

## EFEKTIVITAS TRANSPLANTASI TERUMBU KARANG MENGGUNAKAN METODE FLAT BLOCK DI DESA LIFULEO, KABUPATEN KUPANG, PASCA BADAI SEROJA

### *EFFECTIVENESS OF CORAL REEF TRANSPLANTATION USING THE FLAT BLOCK METHOD IN LIFULEO VILLAGE, KUPANG REGENCY, AFTER CYCLONE SEROJA*

Putri Agil Lestari<sup>1)</sup>, Rolandsius Sareng<sup>2)</sup>

<sup>1,2</sup>Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang, Jl Kampung Baru, Pelabuhan Fery Bolok, Kupang, 85351, Indonesia

\*Corresponding Author: [putriagillestari12@gmail.com](mailto:putriagillestari12@gmail.com)

#### ABSTRAK

Badai Seroja menyebabkan kerusakan signifikan pada ekosistem terumbu karang di wilayah pesisir Nusa Tenggara Timur, termasuk di Kawasan Konservasi Perairan Pantai Oesina, Desa Lifuleo. Kondisi ini menuntut adanya upaya rehabilitasi aktif, karena pemulihan alami terumbu karang berlangsung lambat pada area terdampak berat. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi keberhasilan transplantasi terumbu karang menggunakan metode *flat block* sebagai strategi rehabilitasi pascabencana. Transplantasi dilakukan pada 26 Agustus 2025 menggunakan 30 unit substrat dan 150 fragmen karang jenis *Acropora branching* dan *Acropora formosa*. Monitoring awal dilakukan satu kali pada 25 November 2025 untuk mengevaluasi tingkat kelangsungan hidup, pertumbuhan awal, serta kualitas perairan secara deskriptif. Hasil analisis menunjukkan tingkat kelangsungan hidup mencapai 91,3% dengan indikator pertumbuhan awal berupa munculnya tanda pembentukan polip. Kualitas perairan masih berada dalam kisaran toleransi pertumbuhan karang. Metode *flat block* dinilai efektif pada fase awal rehabilitasi dan berpotensi dikembangkan sebagai upaya pemulihan ekosistem terumbu karang di wilayah terdampak bencana.

Kata kunci: *Acropora*, Badai Seroja, Desa Lifuleo, Flat block, Transplantasi Karang

#### ABSTRACT

Cyclone Seroja caused significant damage to coral reef ecosystems in coastal areas of East Nusa Tenggara, including in the Oesina Coast Marine Conservation Area, Lifuleo Village. This situation requires active rehabilitation efforts, as natural coral reef recovery is slow in heavily impacted areas. This study aims to evaluate the success of coral reef transplantation using the *flat block* method as a post-disaster rehabilitation strategy. Transplantation was carried out on August 26, 2025, using 30 substrate units and 150 coral fragments of *Acropora branching* and *Acropora formosa*. Initial monitoring was conducted once on November 25, 2025, to evaluate survival rates, initial growth, and water quality descriptively. The analysis results showed a survival rate of 91.3%, with early growth indicators being the appearance of signs of polyp formation. Water quality remained within the tolerance range for coral growth. The *flat block* method is considered effective in the initial phase of rehabilitation and has the potential to be developed as an effort to restore coral reef ecosystems in disaster-affected areas.

Keywords: *Acropora*, Cyclone Seroja, Lifuleo Village, Flat Block, Coral Transplantation

## PENDAHULUAN

Terumbu karang merupakan ekosistem pesisir yang memiliki peran strategis baik secara ekologis maupun sosial ekonomi, khususnya dalam mendukung keanekaragaman hayati dan kesejahteraan masyarakat pesisir (Global Coral Reef Monitoring Network, 2020; Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2022). Ekosistem ini berfungsi sebagai habitat berbagai biota laut, pelindung alami pantai dari abrasi dan gelombang, serta penopang utama kegiatan perikanan dan pariwisata bahari (Global Coral Reef Monitoring Network, 2020; United Nations Environment Programme, 2021). Namun demikian, kondisi terumbu karang di berbagai wilayah pesisir Indonesia sangat rentan terhadap gangguan, baik yang disebabkan oleh aktivitas manusia maupun bencana alam. Salah satu bencana alam yang memberikan dampak signifikan terhadap ekosistem pesisir di wilayah Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur adalah Badai Seroja.

Bencana alam Badai Seroja yang terjadi pada tahun 2021 memberikan dampak besar terhadap wilayah pesisir Nusa Tenggara Timur. Gelombang tinggi dan arus kuat yang ditimbulkan menyebabkan kerusakan fisik terumbu karang, seperti patahnya koloni karang dan tertimbunnya karang oleh sedimen. Desa Lifuleo merupakan salah satu wilayah yang mengalami kerusakan terumbu karang akibat peristiwa tersebut. Kerusakan terumbu karang tersebut menyebabkan penurunan tutupan karang hidup dimana dampak seroja menyebabkan penutupan karang hidup berkisar antara 10-20% (Hadi *et al.*, 2012), hilangnya habitat biota laut, serta menurunnya hasil tangkapan nelayan. Kondisi ini berdampak langsung terhadap kesejahteraan masyarakat yang sebagian besar bergantung pada sektor perikanan.

Upaya rehabilitasi dan restorasi terumbu karang menjadi salah satu solusi strategis untuk memulihkan fungsi ekosistem sekaligus meningkatkan taraf hidup masyarakat pesisir (Giyanto *et al.*, 2017). Salah satu metode yang banyak digunakan dalam rehabilitasi terumbu karang adalah transplantasi karang menggunakan substrat buatan sebagai media penempelan dan pertumbuhan karang (Budikusuma *et al.*, 2024), salah satunya melalui metode *flat block*.

Metode *flat block* merupakan salah satu teknik transplantasi karang yang menggunakan substrat buatan berbentuk datar dan stabil sebagai media penempelan fragmen karang. Desain *flat block*

memungkinkan fragmen karang tumbuh secara optimal karena memiliki permukaan yang relatif luas, stabil terhadap arus, serta meminimalkan penumpukan sedimen. Metode *flat block* memiliki keunggulan dibandingkan metode transplantasi lain seperti rangka besi, metode gantung, maupun penempelan langsung, terutama dalam hal stabilitas substrat, ketahanan terhadap sedimentasi, dan kemudahan aplikasi di dasar perairan. Penggunaan substrat buatan yang stabil dan berpori juga telah dilaporkan mampu meningkatkan keberhasilan transplantasi karang pada berbagai studi sebelumnya (United Nations Environment Programme, 2021; Global Coral Reef Monitoring Network, 2020). Dengan demikian, metode *flat block* menjadi alternatif yang potensial, khususnya untuk rehabilitasi terumbu karang pada area dengan kondisi substrat yang telah mengalami kerusakan.

Penggunaan *flat block* juga memungkinkan penerapan secara modular dan bertahap, menyesuaikan dengan kondisi lingkungan setempat serta kapasitas pengelolaan. Selain itu, metode *flat block* relatif mudah dalam proses pemasangan, pemantauan, dan pemeliharaan, sehingga efisien dari sisi biaya dan tenaga dibandingkan beberapa metode restorasi lainnya. Berbagai studi menunjukkan bahwa substrat buatan dengan desain sederhana dan stabil mampu meningkatkan tingkat rekrutmen karang dan persentase karang hidup dalam jangka menengah hingga panjang, terutama melalui pengaruh bentuk, orientasi, dan tingkat sedimentasi pada substrat (Marimuthu *et al.*, 2019; Siddik *et al.*, 2018; Munasik *et al.*, 2021).

Pendekatan ini diharapkan dapat mendukung pemulihan ekosistem terumbu karang secara berkelanjutan, sekaligus memberikan manfaat ekologis dan sosial ekonomi bagi masyarakat pesisir di sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas metode *flat block* sebagai media transplantasi terumbu karang di perairan Desa Lifuleo pascabencana Badai Seroja berdasarkan tingkat kelangsungan hidup fragmen karang, pembentukan polip, dan kondisi kualitas perairan.

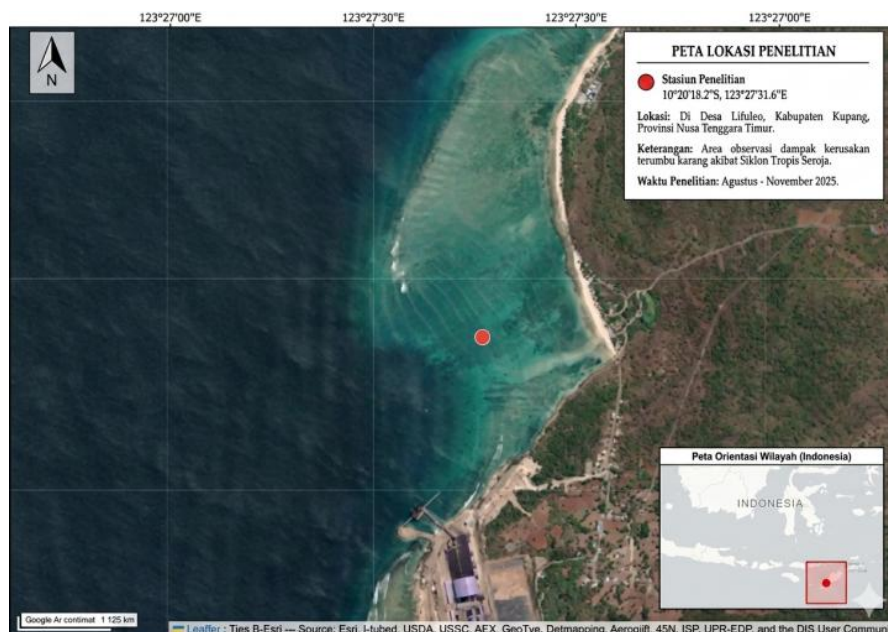
## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di perairan Desa Lifuleo, Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur, pada titik koordinat 10°20'18.2"S dan 123°27'31.6"E (Gambar 1). Lokasi ini dipilih karena merupakan area yang mengalami kerusakan terumbu karang akibat Badai Seroja. Penelitian

dilaksanakan selama kurang lebih empat bulan, mulai dari bulan Agustus sampai bulan November 2025.

Pemilihan metode ini didasarkan pada stabilitas mekanis struktur beton terhadap dinamika arus dan risiko pergerakan sedimen yang tinggi di zona pasca-bencana.



Gambar 1. Lokasi penelitian Perairan Desa Lifuleo

Figure 1. Research location of Lifuleo Waters

Sumber: Google Earth 2025

Sejalan dengan temuan Subhan *et al.* (2014), substrat beton memiliki efektivitas yang tinggi dalam mendukung penempelan planula karang karena tekstur permukaannya yang optimal bagi larva karang di perairan tropis. Penggunaan metode ini juga dimaksudkan untuk menyediakan basis yang kokoh di atas area yang kini didominasi oleh patahan karang (*rubble*), sesuai dengan rekomendasi Munasik (2010) dan Subhan *et al.* (2018) mengenai rehabilitasi terumbu karang di lahan yang mengalami degradasi fisik berat. Meskipun terdapat sedikit modifikasi pada dimensi blok untuk menyesuaikan dengan kemiringan kontur dasar laut di Lifuleo, prosedur teknis penempatan dan pemantauan tetap merujuk pada standar internasional restorasi terumbu karang yang dikembangkan oleh Goergen *et al.* (2020).

### Metode Penelitian

Kegiatan transplantasi karang dilakukan menggunakan metode *flat block* sebagai substrat buatan. Sebanyak 30 unit *flat block* dipasang di dasar perairan sebagai media penempelan fragmen karang. Fragmen karang yang digunakan berjumlah 150 fragmen yang terdiri dari jenis *Acropora branching* dan *Acropora formosa*, yang dikenal memiliki tingkat pertumbuhan relatif cepat dan adaptif terhadap lingkungan perairan. Fragmen karang dipasang pada *flat block* dengan teknik

pengikatan yang disesuaikan untuk memastikan kestabilan dan meminimalkan kerusakan jaringan karang. Penempatan *flat block* disesuaikan dengan kondisi perairan, kedalaman, serta intensitas cahaya matahari yang optimal untuk pertumbuhan karang.

### Monitoring Transplantasi Karang

Monitoring dilakukan untuk mengamati kondisi fragmen karang, termasuk tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) dan indikasi pertumbuhan awal. Berdasarkan desain penelitian yang bersifat awal (*pilot project*), monitoring dilaksanakan sebanyak satu kali pada tanggal 25 November 2025, tiga bulan setelah kegiatan transplantasi yang dilakukan pada 26 Agustus 2025.

Parameter utama yang diamati meliputi tingkat kelangsungan hidup fragmen karang, dengan mencatat jumlah fragmen yang masih hidup pada saat pengamatan dan indikasi pertumbuhan awal, yang ditandai dengan munculnya polip pada fragmen karang sebagai bentuk adaptasi terhadap lingkungan baru. Pengamatan dilakukan secara visual melalui penyelaman (*underwater observation*) pada setiap unit *flat block*. Fragmen karang dikategorikan sebagai hidup apabila masih menunjukkan warna alami dan adanya jaringan hidup, sedangkan fragmen mati ditandai dengan hilangnya jaringan dan perubahan warna menjadi pucat atau ditumbuhi alga.

### Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung persentase kelangsungan hidup fragmen karang (Odum 1971; Effendie 1997) menggunakan rumus:

$$\text{Survival Rate (\%)} = \frac{N_t}{N_0} \times 100$$

di mana:

$N_t$  = jumlah fragmen karang hidup pada waktu pengamatan

$N_0$  = jumlah awal fragmen karang yang ditransplantasikan

Data pertumbuhan awal dianalisis secara deskriptif kualitatif berdasarkan keberadaan polip sebagai indikator adaptasi fragmen karang. Hasil pengamatan disajikan dalam bentuk persentase dan deskripsi kondisi visual karang.

### Parameter Kualitas Air

Pengukuran kualitas perairan dilakukan untuk memastikan bahwa kondisi lingkungan berada dalam kisaran toleransi yang mendukung pertumbuhan terumbu karang. Parameter yang diamati meliputi suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinitas ( $\%$ ), kecerahan atau transparansi perairan (m), kedalaman (m), pH, oksigen terlarut (DO, mg/L), serta arus (m/s) dan kekeruhan (NTU) sebagai parameter pendukung. Suhu berperan dalam mengatur metabolisme dan aktivitas fotosintesis zooxanthellae, sedangkan salinitas mempengaruhi keseimbangan osmotik organisme karang.

Kecerahan dan kedalaman berkaitan erat dengan penetrasi cahaya yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis. Nilai pH berpengaruh terhadap proses kalsifikasi, sementara oksigen terlarut mendukung respirasi organisme. Arus berperan dalam distribusi nutrisi dan oksigen, serta kekeruhan berkaitan dengan tingkat sedimentasi yang dapat menghambat pertumbuhan karang. Data kualitas air yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif dengan membandingkannya terhadap kisaran baku mutu kualitas perairan untuk biota laut berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kelangsungan Hidup karang

Total fragmen karang yang ditransplantasikan sebanyak 150 fragmen, yang terdiri atas dua jenis karang, yaitu *Acropora branching* dan *Acropora formosa*, masing-masing sebanyak 75 fragmen. Seluruh fragmen tersebut ditempatkan pada 30 unit

*flat block* sebagai substrat buatan (Tabel 1). Distribusi jumlah fragmen yang seimbang pada kedua jenis karang bertujuan untuk memperoleh perbandingan yang proporsional dalam pengamatan tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan awal fragmen karang. Penggunaan *flat block* sebagai media transplantasi diharapkan mampu memberikan kestabilan substrat yang baik serta mendukung proses adaptasi fragmen karang terhadap lingkungan perairan.

Tabel 2 menyajikan hasil monitoring kelangsungan hidup fragmen karang pasca-transplantasi pada dua jenis karang yang diamati. Berdasarkan hasil pengamatan, tingkat fragmen hidup tergolong tinggi pada kedua jenis karang, yaitu *Acropora branching* dan *Acropora formosa*. Sebaliknya, jumlah fragmen mati tercatat dalam kategori rendah, yang menunjukkan keberhasilan metode transplantasi yang diterapkan. Selain itu, hasil monitoring menunjukkan bahwa kerusakan fisik fragmen tidak signifikan, serta stabilitas substrat berada dalam kondisi stabil pada kedua jenis karang. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa media *flat block* mampu menopang fragmen karang dengan baik dan meminimalkan risiko kerusakan akibat arus atau gangguan lingkungan lainnya.

Tabel 3 menggambarkan indikator pertumbuhan awal fragmen karang hasil transplantasi. Berdasarkan hasil pengamatan, pertumbuhan polip karang teramati secara jelas, yang menandakan bahwa fragmen berada dalam kondisi fisiologis yang baik dan mampu melanjutkan proses pertumbuhan. Selain itu, adaptasi fragmen terhadap lingkungan perairan tergolong baik, ditunjukkan oleh kemampuan fragmen untuk bertahan dan berkembang pada substrat buatan.

Penempelan fragmen pada substrat tercatat kuat, sehingga fragmen relatif stabil dan tidak mudah terlepas. Respon fragmen terhadap arus perairan juga dinilai stabil, yang menunjukkan bahwa posisi dan struktur media transplantasi mampu menahan tekanan hidrodinamika di lokasi penelitian. Secara keseluruhan, indikator-indikator tersebut menunjukkan bahwa fragmen karang telah melewati fase adaptasi awal dengan baik dan memiliki potensi pertumbuhan lanjutan yang positif.

Hasil monitoring menunjukkan bahwa fragmen karang yang ditransplantasikan pada media *flat block* mengalami perkembangan yang positif. Sejumlah fragmen yang lepas dari ikatan.

Tabel 1. Jumlah Fragmen Karang yang Ditransplantasi  
 Table 1. Number of Coral Fragments Transplanted

Jenis Karang	Jumlah Fragmen	Jumlah Flat Block
<i>Acropora branching</i>	75 Fragmen	30 Unit
<i>Acropora formosa</i>	75 Fragmen	30 Unit
<b>Total</b>	150 Fragmen	30 Unit

Sumber: Hasil Pengamatan (2025)

Tabel 2. Hasil Monitoring Kelangsungan Hidup Fragmen Karang  
 Table 2. Results of Coral Fragment Survival Monitoring

Parameter Pengamatan	<i>Acropora branching</i>	<i>Acropora formosa</i>
Fragmen hidup	Tinggi	Tinggi
Fragmen mati	Rendah	Rendah
Kerusakan fisik	Tidak signifikan	Tidak signifikan
Stabilitas substrat	Stabil	Stabil

Sumber: Hasil Pengamatan (2025)

Tabel 3. Indikator Pertumbuhan Awal Fragmen Karang  
 Table 3. Early Growth Indicators of Coral Fragments

Indikator	Hasil Pengamatan
Pertumbuhan polip	Teramati jelas
Adaptasi fragmen	Baik
Penempelan pada substrat	Kuat
Respon terhadap arus	Stabil

Sumber: Hasil Pengamatan (2025)

Ditunjukkan dengan sebagian besar fragmen karang yang berada dalam kondisi hidup dan melekat pada substrat. Namun demikian, ditemukan fragmen yang lepas tersebut diduga disebabkan oleh arus bawah air yang cukup kuat serta faktor mekanis lainnya. Dari total 150 fragmen karang, sebanyak 13 fragmen terlepas, sehingga tingkat kelangsungan hidup fragmen karang mencapai 91,3% (Gambar 1). Persentase ini menunjukkan tingkat keberhasilan transplantasi yang relatif tinggi pada fase awal rehabilitasi terumbu karang. Temuan ini menunjukkan bahwa fragmen karang telah mulai beradaptasi dan memiliki potensi pertumbuhan yang baik apabila monitoring dan pemeliharaan dilakukan secara berkelanjutan.

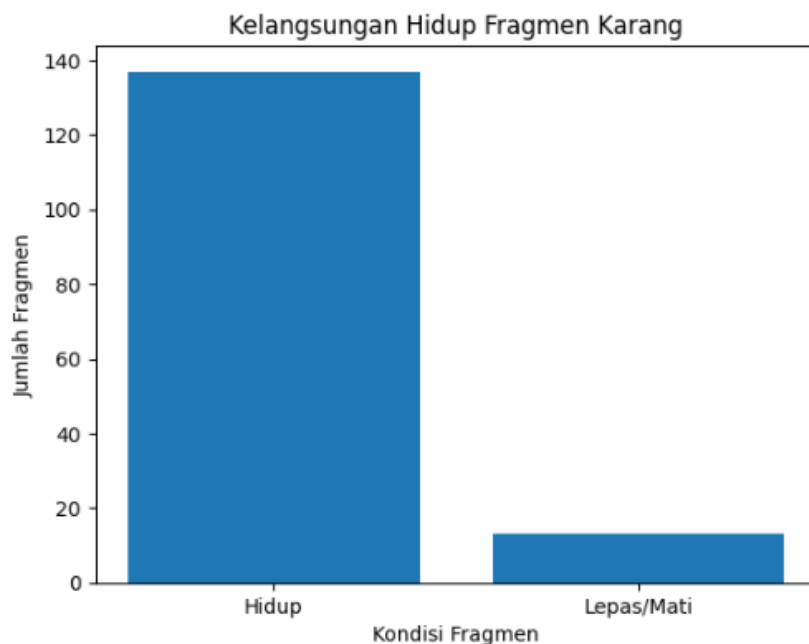
Nilai ini berada di atas ambang keberhasilan transplantasi karang yang umumnya dilaporkan berkisar antara 70–85% pada fase awal (Yap, 2004; Edwards and Gomez, 2007). Tingginya tingkat kelangsungan hidup menunjukkan bahwa substrat flat block mampu memberikan kestabilan mekanis yang baik bagi fragmen karang, meskipun lokasi penelitian memiliki arus bawah air yang cukup kuat. Beberapa fragmen yang terlepas (13 fragmen) diduga kuat disebabkan oleh faktor hidrodinamika,

khususnya arus bawah air dan gelombang permukaan. Menurut Edwards (2010), kegagalan transplantasi karang pada fase awal umumnya lebih banyak disebabkan oleh faktor fisik seperti arus dan metode pengikatan, dibandingkan faktor kualitas air.

#### Pertumbuhan Awal Polip Karang

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pertumbuhan polip masih tergolong minimal, namun telah teridentifikasi adanya tanda putih pada jaringan karang yang mengindikasikan proses pembentukan jaringan baru. Kondisi ini sejalan dengan temuan Rinkevich (2014) yang menyatakan bahwa pada periode 1–3 bulan pascatransplantasi, fragmen karang umumnya masih berada pada fase adaptasi fisiologis, sehingga pertumbuhan linear maupun percabangan belum terlihat signifikan.

Jenis karang *Acropora* yang digunakan dalam penelitian ini dikenal memiliki laju pertumbuhan yang relatif cepat, namun tetap membutuhkan waktu lebih dari tiga bulan untuk menunjukkan pertumbuhan morfologis yang jelas (Shafir *et al.*, 2006).



Gambar 2. Kelangsungan Hidup Fragmen Karang

Figure 2. Survival of Coral Fragments

Sumber: Hasil pengamatan (2025)

Oleh karena itu, indikasi awal berupa pembentukan polip sudah dapat dianggap sebagai sinyal positif keberhasilan transplantasi pada fase awal. Meskipun pertumbuhan polip yang teramati masih relatif minim, kondisi tersebut dianggap wajar secara ilmiah mengingat rentang waktu antara transplantasi dan monitoring yang baru berlangsung sekitar tiga bulan, di mana fragmen karang masih berada pada fase adaptasi fisiologis terhadap lingkungan perairan baru.

Keberhasilan pertumbuhan polip menunjukkan bahwa kondisi perairan Lifuleo masih mendukung proses rehabilitasi terumbu karang pascabencana alam. Metode *flat block* memberikan permukaan substrat yang stabil dan relatif bebas dari sedimentasi berlebih, sehingga mendukung proses adaptasi fragmen karang. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa substrat buatan dengan desain sederhana dan stabil dapat meningkatkan tingkat keberhasilan transplantasi karang (Munasik *et al.*, 2020).

#### Kondisi Kualitas Air

Berdasarkan grafik hasil pengukuran kualitas air, terlihat bahwa parameter suhu, pH, salinitas, kedalaman, kecerahan, dan arus perairan berada dalam kisaran yang masih mendukung pertumbuhan terumbu karang (Gambar 3). Suhu perairan tercatat sebesar 28 °C, yang termasuk dalam kisaran optimal bagi pertumbuhan karang tropis, yaitu antara 26–30 °C. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses

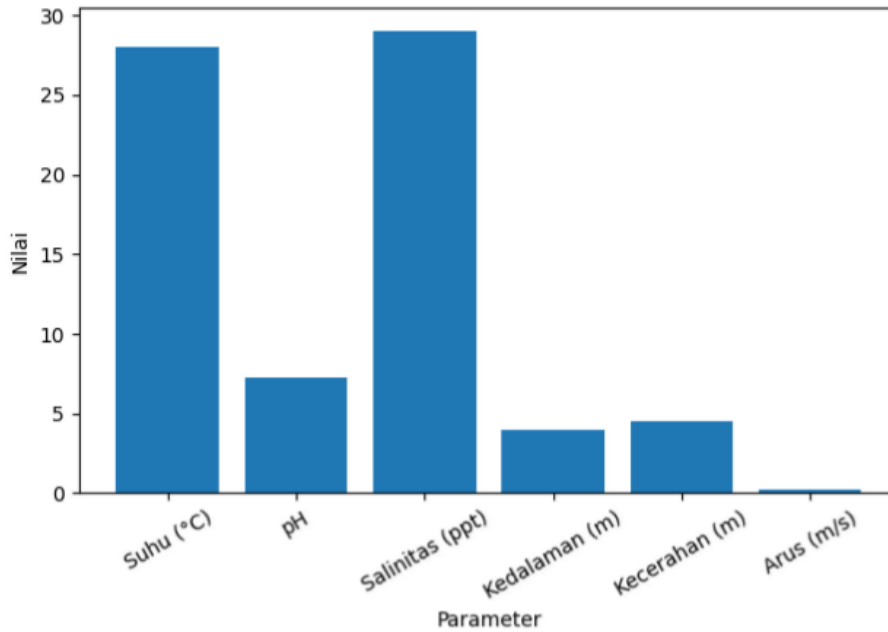
metabolisme dan fotosintesis *zooxanthellae* dapat berlangsung dengan baik.

Nilai pH sebesar 7,3 masih berada dalam batas toleransi untuk kehidupan karang, meskipun cenderung mendekati batas bawah. Sementara itu, salinitas sebesar 29 ppt sedikit lebih rendah dari kisaran optimal (30–35 ppt), namun masih dapat ditoleransi oleh karang, khususnya dari genus *Acropora* yang memiliki kemampuan adaptasi terhadap fluktuasi salinitas. Selain itu, nilai oksigen terlarut berada pada kisaran yang mendukung respirasi organisme laut (>5 mg/L).

Parameter fisika lainnya, seperti kedalaman dan kecerahan, masing-masing berada pada kisaran sekitar 4 m dan 4,5 m. Kondisi ini menunjukkan bahwa intensitas cahaya masih mampu mencapai dasar perairan, sehingga mendukung proses fotosintesis yang menjadi faktor penting dalam pertumbuhan karang. Tingkat kecerahan yang cukup juga mengindikasikan bahwa perairan tidak mengalami kekeruhan tinggi yang dapat menghambat penetrasi cahaya. Kecepatan arus yang tercatat sekitar 0,2 m/s tergolong sedang dan berperan penting dalam distribusi nutrisi serta suplai oksigen ke lingkungan perairan. Arus yang cukup juga membantu mengurangi penumpukan sedimen pada permukaan karang, meskipun arus yang terlalu kuat berpotensi memberikan tekanan mekanik terhadap fragmen karang yang baru ditransplantasikan.

Secara keseluruhan, berdasarkan grafik tersebut dan jika dibandingkan dengan baku mutu kualitas air laut untuk biota menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004, kondisi perairan di lokasi penelitian masih tergolong sesuai untuk mendukung keberhasilan awal transplantasi terumbu karang. Hal ini sejalan dengan pendapat Veron 2000 dan Fabricius *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa karang memiliki rentang

toleransi tertentu terhadap variasi lingkungan. Arus bawah air yang cukup kuat di lokasi penelitian memiliki dua implikasi. Di satu sisi, arus berperan penting dalam suplai oksigen dan nutrisi bagi karang (Sebens *et al.*, 2003). Namun di sisi lain, arus yang terlalu kuat dapat meningkatkan risiko fragmen terlepas apabila sistem pengikatan tidak cukup kuat.



Gambar 3. Hasil pengukuran kualitas air  
Figure 3. Results of water quality measurements  
Sumber: Hasil pengukuran (2025)

Oleh karena itu, optimalisasi teknik pengikatan dan desain substrat menjadi faktor kunci dalam keberlanjutan transplantasi karang di lokasi dengan dinamika perairan tinggi.

Efektivitas metode *flat block* dalam penelitian ini didukung oleh stabilitas substrat yang mampu menjaga posisi fragmen karang, permukaan yang mendukung proses penempelan, serta desain yang dapat meminimalkan sedimentasi. Selain itu, penggunaan jenis karang dari genus *Acropora* yang memiliki laju pertumbuhan cepat serta kondisi kualitas perairan yang masih dalam kisaran optimal turut berkontribusi terhadap tingginya tingkat kelangsungan hidup.

## KESIMPULAN

Efektivitas metode *flat block* dalam penelitian ini ditunjukkan oleh tingginya tingkat kelangsungan hidup fragmen karang sebesar 91,3%, yang termasuk dalam kategori sangat baik pada fase awal transplantasi. Selain itu, munculnya indikator pertumbuhan awal berupa pembentukan polip

menunjukkan bahwa fragmen karang telah mampu beradaptasi dengan lingkungan baru. Kondisi kualitas perairan yang masih berada dalam kisaran toleransi turut mendukung keberhasilan tersebut. Secara deskriptif, hasil ini menunjukkan bahwa metode *flat block* efektif sebagai media transplantasi terumbu karang pada tahap awal rehabilitasi, meskipun evaluasi jangka panjang masih diperlukan untuk menilai keberlanjutan pertumbuhan karang.

## SARAN

Metode *flat block* berpotensi dikembangkan sebagai strategi rehabilitasi terumbu karang pada perairan dengan kondisi relatif stabil dan tingkat gangguan fisik tinggi. Namun, untuk dapat dijadikan rujukan secara lebih luas, diperlukan pengujian pada berbagai karakteristik perairan serta monitoring jangka panjang guna memastikan konsistensi keberhasilannya.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada masyarakat Desa Lifuleo atas partisipasi aktif dan dukungan yang diberikan selama pelaksanaan kegiatan transplantasi terumbu karang. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam perencanaan, pelaksanaan, dan monitoring kegiatan ini. Secara khusus, penulis menyampaikan apresiasi kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) atas dukungan kelembagaan dan fasilitasi kegiatan, serta kepada PT PLN (Persero) UIP Nusra 3 atas dukungan dan kerja sama yang diberikan sehingga kegiatan transplantasi terumbu karang ini dapat terlaksana dengan baik dan lancar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Budikusuma, R. A., Nurhayati, A., & Pangaribuan, N. (2024). Growth rate of *Acropora tenuis* coral which is transplanted on different attachment media. *Jurnal Segara*, 19(1), 42–48.
- Edwards, A. J., & Gomez, E. D. (2007). Reef restoration concepts and guidelines: Making sensible management choices in the face of uncertainty. Coral Reef Targeted Research & Capacity Building for Management Program.
- Edwards, A. J. (2010). Reef rehabilitation manual. St Lucia, Australia: Coral Reef Targeted Research & Capacity Building for Management Program.
- Effendie 1997. (1997). Metode Biologi Perikanan. Bogor: Yayasan Pustaka Nusatama.
- Fabricius, K. E., Langdon, C., Uthicke, S., Humphrey, C., Noonan, S., De'ath, G., Lough, J. M. (2014). Losers and winners in coral reefs acclimatized to elevated carbon dioxide concentrations. *Nature Climate Change*, 4, 929–934.
- Goergen, E. A., Schopmeyer, S. A., Amaral, K. S., & Levy, J. (2020). Coral Reef Restoration Monitoring Guide: Methods to Evaluate Success from Local to Ecosystem Scales. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 279, 1–49.
- Global Coral Reef Monitoring Network. (2021). Status of Coral Reefs of the World: 2020. Australian Institute of Marine Science.
- Giyanto, Abrar, M., Hadi, T. A., Budiyanto, A., Hafizt, M., Salatalohy, A., & Iswari, M. Y. (2017). Status terumbu karang Indonesia 2017. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi LIPI.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2022). Laporan status terumbu karang Indonesia. Jakarta: KKP.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004. (2004). Baku mutu air laut untuk biota laut. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia.
- Hadi, T. A., & Subhan, B. (2012). Teknik transplantasi karang sebagai upaya rehabilitasi terumbu karang. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(1), 19–30.
- Marimuthu, N., Wilson, J. J., & Kumarasamy, P. (2019). Recruitment pattern of scleractinian coral spats on artificial substrates with different orientations. *Marine Biology Research*, 15(3), 1–10.
- Munasik, M. (2010). Pertumbuhan Rekrutmen Karang pada Substrat Buatan di Perairan Teluk Awur, Jepara. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 15 (1), 1–7.
- Munasik, S., Assyfa, A. N., Wijayanti, D. P., Sugiyanto, I., Irwani, & Pribadi, R. (2020). Coral transplantation on a multilevel substrate of Artificial Patch Reefs: Effect of fixing methods on the growth rate of two *Acropora* species. *Biodiversitas*, 21(1816–1822).
- Munasik, M., Sabdono, A., & Wijayanti, D. P. (2021). Coral recruitment on artificial patch reefs: Effect of multilevel substrate on density of coral recruits. *Biodiversitas*, 22(12), 5535–5542.
- Odum 1971. (1971). Fundamentals of Ecology (3rd ed.). Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Rani, C., Supriharyono, & Suryanti. (2018). Tingkat keberhasilan transplantasi karang *Acropora* dengan substrat buatan. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8(2), 198–205.

- Rinkevich, B. (2014). Rebuilding coral reefs: Does active reef restoration lead to sustainable reefs? *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 7, 28–36.
- Sebens, K. P., Witting, J., & Helmuth, B. (2003). Effects of water flow and branch spacing on particle capture by coral reef organisms. *Marine Ecology Progress Series*, 251, 95–105.
- Siddik, A. B., Satheesh, S., & Purvaja, R. (2018). Invertebrate recruitment on artificial substrates: Role of substrate type and orientation in coral reef ecosystems. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 98(6), 1–9.
- Shafir, S., Van Rijn, J., & Rinkevich, B. (2006). Steps in the construction of underwater coral nursery, an essential component in reef restoration acts. *Marine Biology*, 149, 679–687.
- Subhan, B., Madduppa, H., Arafat, D., & Rahmawati, S. (2014). Bisakah Terumbu Karang Buatan dari Beton Meningkatkan Rekrutmen Karang?. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 5(1), 1–7.
- Subhan, B., Rahmawati, S., Arafat, D., & Yanuar, R. T. (2018). Enhancement of Coral Recruitment using Concrete Blocks in Degraded Reef Areas of Indonesia. *International Journal of Marine Science*, 8(16), 138–145.
- United Nations Environment Programme. (2021). *Coral reef restoration: A guide to coral reef restoration methods*. Nairobi: UNEP.
- Veron, J. E. N. (2000). *Corals of the world*. Townsville: Australian Institute of Marine Science.
- Yap, H. T. (2004). Transplantation of coral fragments: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 49(1–2), 79–90.

