

Laju Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Karang Jenis *A. formosa* dan *A. intermedia* Menggunakan Metode Transplantasi Modul Rangka Spider di Perairan Pantai Lipah, Desa Bunutan, Kabupaten Karangasem, Bali.

Dwina Basyaasah Rahmaningrum^a, Dwi Budi Wiyanto^{a*}, I Gusti Ngurah Putra Dirgayusa^a

^aProgram Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

*Corresponding author, email: budi.wiyanto@unud.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 17 April 2023

Received in revised form: 10 Juli 2023

Accepted: 19 Agustus 2023

Available online: 6 Februari 2024

Keywords:

A. formosa;

A. intermedia;

Growth rate;

Spider skeleton;

Survival rate

Kata Kunci:

A. formosa;

A. intermedia;

Laju pertumbuhan;

Rangka spider;

Tingkat Kelangsungan Hidup.

ABSTRACT

Lipah Beach holds the potential for coral reefs, although this potential is considered moderate due to anthropogenic destructive activities. The spider skeleton method has been employed as a coral rehabilitation effort at Lipah Beach. Aside from its cost-effectiveness, the spider framework also provides a waterway. The success of coral rehabilitation can be measured by assessing the growth rate and survival rate of transplanted corals. Corals of the *Acropora* genus, including *A. formosa* and *A. intermedia*, are known for their rapid growth and high resilience. These corals possess significant aesthetic value but are currently threatened as they continue to be traded. The primary objective of this research is to determine the growth rate and survival rate of transplanted *A. formosa* and *A. intermedia* using the spider skeleton method. The research adopts an experimental approach with direct observation. Each type of coral, *A. formosa* and *A. intermedia*, is represented by 20 fragments, totaling 40 transplanted fragments. The study spans over 4 months to monitor coral growth and survival rates, along with monthly measurements of seawater quality parameters to assess their conditions. The findings reveal that *A. intermedia* exhibits a growth rate of 0.81 cm per month, surpassing that of *A. formosa*, which measures 0.73 cm per month. Conversely, the survival rate of *A. formosa* is higher at 75% compared to *A. intermedia* at 70%. By the end of the study, 15 fragments of *A. formosa* and 14 fragments of *A. intermedia* remained viable.

ABSTRAK

Pantai Lipah menyimpan potensi terumbu karang, namun tergolong sedang karena aktifitas destruktif antropogenik. Metode rangka spider menjadi upaya rehabilitasi karang di Pantai Lipah. Selain biaya material yang murah, rangka spider dapat memberikan alur air. Keberhasilan rehabilitasi karang, dapat diukur dengan melihat laju pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup karang yang ditransplantasi. Karang genus *Acropora* memiliki kecepatan pertumbuhan yang tinggi dan tingkat ketahanan hidup yang besar termasuk karang jenis *A. formosa* dan *A. intermedia*. Kedua karang ini memiliki nilai estetika tinggi namun terancam tereksplorasi yang masih diperdagangkan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui laju pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup karang *A. formosa* dan *A. intermedia* yang ditransplantasi menggunakan metode rangka spider. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan observasi langsung. Masing-masing *A. formosa* dan *A. intermedia* berjumlah 20 fragmen, sehingga total 40 fragmen yang ditransplantasi. Penelitian dilakukan selama 4 bulan untuk mengamati laju pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup karang serta pengambilan parameter kualitas air laut untuk mengetahui kondisi parameter di setiap bulannya. Hasil penelitian yaitu laju pertumbuhan *A. intermedia* sebesar 0,81 cm/bulan lebih tinggi dibanding *A. formosa* yaitu sebesar 0,73 cm/bulan dan tingkat kelangsungan hidup karang *A. formosa* lebih tinggi 75% dibandingkan dengan *A. intermedia* sebesar 70%. Hingga akhir penelitian, tersisa 15 fragmen karang *A. formosa* dan 14 fragmen *A. intermedia*

1. Pendahuluan

Pantai Lipah di desa Bunutan, Kabupaten Karangasem, Bali memiliki kondisi tutupan karang sedang, padahal daerah ini dimanfaatkan sebagai salah satu objek wisata selam yang unggul (Dhananjaya *et al.*, 2017). Menurut Yasser (2013) faktor terbesar terumbu karang rusak akibat aktifitas antropogenik seperti penangkapan ikan dan wisata bahari yang tidak ramah lingkungan. Salah satu alternatif rehabilitasi karang yang mulai berkembang dan dinilai efektif dalam pengoperasiannya yaitu transplantasi karang menggunakan metode modul rangka spider. Rani *et al.*, (2017) menyatakan bahwa metode rangka spider ini efektif merehabilitasi terumbu karang untuk beberapa genus seperti *Acropora*, dilakukan pada kedalaman 3 hingga 4 meter dan dianggap lebih mudah dilakukan.

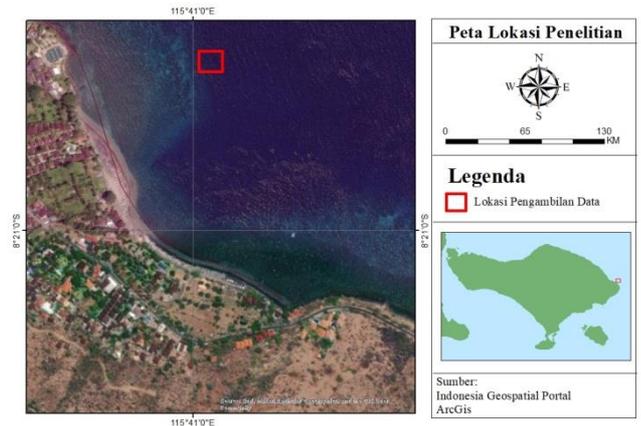
Berbagai penelitian terkait transplantasi karang khususnya menggunakan karang genus *Acropora* telah banyak dilakukan seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Subhan (2020) tentang Laju Pertumbuhan Terumbu Karang *Acropora loripes* menggunakan Metode Transplantasi modul rangka spider di Kabupaten Buleleng. Karang ini dinilai memiliki kecepatan pertumbuhan yang tinggi dan tingkat ketahanan hidup yang besar termasuk karang jenis *A. formosa* dan *A. intermedia* (Runtuwene *et al.*, 2020). Karang ini memiliki nilai estetika tinggi namun terancam tereksplorasi karena termasuk karang hias yang masih diperdagangkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya pelestarian dan rehabilitasi dari kedua jenis karang ini, salah satu nya melalui transplantasi karang.

Parameter untuk mengetahui keberhasilan rehabilitasi karang jenis *A. formosa* dan *A. intermedia* dapat diukur dengan melihat laju pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup karang yang ditransplantasi. Laju pertumbuhan karang adalah pertambahan panjang linear karang dalam kurun waktu tertentu sedangkan tingkat kelangsungan hidup karang adalah jumlah karang hidup pada saat waktu tertentu dibandingkan dengan jumlah karang saat awal pemeliharaan (Effendie, 1979). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup *A. formosa* dan *A. intermedia* yang ditransplantasi menggunakan metode rangka spider di Perairan Pantai Lipah, desa Bunutan, Kabupaten Karangasem, Bali.

2. Metodologi

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga Mei tahun 2023 dan dilakukan di perairan pantai Lipah, Desa Bunutan, Kabupaten Karangasem, Bali (Indonesia)

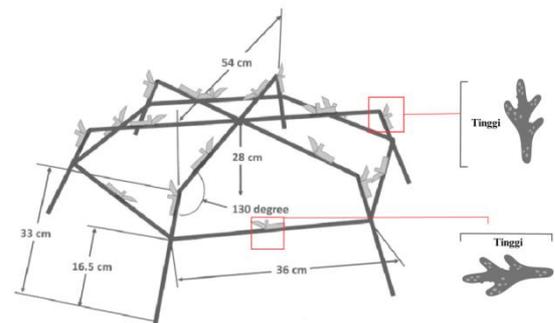


Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Metode Pengambilan Data

2.2.1 Survey dan Konstruksi modul rangka spider

Survei dilakukan di sekitar perairan pantai Lipah untuk memastikan lokasi yang cocok untuk peletakan modul rangka spider. Modul rangka spider terbuat dari besi baja berdiameter 54 cm. Tinggi rangka 88 cm dengan jarak antar kaki 36 cm. Modul rangka spider dilapisi dengan semen yang dicampurkan menggunakan semen agar tidak berkarat (Gambar 2).



Gambar 2. Konstruksi kerangka spider dan penempatan fragmen karang

2.2.2 Pengadaan Sampel Karang dan Pemasangan Fragmen

Induk koloni karang *Acropora* karang jenis *A. formosa* dan *A. intermedia* didapat dari hasil budidaya instansi yaitu PT. Tirta Samudera Bali (TSB). Pemotongan karang induk dilakukan di pinggir pantai dan dibawa turun ke dalam laut kemudian fragmen karang yang telah dipotong dipasang pada rangka spider dengan paper tag sebagai label serta menggunakan kabel tie sebagai perekat pada rangka spider.

2.2.3 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan setiap satu kali dalam sebulan meliputi pengambilan data pengukuran dan tingkat kelangsungan hidup fragmen karang dengan teknik pengambilan foto fragmen karang yang diukur menggunakan

jangka sorong (caliper ketelitian 0,01 mm), kemudian ukuran pertumbuhan tinggi karang dicatat pada papan selam atau slate, selain itu dilakukan pula monitoring karang satu kali dalam sebulan.

2.2.4 Pengukuran Parameter Kualitas Perairan

Parameter fisika kimia perairan dilakukan secara langsung (in situ) dengan mengukur parameter meliputi suhu, salinitas kecerahan, kedalaman, kecepatan arus, salinitas, pH dan DO.

2.3 Analisis Data

2.3.1 Laju Pertumbuhan

Perhitungan pertumbuhan karang mengikuti persamaan 1 (Effendie, 1979).

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

Keterangan :

- α = Laju pertumbuhan tinggi fragmen karang
- $Li + 1$ = Tinggi fragmen pada waktu $i+1$
- Li = Tinggi fragmen pada waktu ke i
- $ti + 1$ = Waktu ke $i+1$
- ti = Waktu ke i

2.3.2 Persentase Tutupan Lamun

Perhitungan tingkat kelangsungan karang mengikuti persamaan 2.

$$SR = \frac{NT}{N0} \times 100 \% \quad (2)$$

Keterangan :

- SR = Tingkat kelangsungan hidup (%)
- Nt = Jumlah karang pada akhir penelitian
- N0 = Jumlah karang pada awal penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Parameter kualitas air di Perairan Pantai Lipah, Desa Bunutan, Kabupaten Karangasem, Bali.

Pengukuran suhu di tempat penelitian selama 4 bulan serta menyesuaikan data yang didapatkan dengan baku mutu air laut yaitu Kep Men LH 51/2004 untuk karan seperti terlihat pada Tabel 2. Didapatkan nilai suhu terendah pada bulan Februari 26 °C, dan nilai suhu yang sama pada bulan Maret serta April 27°C dan Mei 27,8°C. Hasil rata-rata suhu yang didapatkan adalah 27,3°C dan nilai tersebut berada di bawah baku mutu yaitu 28-32 °C. Nilai kecerahan terendah didapatkan pada bulan Februari yaitu 5 meter, belum sesuai dengan baku mutu yaitu >5, sedangkan pada bulan Maret hingga Mei memiliki nilai kecerahan yang sama yaitu 8 meter dan masuk dalam baku mutu. Hasil pengukuran arus yang didapatkan didapatkan nilai terendah pada bulan Maret yaitu 0,06 meter/detik dan tertinggi pada Februari yaitu 0,12 meter/detik. Hasil pengukuran salinitas yang didapatkan terendah pada bulan Februari yaitu 29 ‰. Sedangkan pada bulan Maret hingga April 30 ‰ dan Mei 31 ‰. Rata-rata nilai salinitas selama 3 bulan adalah 29,67 oC dan di bawah baku mutu yaitu

33-34 °C. Pengukuran pH terkecil didapatkan di bulan kedua yaitu Maret sebesar 7,14 dan terbesar di bulan April sebesar 7,89. Rata-rata nilai pH pada 4 bulan yaitu 7,5 dan termasuk dalam baku mutu sebesar 7-8,5. Hasil pengukuran DO yang didapatkan nilai terendah pada bulan Maret hingga Mei yaitu 5 mg/l dan tertinggi bulan pertama di Februari yaitu 6 mg/l. Rata-rata nilai DO selama 4 bulan adalah 5,3 mg/l dan masuk dalam baku mutu yaitu >5 mg/l (Tabel 1)

Tabel 1. Rata-rata Parameter Lingkungan bulan Februari-Mei

Parameter	Bulan				Rata-rata	Baku Mutu KepMen LH/2004
	Februari	Maret	April	Mei		
Suhu	26,3	27,5	27,5	27,8	27,3	28-30
Kecerahan	5	8	8	8	7,25	>5
Arus	0,12	0,06	0,102	0,08	0,1	-
Salinitas	29	30	30	31	30	33-34
pH	7,23	7,14	7,89	7,7	7,5	7-8,5
DO	6	5	5	5	5,3	>5

Hasil rata-rata suhu yang didapatkan adalah 27,3°C dan nilai tersebut berada di bawah baku mutu air laut Kep Men LH 51/2004 untuk karang yaitu 28-32°C. Namun menurut Nybakken (2000), karang masih dapat tumbuh optimal dengan suhu 25-28°C. Hubungan suhu terhadap transplantasi terumbu karang di perairan pantai Lipah dikategorikan optimal karena terjadi kenaikan suhu kurang dari 2°C pada bulan Februari ke Maret atau April ke Mei, hal tersebut sejalan dengan penyataan Supriyono (2007), yang menyatakan bahwa faktor pembatas pertumbuhan terumbu karang adalah suhu, dimana kematian karang terjadi karena perubahan suhu sekitar 3-6°C.

Nilai kecerahan terendah didapatkan pada bulan Februari yaitu 5 meter, sedangkan pada bulan Maret hingga Mei memiliki nilai kecerahan yang sama yaitu 8 m. Rendahnya kecerahan pada bulan Februari diakibatkan oleh hujan saat dilakukan pengambilan data. Hujan sendiri dapat mempengaruhi kecerahan air laut dimana hujan mengalirkan unsur-unsur ke dalam sungai dan terbawa diperaian laut akan mempengaruhi kekeruhan laut itu sendiri (Patty et al., 2020) Rata-rata nilai kecerahan yang didapatkan selama 4 bulan adalah 7,25 m dan termasuk dalam baku mutu yaitu kecerahan perairan >5 meter.

Arus yang didapatkan nilai terendah pada bulan Maret yaitu 0,06 m/s dan tertinggi pada Februari yaitu 0,12 meter/detik. Rata-rata pengukuran arus selama 4 bulan bernilai 0,09 meter/detik. Menurut Gufron *et al.* (2020) terumbu karang sangat sensitif terhadap pengaruh lingkungan, termasuk arus laut dimana faktor arus dapat berdampak baik atau buruk terhadap pertumbuhan karang tergantung apakah arus membawa nutrient serta bahan organik yang diperlukan oleh karang atau tidak.

Salinitas terendah pada bulan Februari yaitu 28‰. Sedangkan pada bulan Maret hingga April sebesar 30‰ dan Mei 31 ‰. Rendahnya nilai salinitas pada bulan Februari diakibatkan karna hujan saat melakukan pengambilan data. Menurut Hutabarat (2011), semakin tinggi intensitas hujan di perairan maka nilai salinitas atau kadar garamnya akan rendah. Rata-rata nilai salinitas di lokasi penelitian adalah 30 ‰. Nilai

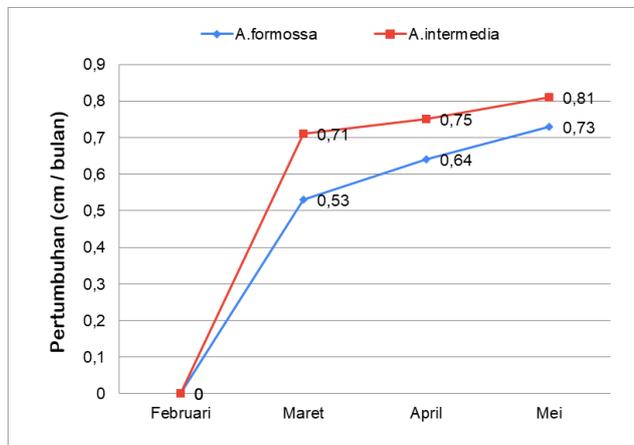
ini dibawah baku yaitu 33-34 % namun nilai salinitas ini masih dalam batas toleransi bagi terumbu karang (Wijaya *et al.*, 2017)

Rata-rata nilai pH pada 4 bulan yaitu 7,5 dan termasuk dalam baku mutu Kepmen LH nomor 54 tahun 2011 tentang pH air laut untuk karang sebesar 7-8,5. Triyulianti *et al.*, (2012) menyatakan bahwa variabilitas suhu dan salinitas secara tidak langsung juga menyebabkan bervariasinya nilai pH dan alkalinitas yang terukur.

Hasil pengukuran DO didapatkan nilai terendah pada bulan kedua hingga keempat yaitu 5 mg/l dan tertinggi bulan pertama di Februari yaitu 6 mg/l. Rata-rata nilai DO selama 4 bulan adalah 5,3 mg/l dan masuk dalam baku mutu Kepmen LH nomor 51 tahun 2004 yaitu >5. Menurut Odum (1971) dalam Iwan (2020) menyatakan bahwa semakin tinggi suhu serta salinitas air laut, maka kadar oksigen dalam air laut akan berkurang. Pernyataan ODUM dan Iwan sesuai dengan hasil yang didapatkan dalam pengukuran suhu serta salinitas yang bertambah selama 4 bulan, sehingga DO yang didapatkan mengalami penurunan. Semakin banyak jumlah DO maka kualitas air semakin baik

3.2 Laju Pertumbuhan karang *A. formosa* dan *A. intermedia*

Karang *A. intermedia* mengalami laju pertumbuhan pada bulan pertama Februari ke Maret 0,71 cm/bulan kemudian meningkat hingga bulan ketiga yaitu April ke Mei sebesar 0,81 cm/bulan. Sedangkan laju pertumbuhan pada *A. formosa* yang lebih rendah, didapatkan nilai pada bulan pertama Februari ke Maret yaitu 0,53 cm/bulan hingga bulan ketiga April ke Mei 0,73 cm/bulan (Gambar 3)



Gambar 3. Grafik laju pertumbuhan karang *A. formosa* dan *A. intermedia* selama tiga bulan.

Laju pertumbuhan karang *A. intermedia* lebih tinggi dibandingkan *A. formosa* selama tiga bulan. Perbedaan ukuran fragmen serta faktor morfologi dan toleransi yang berbeda terhadap masing-masing akan mempengaruhi pertumbuhan karang yang ditransplantasi (Prameliasari *et al.*, 2012; Lirman *et al.*, 2014).

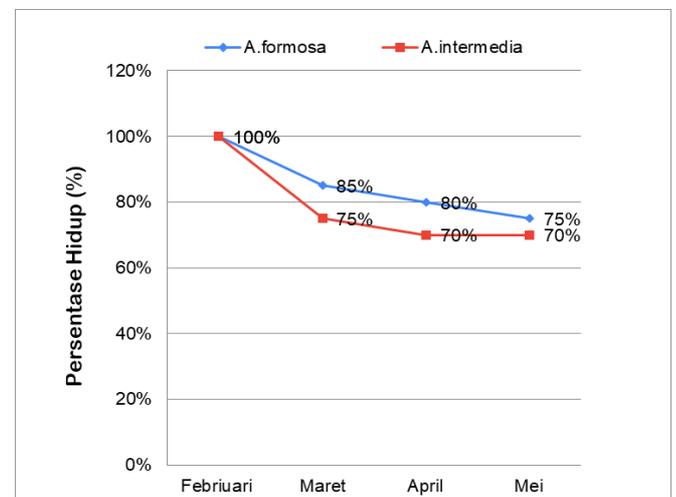
Berbagai penelitian dalam menghitung laju pertumbuhan disajikan dalam sentimeter per bulan (Khasanah *et al.*, 2020). Dari hasil penelitian, karang *A. intermedia* mengalami laju pertumbuhan pada bulan pertama yaitu Februari ke Maret 0,71 cm/bulan kemudian meningkat di akhir penelitian pada bulan ketiga yaitu Maret ke April sebesar 0,81 cm/bulan. Berbeda dengan hasil laju pertumbuhan pada *A.*

formosa yang lebih rendah, didapatkan nilai pada bulan pertama Februari ke Maret yaitu 0,53 cm/bulan dan pada bulan ketiga April ke Mei 0,73 cm/bulan.

Tingginya laju pertumbuhan *A. intermedia* dibanding *A. formosa* selain dipengaruhi kondisi habitat atau kualitas air, dapat pula dipengaruhi oleh faktor morfologi antar spesies *A. intermedia* dan *A. formosa* (Lirman *et al.*, 2014). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Suharsono (2008), terdapat beberapa perbedaan morfologi, diantaranya percabangan *A. intermedia* dan *A. formosa* berbentuk sama yaitu arboresen namun ukuran percabangan *A. intermedia* lebih besar dibandingkan dengan *A. formosa*.

3.3 Tingkat Kelangsungan Hidup Karang *A. formosa* dan *A. intermedia*

Pengukuran pada awal penelitian, masing-masing fragmen karang *A. intermedia* berjumlah 20, dan karang *A. formosa* juga berjumlah 20, sehingga ada total 40 fragmen. Memasuki bulan pertama yaitu Maret, kelangsungan hidup karang *A. formosa* 85% dengan jumlah 17 fragmen dan *A. intermedia* 75% dengan berjumlah 15 fragmen, dan pada bulan kedua di bulan April, kelangsungan hidup karang *A. formosa* 80% dengan jumlah 16 fragmen dan *A. intermedia* 70% dengan berjumlah 14 fragmen. Hingga di akhir penelitian, pada bulan ketiga yaitu Mei, karang *A. formosa* masih mengalami penurunan sebesar 75% dengan jumlah 15 fragmen, sedangkan karang *A. intermedia* tidak mengalami penurunan atau berada di fase stagnan dengan jumlah yang masih sama dengan bulan sebelumnya yaitu 14 fragmen (Gambar 4).



Gambar 4. Grafik tingkat kelangsungan hidup karang *A. formosa* dan *A. intermedia* selama tiga bulan.

Tingkat kelangsungan hidup transplantasi karang *A. formosa* lebih tinggi 75% dibandingkan dengan *A. intermedia* sebesar 70%. Hingga akhir penelitian, tersisa 15 fragmen karang *A. formosa* dan 14 fragmen karang *A. intermedia*. Karang *A. intermedia* mengalami penurunan yang lebih tinggi dibanding *A. formosa*. Jumlah kematian karang yang telah ditransplantasi pada bulan pertama lebih tinggi dibandingkan bulan kedua diakibatkan karang mengalami stres saat proses pemotongan dan pengangkutan fragmen karang sehingga sulit bertahan hidup di lingkungan perairan yang berbeda dengan habitat aslinya. Hal tersebut dibuktikan dengan munculnya

lendir pada karang yang akan ditransplantasi. Pernyataan ini didukung oleh Shaver dan Silliman (2017) bahwa stres pada karang dapat disebabkan oleh manipulasi fisik seperti fragmentasi karang yang dilakukan dalam proses transplantasi.

Faktor lingkungan juga mempengaruhi kematian bagi beberapa karang, di mana parameter suhu, salinitas dan kecerahan di bulan februari di bawah baku mutu Kepmen LH nomor 54 tahun 2011. Namun untuk karang yang masih dapat beradaptasi, faktor lingkungan tersebut masih dapat ditoleransi, hal ini didukung oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Nugraha (2019) bahwa baku mutu perairan laut yang dapat ditoleransi oleh karang bervariasi tergantung pada jenis karang, kondisi perairan, dan faktor lingkungan lainnya.

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan mengenai hasil penelitian, sebagai berikut:

1. Laju pertumbuhan menunjukkan peningkatan dengan kecepatan pertumbuhan lebih tinggi pada *A. intermedia* sebesar 0,81 cm/bulan dan pada *A. formosa* sebesar 0,73 cm/bulan.
2. Faktor yang mempengaruhi perbedaan laju pertumbuhan kedua spesies diantaranya adalah kondisi lingkungan serta morfologi masing-masing karang *A. intermedia* dan *A. formosa* serta tingkat kelangsungan hidup transplantasi karang *A. formosa* lebih tinggi 80% dibandingkan dengan *A. intermedia* sebesar 70%.
3. Hingga akhir penelitian di bulan Mei, tersisa 15 fragmen karang *A. formosa* dan 14 fragmen karang *A. intermedia*.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak Divers Desa Bunutan yang telah memberikan akses untuk pengambilan data penelitian ini.

Daftar Pustaka

Dhananjaya, I. G. N. A., Hendrawan, I. G., & Faiqoh, E. (2017). Komposisi Spesies Ikan Karang Di Perairan Desa Bunutan, Kecamatan Abang, Kabupaten Karangasem, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 3(1): 91-98.

Effendie, M.I. (1979). *Metode Biologi Perikanan*. Bogor: Yayasan Dewi Sri. Cetakan Pertama

Gufron, A., Suryanti, D., & Prayitno, S. B. (2020). Laju Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Jenis Karang *Acropora Sp.* dengan Metode Penempelan Fragmen yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati*, 7(1): 1-6.

Hutabarat, K. N. (2011). Komposisi dan kelimpahan zooplankton pada saat air pasang dan air surut sebagai indikator kesuburan tambak di Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Malang).

Khasanah, R. I., Herawati, E. Y., Hariati, A. M., Mahmudi, M., Sartimbul, A., Wiadnya, D. G. R., and Nabil, E. (2020). Growth rate and survivorship of *Acropora sp.* fragments that transplanted on the artificial substrate made from fly ash and bottom ash. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 441(1): 4-5

Nugraha, D. R. W. (2019). Pengaruh faktor hidro-oseanografi terhadap pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup (survival rate) hasil transplantasi terumbu karang jenis *Acropora sp.* di Perairan Paiton Probolinggo (Doctoral dissertation, UIN Sunan Ampel Surabaya).

Nybakken, JW. (2000). *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. Jakarta: Penerbit Gramedia. 480 hlm

Odum, E.P. (1971). *Fundamental of Ecology*. W.B. Saunder Com. Philadelphia 125 pp

Patty, S. I., Nurdiansah, D., dan Akbar, N. (2020). Sebaran suhu, salinitas, kekeruhan dan kecerahan di perairan Laut Tumbak-Bentenan, Minahasa Tenggara. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 3(1): 77-87

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.

Rani, C., Tahir, A., Jompa, J., Faisal, A., Yusuf, S., Werorilangi, S., & Arniati. (2017). Keberhasilan Rehabilitasi Terumbu Karang Akibat Peristiwa Bleaching Tahun 2016 Dengan Teknik Transplantasi. *Spermonde*, 3(1): 13-19

Runtuwene, S. M., Manembu, I. S., Mamangkey, N. G., Rumengan, A. P., Paransa, D., & Sambali, H. (2020). Laju pertumbuhan karang *Acropora formosa* yang Ditranplantasi Pada Media Tempel dan Media Gantung. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 8(1): 1-98.

Shaver, E. C., & Silliman, B. R. (2017). Time to cash in on positive interactions for coral restoration. *PeerJ*, 5, e3499.

Subhan, M. A. (2019). Laju pertumbuhan terumbu karang *Acropora loripes* menggunakan metode transplantasi modul rangka spider di perairan Desa Les Kabupaten Buleleng, Bali (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta).

Supriyanto. (2007). *Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang*. Jakarta. Djambatan. 129 hlm.

Triyulianti, M., Prayitno, S. B., & Suryanti, D. (2012). Laju Pertumbuhan Karang *Acropora sp* dan *Hydropora Exesa* yang Ditransplantasikan di Pulau Pramuka Kepulauan Seribu. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan Tangkap*, 30(1): 1-8

Wijaya, C. K., Komala, R., & Giyanto, G. (2017). Kondisi, Keanekaragaman Dan Bentuk Pertumbuhan Karang Di Pulau Kayu Angin Genteng, Kepulauan Seribu. *Biom*, 13(2): 108-118.

Yasser, M. (2013). Gambaran Sebaran Kondisi Terumbu Karang Perairan Kecamatan Sangkulirang dan Sandaran Kabupaten Kutai Timur. *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis*, 18(2): 28-40.

Subiakto, A. Y., Santosa, G. W., Suryono, S., & Riniatsih, I. 2019. Hubungan Kandungan Nitrat Dan Fosfat Dalam Substrat Terhadap Kerapatan Lamun Di Perairan Pantai Prawean, Jepara. *Journal of Marine Research*, 8(1), 55-61.

Suparkan, Z. 2017. Keanekaragaman Makrozoobentos Epifauna Di Wisata Pantai Akkarena Dan Tanjung Bayang Makassar. [Skripsi].

- Tuang-tuang, J. G., Llana, M. L. F., Mercado, B. E., & Dimzon, J. C. 2018. Effects of Temperature to the Collector Urchin *Tripneustes gratilla* (Linnaeus , 1758) Two-Armed Larvae. *Journal of Science, Engineering and Technology*, 6(December), 27–34.
- Yunita, R. R., Suryanti, S., & Latifah, N. 2020. Biodiversitas Echinodermata pada Ekosistem Lamun di Perairan Pulau Karimunjawa, Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(1), 47–56.