak 36. Fragmen karang diikat pada substrat beton yang telah disediakan sebelumnya. Seluruh potongan fragmen karang dinaikkan ke atas perahu, dan ditampung dalam wadah berisi air laut, untuk ditransportasikan menuju ke lokasi transplantasi. Proses pengikatan fragmen karang pada substrat dilakukan di atas permukaan air/udara terbuka, sesuai perlakuan masing-masing.

Pengukuran Pertumbuhan dan Perawatan

Untuk mengukur keberhasilan pertumbuhan karang yang ditransplantasi, maka pada setiap spesimen dilakukan pengukuran pertumbuhan tinggi dan diameter, dengan menggunakan jangka sorong (ketelitian 0,01 cm). Pengukuran awal dilakukan pada saat pengikatan fragmen ke media transplantasi. Pengukuran berikutnya dilakukan setiap dua minggu sekali selama tiga bulan (90 hari kalender). Pertambahan cabang baru juga diukur dan dicatat. Untuk mencegah kekeliruan pada saat pengukuran, setiap perlakuan diberi penanda untuk mengetahui titik awal dan akhir pengukuran.

Perawatan dan pembersihan media serta organisme uji dari biofouling yang menutupinya dilakukan secara kontinu setiap 15 hari sekali, bertepatan dengan waktu pengukuran pertumbuhan tinggi dan diameter. Pembersihan dilakukan secara hati-hati menggunakan kuas untuk menghindari lepasnya fragmen karang dari substratnya, serta menghindari kerusakan yang tidak diinginkan.

Rancangan Percobaan

Perlakuan yang diuji cobakan terbagi menjadi 4 perlakuan. Setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali, dan setiap ulangan terdiri atas 3 individu, sehingga total keseluruhan fragmen sebanyak 36 individu. Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:
Perlakuan A : 15 menit
Perlakuan C : 45 menit
Perlakuan B : 30 menit
Perlakuan D : 60 menit

Parameter yang Diamati

Parameter yang diamati pada penelitian ini terdiri atas laju pertumbuhan mutlak, laju pertumbuhan spesifik, pertumbuhan diameter dan kelangsungan hidup.

Laju Pertumbuhan Mutlak

Laju pertumbuhan mutlak diukur dengan mengacu pada perubahan tinggi dan pertambahan tunas/cabang (axial

coralite) *A. formosa* dihitung menggunakan rumus Effendie (1997):

$$PM = L_t - L_0$$

Dimana:
PM = Pertumbuhan mutlak organisme uji (cm)
L_t = Pertambahan panjang pada akhir penelitian (cm)
L_0 = Panjang pada awal penelitian (cm)

Laju Pertumbuhan Spesifik

Laju pertumbuhan spesifik dihitung berdasarkan rumus Zonnoveld et al. (1991):

$$LPS = \alpha = [(Lt / Lo)^{1/t} - 1] \times \overline{100}$$

Dimana:
LPS = α = Laju pertambahan spesifik (%)
$\overline{Lt}$ = Pertambahan panjang pada waktu t (cm)
$\overline{Lo}$ = Panjang pada awal penelitian (cm) t = 0
T = Periode waktu pengamatan (hari)

Kelangsungan Hidup

Kelangsungan hidup karang dihitung menggunakan rumus Effendie (1997):

$$SR = (Nt/No) \times 100\%$$

Dimana:
SR = Kelangsungan hidup
Nt = Jumlah individu yang hidup selama penelitian
No = Jumlah individu awal penelitian

Analisa Data

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diamati, dan untuk menguji beda antar perlakuan maka dilakukan analisis statistik dengan bantuan program SPSS.

.

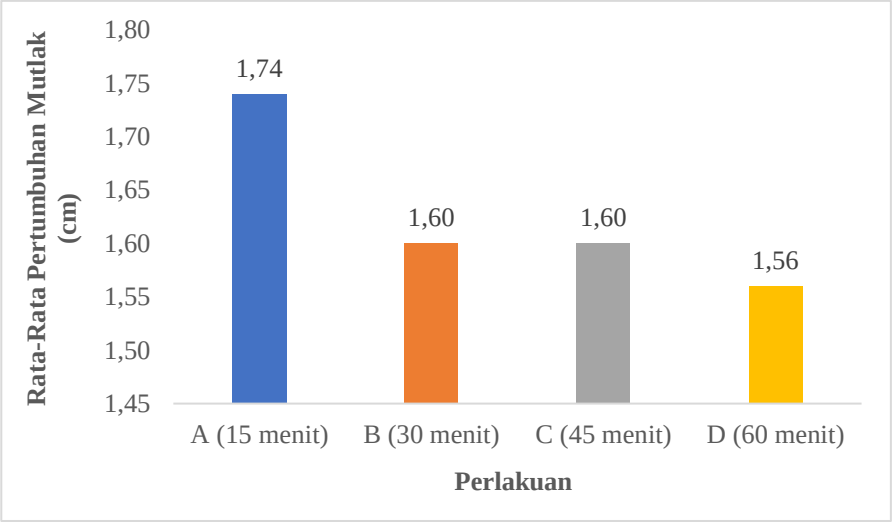
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan pertumbuhan karang yang ditransplantasi meliputi pertumbuhan mutlak, laju pertumbuhan spesifik, pertumbuhan diameter serta tingkat kelangsungan hidup.

Pertumbuhan Mutlak

Hasil pengamatan selama 3 bulan masa pemeliharaan, menunjukkan adanya pertumbuhan panjang pada karang *A. formosa* yang ditransplantasi dari waktu ke waktu. Pertumbuhan mutlak panjang *A. formosa* tertinggi dicapai oleh perlakuan A, yakni sebesar 1,74 cm, dan terendah terdapat pada perlakuan D sebesar 1,56 cm. Rendahnya nilai rata-rata pertumbuhan mutlak pada perlakuan D tersebut diduga karena lamanya waktu spesimen karang berada di permukaan air, mulai dari proses pengikatan sampai peletakan di dasar laut, sehingga menyebabkan tingkat stres pada perlakuan D lebih tinggi dibandingkan perlakuan A, B dan C. Hal ini berdampak pada pertumbuhan yang lebih rendah pada perlakuan D. Hal tersebut mengindikasikan bahwa dalam kegiatan transplantasi, apabila pengikatan spesimen dilakukan di atas permukaan air, sebaiknya waktu yang digunakan tidak terlalu lama untuk mengurangi tingkat stres yang dialami oleh spesimen karang.

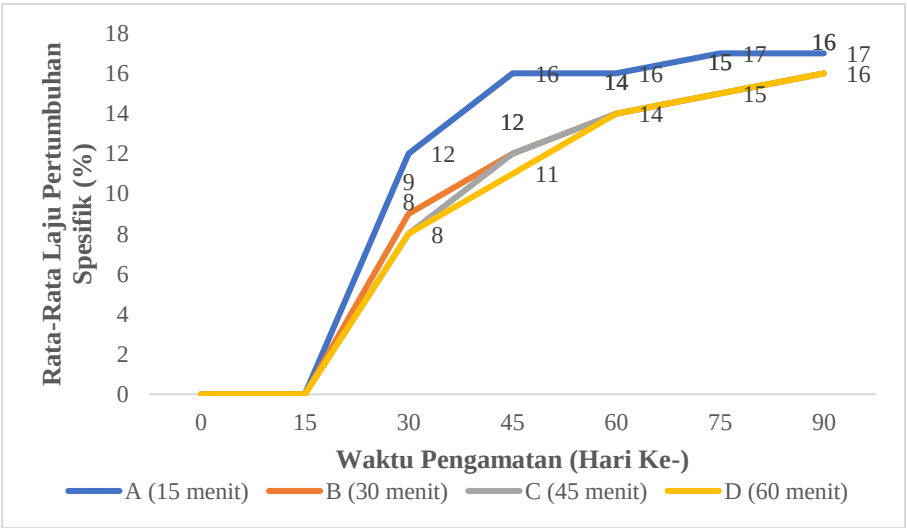
Hasil uji statistik pertumbuhan mutlak terhadap perbedaan lamanya waktu pengikatan, menunjukkan bahwa pertumbuhan mutlak perlakuan A berbeda nyata terhadap perlakuan B, C dan D. Hal ini dapat didefinisikan bahwa, semakin lama waktu karang transplantasi berada di atas permukaan air (udara terbuka), akan sangat berpengaruh terhadap laju pertumbuhan mutlak karang tersebut. Menurut Rizqika et. al. (2018), pertumbuhan terumbu karang berbeda-beda meskipun berasal dari satu koloni, dan berada pada lokasi serta kedalaman yang sama.



Gambar 1. Rata–Rata Pertumbuhan Mutlak Panjang *A. Formosa*

Laju Pertumbuhan Spesifik

Laju pertumbuhan spesifik cenderung mengalami pertambahan setiap waktu pengamatan, terhitung sejak pengukuran hari ke-30. Secara umum, nilai rata-rata laju pertumbuhan spesifik tertinggi setelah pengamatan hari ke-90 dicapai oleh perlakuan A sebesar 17%, dan yang terendah terdapat pada perlakuan B, C dan D masing – masing sebesar 16%.



Gambar 2. Rata–Rata Laju Pertumbuhan Spesifik (LPS) Panjang *A. formosa* dengan Perbedaan Lamanya Waktu Transplantasi

Pada pengamatan hari ke-15, spesimen karang transplantasi pada setiap perlakuan belum menunjukkan adanya pertumbuhan. Diduga, selama ± 15 hari pertama spesimen karang masih dalam proses penyembuhan luka akibat pemotongan di awal pelaksanaan kegiatan transplantasi. Menurut Sadarun (1999); Johan (2023), proses penyembuhan luka pada karang *A. formosa* berlangsung selama 13 – 14 hari. Awal pertumbuhan karang ditandai dengan mulai menutupnya luka bekas pemotongan yang terjadi saat pengambilan spesimen. Penutupan luka tersebut tergantung pada jenis dan

©2024at http:// mediaakuatika.uho.ac.id

keberadaan karang itu sendiri serta dipengaruhi oleh faktor lingkungan sekitarnya. Selain itu, tidak adanya proses pertumbuhan selama 15 hari pertama terjadi akibat pengeluaran lendir oleh karang yang terus berlangsung selama masa penyembuhan. Pengeluaran lendir pada karang merupakan bentuk pertahanan tubuh terhadap stres yang disebabkan oleh infeksi maupun akibat kerusakan jaringan (Sheridan et al., 2014). Produksi lendir akan menguras cadangan energi karang, sehingga energi untuk pertumbuhan pun ikut terbuang selama proses tersebut (Stephenson 2019). Pengeluaran lendir tersebut mulai terjadi sejak proses pemotongan spesimen karang dari koloni induk, hingga peletakannya di lokasi pemeliharaan. Proses pengeluaran lendir tersebut semakin meningkat ketika spesimen karang berada di atas permukaan air (udara terbuka), dan selama proses pengikatan berlangsung. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama spesimen berada di udara terbuka maka tingkat stresnya akan semakin tinggi, sehingga meningkatkan laju pengeluaran lendir pada spesimen karang.

Pertumbuhan pada karang transplantasi baru terjadi setelah melewati proses penyembuhan luka yang berlangsung selama ±15 hari. Hal ini terlihat dari hasil pengamatan pada hari ke-30 hingga hari ke 90, yang menunjukkan adanya peningkatan pada nilai pertumbuhan spesifik dari waktu ke waktu. Hasil pengamatan hari ke-30 menunjukkan laju pertumbuhan spesifik pada perlakuan A mencapai 12%, perlakuan B 9%, perlakuan C dan D sebesar 8%. Hasil uji statistik menujukkan pertumbuhan spesifik perlakuan A sangat berbeda nyata ($P<0,01$) terhadap perlakuan B, C dan D, sedangkan antara perlakuan B, C, dan D tidak saling berbeda nyata ($P>0,05$). Semakin lama fragmen karang transplantasi berada di permukaan air (udara terbuka), maka akan sangat mempengaruhi laju pertumbuhan spesifik fragmen karang tersebut. Sebaliknya, semakin pendek durasi pelaksanaan transplantasi di permukaan air (udara terbuka), maka laju pertumbuhan spesifiknya akan semakin tinggi. Luka akibat pemotongan pada awal tranplantasi, dan paparan suhu di permukaan air akan meningkatkan stres pada fragmen karang transplantasi serta mempengaruhi laju pertumbuhan karang tersebut. Sehingga, pada kegiatan tranplantasi yang dilakukan di atas permukaan air sebaiknya dilakukan di tempat teduh, terlindung dari sinar matahari secara langsung, dan proses pengikatannya tidak lebih dari 30 menit.

Pengamatan hari ke-45 menunjukkan nilai pertumbuhan spesifik tertinggi terdapat pada perlakuan A sebesar 16%, kemudian perlakuan B dan C sebesar 12%, dan terendah pada perlakuan D sebesar 11%. Berdasarkan hasil uji statistik, laju pertumbuhan spesifik antara perlakuan A, B, C, dan D tidak berbeda nyata ($P>0,05$). Pengamatan hari ke-60 menunjukkan laju pertumbuhan spesifik pada perlakuan A sebesar 16%, sedangkan pada perlakuan B, C dan D mencapai 14%. Demikian halnya hari ke-75, perlakuan A memperoleh nilai pertumbuhan spesifik tertinggi, yakni sebesar 17%, dibandingkan perlakuan B, C dan D hanya mencapai 15%. Hasil uji statistik terhadap laju pertumbuhan spesifik pada hari (t) ke-60 dan ke-75, nilai pertumbuhan perlakuan A sangat berbeda nyata terhadap perlakuan B, C, dan D ($P<0,01$). Pada hari ke-90, nilai rata-rata laju pertumbuhan spesifik tertinggi dicapai oleh perlakuan A yakni 17%, disusul oleh B, C dan D sebesar 16%. Hasil uji statistik laju pertumbuhan spesifik menunjukkan bahwa nilai

©2024at http:// mediaakuatika.uho.ac.id

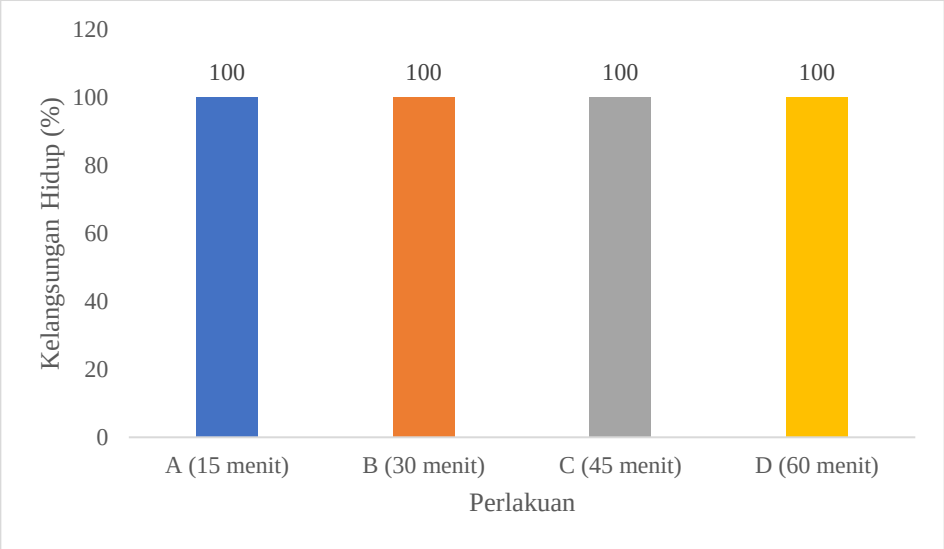
pertumbuhan spesifik tidak berbeda nyata antar perlakuan (P>0,05).

Pertumbuhan Diameter

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap pertumbuhan diameter karang *A. formosa* menunjukkan terjadinya pertambahan diameter pada fragmen karang transplantasi tersebut. Pertumbuhan tersebut berkisar antara 0,02 cm sampai dengan 0,04 cm. Hasil uji statistik menujukkan pertumbuhan diameter antar perlakuan tidak berbeda nyata. Rendahnya pertumbuhan diameter tersebut diduga karena karang bercabang seperti *A. formosa* pertumbuhannya lebih mengarah pada pertumbuhan panjang dibanding pertumbuhan diameter. Pertumbuhan karang bercabang cenderung pada pertambahan panjang dibandingkan pertambahan diameter (Sinipirang et al., 2016; Rani et al., 2017).

Kelangsungan Hidup

Dari 36 fragmen karang *A. formosa* yang ditransplantasi, tingkat kelangsungan hidup yang dicapai pada akhir penelitian mencapai 100%. Meskipun dalam pelaksanaannya, spesimen yang ditransplantasikan harus berada di atas permukaan air/udara terbuka dengan waktu yang berbeda, mulai dari 15 menit sampai dengan 60 menit, namun seluruh fragmen karang *A. formosa* dapat hidup dan tumbuh selama masa penelitian berlangsung. Hal ini diduga karena selama masa pemeliharaan kualitas perairan berada pada lokasi penelitian berada pada kondisi yang ideal untuk pertumbuhan karang transplantasi. Faktor-faktor kualitas air seperti intensitas cahaya, suhu, kecepatan arus, pH, salinitas, oksigen terlarut, bahan organik terlarut, nitrat dan phospat merupakan faktor pendukung dari pertumbuhan karang *Acropora* sp (Cohen et al., 2016; Badriana et al., 2021; Kramer et al., 2022). Kelangsungan hidup karang transplantasi juga ditunjang oleh perawatan selama penelitian berlangsung. Fragmen karang rutin dibersihkan dari alga yang menutupi permukaan polip karang sehingga zooxanthellae yang bersimbiosis dapat berfotosintesis dan polip memanfaatkan makanan secara optimal. Fotosintesis zooxanthellae dapat meningkatkan laju kalsifikasi dan pertumbuhan karang (Ben-Zvi et al., 2014; Stephenson, 2019; Kramer et al., 2020).



Gambar 3. Tingkat Kelangsungan Hidup *A. formosa* dengan Perbedaan Lamanya Waktu Transplantasi

©2024at http:// mediaakuatika.uho.ac.id

KESIMPULAN

Pelaksanaan transplantasi karang di atas permukaan air (udara terbuka) dalam kurun waktu 60 menit masih menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup karang yang ditransplantasi, dengan tingkat kelangsungan hidup mencapai 100%.

DAFTAR PUSTAKA

Badriana MR, Avrionesti, MY Surya, U. Abdurrahman, I.F. Pratyaksa, A.I. Hidayatullah, M.A.A. Wicaksono, H. Diastomo, T. Suprijo, H. Park. 2021. Potential coral implementation area for Indonesia coral reef garden in Nusa Dua, Bali. IOP Conf. Ser: Earth Environ. Sci. 925, 012024

Ben-Zvi O, G Eyal, Y Lola. 2014. Light-dependent fluorescence in the coral Galaxea fascicularis. Hydrobiologia. 759, 15-26

Cohen I, Z Dubinsky, J Erez. 2016. Light enhanced calcification in hermatypic corals: new insights from light spectral responses. Front Mar Sci 2:122. doi: 10.3389/fmars.2015.00122

Effendie, M.I. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta

Hesley D, Burdeno D, Drury C, Schopmeyer S, Lirman D. 2017. Citizen science benefits coral reef restoration activities. Journal for Nature Conservation, 40:94-99

Johan O, R Ginanjar, A Budiyanto, I Ardi, A Priyadi, A Kunzmann. 2023. The success of ornamental coral propagation in Banyuwangi East Java, Indonesia: observation of different depths and species. Front. Mar. Sci. 10:928538. doi: 10.3389/fmars.2023.928538.

Kramer N, R Tamir, G Eyal, Y Loya. 2020. Coral morphology portrays the spatial distribution and population size-structure along a 5–100 m depth gradient. Front. Mar. Sci. 7, 615

Kramer N, R Tamir, O Ben-Zvi, SL Jacques, Y Loya, D Wangpraseurt. 2022. Efficient light-harvesting of mesophotic corals is facilitated by coral optical traits. Functional Ecology, 36, 406-418

Mahmoud MAM, MA Dar, HNM Hussein, MEA El-Metwally, MM Maaty, MY Omer, MR Seraj, TAA Mohammed. 2019. Survivorship and growth rates for some transplanted coral reef building species and their potential for coral reef rehabilitation in the Red Sea. Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries Zoology Department, Faculty of Science, Ain Shams University, Cairo, Egypt. Vol. 23(2): 183- 193. ISSN 1110 – 6131

Pelasula D. D., Alik R., Ruli F., Hukom F. D., Pay L., Hehuat J., 2021 A coral reef health study and its problem in Leti, Moa and Wetar Island, Mollucas Province. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 777(1):012003

Pelasula DD, MP Patria, S Wouthuyzen, A Syahailatua. 2023. Key success factors and problems in coral transplantation: A review. AACL Bioflux 16(1):1-24.

Pendleton L., Comte A., Langdon C., Ekstrom J. A., Cooley S. R., Suatoni L., Beck M. W., Brander L. M., Burke L., Cinner J. E., Doherty C. 2016 Coral reefs and people in a high-CO_2 world: where can science make a difference to people? PloS One 11(11):e0164699.

Rani C, A Tahir, J Jompa, A Faisal, A Yusuf, S Werorilangi, Arniati. 2017. Keberhasilan rehabilitasi terumbu karang akibat peristiwa bleaching tahun 2016 dengan teknik transplantasi. SPERMONDE 3(1): 13-19

Rizqika CNA, Supriharyono, N Latifah. 2018. laju pertumbuhan terumbu karang Acropora formosa di Pulau Menjangan Kecil, Taman Nasiona Karimunjawa. Journal of Maquares 7(4): 315-322

Sadarun, B. 1999. Transplantasi Karang Batu (*Stony Coral*) di Kepulauan Seribu Teluk Jakarta. Institut Pertanian Bogor. Thesis. Bogor.

Sheridan C, Ph Grosjean, J Leblud, CV Palmer, A Kushmaro, I Eechaut. 2014. Sedimentation rapidly induces an immune response and depletes energy stores in a hard coral. Coral Reefs, 33 (4): 1067-1076. DOI 10.1007/s00338-014-1202-x

Sinipirang FA, ELA Ngangi, JD Mudeng. 2016. Pertumbuhan fragmen bibit kuran berbeda dalam pembudidayaan karang hias Acropora formosa. Budidaya Perairan 4(3): 31-36

Stephenson M. 2019. Effects of deposited sediment and turbidity on survival and growth of Orbicella faveolata recruits. Master's thesis. Nova Southeastern University. Retrieved from NSUWorks. (509).

Zonnoveld NEA, ED Huisman, JH Boon. 1991. Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

©2024at http:// mediaakuatika.uho.ac.id