

Laju Pertumbuhan Dan *Survival Rate* Fragmen Karang Hias *Echinopora lamellosa* Secara *In Situ* Di Perairan Penginuman, Gilimanuk

Hertanto Dwi Kurniawan¹, Adrian Rahman Septiandi², Anwan Rahmat Ardiansyah²,
Gabriel Dala Bona Putra Damanik³, Riyanti^{1*}

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman
Jl. Dr. Soeparno, Karangwangkal, Banyumas, Jawa Tengah 53122 Indonesia

²PT. Tirta Samudera Bali (Reefmaster Bali)

Jl. Raya Goa Lawah No.88, Pesinggahan, Klungkung, Bali 80761 Indonesia

³Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana

Jl. Raya Kampus Unud, Jimbaran, Badung, Bali 80361 Indonesia

*Corresponding author, e-mail: riyanti1907@unsoed.ac.id

ABSTRAK: Ekosistem terumbu karang memiliki nilai penting dalam kehidupan, baik dari segi ekologi maupun nilai ekonomi. Perairan Penginuman, Gilimanuk merupakan salah satu lokasi dengan kondisi terumbu karang yang buruk. *Echinopora lamellosa* merupakan spesies karang hias yang memiliki pertumbuhan cepat sehingga dapat digunakan dalam upaya pemulihan karang. Laju pertumbuhan karang dapat diukur dengan menghitung penambahan tinggi maupun luas areanya. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui laju pertumbuhan dan survival rate karang *E. lamellosa*. Metode penelitian ini menggunakan analisis kuantitatif dengan pengambilan data secara langsung selama 4 bulan dengan interval waktu setiap 1 bulan sekali. Foto karang sampel didigitasi menggunakan software ImageJ untuk mengetahui luas area pertumbuhannya. Hasil yang diperoleh yaitu kenaikan rata-rata area pertumbuhan per bulan yaitu berkisar antara 1.04 – 2.79 cm². Hasil perhitungan tingkat kelangsungan hidup *E. lamellosa* bernilai 66.67%. Budidaya karang secara in situ yang dilakukan di perairan Penginuman, Gilimanuk termasuk dalam kategori berhasil karena karang tumbuh lebih cepat dan memiliki kelangsungan hidup yang cukup tinggi.

Kata kunci: *Echinopora lamellosa*; Transplantasi Karang; Area Pertumbuhan; Budidaya Karang.

Growth Rate and Survival Rate of Echinopora Lamellosa Ornamental Coral Fragments In Situ In Penginuman Waters, Gilimanuk

ABSTRACT: Coral reef ecosystems have important role in life, both from an ecological and economic values. Water of Penginuman, in Gilimanuk is one of the locations with poor conditions of its coral reef. *Echinopora lamellosa* is one of ornamental coral species that has fast growth so they can be used in coral recovery system. Coral growth rate can be known by measuring calculating the growth of their height and wide area of surface. The purpose of this research was to find out the growth rate and survival rate of *E. lamellosa* corals. Quantitative analysis with direct data collection was used in this research method for 4 months with intervals once per month. Coral photos sample were digitized using ImageJ software to determine the wide area of their growth. The data show an increase in average monthly growth, which varies from 1.04 to 2.79 cm². The calculated *E. lamellosa* survival rate was 66.67%. The in-situ method of coral culture in Penginuman Waters, Gilimanuk, may be considered effective because the corals grow more quickly and have a high enough survival rate.

Keywords: *Echinopora lamellose*; Growth rate; Survival rate; Penginuman Waters.

PENDAHULUAN

Karang merupakan salah satu hewan yang termasuk dalam filum Cnidaria. Hewan ini hidup berkoloni dan tergolong sesil (hidup menempel pada substrat). Karang hermatipik dapat menghasilkan bahan kapur (CaCO₃) untuk membentuk terumbu (Insafitri *et al.*, 2022). Luas tutupan dan keanekaragaman jenis terumbu karang Indonesia menempati urutan pertama di dunia. Total

luas daerah terumbu karang yang dimiliki Indonesia sebesar 14% dari keseluruhan luas total terumbu karang yang ada di dunia (Januardi *et al.*, 2016). Ekosistem terumbu karang memiliki nilai penting dalam kehidupan, baik dari segi ekologi maupun nilai ekonomi (Zurba, 2019). Manfaat biologi dari kehadiran terumbu karang yaitu sebagai tempat hidup bagi berbagai jenis biota seperti ikan-ikan kecil di dalam laut. Nilai ekonomi dari terumbu karang yaitu dapat memajukan kawasan pesisir pada sektor pariwisata dan dapat digunakan juga sebagai tempat riset (Yunanto dan Radiarta, 2020).

Berdasarkan data dari pengamatan terumbu karang di Pulau Bali dilakukan pada 76 lokasi dengan kedalaman antara 3-5 m, sebanyak 13 lokasi dalam kondisi sangat baik, 28 lokasi dalam kondisi baik, 23 lokasi dalam kondisi sedang, dan 12 lokasi dalam keadaan buruk. Terumbu karang dalam kondisi buruk terdapat di wilayah pesisir Kabupaten Buleleng, Teluk Gilimanuk, Candikusuma, Tuban, Nusa Lembongan, dan Serangan Penelitian ini dilakukan di Teluk Gilimanuk yang merupakan salah satu lokasi dengan kondisi terumbu karang yang buruk, sehingga diharapkan budidaya karang secara *in situ* dapat memperluas tutupan karang di perairan tersebut. Meskipun memiliki kondisi tutupan karang yang buruk, tetapi parameter perairan di Teluk Gilimanuk cocok dengan pertumbuhan karang seperti *Acropora sp.*, *Mycedium sp.*, *Echinopora lamellosa*, *Echinophyllia sp.* yang dapat hidup pada perairan ini (Radiarta dan Sidik, 2020).

Perairan Penginuman, Gilimanuk termasuk dalam lokasi Taman Nasional Bali Barat yang terletak di Kabupaten Jembrana, Bali yang berada dekat dengan Selat Bali. Ekosistem perairan Selat Bali dikenal dengan istilah *Indonesian Sea Large Marine Ecosystem* yang memiliki arti perairan tersebut memiliki peranan penting bagi biota yang ada di dalamnya dan juga pada kehidupan manusia (Radiarta dan Sidik, 2020). Perairan Gilimanuk menjadi salah satu lokasi yang mengalami ancaman peningkatan aktivitas antropogenik yang disebabkan peningkatan jumlah penduduk dan pengembangan industri serta pariwisata yang masif (Yunanto dan Radiarta, 2020).

Karang hias *Echinopora lamellosa* merupakan salah satu karang hias yang banyak diminati oleh penggiat *reef aquarium*. Spesies ini memiliki harga jual yang tinggi dan merupakan komoditas yang banyak dibudidayakan karena pertumbuhannya tergolong cepat (Bachtiar *et al.*, 2021). *E. lamellosa* memiliki bentuk dan warna yang unik. Karang jenis ini banyak dibudidayakan juga sebagai upaya dalam memperluas area tutupan karang pada daerah yang mengalami *bleaching* maupun kondisinya buruk (Bachtiar *et al.*, 2019). Resistensi terhadap pemutihan karang *E. lamellosa* kemungkinan terkait dengan strategi holobion dan trofiknya. Karang *E. lamellosa* dilaporkan cukup rentan terhadap pemutihan di *Great Barrier Reefs* (Bachtiar *et al.*, 2021). *E. lamellosa* mampu bersimbiosis dengan lebih dari satu jenis *zooxanthellae*, sehingga memungkinkan mereka memiliki sifat yang toleran terhadap peristiwa pemutihan (Bachtiar *et al.*, 2019). *E. lamellosa* memiliki potensi besar dalam mendukung upaya konservasi terumbu karang melalui metode fragmentasi. Spesies karang ini memiliki pertumbuhan koloni yang relatif cepat yaitu sebesar 15 cm² – 60 cm² per tahunnya (Luthfi *et al.*, 2018). Konservasi metode fragmentasi dilakukan dengan monitoring kondisi dan laju pertumbuhan fragmen karang (Pratiwi *et al.*, 2019).

ImageJ merupakan *software* yang digunakan untuk pengolahan data digital berbasis *java* yang telah digunakan dalam berbagai bidang keilmuan (Pongajouw *et al.*, 2022). *Software ImageJ* bermanfaat dalam membuat grafik, meningkatkan kualitas gambar, menganalisis gambar mikroskopis, pengukuran area, penghitungan partikel, segmentasi, dan pengukuran fitur spasial atau temporal dari elemen biologis dan sebagainya (Rueden dan Eliceiri, 2019). Pada penelitian kali ini, *ImageJ* digunakan sebagai alat bantu mengetahui nilai area dari setiap sampel penelitian. Aplikasi ini juga membantu dalam beberapa riset terkini mengenai biologi karang (Koch *et al.*, 2021). Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui laju pertumbuhan *fragmen* karang *E. lamellosa* di perairan Penginuman, Gilimanuk dan mengetahui *survival rate fragmen* karang *E. lamellosa* di perairan Penginuman, Gilimanuk Budidaya karang dikatakan berhasil jika nilai *survival rate* >50% yang merupakan hasil dari persentase jumlah individu karang transplan awal dan akhir (Insafitri *et al.*, 2022)

MATERI DAN METODE

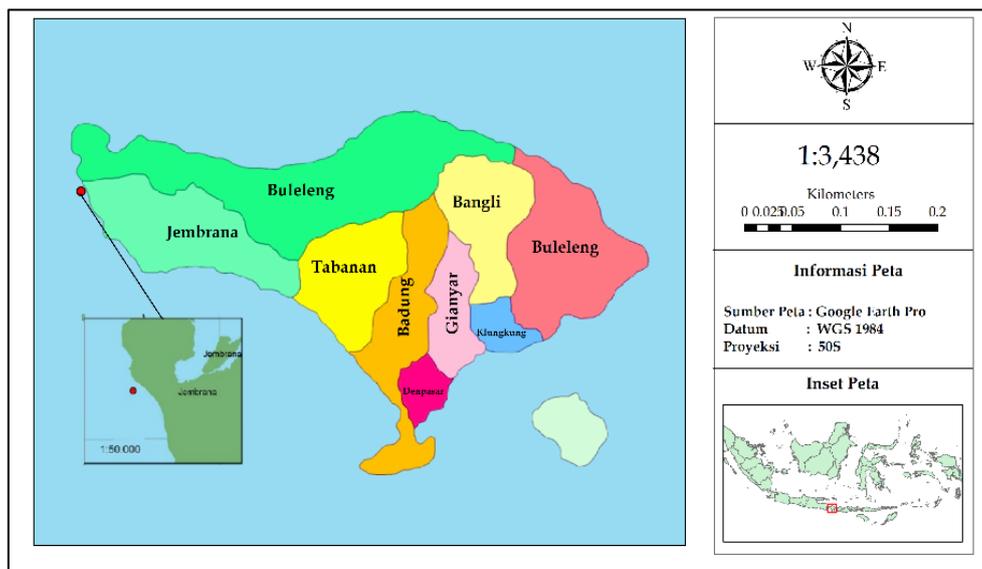
Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Echinopora lamellosa* yang diambil dari *farm* PT. Tirta Samudra Bali di perairan Penginuman, Gilimanuk, Bali (Gambar 1). *Scuba set*

digunakan untuk membantu dalam pengambilan indukan dan penanaman sampel karang di laut. Pengambilan indukan karang dan transplantasi dilakukan pada bulan September 2022, lalu pengambilan data T0 hingga T4 dimana T0 merupakan bulan awal penelitian dan T4 merupakan bulan akhir penelitian. Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2022 hingga Januari 2023 dengan interval waktu 1 bulan. Waktu pengambilan data yang berbeda dilakukan untuk mengetahui laju pertumbuhan karang dalam waktu 1 bulan.

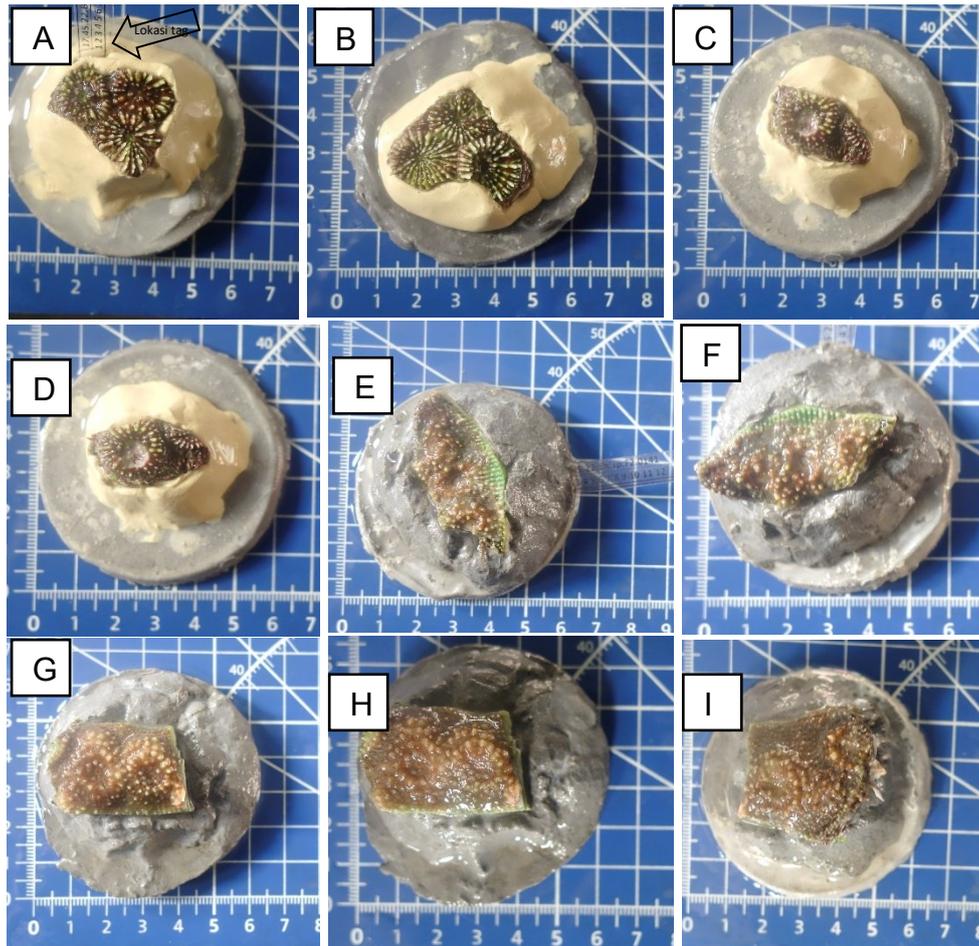
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan observasi pada penambahan luas area individu karang. Metode kuantitatif observasi yaitu suatu metode penelitian yang dilakukan secara observasi terhadap objek yang diteliti dan kemudian dianalisis secara kuantitatif (Sugiyono, 2018). Penelitian dilakukan langsung untuk mengambil foto area pertumbuhan karang dengan *underwater photography* (Ahmadia *et al.*, 2013). Penelitian dilakukan menggunakan 9 sampel karang *E. lamellosa* (Gambar 2). Kegiatan yang dilakukan meliputi pengambilan indukan, *fragging* karang, penempelan karang ke substrat, penanaman, perawatan, dan pengambilan foto karang. Foto karang yang telah diambil kemudian dianalisis secara kuantitatif untuk diketahui penambahan luas area masing-masing sampel karang. Penelitian kuantitatif dinilai lebih objektif dibandingkan kualitatif karena data diperoleh dari pengukuran yang sudah ada standar bakunya (Sugiyono, 2018).

Tahapan pertama dalam penelitian ini yaitu melakukan survei lokasi penempatan karang sampel. Tahapan selanjutnya yaitu menyiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian. Pembuatan rak besi dan substrat dilakukan sebagai media dalam budidaya karang secara *in situ*. Pengambilan indukan karang sebagai karang donor di lokasi budidaya *in situ* untuk dilakukan *fragging*. *Fragging* dilakukan dengan memotong indukan karang menjadi beberapa bagian. Potongan-potongan *fragmen* tersebut direndam dalam ember kecil berisi iodine dengan tujuan untuk pemulihan luka jaringan hidup pasca *fragging* (Insafitri *et al.*, 2022).

Fragmen karang yang berjumlah 9 spesimen kemudian ditanam pada substrat yang terbuat dari campuran pasir, semen, dan air. Ukuran fragmen berbeda-beda disesuaikan dengan koralit yang masih hidup. *Fragmen* karang ditempelkan pada substrat yang telah diberi semen dengan posisi tidak jatuh atau miring dan diberi *tag* identitas yang ditempel ke semen pada substrat. Karang transplan kemudian didiamkan selama satu hari di kolam *farm*, kemudian karang transplan dipindahkan ke meja penanaman yang berada di laut. Perawatan karang dilakukan berkala setiap 1 minggu sekali untuk membersihkan dari kotoran (Pratiwi *et al.*, 2019).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian yang berada di Perairan Penginuman, Gilimanuk, Kabupaten Jemberana, Provinsi Bali



Gambar 2. Sembilan karang transplan dari spesies *E. lamellosa*, secara berurutan specimen 1 (A) - specimen 9 (I)

Pengambilan foto merupakan bagian dari penelitian yang dilakukan setiap satu bulan sekali. Karang transplan diambil dari rak besi dan diletakkan diatas *cutting mat*. *White balance*, *exposure*, dan ISO kamera diatur sesuai kondisi saat pengambilan data (Ahmadia *et al.*, 2013). Foto karang transplan dilakukan dari atas dengan memfokuskan lensa pada karang transplan dan lakukan pada tiap karang transplan. Parameter yang diambil yaitu data suhu menggunakan *Divecom* merk Scubapro dan foto karang menggunakan kamera *underwater* merk Sony RX100 yang dilengkapi *housing* agar tahan air.

Analisa data dilakukan dengan cara deskriptif yaitu menggunakan grafik dan tabulasi data. Laju pertumbuhan total dan rata-rata karang sampel dihitung merujuk pada rumus Eberhardt dan Ricker (1977):

$$\beta = Lt - Lo$$

Keterangan: β = total laju pertumbuhan karang (cm^2); Lt = area pertumbuhan spesimen karang setelah waktu t (cm^2); Lo = area spesimen karang pada awal penelitian (cm^2).

Laju pertumbuhan rata-rata:

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

Keterangan: α = rata-rata laju pertumbuhan karang (cm^2/bulan); $Li+1$ = rata-rata area pertumbuhan karang pada waktu $i + 1$ (cm^2/bulan); Li = rata-rata area pertumbuhan karang pada waktu ke- i (bulan); $ti+1$ = waktu $i + 1$ (bulan); ti = waktu i (bulan).

Survival rate karang sampel dihitung merujuk pada rumus yang dikembangkan Timotius dan Syahrir (2018) :

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

Keterangan: SR= tingkat kelangsungan hidup (%); N_t = jumlah individu karang pada akhir penelitian (individu); N_0 = jumlah individu karang pada awal penelitian (individu)

HASIL DAN PEMBAHASAN

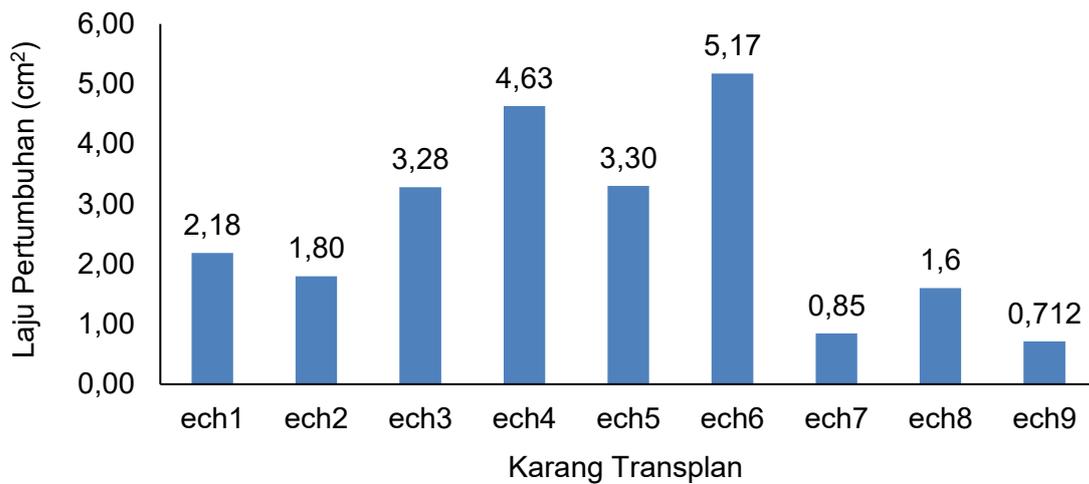
Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, didapatkan hasil bahwa terdapat 6 karang yang mengalami kenaikan luas area dan 3 karang yang tidak mengalami kenaikan luas area dikarenakan hilang dan predasi. Karang transplan *E. lamellosa* 4 memiliki kenaikan luas area pertumbuhan tertinggi pada t4 sebesar 5.79 cm². Kenaikan rata-rata luas area pertumbuhan per bulannya juga tertinggi bernilai 2.79 cm². Kenaikan luas area pertumbuhan *E. lamellosa* disebabkan karena jaringan yang dimiliki oleh karang transplan tersebut mengalami stres saat *fragging* sehingga melakukan adaptasi dengan cara tumbuh secara cepat (Hein *et al.*, 2020).

Hasil ini menjadi salah satu indikator bahwa perairan Penginuman, Gilimanuk memiliki karakteristik perairan yang mendukung bagi pertumbuhan karang *E. lamellosa*. Karang dapat tumbuh baik pada suhu antara 25° - 29°C, salinitas bernilai 30 – 33 ppt (Zurba, 2019). Hasil pengukuran suhu perairan ini berkisar antara 25° - 30°C sesuai dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh Vernianda *et al.* (2022) yaitu perairan Penginuman memiliki suhu antara 26.8° – 33.8°C, salinitas berkisar antara 30 – 37 ppt, pH berkisar antara 7.8 – 8.9, dan *dissolved oxygen* (DO) pada lokasi penelitian berkisar antara 9,2 – 14,7 mg/L sehingga perairan Penginuman merupakan lokasi yang cocok untuk budidaya karang hias *E. lamellosa*.

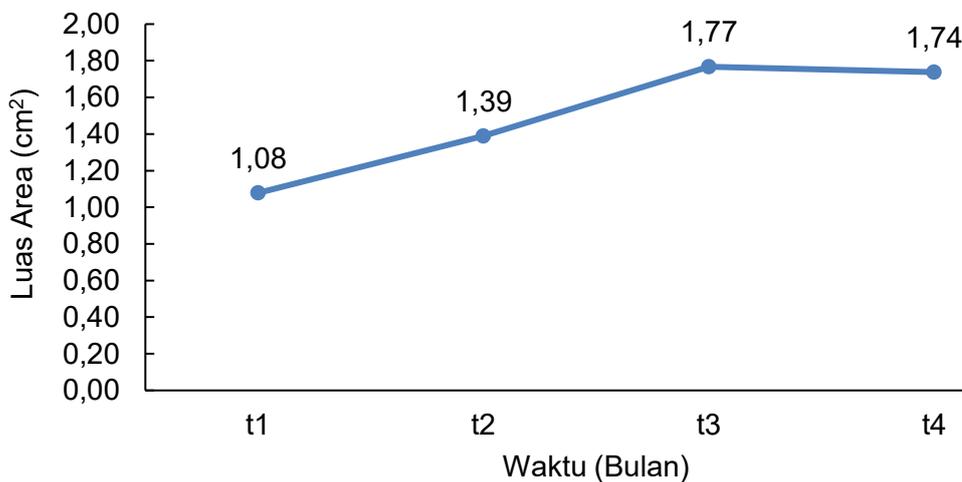
Nilai pH berhubungan dengan tingkat keasaman air laut yang berpengaruh pada *zooxanthellae* yang berasosiasi dengan karang. *Zooxanthellae* dapat berfotosintesis dengan baik jika nilai pH perairan berada pada rentang 7 – 9 (Barus *et al.*, 2018). Salinitas berpengaruh terhadap proses osmotik pada metabolisme karang. Karang merupakan hewan *filter feeder* sehingga memerlukan salinitas yang cukup untuk proses osmotik tubuhnya (Luthfi *et al.*, 2018). Suhu perairan berkaitan dengan metabolisme dan adaptasi karang terhadap lingkungannya. Suhu dapat berpengaruh pada tingkat produktifitas primer karang (Barus *et al.*, 2018). Nilai DO suatu perairan berpengaruh terhadap proses metabolisme karang dan regenerasi sel serta jaringan karang. Karang membutuhkan oksigen untuk proses metabolisme tubuhnya sehingga DO penting bagi kehidupan karang (Luthfi *et al.*, 2018). Karang yang hidup pada perairan dalam akan sulit mendapatkan cahaya matahari untuk *zooxanthellae* dapat melakukan fotosintesis. Intensitas cahaya yang masuk ke dalam kolom air semakin berkurang dengan bertambahnya kedalaman perairan sehingga kecerahan berpengaruh terhadap proses fotosintesis karang (Wahab *et al.*, 2021).

Sampel *E. lamellosa* 4 memiliki kenaikan luas area pertumbuhan tertinggi pada t4 sebesar 5.79 cm². Kenaikan rata-rata luas area pertumbuhan per bulannya juga tertinggi bernilai 2.79 cm². Kenaikan luas area pertumbuhan sampel *E. lamellosa* disebabkan karena jaringan yang dimiliki oleh sampel tersebut mengalami stres saat *fragging* sehingga melakukan adaptasi dengan cara tumbuh secara cepat (Hein *et al.*, 2020).

Penambahan luas area pertumbuhan yang cepat pada karang budidaya dibanding karang alami dikarenakan karang budidaya tumbuh dalam kondisi yang terkontrol oleh pembudidaya. Karang budidaya cenderung memiliki laju pertumbuhan yang tinggi dibandingkan alami karena pemotongan skeleton karang membuat karang beradaptasi terhadap perubahan yang ada pada dirinya (Bachtiar *et al.*, 2019). Gambar 3 menunjukkan laju pertumbuhan 9 karang transplan dengan rata-rata total luas area pertumbuhan karang selama 4 bulan yaitu 7.82 cm². Hasil penelitian Luthfi *et al.* (2018), spesies *E. lamellosa* yang memiliki bentuk pertumbuhan lembaran (*foliose*) memiliki pertumbuhan sebesar 7.33 cm² per bulan. Perbedaan data yang didapat dengan referensi terjadi karena lokasi penelitian yang berbeda dan faktor eksternal seperti aktivitas antropogenik di kedua



Gambar 3. Rata-rata pertumbuhan setiap karang transplan



Gambar 4. Rata-rata pertambahan luas area pertumbuhan karang *E. lamellosa*

lokasi yang berbeda. Pertumbuhan karang yang cepat mendukung dalam upaya perluasan wilayah tutupan karang pada lokasi yang memiliki status tutupan karang kurang baik (Barus *et al.*, 2018). Terdapat sampel karang yang tidak mengalami kenaikan luas area pertumbuhan. Hal ini dapat disebabkan karena terdapat predator yang memakan sampel karang sehingga menghambat pertumbuhan karang. Predator bagi karang diantaranya ikan karang yang memakan polip karang (Hein *et al.*, 2020).

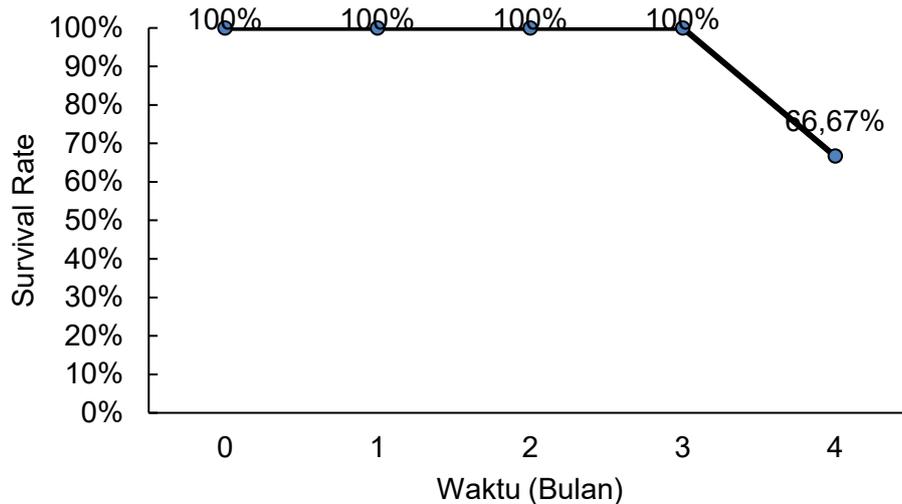
Luas area pertumbuhan *E. lamellosa* mengalami kenaikan pada bulan pertama hingga bulan ketiga penelitian seperti yang tersaji pada Gambar 4. Kondisi perairan Penginuman pada bulan September hingga November tergolong berarus tenang dan bersuhu optimal bagi pertumbuhan karang. Kondisi perairan yang tenang optimal bagi pertumbuhan karang dikarenakan *fragmen* karang *E. lamellosa* yang dibudidayakan mendapatkan nutrisi yang cukup di alam dan kondisi perairan optimal untuk pertumbuhan spesies karang tersebut (Sukresno *et al.*, 2020). Penurunan laju pertumbuhan terjadi pada bulan keempat yaitu rata – rata pertambahan luas area mengalami penurunan sebesar 0.03 cm². Perairan Penginuman diduga terdampak bahan pencemar dari banjir yang terjadi di perairan Jawa Timur pada akhir bulan Desember 2022 sehingga menyebabkan laju pertumbuhan karang terganggu. Bahan pencemar yang terbawa oleh arus laut dapat mengganggu

metabolisme dan pertumbuhan karang (Pratiwi *et al.*, 2019). Pertumbuhan karang juga dapat terhambat karena parasit organisme spons yang menutupi permukaan atas karang sehingga karang tidak memperoleh cahaya matahari secara optimal (Gambar 5). *Zooxanthellae* merupakan organisme yang hidup pada polip karang dan menjadi produsen, apabila karang tidak mendapat cahaya matahari yang cukup maka *zooxanthellae* tidak dapat berfotosintesis sehingga metabolisme karang terganggu karena kekurangan nutrisi (Pratiwi *et al.*, 2019).

Hasil perhitungan tingkat kelangsungan hidup *E. lamellosa* budidaya *in situ* di perairan Penginuman yang disajikan pada Gambar 6 termasuk kategori berhasil. Kelangsungan hidup karang dikatakan berhasil jika nilainya berkisar antara 50–100% (Insafitri *et al.*, 2022). Jumlah karang transplan pada awal penelitian yaitu sejumlah 9 karang transplan dan pada akhir penelitian berkurang menjadi 6 karang transplan. Nilai *survival rate* pada awal penelitian hingga bulan ke-3 yaitu 100% dan pada bulan ke-4 mengalami penurunan menjadi 66.67%. Berdasarkan pengamatan, terdapat 1 karang transplan yang hilang dan 2 karang transplan yang mati. Predasi, kondisi meja dan rak yang korosif merupakan faktor penyebab karang transplan hilang dan mati. Ikan karang merusak skeleton karang untuk mendapatkan makanan sehingga mengakibatkan penurunan kondisi terumbu karang di suatu perairan (Insafitri *et al.*, 2022). Teritip banyak tumbuh di area meja, rak, dan substrat karang sehingga dapat menyebabkan karang menjadi mati karena predasi dari yang disebabkan teritip. Teritip, ikan karang, krustasea merupakan predator bagi karang (Yumi *et al.*, 2023). Karang transplan diletakkan pada satu meja budidaya yang sama. Meja dan rak budidaya terbuat dari bahan besi, sehingga semua meja budidaya lama-kelamaan akan berkarat. Kondisi perairan laut yang bersalinitas tinggi mengakibatkan meja dan rak budidaya lama – kelamaan akan mengalami korosif (Sibarani *et al.*, 2022). Pergerakan arus bawah laut juga menjadikan meja terkubur pasir sehingga menjadi salah satu penyebab karang transplan hilang. Karang yang mati disebabkan karena karang transplan tersebut tidak dapat beradaptasi dengan baik dan juga ditutupi oleh *Ascidian* dan alga sehingga *zooxanthellae* yang bersimbiosis tidak dapat melakukan fotosintesis (Subhan *et al.*, 2021). Keberadaan *Ascidian* dan alga yang menutupi karang transplan dapat menjadi pesaing bagi *zooxanthellae* dalam memperoleh cahaya matahari untuk melakukan fotosintesis. Karang yang hilang dan mati dapat diantisipasi dengan cara pemeliharaan dan pengecekan rutin terhadap karang transplan penelitian. Pemeliharaan dilakukan dengan pembersihan karang dari teritip, *Ascidian*, dan alga yang menempel.



Gambar 5. Organisme Ascidiens yang terdapat pada meja budidaya karang. Tanda panah menunjukkan spons yang diamati selama penelitian.



Gambar 6. Nilai *survival rate* karang *E. lamellosa*

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan yaitu laju pertumbuhan *Echinopora lamellosa* hasil budidaya tergolong cepat dibandingkan alami yaitu antara 1.04 – 2.79 cm² per bulannya. Hal ini dikarenakan fragmen karang yang dipotong mengalami stres sehingga jaringan akan tumbuh lebih cepat untuk beradaptasi terhadap lingkungan. Nilai *survival rate* yang didapat yaitu sebesar 66.67%. Nilai tersebut termasuk dalam kategori berhasil pada budidaya karang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadia, G.N., Wilson, J.R., & Green, A. 2013. Protokol Pemantauan Terumbu Karang Untuk Menilai Kawasan Konservasi Perairan. *United States Agency for International Development Program Regional Asia Melalui Coral Triangle Support Partnership*. Advance Access published 2013.
- Bachtiar, I., Ghafari, M.I.A., Rahman, I., & Astriana, B.H. 2021. Neither Coral Nor Symbiont Genetic Diversity May Explain the Resistance of The Coral *Echinopora lamellosa* to Bleaching. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 6(2): 1–13. DOI: 10.22146/jtbb.66161.
- Bachtiar, I., Ghafari, M.I.A., Rahman, I., Hilda, B., & Mahrus. 2019. Coral *Echinopora lamellosa* hosts multiple clades of symbionts in Western Alas Strait, Indonesia, AIP Conference Proceedings, 2199(1): 7–13. DOI: 10.1063/1.5141327.
- Barus, B.S., Prartono, T., & Soedarma, D. 2018. Pengaruh Lingkungan Terhadap Bentuk Pertumbuhan Terumbu Karang di Perairan Teluk Lampung. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(3): 699–709. DOI: 10.29244/jitkt.v10i3.21516.
- Radiarta, I.N & Sidik F. 2020. Sumber Daya Laut dan Pesisir Perairan Selat Bali. PT. Media Sains Nasional.
- Eberhardt, L.L. & Ricker, W.E. 1977. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. *The Journal of Wildlife Management*, 41(1): p.154. DOI: 10.2307/3800109.
- Hein, M., McLeod, I. M., Shaver, E., Vardi, T., Pioch, S., Boström-Einarsson, L., Ahmed, M., & Grimsditch, G. 2020. Coral Reef Restoration as a Strategy to Improve Ecosystem Services - A guide to Coral Restoration Methods. UN Environment Programme Report.
- Insafitri, I., Alif, N.R., Prasanti, M., & Nugraha, W A. 2022. Tingkat Keberhasilan Hidup Transplantasi Karang *Porites* sp. pada Substrat Rubble Skala Laboratorium. *Jurnal Kelautan: Indonesian*

- Journal of Marine Science and Technology*, 14(3): 291–296. DOI: 10.21107/jk.v14i3.12919.
- Januardi, R., Hartoko, A., & Purnomo, P.W. 2016. Analisis Habitat dan Perubahan Luasan Terumbu Karang di Pulau Menjangan Besar, Kepulauan Karimunjawa Menggunakan Citra Satelit. *Management of Aquatic Resources Journal*, 5(4): 302–310. DOI: 10.14710/marj.v5i4.14435.
- Koch, H.R., Wallace, B., DeMerlis, A., Clark, A.S., & Nowicki, R.J. 2021. 3D Scanning as a Tool to Measure Growth Rates of Live Coral Microfragments Used for Coral Reef Restoration. *Frontiers in Marine Science*, 8: 623–645. DOI: 10.3389/fmars.2021.623645.
- Luthfi, O.M., Rahmadita, V.L., & 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.
- Pongajouw, O.P., Rondonuwu, A.B., Bataragoa, N.E., Kalesaran, O., Lohoo, A.V., & Salaki, M.S. 2022. Distribution of Size of Banggai Cardinal Fish *Pterapogon kauderni* Koumans, 1933 in the Front Waters of Dudepo, South Bolaang Mongondow Regency. *Jurnal Ilmiah Platax*, 10(1): 161-167. DOI: 10.35800/jip.v10i1.38695.
- Pratiwi, D.B., Ramses, R., & Efendi, Y. 2019. Perbedaan Laju Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Karang Jenis *Montipora tuberculosis* Berasal dari Induk Transplantasi dengan Induk dari Alam. *Simbiosis*, 8(1): 10–19. DOI: 10.33373/sim-bio.v8i1.1529.
- Rueden, C.T. & Eliceiri, K.W. 2019. ImageJ for the Next Generation of Scientific Image Data. *Microscopy and Microanalysis*, 25(2): 142–143. DOI: 10.1017/S1431927619001442.
- Subhan, M.A., Yahya, Y., Mardiansyah, & Putri, L.S.E. 2021. The Growth of *Acropora loripes* (Brook 1892) Using Spider Frame Module Transplantation Method and Its Effect on The Presence of Fish Reef in Les Village, Buleleng, Bali. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 744(1): p 012080. DOI: 10.1088/1755-1315/744/1/012080.
- Sugiyono. 2018. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Alfabeta, Bandung.
- Sukresno, B., Jatisworo, D., & Islamy, F. 2020. Kondisi Oseanografi Perairan Selat Bali, hal. 27–37, Sumber Daya Laut dan Pesisir Perairan Selat Bali. Badan Riset dan Observasi Laut, KKP.
- Timotius, S. & Syahrir, M. 2018. A Review on Ornamental Coral Farming Effort in Indonesia. *World Ocean Conference*. Advance Access published 2018.
- Vernianda, C., Watiniasih, N.L., Faiqoh, E., & Giri Putra, I.N. 2022. Analisis Karbon dalam Sedimen pada Ekosistem Lamun di Teluk Gilimanuk, Bali. *Journal of Marine Research and Technology*. 5(2): 105-113. DOI: 10.24843/JMRT.2022.v05.i02.p09.
- Wahab, I., Koroy, K., & Lukman, M. 2021. Pengaruh Parameter Fisikimia Terhadap Tutupan Karang di Perairan Daruba, Morotai. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 27(2): 85–93.
- Yunanto, A. & Radiarta, I. N. 2020. Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Laut di Selat Bali, hal. 90–106, Sumber Daya Laut dan Pesisir Perairan Selat Bali. Badan Riset dan Observasi Laut, KKP.
- Zurba, N. 2019. Pengenalan Terumbu Karang Sebagai Pondasi Utama Laut Kita.