

Analisis Pertumbuhan Fragmen Karang *Heliopora* sp. pada Substrat Tipe Web Spider di Perairan Pulau Tikus

Meri Kristina Pardede¹, Deddy Bakhtiar^{1*}, Jarulis², Ayub Sugara¹, Iwan Nirawandi³, Setio Margono³

¹Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

²Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu
Jl. W. R. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu, 38371 Indonesia

³Direktorat Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Pesisir dan Laut, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Gedung Manggala Wanabakti Blok I Lt. 2, Jl. Jenderal Gatot Subroto, Jakarta 10270 Indonesia
Email: deddybakhtiar@unib.ac.id

Abstrak

Pulau Tikus adalah sebuah pulau kecil di Samudera Hindia yang berjarak sekitar 9 km dari Kota Bengkulu. Kondisi tutupan karang hidup yang rendah dan pemulihan kondisi terumbu karang sangat lambat, sehingga intervensi rehabilitasi melalui transplantasi karang sangat diperlukan untuk mengembalikan fungsi ekosistem terumbu karang yang telah rusak. Transplantasi karang yang digunakan adalah metode rak besi tipe spider web, cara ini dianggap sebagai salah satu teknik rehabilitasi karang yang paling berhasil. Salah satu jenis life form karang yang banyak ditemukan di Pulau Tikus adalah life form karang *Heliopora*, sehingga life form karang ini dijadikan objek untuk transplantasi karang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pertumbuhan dan kelangsungan hidup fragmen *Heliopora* yang ditransplantasikan pada substrat tipe spider web di perairan Pulau Tikus. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi dengan mengamati pertumbuhan fragmen karang pada 3 rangka web spider setiap 2 bulan selama 6 bulan serta menghitung jumlah fragmen karang yang mati selama pemeliharaan. Hasil penelitian, didapatkan bahwa nilai rata-rata pertumbuhan tinggi fragmen *Heliopora* selama 6 bulan pengamatan adalah 1,3 mm/bulan, sedangkan rata-rata pertumbuhan untuk lebar fragmen *Heliopora* adalah 1,75 mm/bulan. Transplantasi fragmen *Heliopora* pada rangka web spider di perairan Pulau Tikus, Kota Bengkulu dikatakan berhasil dengan tingkat kelangsungan hidup sekitar 50-75%. Tingkat kelangsungan hidup yang rendah diduga karena adanya aktivitas antropologi nelayan penangkapan ikan.

Kata kunci : El Nino, kelangsungan hidup, pemulihan karang, transplantasi

Abstract

Analysis of The Growth of Coral *Heliopora* sp. Fragments on Spider Web Type Substrates at Tikus Island waters, Bengkulu City

*Pulau Tikus is a small island in the Indian Ocean about 9 km from Bengkulu City. The condition of live coral cover is low, and the recovery of coral reef conditions is very slow, so rehabilitation interventions through coral transplantation are needed to restore the function of coral reef ecosystems that have been damaged. The coral transplantation used is the spider web type iron rack method, which is considered as one of the most successful coral rehabilitation techniques. One type of coral life form that is found in Pulau Tikus is the *Heliopora* coral life form, so this coral life form is used as an object for coral transplantation. The purpose of this study was to analyze the growth and survival of *Heliopora* fragments transplanted on a spiderweb-type substrate in the waters of Pulau Tikus. The method used in this study was the observation method, through observing the growth of coral fragments on 3 spider web frames every 2 months for 6 months and counting the number of coral fragments that died during the study. The results showed that the average growth value of *Heliopora* fragment height during the 6 months of observation was 1.3 mm/month, while the average growth for *Heliopora* fragment width was 1.75 mm/month. The transplantation of *Heliopora* fragments on the spider web frame in the waters of Pulau Tikus, Bengkulu City, is said to be successful, with a survival rate of around 50-75%. The low survival rate is thought to be due to the anthropological activities of the fishermen.*

Keywords : Coral recovery, El Nino, survival rate, transplantation

PENDAHULUAN

Pulau Tikus adalah pulau kecil di Samudera Hindia sekitar 9 km dari Kota Bengkulu. Pulau Tikus memiliki banyak potensi untuk sumber daya hayati pesisir dan laut, seperti sumber daya hayati perikanan dan ekosistem terumbu karang. Meskipun daratan Pulau Tikus saat ini hanya 0,7 hektar, terdapat terumbu karang yang sangat luas seluas kurang lebih 250 hektar (BKSDA, 2006). Secara fisik, terumbu karang melindungi pantai dari erosi gelombang laut dan memberikan perlindungan bagi hewan yang hidup didalamnya. Penelitian Pustikawati *et al.*, (2016) mengungkapkan bahwa tutupan terumbu karang Pulau Tikus sebesar 37,59% pada tahun 2015-2016, hal ini menunjukkan bahwa kondisi terumbu karang Pulau Tikus termasuk dalam kategori sedang.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kondisi terumbu karang Pulau Tikus dinilai baik hingga buruk, dengan tutupan karang hidup berkisar antara 11,46% hingga 66,76% (Riansyah *et al.*, 2018). Pengrusakan karang oleh manusia telah lama menyebabkan terumbu karang di Pulau Tikus rusak (Anggoro *et al.*, 2020). Paniska *et al.* (2020) berpendapat sebagian besar kematian dan kerusakan karang diperkirakan terutama disebabkan oleh peningkatan suhu lingkungan di atas batas normal, yang menyebabkan pemutihan. Menurut Zamdial *et al.* (2022), faktor penyebab rusaknya terumbu karang di perairan Pulau Tikus antara lain pencemaran penangkapan ikan, tambatan kapal motor, dan penjualan karang hidup sebagai perhiasan. Ekosistem terumbu karang khususnya di wilayah pesisir rusak akibat jangkar perahu nelayan yang ditambatkan oleh nelayan yang mencari ikan, serta wisatawan yang melakukan penyelaman dan *snorkeling* di Pulau Tikus. Selain itu, Bakhtiar *et al.* (2013) menyatakan bahwa tindakan manusia, seperti penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan, menyebabkan kerusakan terumbu karang. Terumbu karang telah dipulihkan melalui berbagai upaya, salah satunya dengan menggunakan teknik transplantasi karang

Pemulihan kondisi terumbu karang sangat lambat, intervensi rehabilitasi diperlukan untuk mengembalikan fungsi ekosistem terumbu karang. Metode transplantasi karang adalah salah satu cara untuk memulihkan terumbu karang. Transplantasi karang dilakukan dengan tujuan untuk meregenerasi terumbu karang yang rusak dan meningkatkan tingkat tutupan terumbu karang (Soedharma dan Arafat, 2007). Salah satu metode

transplantasi karang yang digunakan ialah metode *web spider*, metode ini dianggap menjadi salah satu teknik rehabilitasi karang yang paling berhasil. Metode ini sudah digunakan oleh Williams *et al.* (2019) di Pulau Badi, dan menunjukkan bahwa terjadi perubahan tutupan karang yang signifikan yang pada awalnya kurang dari 10% meningkat selama 3 tahun menjadi lebih dari 60%.

Berdasarkan penelitian Paniska *et al.* (2020), diperoleh data tentang jenis dan bentuk pertumbuhan terumbu karang yang ditemukan di Pulau Tikus dan salah satunya ialah *lifecycle Coral Heliopora* (CHL) dengan persentase tutupan karang sebesar 5%. Utami *et al.* (2021) pada penelitiannya juga mengungkapkan jenis dan bentuk pertumbuhan terumbu karang yang dapat ditemukan di Pulau Tikus ialah jenis *Coral Massive* (CM), *Coral Heliopora* (CHL), *Coral Branching* (CB), *Coral Submassive* (CS), dan *Acropora Branching* (ACB). Paniska *et al.* (2020) dan Utami *et al.* (2021) menyatakan dalam penelitiannya bahwa *lifecycle Coral Heliopora* terdapat di perairan Pulau Tikus, sehingga karang *lifecycle* ini dapat menjadi obyek transplantasi karang. *Coral heliopora* (CHL) termasuk jenis karang *non-acropora*, karang ini berwarna coklat pada bagian luarnya sedangkan kerangka bagian dalamnya berwarna biru. *Coral Heliopora* adalah salah satu karang yang masuk dalam daftar merah spesies terancam (Obura *et al.*, 2008), sehingga perlu dilakukan upaya untuk memperbaiki kerusakan ekosistem dari *lifecycle Coral Heliopora*. Sampai saat ini penelitian mengenai analisis pertumbuhan fragmen *lifecycle Coral Heliopora* belum pernah dilakukan. Berdasarkan hal ini perlu dilakukan analisis pertumbuhan *lifecycle Coral Heliopora* pada substrat tipe *web spider* di Perairan Pulau Tikus, Kota Bengkulu. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pertumbuhan dan kelangsungan hidup *lifecycle Coral Heliopora* yang ditransplantasikan pada substrat tipe *web spider* di perairan Pulau Tikus. Manfaat dari penelitian ini sebagai data awal informasi pertumbuhan *lifecycle Coral Heliopora* untuk pengelolaan ekosistem terumbu karang kedepannya.

MATERI DAN METODE

Lokasi penelitian dilakukan di perairan Pulau Tikus Kota Bengkulu yang berjarak sekitar 9 km dari Kota Bengkulu. Waktu penelitian ini dimulai bulan September 2023 hingga Juli 2024. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah roll meter, GPS, SCUBA, *camera underwater*, jangka sorong, DO meter, pH meter, refraktometer, semen putih, sabak dan pensil, rak transplan *web spider*, resin atau lem *epoxy*, pasir pantai yang kasar, kabel ties dan fragmen karang.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode *survey* lapang untuk penentuan lokasi penempatan substrat transplantasi, kondisi terumbu karang, dan kondisi lingkungan. Penentuan lokasi transplantasi terumbu karang mempertimbangkan tingkat kerusakan karang 30–60 % dan kondisi lingkungan yang bisa dilakukan transplantasi seperti kondisi gelombang, arus, pasang surut, bibit dan lain-lain.

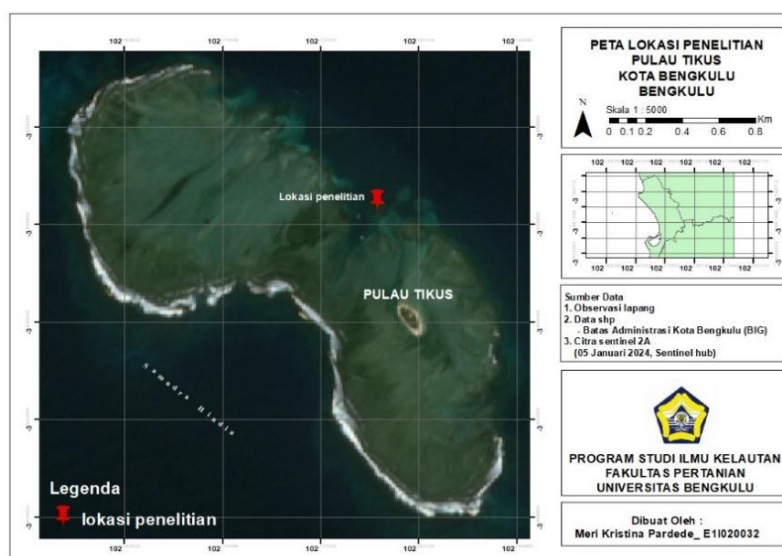
Rangka *web spider* terbuat besi baja batangan KS-12 dipotong bentuk U dengan ukuran sesuai konstruksi kerangka jaring laba-laba sebanyak 3 buah. Rangkaian ketiga rangka U tersebut secara menyilang berbentuk segi enam. Kerangka yang telah jadi kemudian dilapisi resin atau lem *epoxy* selanjutnya dibalut dengan pasir kasar (Gambar 2).

Sumber bibit karang untuk transplantasi diperoleh dari karang yang masih hidup di terumbu. Lokasi pengambilan bibit tidak jauh dari lokasi penanaman terumbu karang. Bibit dikumpulkan dengan cara memotong sebagian karang induk di tempat. Banyaknya karang yang diambil dari karang induk tidak lebih dari 10% untuk menghindari kerusakan ekosistem. Fragmen karang yang telah dikumpulkan selanjutnya

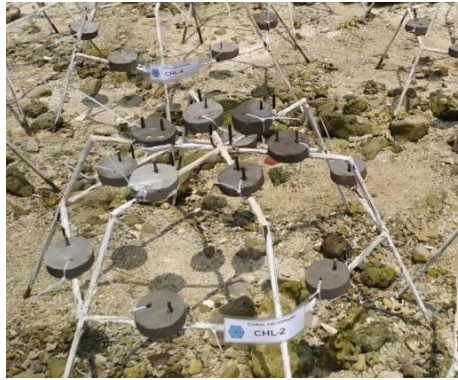
dilekatkan pada substrat rangka-*spider* dengan pengikat (kabel ties) dilakukan di atas perahu. Setelah fragmen karang diikat pada media, segera diturunkan pada kedalaman antara 5-7 meter pada area terumbu karang yang rusak berdasarkan hasil survei awal. Rangka *web spider* sebanyak 3 buah ditempatkan secara acak di perairan yang telah ditentukan dari hasil survei awal. Ketiga rangka berfungsi sebagai ulangan dan tidak ada perbedaan perlakuan pada setiap rangka.

Metode pengambilan data dilakukan dengan observasi secara langsung pada objek penelitian. Pengamatan sintasan dan pengukuran pertumbuhan karang transplan diukur setiap 2 bulan dan cara pengukuran fragmen karang dapat dilihat pada Gambar 3. Pada awal pemeliharaan, ukur panjang awal karang yang ditransplantasikan dengan menggunakan jangka sorong. Kemudian setiap 2 bulan dilakukan pengukuran pertumbuhan kembali sampai bulan keenam. Jumlah karang mati dalam setiap unit kerangka sarang laba-laba dihitung setiap 2 bulan.

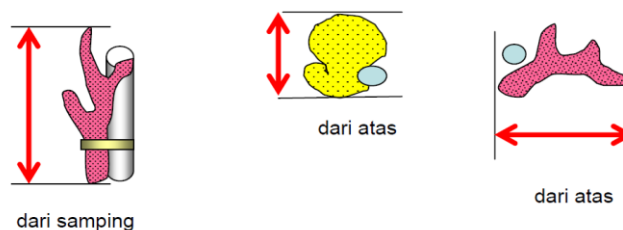
Parameter lingkungan perairan di lokasi penelitian yang diukur meliputi parameter fisika dan kimia perairan. Parameter fisika adalah suhu, arus, dan kecerahan, sedangkan parameter kimia perairan adalah salinitas, oksigen terlarut (DO), dan derajat keasaman perairan (pH). Pengukuran parameter perairan dilakukan secara langsung di lapangan, sehingga data tersebut diharapkan dapat memberikan informasi kualitas perairan di lokasi penelitian.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian



Gambar 2. Kerangka besi rak web spider yang siap untuk dipasang



Gambar 3. Pengukuran panjang dan lebar karang (Dirjen PRL, 2019)

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis untuk mengetahui kelangsungan hidup dan pertumbuhan karang transplant dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

Tingkat kelangsungan hidup karang

Formula yang digunakan untuk tingkat kelangsungan hidup karang adalah (Effendie, 1979):

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

dimana SR adalah survival rate (%), N_t adalah jumlah fragmen karang pada akhir penelitian, dan N_o adalah jumlah fragmen karang pada awal penelitian

Pertumbuhan Mutlak

Pertumbuhan karang dalam waktu tertentu dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Sadarun, 1999) :

$$\Delta L = L_t - L_o$$

dimana ΔL adalah pertumbuhan mutlak (mm), L_t adalah rata-rata panjang cabang setelah pengamatan ke- t (mm), dan L_o adalah rata-rata panjang cabang di awal penelitian (mm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Fisika dan Kimia Perairan

Secara umum, nilai parameter fisika perairan di lokasi penelitian masih layak untuk pertumbuhan karang yang ditransplantasi. Kondisi parameter fisika perairan pada lokasi penelitian disajikan secara menyeluruh pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil pengukuran (Tabel 1) diperoleh data suhu perairan memiliki rentang suhu dari 27,7°C – 30,9°C. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Biota Laut, hasil pengukuran suhu Pulau Tikus dalam penelitian ini masih dikategorikan sebagai kondisi yang masih mendukung pertumbuhan terumbu karang. Nilai kecepatan arus menunjukkan nilai yang hampir sama pada setiap pengambilan data yaitu berkisar 0,04 m/s - 0,05 m/s. Menurut Suharsono (1991) kecepatan arus ideal untuk terumbu karang adalah 0,05 m/s hingga 0,08 m/s. Berdasarkan hal ini, kondisi arus di Pulau Tikus masih dalam kategori yang mendukung pertumbuhan terumbu karang.

Selain dua faktor di atas, proses pertumbuhan karang juga dipengaruhi oleh tingkat kecerahan perairan. Nilai kecerahan pada saat pengambilan data berkisar 5,1–7 m. Menurut baku mutu air laut yang ditetapkan oleh Peraturan

Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, kecerahan yang baik untuk pertumbuhan terumbu karang adalah lebih dari 5 meter. Hasil pengukuran kecerahan Pulau Tikus dalam penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi air laut di Pulau Tikus masih mendukung pertumbuhan terumbu karang.

Secara umum, nilai parameter kimia perairan di lokasi penelitian masih layak untuk transplantasi. Kondisi parameter kimia perairan pada lokasi penelitian disajikan secara menyeluruh pada Tabel 2.

Kadar oksigen terlarut pada saat pengambilan data berkisar 9,8 mg/l – 10,6 mg/l. Berdasarkan baku mutu air laut menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 oksigen terlarut (DO) yang baik bagi pertumbuhan terumbu karang yaitu >5 mg/l (Tabel 2), secara keseluruhan hasil pengukuran oksigen terlarut (DO) di Pulau Tikus dalam penelitian ini masih dikategorikan pada kondisi yang masih mendukung pertumbuhan terumbu karang. Selain angin monsun, faktor lain yang memengaruhi keasaman air laut di wilayah pesisir adalah aktivitas fitoplankton dan tumbuhan air, aliran yang berasal dari darat, pasang surut, dan cuaca yang memengaruhi perubahan kimiawi perairan (Tito *et al.*, 2013). Berdasarkan baku mutu air laut menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 pH yang baik bagi pertumbuhan terumbu karang yaitu 7,0 – 8,5, secara keseluruhan hasil pengukuran pH di Pulau Tikus dalam penelitian ini masih dikategorikan pada kondisi yang masih mendukung pertumbuhan terumbu karang yaitu berkisar 7 – 8.

Nilai salinitas di lokasi penelitian berkisar antara 35 dan 36 ppt berada di atas atau lebih tinggi dari kisaran baku mutu yang diperbolehkan untuk terumbu karang (Tabel 2). Nilai salinitas saat ini lebih tinggi dari baku mutu air laut, yang seharusnya berkisar antara 33 dan 34. Tingginya nilai salinitas pada saat pengamatan dikarenakan Provinsi Bengkulu mengalami fenomena El nino (BMKG 2023). Dengan terjadinya fenomena ini, maka penguapan air laut semakin meningkat dan

menyebabkan salinitas air laut meningkat. Menurut Pangaribuan *et al.*, (2013), kadar salinitas 25-40 tetap baik untuk kelangsungan hidup karang karena salinitas perairan berkorelasi dan didukung oleh arus yang cukup untuk pertumbuhan karang. Berdasarkan pada penjelasan tersebut, maka kadar salinitas di lokasi penelitian masih termasuk dalam kategori baik untuk kelangsungan hidup karang.

Pertumbuhan Tinggi dan Lebar *Lifeform Coral Heliopora*

Pengukuran fragmen tinggi dan lebar fragmen karang dilakukan selama 6 bulan. Hasil pengukuran pertumbuhan tinggi dan lebar *lifeform* CHL selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.

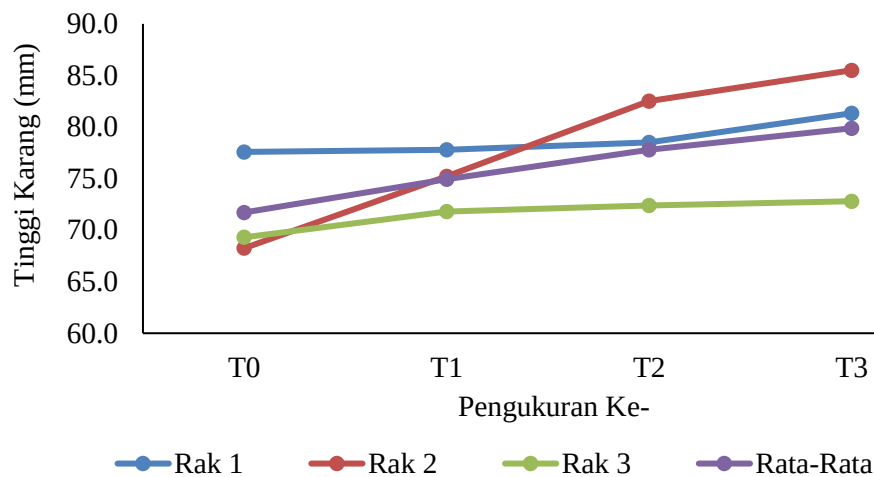
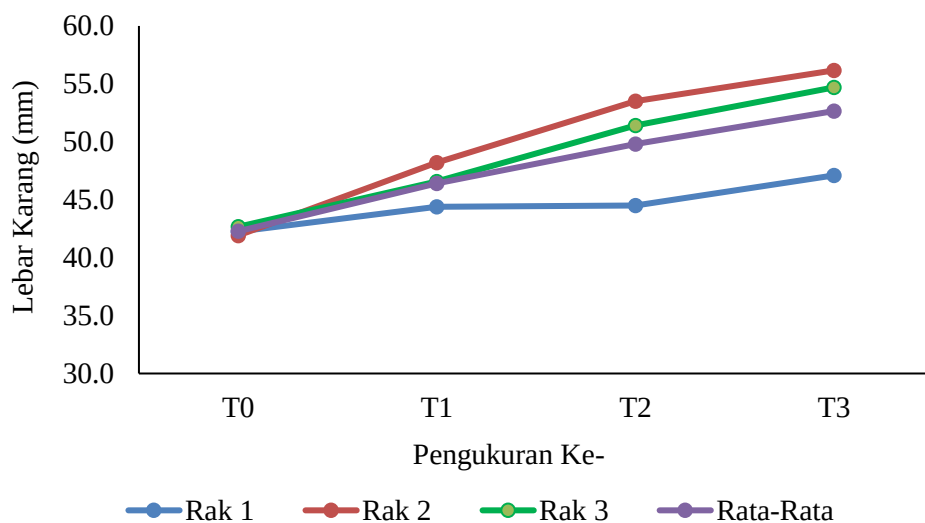
Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5, rata-rata pertumbuhan tinggi dan lebar *lifeform Coral Heliopora* selama 6 bulan pengamatan pada ketiga rak menunjukkan adanya peningkatan yang cukup baik. Rata-rata pertumbuhan tinggi pada tiap rak *web spider* mengalami peningkatan pada setiap pengukuran bulan pertama hingga bulan terakhir; dua bulan pertama (T1) 3,2 mm, dua bulan selanjutnya (T2) 2,9 mm, dua bulan terakhir (T3) 2,1 mm. Hal yang sama juga terjadi pada rata-rata pertumbuhan lebar *lifeform Coral Heliopora* dimana pada setiap periode pengukuran secara berturut-turut mengalami peningkatan yaitu 2,1 mm, 0,1 mm, dan 2,6 mm. Pada penelitian yang telah dilaksanakan,, diperoleh nilai rata-rata pertumbuhan tinggi *lifeform Coral Heliopora* selama 6 bulan pengamatan ialah 1,3 mm/bulan, sedangkan rata-rata pertumbuhan lebar *lifeform Coral Heliopora* ialah 1,75 mm/bulan. Zulfikar dan Soedharma (2012) dalam penelitiannya menyatakan rata-rata pertumbuhan dari karang tidak lebih dari 1cm/bulan. Hal ini didukung menurut pernyataan Guzman *et al.* (2019) yaitu laju pertumbuhan *lifeform Coral Heliopora coerulea* adalah 0,9-2,1 cm/tahun.

Tabel 1. Hasil pengukuran parameter fisika perairan

Parameter Fisika	Waktu Pengukuran			Baku Mutu (PP No.22 tahun 2021)
	T1	T2	T3	
Suhu (°C)	27,7	30,9	29,7	28-30
Arus (m/s)	0,05	0,04	0,05	-
Kecerahan (m)	5,1	6,24	7	>5

Tabel 2. Hasil pengukuran parameter kimia perairan

Parameter Kimia	Waktu Pengukuran			Baku Mutu (PP No.22 tahun 2021)
	T1	T2	T3	
DO (mg/l)	9,8	10,4	10,6	>5
pH	8	7	7,15	7,0-8,5
Salinitas (ppt)	35	35	36	33-34

**Gambar 4.** Pertumbuhan tinggi karang**Gambar 5.** Pertumbuhan lebar karang

Salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan fragmen karang ialah arus. Menurut Scandol (1999), arus atau gelombang memainkan peran penting dalam mengangkut zat hara, larva, bahan sedimen, dan oksigen. Selain itu, arus memiliki kemampuan untuk membersihkan polip karang dari kotoran yang menempel. Suhu juga berperan penting dalam

pertumbuhan fragmen karang. Suhu air laut yang naik 1-2°C, dapat menyebabkan stres pada terumbu karang. Peningkatan suhu yang ekstrim dapat menyebabkan pertumbuhan karang menjadi tidak optimal, dan peningkatan suhu yang terus-menerus juga dapat mengancam terumbu karang dan menyebabkan pemutihan karang (Langlais *et al.*, 2017).

Pada saat pengambilan data berlangsung, Provinsi Bengkulu sedang mengalami fenomena el nino (BMKG, 2023). El nino adalah penyimpangan iklim yang menunjukkan peningkatan suhu permukaan laut yang terjadi ketika aliran panas mengalir dari perairan Pasifik bagian barat ke perairan Pasifik bagian timur yang lebih dingin (Endlicher, 2001; Hupfer *et al.*, 2001). El nino terkuat yang terjadi pada tahun 2015–2016 menyebabkan pemutihan karang yang signifikan di seluruh dunia (Ampou *et al.*, 2017), fenomena tersebut menyebabkan perubahan suhu permukaan laut di beberapa wilayah Perairan Indonesia, seperti Aceh dan Karimunjawa Lombok, Sulawesi, dan daerah lainnya (Pardede *et al.*, 2016). Perubahan suhu menyebabkan kondisi perairan tidak lagi memenuhi persyaratan hidup *zooxanthella*, seperti peningkatan suhu dan penurunan pH. Obura *et al.* (2008) dalam studinya menyatakan pemanasan global menyebabkan karang ahermatipik genus *Heliopora* memutih, yang merupakan salah satu ancaman bagi genus ini selain dari penyakit. Oleh karena itu, parameter lingkungan suhu sangat mempengaruhi pertumbuhan fragmen karang.

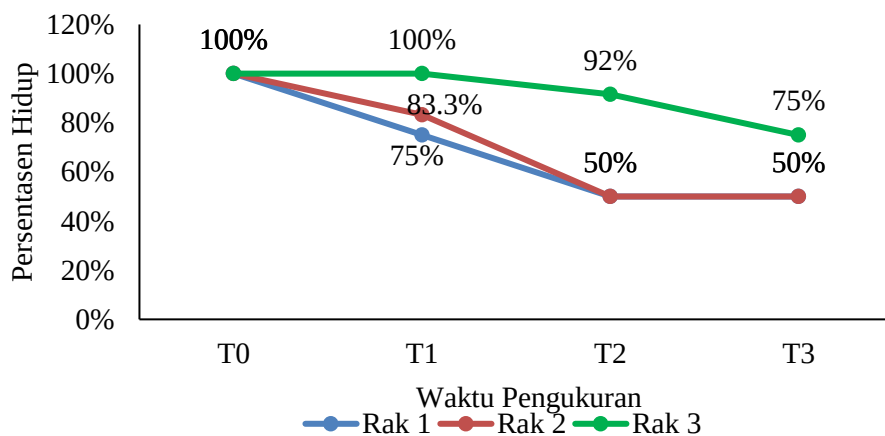
Selain arus dan suhu, salinitas juga mempengaruhi pertumbuhan fragmen karang, Dedi *et al.* (2016) mendukung pernyataan ini dengan menyatakan bahwa salinitas merupakan salah satu penyebab stres dan kematian terumbu karang karena dalam perkembangan terumbu karang, sel-sel penting yang berkembang secara fisiologis rusak karena perubahan salinitas. Terumbu karang sangat sensitif terhadap perubahan pH, pada kondisi pH yang rendah akan mengganggu penyerapan oksigen dalam air dan respirasi karang, menghambat perkembangan

karang (Patty dan Akbar, 2018). Kondisi oksigen terlarut di suatu perairan berperan juga dalam pertumbuhan fragmen karang. Oksigen terlarut berasal dari fotosintesis tumbuhan dan bergantung pada cahaya yang masuk ke badan air dan kerapatan tumbuh-tumbuhan dalam air. Pangaribuan *et al.* (2013) fotosintesis fitoplankton dan tumbuhan air lainnya dipengaruhi oleh cahaya matahari yang cukup, yang meningkatkan kadar oksigen terlarut di perairan.

Tingkat Kelangsungan Hidup (*Survival rate*) *Lifeform Coral Heliopora*

Tingkat kelangsungan hidup (*Survival rate*) *lifeform Coral Heliopora* diamati setiap dua bulan sekali selama bulan September 2023 – April 2024. Tingkat kelangsungan hidup *lifeform Coral Heliopora* disajikan secara keseluruhan pada Gambar 6.

Selama penelitian, tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) *lifeform Coral Heliopora* terus mengalami penurunan yang signifikan. *Survival rate* yang ditransplantasi sebesar 100% pada awal penelitian, dan jumlah fragmen awal penelitian adalah 36 fragmen (12 fragmen per rak). Pada bulan April 2024, jumlah fragmen dari tiga rak transplantasi pada akhir penelitian yaitu 21 fragmen. Jumlah fragmen karang yang mati dan hilang ialah 15 fragmen, dan 21 fragmen yang masih hidup. Berdasarkan Gambar 6, penurunan kelangsungan hidup terjadi pada tiap rak, dimana pada rak 1 di awal penelitian (T0) 100% dan di akhir penelitian (T3) menjadi 50%. Kondisi rak 2 transplantasi juga mengalami penurunan, pada awal penelitian (T0) 100% dan pada akhir penelitian (T3) menjadi 50%. Tingginya kematian fragmen karang pada rak 1 dan 2 diakibatkan



Gambar 6. Tingkat Kelangsungan Hidup (SR) *lifeform Coral Heliopora*

adanya beberapa fragmen yang hilang dan terlepas ikatannya dari rak. Lepas dan hilangnya fragmen karang yang ditransplantasi diduga akibat adanya aktivitas antropogenik dari nelayan yang mencari ikan di sekitar penelitian. Madduppa et al. (2017) menjelaskan bahwa terumbu karang sangat rentan terhadap adanya gangguan yang dapat menimbulkan efek merusak pada keseluruhan koloni karang. Kerusakan ini disebabkan adanya gangguan salah satunya gangguan antropogenik/manusia. Sedangkan rak 3 transplantasi pada awal penelitian (T0) 100% menjadi 75 % pada akhir penelitian (T3). Menurut Mompala et al. (2017), kegiatan transplantasi dianggap berhasil jika tingkat kelangsungan hidupnya antara 50 hingga 100%. Berdasarkan hasil tingkat kelangsungan hidup transplantasi karang yang berkisar 50-75% menunjukkan bahwa transplantasi *lifeform Coral Heliopora* menggunakan rangka *web spider* di Perairan Pulau Tikus berhasil.

Kejadian el nino pada tahun 2023 (BMKG, 2023) diduga sebagai salah satu penyebab menurunnya tingkat kelangsungan hidup karang *Heliopora* yang ditransplantasi di Pulau Tikus. Ampou et al. (2017) mengungkapkan bahwa El Nino 2015-2016 telah menyebabkan kematian dan terjadi pemutihan yang disebabkan oleh pemanasan laut dengan turf alga yang menutupi bagian yang mati. Hal yang sama juga ditemukan di Pulau Tikus dimana *lifeform Coral Heliopora* mengalami penurunan kelangsungan hidup disebabkan oleh alga, dimana pada saat pengukuran dilaksanakan, banyak alga yang tumbuh pada rak transplantasi. Rachmawati (2001) menyatakan polip karang di lautan kesulitan mendapatkan makanan karena makroalga bersaing dengan karang untuk mendapatkan cahaya dan nutrisi, dan karang yang tertutup alga harus menghabiskan lebih banyak energi untuk memperbaiki jaringan yang rusak oleh pertumbuhan alga yang berlebihan. Melimpahnya makroalga pada suatu perairan dikarenakan keberadaan zat hara yang melimpah di suatu perairan (Maccook, 1999 dalam Indrabudi dan Alik, 2017).

KESIMPULAN

Pengamatan pertumbuhan fragmen *lifeform Coral Heliopora* dilakukan selama 6 bulan pengamatan, dan untuk pengambilan datanya dilakukan setiap 2 bulan sekali. Pada penelitian yang telah dilaksanakan, diperoleh nilai rata-rata

pertumbuhan tinggi *lifeform Coral heliopora* selama 6 bulan pengamatan ialah 1,3 mm/bulan, sedangkan rata-rata pertumbuhan lebar *lifeform Coral heliopora* ialah 1,75 mm/bulan. Transplantasi *lifeform Coral Heliopora* pada rangka *web spider* di Perairan Pulau Tikus Kota Bengkulu memiliki tingkat kelangsungan hidup berkisar 50-75%. Salah satu penyebab rendahnya tingkat kelangsungan hidup fragmen karang yang ditransplantasikan karena hilangnya fragmen dari rangka akibat adanya aktivitas antropogenik. Pada penelitian selanjutnya dilakukan pembersihan rangka *web spider* dan disarankan untuk melakukan transplantasi dengan menggunakan karang spesies lain untuk melihat efektivitas dari metode rangka *web spider*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Direktorat Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Pesisir dan Laut, Ditjen Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Jakarta Tahun anggaran 2023 melalui Program Pemulihan ekosistem Terumbu Karang di Pulau Tikus dengan no kontrak SPK-344/PPK.PL/PPKPL/2024. Terima kasih juga diucapkan kepada Tim Selam *Rafflesia Bengkulu Dive Center* (RBDC) Bengkulu dan Tim Selam *Marine Science Diving Club* (MSDC) Universitas Bengkulu.

DAFTAR PUSTAKA

- Ampou, E.E., Johan, O., Menkes, C.E., Niño, F., Birol, F., Ouillon, S., & Andréfouët, S. 2017. Coral mortality induced by the 2015–2016 El-Niño in Indonesia: the effect of rapid sea level fall. *Biogeosciences*, 14: 817–826. doi: 10.5194/bg-14-817-2017.
- Anggoro, A., Zamdial, Z., Hartono, D., Bakhtiar, D., Herliany, N.E. & Utami, M.A.F. 2020. Pemetaan Habitat Perairan Dangkal Menggunakan Citra Resolusi Menengah dengan Metode Klasifikasi Berbasis Piksel (Studi Kasus Pulau Tikus). *Jurnal Enggano*, 5(1): 78-90. doi: 10.31186/jenggano.5.1.78-90
- BKSDA [Badan Konservasi Sumber Daya Alam] Bengkulu. 2006. Profil Kawasan Konservasi di Provinsi Bengkulu. BKSDA Provinsi. Bengkulu.
- BMKG [Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika]. 2023. Analisis Dinamika Atmosfer Dasarian III September 2023.

- <https://bmkg.go.id/berita/?p=analisis-dinamika-atmosfer-dasarian-iii-september-2023&lang=ID&tag=dinamika-atmosfer>.
- Bakhtiar, D., Sulistyo., B. & Jarulis. 2013. Kajian Karakteristik Ekosistem Perairan Pulau Tikus Kota Bengkulu dalam Upaya Optimalisasi Pemanfaatan Sumberdaya Pesisir Secara Berkelanjutan dan Berbasis Masyarakat. Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. 57 hal.
- Dedi, Zamani, N.P. & Arifin, T. 2016. Hubungan Parameter Lingkungan terhadap Gangguan Kesehatan karang di Pulau Tunda Banten. *Jurnal kelautan Nasional*, 11(2): 105-118. doi: 10.15578/jkn.v11i2.6112
- Ditjen PRL (Pengelolaan Ruang Laut). 2019. Optimalisasi Perbaikan Terumbu Karang dengan Transplantasi Menggunakan Metode Jaring Laba-laba Kementerian Kelautan dan Perikanan. <https://kkp.go.id/djprl/artikel/12128-optimalisasi-perbaikan-terumbu-karang-dengan-transplantasi-menggunakan-metode-jaring-laba-laba-web-spider>.
- Effendie, M.I. 1979. Metoda Biologi Perikanan. Cetakan Pertama. Yayasan Dewi Sri. Bogor.
- Endlicher, W. 2001. Terrestrial Impact of the Southern Oscillation and Related El Nino and La Nina events. Pp.52-54 in Climate of the 21st Century: Changes and Risk: Scientific Facts (JL Lozán, H Graßl, and P Hupfer, eds.). Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg.
- Guzman, C., Atrigenio, M., Shinzato, C., & Conaco, C. 2019. Warm Seawater Temperature Promotes Substrate Colonization by the Blue Coral *Heliopora coerulea*. *PeerJ*, 7: p.e7785. doi: 10.7717/peerj.7785
- Hupfer, P.H., Grassl, & Lozán, J. 2001. Summary: Warning Signal from Climate. Pp.400-408 in Climate of the 21st Century: Changes and Risk: Scientific Facts (JL Lozán, H Graßl, and P Hupfer, eds.). Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg.
- Indrabudi, T. & Alik, R. 2017. Status Kondisi Terumbu Karang di Teluk Ambon. *Widyariset*, 3(1): 81-94. doi: 10.14203/widyariset.3.1.2017.81-94
- Langlais, C.E., Lenton, A., Heron, S.F., Evenhuis, C., Sen Gupta, A., Brown, J.N., & Kuchinke, M. 2017. Coral Bleaching Pathways Under The Control of Regional Temperature Variability. *Nature Climate Change*, 7(11): 839–844. doi: 10.1038/nclimate3399
- Madduppa, H., Subhan, B., Arafat, D., & Zamani, N.P. 2017. Riset dan Inovasi Terumbu Karang dan Proses Pemilihan Teknik Rehabilitasi: Sebuah Usulan Menghadapi Gangguan Alami dan Antropogenik Kasus di Kepulauan Seribu. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian dan Lingkungan*, 3(2): 45-54.
- Mompala, K., Rondonuwu, A.B., & Rembet, U.N. W.J. 2017. Laju Pertumbuhan Karang Batu *Acropora* sp. yang Ditransplantasi Pada Terumbu Buatan di Perairan Kareko Kecamatan Lembah Utara Kota Bitung. *Jurnal Ilmiah Platax*, 5(2): 234-242. doi: 10.35800/jip.5.2.2017.16999
- Obura, D., Fenner, D., Hoeksema, B., Devantier, L. and Sheppard, C. 2008. "*Heliopora coerulea*". IUCN Red List of Threatened Species.
- Pangaribuan, T.H., Ain, C., & Soedarsono, P. 2013. Hubungan Kandungan Nitrat dan Fosfat dengan Densitas Zooxanthellae pada Polip Karang *Acropora* sp. di Perairan Terumbu Karang Pulau Menjangan Kecil, Karimunjawa. *Jurnal of Maquares*, 2(4): 136-145. doi: 10.14710/marj.v2i4.4277
- Paniska. A., Samiaji, J. & Thamrin. 2020. Abundance of Coral Fish Species and The Condition of Coral Reefs in The Waters of The Tikus Island, Bengkulu City. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 3(1): 20-28.
- Pardede, S., Tarigan, S.A.R., Setiawan, F., Muttaqin, E., Muttaqin, A., & Muhidin. 2016. Laporan Teknis: Monitoring Ekosistem Terumbu Karang Taman Nasional Karimunjawa 2016. Wildlife Conservation Society. Bogor. Indonesia.
- Patty, S.I., & Akbar, N. 2018. Kondisi Suhu, Salinitas, pH dan Oksigen Terlarut di Perairan Terumbu Karang Ternate, Tidore, dan Sekitarnya. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 1(2): 1-10. doi: 10.33387/jikk.v1i2.891
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2022. Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Pustikawati, M., Johan, Y., & Dede, H. 2016. Kajian Ekosistem Terumbu Karang untuk Pengembangan Ekowisata Bahari Pulau Tikus Bengkulu. *Jurnal Enggano*, 1(1): 113–119. doi: 10.31186/jenggano.1.1.113-119
- Rachmawati, R. 2001. Terumbu Buatan (Artificial Reef). Pusat Riset Teknologi Kelautan Badan Riset Kelautan dan Perikanan Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. Indonesia. 50 hlm.

- Riansyah, A., Hartono, D. & Kusuma, A.B. 2018. Ikan Kepe-Kepe (*Chaetodontidae*) sebagai Bioindikator Kerusakan Perairan Ekosistem Terumbu Karang Pulau Tikus. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera : A Scientific Journal*, 35(2): 103-110. doi: 10.20884/1.mib.2018.35.2.480
- Sadarun. 1999. Transplantasi Karang Batu di Kepulauan Seribu, Teluk Jakarta. Tesis. Bogor, Indonesia: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Scandol, J.P. 1999. Cotsinan Interactive *Acanthaster planci* Metapopulation Model for The Central Great Barrier Reef. *Journal Marine Models*, 1: 39-81
- Soedharma D, Arafat D. 2007. Perkembangan Transplantasi Karang di Indonesia. Prosiding Seminar Transplantasi Karang. Bogor, 8 September 2005. Pusat Pengkajian Lingkungan Hidup, Institut Pertanian Bogor : hal. 5-14
- Suharsono. 1991. Bulu Seribu (*Acanthaster planci*). *Jurnal Oseana*, 16(3): 1-7.
- Tito, C.K., Ampou, E.E., Widagti, N., & Triyulianti, I. 2013. Kondisi pH dan Suhu pada Ekosistem Terumbu Karang di Perairan Nusa Penida dan Pemuteran, Bali. Artikel Ilmiah. Seminar Hasil Penelitian Terbaik 2013, Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan. Jakarta. 13 hal.
- Utami, R.T., & A. Anggoro. 2021. Status Kondisi Terumbu Karang di Perairan Bengkulu dan Kepulauan Seribu, Jakarta. *Jurnal Enggano*, 6(1):188-200.
- Williams, G.J., Graham, N.A.J., Jouffray, J.B., Norström, A.V., Nyström, M., Gove, J.M., Heenan, A & Wedding, L.M. 2019. Coral Reef Ecology in the Anthropocene. *Functional Ecology*, 33(6): 1014–1022. doi: 10.1111/1365-2435.13290.
- Zamdia, Z., Bakhtiar, D., Hartono, D., Johan, Y., Utami, M.A.F., Herliany, N.E., Wilopo, M.D., Anggoro, A., Muqsit, A. & Sugara, A., 2022. Studi Struktur Komunitas Ikan Karang di Karang Bayang dan Karang Lebar Perairan Pulau Tikus Kota Bengkulu. *Jurnal Enggano*, 7(1): 106–120. doi: 10.31186/jenggano.7.1.106-120
- Zulfikar & Soedharma, D. 2008. Teknologi Fragmentasi Buatan Karang (*Caulastrea furcata* dan *Cynarina lacrimalis*) dalam Upaya Percepatan Pertumbuhan pada Kondisi Terkontrol. *Jurnal Natur Indonesia*, 10(2): 76-82. doi: 10.31258/jnat.10.2.76-82