



JOURNAL OF MARINE RESEARCH AND TECHNOLOGY

journal homepage: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/JMRT>

ISSN: 2621 - 0096 (electronic); 2621 - 0088 (print)

Laju Pertumbuhan Hasil Fragmentasi Karang Jenis *Trachyphyllia geoffroyi* di Fasilitas Ex SituKomang Sri Jayatri^a, I Nyoman Giri Putra^{a*} and Ni Luh Putu Ria Puspitha^a^aProgram Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

*Corresponding author, email: nyomangiriputra@unud.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 12 April 2026

Received in revised form: 28 April 2026

Accepted: 3 Agustus 2026

Available online: 3 Agustus 2026

A B S T R A C T

Ornamental corals have high economic value as aquarium trade commodities and play an important role in maintaining marine ecosystem balance. Indonesia is one of the main exporters, with 569 coral species, of which 55 are utilized for export under CITES regulations. Coral farming is carried out through transplantation using fragmentation techniques, either in-situ or ex-situ. Fragmentation allows coral fragments to grow into new colonies, but solitary species such as *Trachyphyllia geoffroyi* show low survival rates. This study aimed to determine the growth rate and survival of fragmented *T. geoffroyi* in an ex-situ facility. The research was conducted at PT. Tirta Samudra Bali, Klungkung, Bali, from April to June 2025. Nine parent colonies were fragmented into 18 samples with a gryphon tool. Observations were carried out for three months with weekly monitoring of survival and growth, using underwater photography and analysis with ImageJ. Data were processed with Microsoft Excel. Results showed that survival was only 39%, with 61% mortality. The average growth rate was 0.2 cm²/month, declining in the third month due to post-fragmentation stress. Water quality remained relatively stable, with alkalinity at 7 dKH, calcium 407 ppm, magnesium 1221 ppm, nitrate 15 ppm, phosphate 0.1 ppm, salinity 1.025 s.g, temperature 25°C, and pH 8.3. The low survival rate was attributed to the sensitivity of *T. geoffroyi*, its solitary morphology with a single mouth, small fragment size, and vulnerability to tissue damage from cutting. Overall, this study highlights the challenges of ex-situ cultivation of *T. geoffroyi* but provides important insights for developing sustainable coral farming techniques to support conservation and reduce reliance on wild harvests.

Keywords: ornamental coral, *Trachyphyllia geoffroyi*, fragmentation, ex-situ, survival rate.

A B S T R A K

Karang hias memiliki nilai ekonomi tinggi sebagai komoditas perdagangan akuarium. Indonesia merupakan salah satu pengekspor utama dengan 569 jenis karang, di mana 55 jenis dimanfaatkan untuk ekspor sesuai aturan CITES. Budidaya karang dilakukan melalui transplantasi baik in-situ maupun ex-situ. Fragmentasi memungkinkan potongan karang tumbuh menjadi koloni baru, namun jenis soliter seperti *Trachyphyllia geoffroyi* memiliki tingkat kelangsungan hidup rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup hasil fragmentasi *T. geoffroyi* di fasilitas ex situ. Penelitian dilaksanakan di PT. Tirta Samudra Bali, Klungkung, Bali, pada April–Juni 2025. Sembilan induk karang difragmentasi menjadi 18 sampel menggunakan dengan alat gryphon. Pengamatan dilakukan selama tiga bulan dengan pencatatan mingguan terhadap tingkat kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan, menggunakan kamera bawah air, data dianalisis menggunakan Excel dan Image J. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kelangsungan hidup fragmen hanya 39%. Laju pertumbuhan rata-rata tercatat 0,2 cm²/bulan, dengan penurunan pada bulan ketiga akibat stres pasca-fragmentasi. Kualitas air relatif stabil dengan alkalinitas 7 dKH, kalsium 407 ppm, magnesium 1221 ppm, nitrat 15 ppm, fosfat 0,1 ppm, salinitas 1.025 s.g, suhu 25°C, dan pH 8,3. Rendahnya *survival rate* disebabkan oleh sifat sensitif *T. geoffroyi*. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa budidaya ek situ *T. geoffroyi* menghadapi tantangan besar akibat sensitivitas spesies terhadap stres fragmentasi, namun tetap memberikan dasar penting bagi pengembangan teknik budidaya berkelanjutan untuk mendukung konservasi dan mengurangi ketergantungan pada tangkapan alam.

Kata Kunci: Ex-situ, fragmentasi, pertumbuhan, *survival rate*, *Trachyphyllia geoffroyi*

1. Pendahuluan

Karang hias salah satu potensi ekonomi yang dihasilkan dari terumbu karang. Saat ini, banyak pelaku usaha dan masyarakat, terutama nelayan karang, yang mengembangkan budidaya karang hias sebagai sumber mata pencaharian alternatif dan utama (Kasmi *et al.*, 2013). Karang hias tidak hanya berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem laut dengan menyediakan habitat dan perlindungan bagi berbagai organisme laut, tetapi juga memiliki nilai ekonomis tinggi sebagai komoditi perdagangan dalam industri akuarium. Berbagai negara terlibat dalam kegiatan ekspor karang hias, dan Indonesia adalah salah satu pengeksportir utama. Indonesia memiliki kurang lebih 569 jenis karang, dan sekitar 55 jenis (9,6%) dimanfaatkan sebagai komoditi ekspor untuk kebutuhan akuarium (Kasmi *et al.*, 2020). Ekspor karang hias dilakukan dengan perizinan dan standar ketat mengikuti aturan CITES untuk memastikan keberlanjutan, kejelasan asal usul, dan legalitas perdagangannya (Pratama, 2024). Pengembangan karang hias dilakukan oleh pelaku industri dengan metode fragmentasi, baik di fasilitas penangkaran eksitu maupun insitu.

Budidaya karang (*coral farming*) dapat dilakukan dengan cara transplantasi karang. Transplantasi karang adalah suatu metode penanaman dan pertumbuhan suatu koloni karang dengan cara fragmentasi karang yang selanjutnya ditanam di tempat lain (ex-situ) (Ranandya *et al.*, 2024). Metode ini dapat menjadi solusi alternatif untuk mengurangi tekanan terhadap stok karang alami, serta memulihkan dan melestarikan keanekaragaman terumbu karang, sekaligus memenuhi kebutuhan pasar yang terus meningkat (Suharsono *et al.*, 2019). dalam budidaya karang teknik fragmentasi sering digunakan, yang mana fragmentasi adalah teknik memperbanyak koloni karang dengan memanfaatkan reproduksi aseksual karang (Zulfikar *et al.*, 2008). Potongan karang (*fragmen*) dari indukan karang akan tumbuh menjadi koloni baru dengan sifat yang sama seperti induknya dan laju pertumbuhannya dapat lebih cepat. Metode fragmentasi dapat dilakukan secara insitu atau pada kondisi penangkaran yang terkontrol (ek situ). Namun, metode fragmentasi ini umumnya lebih banyak digunakan secara insitu untuk transplantasi karang yang umumnya dilakukan pada jenis karang bercabang dan jarang digunakan untuk jenis-jenis karang soliter/polip tunggal, seperti *Trachyphyllia geoffroyi*.

Proses fragmentasi untuk *T. geoffroyi* memiliki tantangan tersendiri dibandingkan dengan jenis karang keras lainnya. Menurut data penelitian sebelumnya, *T. geoffroyi* memiliki tingkat kelangsungan hidup yang rendah saat ditransplantasi secara insitu, dengan tingkat kelangsungan hidup sebesar 33,3% (Aziz, 2002). Dengan hasil tingkat kelangsungan hidup yang rendah tersebut, penelitian ini dilakukan dengan mengamati laju pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup dari *T. geoffroyi* secara eksitu dengan harapan dapat meningkatkan persentase tingkat kelangsungan hidupnya. Penelitian ini juga berguna bagi para pelaku ekspor karang hias untuk memperkirakan laju pertumbuhan hasil fragmentasi hingga karang hasil fragmentasi siap dijual, serta dapat mengurangi ketergantungan pada tangkapan alam dan mendukung upaya konservasi karang melalui metode budidaya yang lebih berkelanjutan.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan dipenangkaran ex situ yang berlokasi di PT. Tirta Samudra Bali yang beralamat di Desa Pessinggahan, Kecamatan Dawan Kabupaten Klungkung, Bali. Pengambilan data ini dimulai pada bulan April sampai Juni tahun 2025.

2.2 Pelaksanaan Penelitian

2.2.1 Persiapan sampel

Sembilan individu indukan karang *T. geoffroyi* dengan ukuran S sesuai standar PT Tirta Samudra Bali dipilih dari satu akuarium yang sama, dengan ukuran sampel ditentukan berdasarkan pengukuran diameter kerangka kapur. Setelah itu, sembilan individu karang *T. geoffroyi* difragmentasi sehingga dihasilkan 18 sampel. Metode fragmentasi dilakukan dengan cara karang dipotong menjadi dua bagian menggunakan alat Gryphon (Zulfikar *et al.*, 2008). Proses ini dilaksanakan dengan menggunakan empat wadah berisi air laut.

Wadah pertama digunakan sebagai tempat penyimpanan sampel karang yang akan difragmentasi. Wadah kedua diisi dengan air laut yang dipakai untuk membersihkan mucus dan serpihan kapur dari kerangka. Wadah ketiga berisi air laut yang telah dicampur dengan iodine. Wadah keempat digunakan untuk menampung sampel karang yang telah ditempelkan pada substrat dan kemudian siap dipindahkan ke dalam akuarium. Di dalam akuarium, sampel karang diletakkan secara sejajar dengan jarak antar sampel 10 cm sesuai dengan standar dari PT. Tirta Samudra Bali.

2.2.2 Pengamatan tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan

Pengamatan terhadap sampel dilakukan selama tiga bulan dengan pengambilan data dilakukan satu minggu sekali. Pada setiap pengambilan data, diamati setiap sampel untuk mengetahui adanya kematian. Jika ditemukan kematian, sampel tersebut dicatat dan tingkat kelangsungan hidup dihitung sesuai dengan rumus yang digunakan. Laju pertumbuhan juga diamati setiap minggu dengan memperhatikan pertambahan diameter sampel yang difokuskan pada bagian polip.

Proses pengambilan foto sampel dilakukan menggunakan *underwater camera* dan tripod akrilik. Saat pengambilan foto, jangka sorong diletakkan di samping sampel dan foto diambil dari atas agar diperoleh gambar sampel secara menyeluruh serta diketahui pertambahan lebar sampel. Hasil foto kemudian didigitasi menggunakan *Image J* dan laju pertumbuhan serta tingkat kelangsungan hidup dihitung menggunakan *Excel*.

2.3 Analisis Data

2.3.1 Laju Pertumbuhan

Laju pertumbuhan fragmen karang dihitung menggunakan rumus (Erika *et al.*, 2019):

$$GR = \frac{L_t - L_o}{t}$$

Keterangan:

GR = Growth rate/ Laju pertumbuhan (cm)

L_o = rata-rata luas area pada awal penelitian

L_t = rata-rata luas area pada waktu ke-t

t = waktu pengamatan (Bulan)

2.3.2 Tingkat Kelangsungan Hidup

Tingkat kelangsungan hidup hasil fragmentasi dihitung dengan rumus (Erika *et al.*, 2019):

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

Keterangan :

SR = Tingkat kelangsungan hidup (*Survival Rate*)

N_t = Jumlah individu pada akhir penelitian

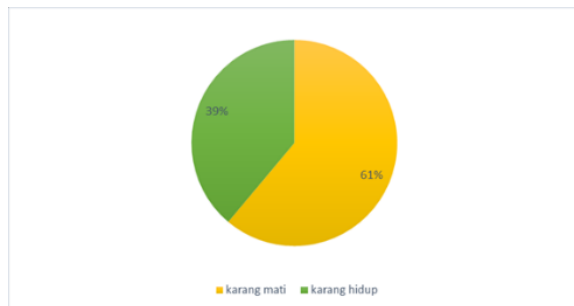
N_0 = Jumlah individu pada awal penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

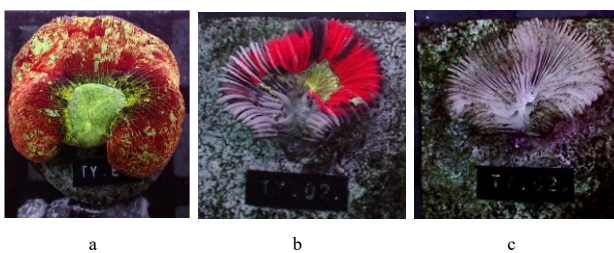
3.1. Hasil

3.1.1 Hasil pengamatan Tingkat kelangsungan hidup fragmen karang *T. geoffroyi*

Hasil pengukuran terhadap tingkat kelangsungan hidup karang *T. geoffroyi* setelah proses fragmentasi selama tiga bulan menunjukkan bahwa sebanyak 61% dari total sampel mengalami kematian sementara 39% berhasil bertahan hidup (Gambar 1). Berdasarkan pengamatan sampel yang hidup umumnya menunjukkan polip yang terbuka normal, warna jaringan relatif terjaga dan cerah tanpa pemutihan serta beberapa individu memperlihatkan pertumbuhan jaringan baru pada tepi fragmen (Gambar a). Sampel yang sakit menunjukkan gejala antara hidup dan mati seperti pemutihan sebagian, penipisan jaringan atau pudarnya warna dari polip karang (Gambar b). Sampel yang mati memperlihatkan kehilangan jaringan lunak sehingga rangka terlihat jelas, warna keabu-abuan hingga putih total, serta sering disertai kolonisasi alga permukaan rangka (Gambar c), seperti pada (Gambar 2).



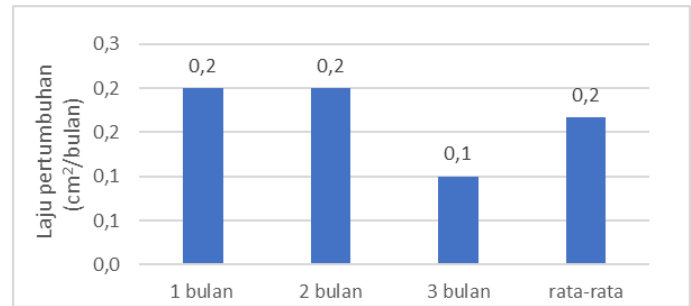
Gambar 1. Diagram survival rate



Gambar 2. kondisi karang sehat(a), karang sakit(b) dan karang mati(c)

3.1.2 Hasil Pengamatan laju pertumbuhan fragmen karang *T. geoffroyi*

Hasil pengamatan terhadap laju pertumbuhan karang *T. geoffroyi* selama tiga bulan menunjukkan peningkatan bertahap pada bulan pertama laju pertumbuhan tercatat 0,2 cm²/bulan, bulan kedua 0,2 cm²/bulan, dan bulan ketiga 0,1 cm²/bulan, dengan rata-rata 0,2 cm²/bulan (Gambar 3).



Gambar 3. Hasil laju pertumbuhan

3.1.3 Parameter air selama 3 bulan

Hasil kualitas air selama tiga bulan pengamatan, kualitas air menunjukkan kondisi fisik dan kimia yang relatif stabil. Alkalinitas rata-rata tercatat 7 dKH, kalsium 406 ppm, magnesium 1221 ppm, nitrat 15 ppm, dan fosfat 0,1 ppm. Parameter fisik seperti salinitas konsisten pada 33-34 ppt, suhu rata-rata 25°C, serta pH stabil di angka 8,3. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan kualitas air berada dalam rentang optimal yang mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup karang, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata parameter air selama 3 bulan

Parameter	Rata-rata / SD	Rentang optimal
Alkalinitas (dKH)	7 ± 0,3	8-12
Kalsium (ppm)	406 ± 9	420-480
Magnesium (ppm)	1221 ± 14	1250- 1350
Nitrat (ppm)	15 ± 8	1-10
Fosfat (ppm)	0,1 ± 0,1	0,015
Salinitas (ppt)	33-34 ± 2,311E-16	33-34
Suhu	25,4 ± 1	26-27
pH	8,3 ± 0,1	8,2-8,5

3.2 Pembahasan

3.2.1 Tingkat kelangsungan hidup

Tingkat kelangsungan hidup fragmen *T. geoffroyi* selama periode transplantasi menunjukkan hasil yang cukup rendah, yaitu sebesar 39 %. Angka ini mengindikasikan bahwa lebih dari separuh fragmen tidak mampu bertahan dalam kondisi lingkungan yang tersedia. Hasil ini mengindikasikan mayoritas sampel tidak mampu bertahan dalam kondisi pasca-fragmentasi meskipun lingkungan pengamatan diatur secara terukur dan terkendali (Insafitri *et al.*, 2021).

Rendahnya tingkat kelangsungan hidup ini mencerminkan adanya tekanan yang signifikan, baik dari faktor fisik maupun biologis, yang memengaruhi kemampuan adaptasi fragmen. Kematian pertama pada sampel terjadi pada minggu ke-3. Beberapa studi terdahulu menyatakan bahwa *T. geoffroyi*, sebagai karang soliter berjaringan lunak yang sensitif, memiliki toleransi lingkungan yang lebih sempit dibandingkan karang bercabang seperti *Acropora spp.* Menurut Rahmah *et al.*, (2019) tingkat kelangsungan hidup dapat turun drastis saat terjadi fluktuasi suhu dan peningkatan nutrisi organik, namun data lapangan pada penelitian ini menunjukkan bahwa parameter fisik utama seperti suhu dan salinitas relatif stabil sehingga tidak menjadi penyebab langsung penurunan tingkat kelangsungan hidup. Rendahnya tingkat kelangsungan hidup pada penelitian ini dapat disebabkan oleh sifat sensitif spesies ini terhadap stres pasca-fragmentasi (Harri *et al.*, 2007) di mana proses fragmentasi membuat luka yang langsung mengenai mulut, dimana sampel karang yang digunakan merupakan jenis karang soliter yang hanya terdiri dari satu mulut

yang membuat fragmen karang kurang optimal untuk mendapatkan nutrisi guna pemulihan pasca-fragmentasi, serta ukuran fragmen yang kecil paling sensitif dengan resiko kematian hingga 70 % dalam 3 bulan (Bongiorni *et al.*, 2013) dan kerentanan terhadap infeksi dari partikel kapur halus bekas dari pemotongan yang dapat melukai bagian polip lainnya.

Proses fragmentasi sendiri dapat menyebabkan stres mekanis dan biologis pada jaringan *T. geoffroyi*. Pemotongan fragmen dan adaptasi terhadap substrat baru memicu respons pertahanan alami karang seperti keluarnya lendir *mucus* saat pemotongan dan penutupan polip yang berkepanjangan terutama dengan ukuran fragmen yang kecil energi yang ada untuk proses regenerasi jaringan menjadi lebih sedikit (Lin *et al.*, 2019). Jika respon ini tidak ditangani dengan baik atau lingkungan tidak berada dalam kondisi optimal, stres tersebut dapat berkembang menjadi kerusakan jaringan dan meningkatnya kematian fragmen dalam penelitian. dalam konteks transplantasi karang, besar kecilnya tingkat kelangsungan hidup merupakan indikator utama keberhasilan restorasi dan transplantasi (Veronika *et al.*, 2022)

3.2.2 Laju pertumbuhan

Laju pertumbuhan fragmen *T. geoffroyi* selama tiga bulan menunjukkan gambaran regenerasi jaringan yang stabil pada fragmen pada bulan pertama dan kedua, namun terjadi penurunan pada bulan ketiga. Pola ini mengindikasikan bahwa, karang yang baru dipotong membutuhkan waktu untuk regenerasi, dan jika kondisi akuarium tidak optimal, risiko kematian meningkat. Penurunan laju pertumbuhan sering terjadi karena fase pemulihan belum selesai, dengan laju yang bisa turun hingga 50 % atau lebih jika stres berlanjut. Pemotongan merusak jaringan karang, menyebabkan pelepasan mukus dan zooxanthellae, yang mengurangi fotosintesis dan energi untuk pemulihan jaringan (Cantin *et al.*, 2019). Karang yang masih dalam fase penyembuhan, dalam penelitian ini memiliki ciri bagian mulut yang terluka akibat pemotongan masih terbuka. Menurut Borneman (2001) menyatakan bahwa fragmentasi *T. geoffroyi* dapat menyebabkan penurunan laju pertumbuhan 30-50 % di bulan pertama hingga ketiga yang mana masuk dalam masa kritis pasca fragmentasi jika tidak ada perawatan khusus, seperti pemberian antibiotik atau nutrisi tambahan. selain itu proses penyembuhan pada karang jenis karang soliter setidaknya memerlukan waktu lebih dari 90 hari, atau sekitar 24 bulan hingga sembuh optimal (Johan *et al.*, 2023)

Karang *T. geoffroyi* sendiri merupakan spesies soliter dengan polip besar dan warna mencolok, yang secara alami hidup di substrat lunak di antara terumbu atau pasir (Lawrenson *et al.*, 2022). Dalam konteks akuarium atau restorasi, karang ini dikenal cukup toleran terhadap kondisi lingkungan jika ditempatkan pada area dengan arus lembut dan pencahayaan sedang. *T. geoffroyi* memiliki kemampuan regenerasi jaringan yang baik, namun tetap sensitif terhadap fluktuasi seperti arus, kedalaman dan parameter air (Chavanich *et al.*, 2009). Oleh karena itu, aspek-aspek ini perlu diperhatikan seperti pengelolaan kualitas air salah satu faktor krusial dalam mendukung laju pertumbuhan optimal karang. Penelitian lain oleh Wijgerde *et al.*, (2012) menunjukkan bahwa peningkatan nutrisi dapat mempercepat laju pertumbuhan karang, tetapi juga berisiko memicu pertumbuhan alga dan anemon pengganggu seperti aiptasia yang memang banyak sempat dijumpai dibawah rak pada aquarium yang digunakan sebagai tempat sampel penelitian.

Selain pengaruh nutrient, kalsifikasi merupakan hal penting dalam laju pertumbuhan karang sangat dipengaruhi oleh ketersediaan ion kalsium, karbonat, dan magnesium. Pada penelitian ini kadar kalsium berada dalam kisaran ideal. Namun alkalinitas dan magnesium tercatat sedikit rendah menurut Harii *et al.*, (2010) menunjukkan bahwa stres fisik mengurangi kalsifikasi hingga 40 % sehingga membuat laju pertumbuhan karang *T. geoffroyi* kurang optimal. Rendahnya alkalinitas dalam air

mengurangi ketersediaan ion karbonat yang diperlukan untuk pembentukan CaCO_3 . Di samping itu, keberadaan nutrisi seperti nitrat dan fosfat dapat memengaruhi kompetisi ruang dan cahaya melalui peningkatan pertumbuhan alga (Khasanah *et al.*, 2019). Nitrate (NO_3) menunjukkan fluktuasi cukup tinggi, dari 25 ppm pada akhir April hingga turun menjadi 5 ppm di bulan Juni. Kadar yang tinggi di awal dapat memicu stres karang dan menurunkan laju pertumbuhan.

Parameter lain seperti salinitas (33-34 ppt), suhu (25-26 °C), dan pH (8.16 - 8.38) relatif stabil dan berada dalam kisaran yang mendukung. Stabilitas ini menjelaskan mengapa meskipun ada penurunan laju pertumbuhan pada bulan ketiga, fragmen tetap mampu bertahan hidup karena suhu dan pH yang stabil karena menurut Harii *et al.*, (2010) laju pertumbuhan *T. geoffroyi* dapat turun 20-40 % jika suhu lebih tinggi dari 30 °C atau pH lebih kecil dari 7.8. Dengan demikian, grafik laju pertumbuhan yang sebelumnya menunjukkan adanya penurunan dapat dipahami sebagai masa pemulihan yang belum selesai serta kombinasi stres pasca fragmentasi dan juga pengaruh dari parameter air dimana rendahnya alkalinitas dan magnesium membuat proses kalsifikasi menjadi lebih lambat sehingga laju pertumbuhan menjadi terlihat tidak signifikan.

Secara keseluruhan, hubungan antara tingkat kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan menunjukkan pola yang saling terkait. Fragmen yang mampu bertahan cenderung menunjukkan pertumbuhan jaringan, meskipun dalam laju yang perlahan. Sebaliknya, fragmen yang tidak mampu beradaptasi dengan cepat terhadap tekanan lingkungan cenderung mengalami kematian selama proses regenerasi berlangsung. Oleh karena itu, peningkatan tingkat kelangsungan hidup dapat menjadi indikator awal keberhasilan restorasi, yang kemudian diikuti oleh peningkatan laju pertumbuhan sebagai hasil dari adaptasi fragmen yang berhasil.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup fragmen *Trachyphyllia geoffroyi* selama 3 bulan tercatat rendah sebesar 39 %. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas fragmen gagal beradaptasi pada kondisi lingkungan yang tersedia. Kondisi ini juga didorong oleh kombinasi stres mekanis dari proses fragmentasi dan tekanan lingkungan, yang dapat menghambat biomineralisasi dan menurunkan efisiensi fotosintesis simbiosis *Zooxanthellae*. Laju pertumbuhan selama tiga bulan dengan rata-rata 0,2 cm^2 /bulan menggambarkan regenerasi jaringan yang berlangsung bersifat perlahan, sesuai karakter biologis *T. geoffroyi* yang memiliki pola pertumbuhan horizontal, serta sensitifitas spesies ini.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada bapak candra selaku direktur dari PT Tirta Samudra Bali yang memberikan wadah dan izin penulis untuk melakukan penelitian dan bapak Adrian selaku mentor selama penulis magang dan memberikan bimbingan bagi penulis saat melakukan pengambilan data.

Daftar Pustaka

- Aziz, A.M. 2002. Tingkat kelangsungan hidup, laju pertumbuhan dan rasio pertumbuhan beberapa jenis karang batu dan karang api yang ditransplantasikan di perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Jakarta. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor
- Bongiorni, L., Diociaiuti, D., & Pusceddu, A. 2013. Fragmentation as a restoration tool for *Trachyphyllia geoffroyi*: Survival, growth, and partial mortality. *Coral Reefs*, 32(1), 193–202. <https://doi.org/10.1007/s00338-012-0963-5>

- Borneman, E. H. 2001. Aquarium corals: Selection, husbandry, and natural history. T.F.H. Publications.
- Cantin, N. E., Cohen, A. L., Karnauskas, K. B., Tarrant, A. M., & McCorkle, D. C. 2019. Ocean warming slows coral growth in the Central Red Sea. *Coral Reefs*, 38(4), 749–762. <https://doi.org/10.1007/s00338-019-01815-4>
- Chavanich, S., Viyakarn, V., Satapoomin, U., & Chankong, A. 2009. Growth rates of the scleractinian coral *Trachyphyllia geoffroyi* in the Gulf of Thailand. *Coral Reefs*, 28(3), 647–653.
- Erika, A. Y. J., Ramses, & Puspita, L. 2019. Laju pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup jenis karang *Acropora* sp. dengan metode penempelan fragmen yang berbeda. *Jurnal Penelitian Sains*, 21(2). <https://ejurnal.mipa.unsri.ac.id/index.php/jps/article/view/534>
- Harii, S., Kayanne, H., & Yamano, H. 2007. Survival and growth of fragmented colonies of the Indo-Pacific reef-building coral *Trachyphyllia geoffroyi*. *Fisheries Science*, 73(5), 1169–1172. <https://doi.org/10.1111/j.1444-2906.2007.01448.x>
- Harii, S., Yamamoto, M., & Hoegh-Guldberg, O. 2010. Calcification and growth rates of *Trachyphyllia geoffroyi* under conditions of variable seawater chemistry. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 391(1–2), 93–99.
- Hauff, K. E., Horn, C. R., Toledo-Hernandez, C., Atkinson, S., & Medina, M. 2016. Unraveling the physiological responses of the scleractinian coral *Pocillopora damicornis* to elevated temperature and fragmentation stress. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 478, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2016.02.001>
- Insafitri, I., Alif, N. R., Prasanti, M., & Nugraha, W. A. 2021. 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.
- Johan, O., Ginanjar, R., Budiyanto, A., Ardi, I., Priyadi, A., & Kunzmann, A. 2023. The success of ornamental coral propagation in Banyuwangi East Java, Indonesia: observation of different depths and species. *Frontiers in Marine Science*, 10, 928538.
- Kasmi, M., & Ridwan, M. 2020. Analisis kelayakan agribisnis karang hias di CV. Rezky Bahari Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia. *Jurnal IPTEKS Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan*, 7(14).
- Kasmi, M., & Sulkifli. 2013. Relationship of habitat characteristics with abundance of ornamental fish injection of Napoleon (*Pomacanthus xanthurus*) in the waters of Pangkep regency, South Sulawesi. *Journal of Agrokompleks Scientific Works (Galung Tropika)*, 2(3): 123–128.
- Khasanah, R. I., Herawati, E. Y., Hariati, A., & Mahmudi, M. 2019. Growth rate of *Acropora formosa* coral fragments transplanted on different composition of FABA kerbstone artificial reef. *Biodiversitas*, 20(12), 3593–3598.
- Lawrenson, L. C., Bessell, B., & Pratchett, M. S. 2022. Distribution and microhabitat of *Trachyphyllia geoffroyi* across the Coral Triangle. *Diversity*, 14(9), 745. <https://doi.org/10.3390/d14090745>
- Lin, C.-Y., Wang, L.-H., & Chen, C. A. 2019. Asexual reproduction by fragmentation in the massive coral *Trachyphyllia geoffroyi*: Low survival rates and implications for restoration. *Marine Ecology Progress Series*, 623, 99–110. <https://doi.org/10.3354/meps13199>
- Pratama, Y. 2024. Dampak Implementasi CITES Terhadap Konservasi Satwa Langka Di Taman Safari Indonesia The Impact of CITES Implementation on the Conservation of Rare Fauna at Taman Safari Indonesia (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Rahmah, Y., Nursalam, N., & Salim, D. 2019. Analisis Laju Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Karang Transplantasi Di Perairan Karang Madani. *Marine Coastal and Small Islands Journal-Jurnal ilmiah Ilmu Kelautan*, 3(2), 1–8.
- Ranandya, A. Q., Putri, N. M., & Septiandi, A. R. 2024. Laju Pertumbuhan Microfragment *Acropora millepora* pada Kondisi Terkontrol. *Buletin Oseanografi Marina*, 13(2), 219–229.
- Suharsono, S., Hadi, T. A., & Abrar, M. 2019. Potensi Budidaya Karang Hias di Indonesia untuk Ekspor. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 25(1), 45–58. p-ISSN: 0853-5884, e-ISSN: 2502-6542.
- Veronika, Z., & Tajidan, T. 2022. Transplantasi Karang Sebagai Upaya Konservasi Terumbu Karang di Pantai Pandanan Kabupaten Lombok Utara. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 5(4). <https://doi.org/10.29303/jpmpi.v5i4.2411>
- Wijgerde, T., D'Angelo, C., Wiedenmann, J., & Achterberg, E. P. 2012. Nutrient enrichment can increase the susceptibility of reef corals to bleaching. *Nature Climate Change*, 2(8), 1–5. <https://doi.org/10.1038/nclimate1661>
- Zulfikar, Z., & Soedharma, D. 2008. Teknologi Fragmentasi Buatan Karang (*Caulastrea furcata* dan *Cynarina lacrimalis*) dalam Upaya Percepatan Pertumbuhan pada Kondisi Terkontrol. *Jurnal Natur Indonesia*, 10(02), 76–82.