

**PENGARUH PERBEDAAN MODUL TRANSPLANTASI KARANG TERHADAP
PERTUMBUHAN KARANG DI PULAU PRAMUKA**
**EFFECT OF DIFFERENT CORAL TRANSPLANT MODULES ON CORAL GROWTH IN PRAMUKA
ISLAND**

Abdul Malik*, La Ode Alam Minsaris, Luthfi Anzani

Program Studi Sistem Informasi Kelautan, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudi No.229,
Isola, Kec. Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat 40154

*Corresponding author email: abdulmalik@upi.edu

Submitted: 10 April 2023 / Revised: 16 May 2023 / Accepted: 19 May 2023

<http://doi.org/10.21107/juvenil.v4i2.19675>

ABSTRAK

Sebaran terumbu karang di Indonesia sekitar 85% terancam rusak dan 50% lainnya mengalami ancaman kerusakan yang tinggi. Pada wilayah perairan Pulau Pramuka menunjukkan persentase tutupan karang hidup sebesar 20,65%-47,17% yang dikategorikan sedang hingga rusak. Apabila tidak segera ditangani, ini bisa berdampak buruk bagi ekosistem laut. Perlu adanya upaya restorasi agar dapat membantu pemulihan terumbu karang yang mengalami kerusakan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pertumbuhan karang pada ketiga modul transplantasi karang yang berbeda yaitu antara modul rocklife, PVC, dan spider agar lebih mengefektifkan dalam menentukan modul terbaik yang ingin digunakan pada kondisi perairan yang sama seperti Pulau Pramuka. Parameter perairan yang diukur meliputi suhu, kecerahan, pH, salinitas, oksigen terlarut, dan kecepatan arus. Penelitian dilakukan selama 4 bulan dengan menggunakan 60 sampel fragmen karang dari spesies *Acropora* sp. yang ditanam pada masing-masing modul transplantasi karang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen dengan observasi selama 3 bulan dan analisis korelasi pearson serta metode statistik dengan regresi linear digunakan untuk memodelkan hubungan antara parameter oseanografi tertentu dengan pertumbuhan karang pada masing-masing modul. Hasil penelitian menunjukkan selama kurun waktu 3 bulan, parameter perairan yang diukur tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam mempengaruhi pertumbuhan karang. Namun, hasil penelitian menunjukkan adanya korelasi antara pH dan DO dengan pertumbuhan karang. Secara keseluruhan perbandingan dari ketiga modul transplantasi yang dilakukan di perairan Pulau Pramuka mendapatkan hasil, modul rocklife menjadi metode yang terbaik.

Kata Kunci: Laju pertumbuhan, Modul transplantasi, Pulau Pramuka, Terumbu karang, Transplantasi Karang

ABSTRACT

The distribution of coral reefs in Indonesia is around 85% threatened with damage, with the other 50% experiencing a high threat of damage. In the waters of Pramuka Island, the percentage of live coral cover is 20.65%–47.17%, which is included in the moderate to damaged category. If not addressed immediately, this can have a negative impact on the marine ecosystem. Restoration efforts are needed to help recover damaged coral reefs. Therefore, this study aims to compare coral growth in three different coral transplant modules, namely between rocklife, PVC, and spider modules, to further streamline determining the best module to use in the same water conditions as Pramuka Island. The water parameters measured included temperature, brightness, pH, salinity, dissolved oxygen, and current speed. The research was conducted for 4 months using 60 samples of coral fragments from *Acropora* sp. species planted in each coral transplant module. The method used in this study was experimental, with observations for 3 months, and Pearson correlation analysis and statistical methods with linear regression were used to model the relationship between certain oceanographic parameters and coral growth in each module. The results showed that over a 3-month period, the measured water parameters did not show significant differences in influencing coral growth. However, the results showed a correlation between pH and DO and coral growth. Overall, the comparison of the three

transplantation modules conducted in the waters of Pramuka Island resulted in the rocklife module being the best method.

Keywords: Coral reefs, Coral transplantation, Growth rate, Pramuka island, Transplant modules

PENDAHULUAN

Keberadaan Indonesia di tengah-tengah Segitiga Terumbu Karang diakui sebagai pusat keanekaragaman hayati laut di dunia. Hal tersebut, menjadikan Indonesia kaya akan sumber daya alam yang melimpah, salah satunya adalah terumbu karang. Terumbu karang merupakan ekosistem khas perairan laut trofik dan tersebar hampir di seluruh perairan Indonesia dengan total luas sebesar 14% dari total luasan terumbu karang yang ada di dunia (Januardi, 2016). Tetapi penelitian yang dilakukan oleh Somma (2018) menyatakan bahwa sekitar 85% sebaran terumbu karang di Indonesia terancam rusak dan 50% lainnya mengalami ancaman kerusakan yang tinggi. Pada wilayah perairan Pulau Pramuka, persentase tutupan karang hidup sebesar 20,65%-47,17% yang dikategorikan sedang hingga rusak (Rizqia, *et al.*, 2022). Pulau Pramuka merupakan pusat administratif di Kepulauan Seribu dan menjadi salah satu tempat yang memiliki daya tarik wisata. Sebagian besar masyarakat Pulau Pramuka memanfaatkan ekosistem laut dengan melakukan kegiatan perikanan dan wisata bahari. Tetapi, terumbu karang terus mengalami kerusakan setiap tahunnya yang disebabkan oleh faktor alam dan faktor manusia. Apabila tidak segera ditangani, hal tersebut mampu memberikan dampak buruk bagi ekosistem laut sehingga perlu adanya upaya restorasi agar dapat membantu pemulihan terumbu karang yang mengalami kerusakan.

Demi menjaga kelestarian terumbu karang agar tidak semakin buruk kondisinya, perlu adanya usaha lebih yang dilakukan meskipun pada dasarnya terumbu karang mempunyai kemampuan alami untuk memulihkan diri pada area yang telah rusak. Tetapi hal tersebut membutuhkan waktu yang cukup lama untuk baik kembali. Maka dari itu, perlu adanya teknologi yang dapat mempercepat pemulihan karang pada area yang telah rusak. Salah satu teknologinya yaitu dengan melakukan transplantasi karang. Transplantasi karang merupakan upaya untuk melakukan pemulihan terumbu karang melalui pemotongan karang hidup untuk kemudian ditransplantasikan di tempat lain atau di tempat yang terumbu karangnya telah mengalami kerusakan dan bertujuan untuk pemulihan terumbu karang

alami di lokasi transplantasi karang. Transplantasi karang bertujuan untuk meregenerasi karang yang telah rusak serta untuk meningkatkan persentase tutupan terumbu karang. Pertumbuhan karang sangat bergantung pada kondisi perairan yang baik agar transplantasi karang berjalan dengan baik. Kedalaman efektif bagi distribusi vertikal terumbu karang yaitu hingga 10 meter dari permukaan laut, karena pada kedalaman tersebut kebutuhan sinar matahari masih dapat terpenuhi untuk membantu zooxanthellae melakukan proses fotosintesis (Ali, 2020; Dahuri, *et al.*, 2008).

Transplantasi karang sangat penting untuk dilakukan, mengingat terumbu karang memiliki peran yang sangat vital guna menjaga keberlangsungan ekosistem laut. Terumbu karang memiliki fungsi sebagai tempat berlindung hingga sebagai penyedia makanan bagi organisme yang ada di laut dan dapat menjadi pelindung pantai dari erosi. Terumbu karang juga dapat menjadi sumber pendapatan bagi masyarakat pesisir melalui wisata bahari dan perikanan karang. Di sisi lain, terumbu karang juga dihadapkan dengan berbagai macam ancaman, termasuk perubahan iklim yang ekstrim, *overfishing*, polusi, dan kerusakan dari pembangunan yang tidak berkelanjutan. Akibatnya, banyak terumbu karang yang menjadi sakit hingga mengalami kematian dan mengakibatkan jumlah karang yang hidup jadi turun drastis di seluruh dunia.

Disinilah peran transplantasi karang penting untuk dilakukan guna membantu mengatasi masalah ini dengan memperbaiki ekosistem laut dan memperkuat populasi dari terumbu karang. Transplantasi karang telah digunakan di beberapa wilayah di dunia untuk memulihkan terumbu karang yang mengalami kerusakan. Akan tetapi belum ada data penelitian tentang perbandingan modul transplantasi karang (*rocklife*, PVC, *spider*) di Pulau Pramuka. Mengingat tidak semua modul cocok terhadap lingkungan laut itu sendiri. Maka dari itu, penelitian ini diharapkan menjadi studi awal tentang perbandingan modul transplantasi karang terhadap laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup karang, agar lebih mengefektifkan dalam menentukan modul terbaik yang ingin digunakan pada kondisi perairan yang sama seperti Pulau Pramuka, serta menjadi referensi bagi pemerintah

maupun masyarakat yang ingin melakukan kegiatan transplantasi karang dengan kondisi perairan yang sama dengan Pulau Pramuka.

MATERI DAN METODE

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan melalui pendekatan studi pustaka dan penelitian lapangan. Studi pustaka didapatkan dari pencarian literatur yang berkaitan dengan penelitian. Pada penelitian ini studi kasus sebagai data sekunder didapatkan dari data transplantasi karang selama 5 tahun terakhir, juga data-data penelitian selanjutnya yang dapat mendukung penelitian ini. Sementara itu, data yang didapatkan langsung di lapangan adalah tindakan langsung di lokasi penelitian berupa eksperimental.

Penelitian dilaksanakan di perairan Pulau Pramuka, Kelurahan Pulau Panggang, Kecamatan Pulau Seribu Utara, Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu, DKI Jakarta selama 4 bulan mulai dari bulan November 2022 hingga Maret 2023. Metode yang digunakan pada penelitian adalah metode eksperimental dengan observasi selama empat bulan yaitu dengan mentransplantasi fragmen karang pada 3 modul yang berbeda (*rocklife*, PVC, *spider*) pada dua kedalaman yang berbeda. Ketiga modul yang berisi fragmen karang diletakkan pada kedalaman 3 dan 6 meter. Pengumpulan data pertumbuhan karang dilakukan secara kuantitatif dengan mengumpulkan variabel *scale* dengan menggunakan metode pengukuran digital. Perangkat lunak yang digunakan yaitu *ImageJ* untuk mengukur fragmen karang yang telah difoto dengan skala, kemudian dilakukan digitasi panjang karang dengan menarik garis sesuai panjang fragmen karang yang ditransplantasi. Perangkat lunak ini secara otomatis akan menghasilkan data panjang dalam satuan cm.

Teknik Analisis Data

Analisis data yang dilaksanakan dalam penelitian ini adalah tingkat pertumbuhan karang, kelangsungan hidup karang pada modul transplantasi dan parameter hidro-oseanografi. Variabel penelitian terdiri dari:

1. Laju pertumbuhan karang merupakan jumlah pertumbuhan karang pada modul transplantasi yang diamati dalam tiap pengamatan dibagi dengan waktu penelitian. Laju pertumbuhan bertujuan untuk memberikan informasi tentang rata-rata pertumbuhan karang dalam tiap bulannya.

2. Kelangsungan hidup karang pada modul transplantasi merupakan jumlah fragmen karang yang dapat bertahan hidup pada modul transplantasi yang diamati hingga akhir pengamatan dibagi dengan waktu penelitian.
3. Data kondisi fisika kimia lingkungan perairan diambil disaat dilakukan pengamatan setiap bulannya yang meliputi kecerahan, suhu, kecepatan arus, salinitas, pH, dan oksigen terlarut (DO). Kondisi lingkungan perairan yang baik akan membantu pertumbuhan karang agar cepat tumbuh. Nilai parameter fisika kimia diolah secara deskriptif.

Pengukuran Pertumbuhan Karang

Dimensi pertumbuhan karang yang diukur adalah penambahan panjang karang (panjang yang terpanjang). Pengukuran parameter pertumbuhan dilakukan setiap satu bulan di lokasi penelitian. Pengukuran penambahan panjang dilakukan dengan menggunakan penggaris. Proses pengukuran dimensi karang dilakukan secara langsung di dalam air dengan menggunakan alat bantu selam SCUBA lengkap.

Analisis data pertumbuhan panjang karang dihitung dengan menggunakan software *ImageJ* kemudian data tersebut diolah dengan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*. Pencapaian pertumbuhan karang yang ditransplantasikan dari data hasil pengukuran diperoleh dengan menggunakan rumus Sadarun (1999):

$$\beta = L_t - L_0 \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan= β : Pertambahan panjang fragmen karang yang ditransplantasi; L_t : Panjang rata-rata fragmen karang setelah bulan ke-t; L_0 : Panjang rata-rata fragmen bulan ke-0

Laju pertumbuhan karang yang ditransplantasikan dihitung dengan menggunakan rumus Effendi (1997) sebagai berikut:

$$P = (L_t - L_0) / (t) \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan= P: Laju pertumbuhan panjang fragmen karang; L_t : Rata-rata panjang waktu ke-t; L_0 : Rata-rata panjang awal; t: Waktu pengamatan (bulan)

Tingkat kelangsungan hidup pada karang yang ditransplantasi dihitung dengan menggunakan rumus Ricker (1975) sebagai berikut:

$$SR = \frac{Nt}{No} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan= SR: Tingkat kelangsungan hidup;
Nt: Jumlah individu pada akhir pengamatan;
No: Jumlah individu pada awal pengamatan

Sintasan Karang

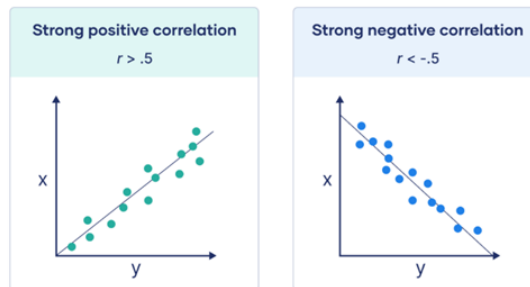
Tingkat keberhasilan transplantasi karang ditentukan oleh tingkat kelangsungan hidup karang di alam. Harriot dan Fisk (1998) menyatakan bahwa transplantasi karang dinyatakan sukses apabila tingkat kelangsungan hidup antara 50%-100%, dimana karang ditransplantasikan pada habitat yang sama atau serupa dengan habitat awalnya. Tingkat kelangsungan hidup karang yang ditransplantasikan pada habitat yang

berbeda akan dipengaruhi oleh kemampuan karang untuk beradaptasi pada lingkungan yang baru. Tingkat kelangsungan hidup karang dapat diketahui dengan membandingkan antara jumlah karang yang hidup.

Korelasi Pearson

Korelasi Pearson adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur hubungan antara dua variabel berkelanjutan (Triana *et al.*, 2021). Dalam konteks pertumbuhan karang, korelasi Pearson dapat digunakan untuk mengukur hubungan antara pertumbuhan karang dan parameter oseanografi tertentu, seperti suhu air laut, keasaman, nutrisi, dan cahaya.

Berikut adalah ilustrasi dari korelasi pearson:



Gambar 1. Korelasi Pearson (Turney, 2022)

Rumus korelasi pearson adalah sebagai berikut (Benesty et.al. 2008):

$$r = \frac{(n\Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y) / \sqrt{[(n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2)(n\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2)]}}$$

Dimana= r adalah koefisien pearson antara dua variabel X dan Y; n adalah jumlah pengamatan; ΣX dan ΣY adalah jumlah dari seluruh nilai X dan Y; ΣXY adalah jumlah dari seluruh nilai X*Y; ΣX^2 dan ΣY^2 adalah jumlah dari seluruh nilai X^2 dan Y^2

Nilai r dapat berkisar antara -1 hingga 1, dengan nilai 1 menunjukkan hubungan positif yang sempurna antara kedua variabel, nilai -1 menunjukkan hubungan negatif yang sempurna, dan nilai 0 menunjukkan tidak ada hubungan linear antara kedua variabel. Semakin dekat nilai r dengan -1 atau 1, semakin kuat hubungan antara kedua variabel. Skala korelasi dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Skala korelasi pearson (Selvanathan, 2020):

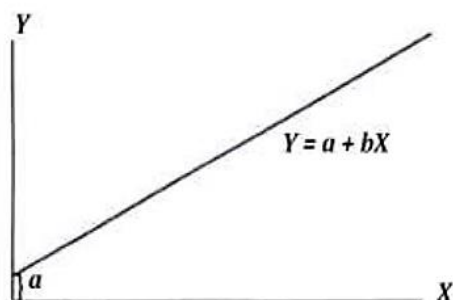
No	Skala korelasi koefesient	Nilai
1	0 < r ≤ 0.19	Korelasi sangat rendah
2	0.2 ≤ r ≤ 0.39	Korelasi rendah
3	0.4 ≤ r ≤ 0.59	Korelasi moderat
4	0.6 ≤ r ≤ 0.79	Korelasi tinggi
5	0.8 ≤ r ≤ 1.0	Korelasi sangat tinggi

Regresi Linear

Regresi linear adalah metode statistik yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara dua variabel (Yuliara, 2016). Dalam konteks pertumbuhan karang, regresi linear dapat digunakan untuk memodelkan hubungan

antara parameter oseanografi tertentu dan pertumbuhan karang.

Persamaan regresi linier adalah persamaan matematika yang menggambarkan hubungan antara dua variabel dalam bentuk garis lurus, dapat dilihat pada **gambar 2**.



Gambar 2. Ilustrasi regresi linear (Yuliara, 2016)

Keterangan= \hat{Y} adalah variabel respon (dependent variable); X adalah variabel prediktor (independent variable); a adalah intercept (nilai y ketika x = 0); b adalah slope (perubahan dalam y untuk setiap penambahan satu unit dalam x)

HASIL DAN PEMBAHASAN
Kondisi Hidro-Oseanografi

Pulau Pramuka, yang terletak di Kepulauan Seribu, Jakarta, merupakan salah satu daerah

yang kaya akan keanekaragaman hayati laut, termasuk ekosistem karang. Kondisi hidro-oseanografi di perairan Pulau Pramuka terhadap pertumbuhan karang perlu dianalisis. Kondisi hidro-oseanografi diukur yang menjadi parameter dalam penelitian ini adalah suhu, kecerahan, salinitas, pH, dan oksigen terlarut. Pengukuran dilakukan di dua kedalaman, yaitu kedalaman 3 meter dan 6 meter. Hasil pengukuran bulanan dapat dilihat pada **Tabel 2** dan **Tabel 3**.

Tabel 2. Kondisi Hidro-Oseanografi kedalaman 3 meter

NO	Parameter	Kedalaman 3 Meter				Rata-rata
		BULAN				
		1	2	3	4	
1	Suhu (°C)	29	27	31	28	28.75
2	Kecerahan (m)	5	9.3	7.5	7.5	7.325
3	Salinitas (ppt)	29	27	30	30	29
4	pH	7.66	7.75	7.51	7	7.48
5	DO	9.2	7.9	7.9	6.9	7.975
6	Kecepatan Arus (m/s)	6.2	9.3	6.15	6.49	7.035

Tabel 3. Kondisi Hidro-Oseanografi kedalaman 6 meter

NO	Parameter	Kedalaman 6 Meter				Rata-rata
		BULAN				
		1	2	3	4	
1	Suhu (°C)	29	27	31	28	28.75
2	Kecerahan (m)	5	9.3	7.5	7.5	7.33
3	Salinitas (ppt)	29	27	30	30	29
4	pH	7.66	7.05	7.45	7	7.29
5	DO	9.2	7.6	6.7	6.3	7.45
6	Kecepatan Arus (m/s)	3.3	8.17	5.05	5.07	5.40

Suhu, kecerahan, kecepatan arus, salinitas, pH, dan oksigen terlarut adalah faktor-faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan karang. Perubahan yang signifikan pada salah satu atau beberapa faktor tersebut dapat mempengaruhi kesehatan dan pertumbuhan karang secara negatif atau positif. Dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (KepMen LH) No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut, terdapat beberapa parameter yang diatur seperti suhu berkisar antara 28 – 32

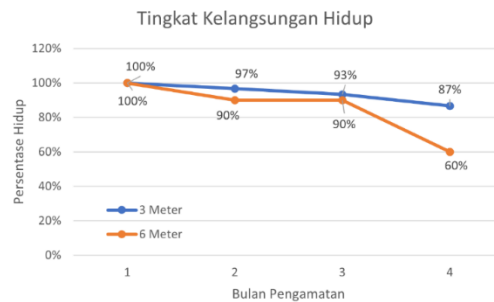
°C, kecerahan >500 cm, salinitas 33 – 34 ‰, pH 7 – 8,5, DO minimum 4 mg/L. Menurut Thamrin (2006) karang sangat rentan terhadap perubahan lingkungan karena mereka tidak dapat bergerak bebas. Hasil pengukuran dalam penelitian ini nantinya akan dilakukan prediksi keterkaitannya atau pengaruhnya terhadap pertumbuhan karang dengan beberapa modul yang digunakan dalam rentang waktu empat bulan pengamatan. Pentingnya faktor-faktor tersebut bagi pertumbuhan karang

menunjukkan bahwa keseimbangan ekosistem karang sangat rentan terhadap perubahan suhu, kecerahan, salinitas, pH, oksigen terlarut, dan kecepatan arus.

Tingkat Kelangsungan Hidup

Tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) karang diamati setiap bulan selama 4 bulan.

Nilai tingkat kelangsungan hidup didapatkan dari jumlah sampel karang yang mati dibagi jumlah karang awal kemudian disajikan dalam bentuk persen. Sampel karang pada setiap stasiun berjumlah 30 sampel dengan komposisi 10 sampel per modul. Tingkat kelangsungan hidup karang di perairan Pulau Pramuka disajikan dalam bentuk grafik pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Tingkat kelangsungan hidup karang

Tingkat kelangsungan hidup karang dapat dilihat pada **Gambar 3** terus mengalami penurunan. Pada bulan kesatu mengalami penurunan sebesar 3 persen pada kedalaman 3 meter dan 10 persen pada kedalaman 6 meter. Penurunan ini terus terjadi hingga bulan keempat pengamatan dengan menyisakan karang hidup pada kedalaman 3 meter sebanyak 87 persen dan 60 persen pada kedalaman 6 meter. Pada modul PVC kedalaman 3 meter bulan kesatu terdapat 1 sampel mati, yaitu pada sampel 2 dan bulan keempat terdapat 1 sampel yang mati yaitu sampel 4. Sedangkan untuk modul *spider* pada kedalaman 3 meter dibulan ketiga dan keempat, masing-masing terdapat 1 sampel mati, yaitu pada sampel 8 dan sampel 3. Pada kedalaman 6 meter pada bulan pengamatan keempat terdapat sebanyak 8 sampel karang yang mati pada modul *spider*. Sedangkan pada kedalaman 6 meter pada bulan pengamatan kesatu pada modul PVC hanya satu sampel yang mati yaitu pada sampel ketujuh. Pada modul *rocklife* pada kedalaman 6 meter terdapat 3 sampel mati selama pengamatan berlangsung, yaitu pada bulan kesatu pengamatan yaitu pada sampel 8 dan sampel 10, satunya pada pengamatan bulan keempat yaitu pada sampel satu. Hasil diatas menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup karang pada modul *rocklife* memberikan tingkat kelangsungan hidup karang yang lebih tinggi daripada modul PVC dan modul *spider*. Menurut Mompala *et al.* (2017), kegiatan transplantasi karang dinyatakan berhasil apabila memiliki tingkat kelangsungan hidup antara 50 – 100%.

Kematian karang pada penelitian ini disebabkan karena tertutup oleh alga.

Makroalga bersaing dengan karang untuk mendapatkan sumber daya seperti cahaya dan nutrisi, sehingga menyulitkan polip karang untuk mengkonsumsi makanan di lautan, hal ini serupa dengan karang yang tertutup oleh sedimen (Rachmawati, 2001). Persaingan antara alga dan karang biasanya dimenangkan oleh alga, karena karang harus menghabiskan lebih banyak energi untuk memperbaiki jaringan yang telah rusak akibat pertumbuhan alga yang berlebihan (Tunner, 1995). kondisi lingkungan perairan adalah beberapa faktor yang mempengaruhi keberadaan makroalga di perairan karang (Hurrey *et al.*, 2013; Han & Liu, 2014).

Siput drupella adalah faktor lain dalam kematian pada karang. Mengetahui keberadaan spesies siput pemakan karang drupella sangat penting (Lalang *et al.*, 2013). Menurut Schoepf *et al.* (2010), drupella lebih suka memakan spesies *Acropora* dengan bentuk pertumbuhan bercabang, ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kemunculan drupella di terumbu karang yaitu kedalaman, substrat, dan bentuk pertumbuhan karang itu sendiri.

Laju Pertumbuhan Karang Berdasarkan Modul

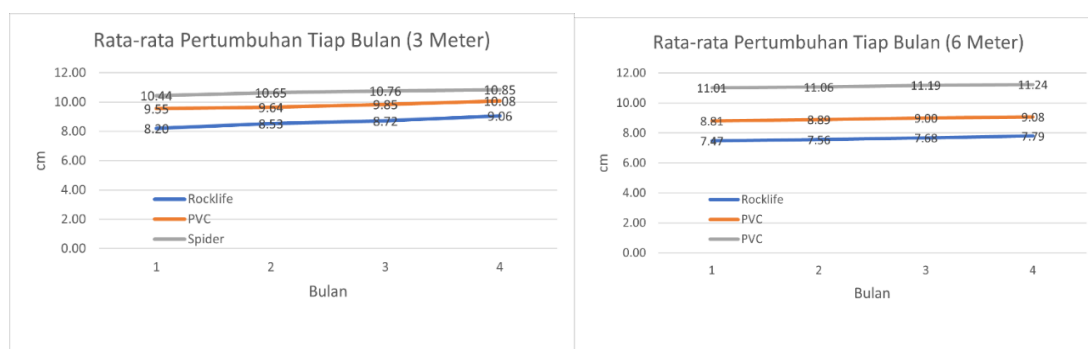
Transplantasi karang merupakan salah satu teknik restorasi terumbu karang yang dilakukan dengan cara menempelkan fragmen karang pada substrat buatan atau alami. Beberapa substrat buatan yang sering digunakan adalah modul *rocklife*, PVC, dan *spider*. Pada umumnya, teknik transplantasi karang ini dilakukan untuk mempercepat pertumbuhan karang yang telah rusak atau terancam. Laju

pertumbuhan karang pada substrat modul *rocklife*, PVC, dan *spider* dapat bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan sekitar. Pada penelitian ini menggunakan 3 modul transplantasi yaitu *rocklife*, PVC, dan *spider*. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran pada 2 kedalaman yang berbeda, yaitu pada

kedalaman 3 meter dan 6 meter selama 3 bulan pengamatan. Pada **Tabel 4** adalah laju pertumbuhan rata-rata dari 10 sampel per modul, artinya total keseluruhan sampel yang digunakan dalam penelitian ini ada 60 sampel. Hasil pengukuran dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Laju pertumbuhan berdasarkan modul

Bulan	3 Meter			6 Meter		
	<i>Rocklife</i>	PVC	<i>Spider</i>	<i>Rocklife</i>	PVC	<i>Spider</i>
1	8.20	9.55	10.44	7.47	8.81	11.01
2	8.53	9.64	10.65	7.56	8.89	11.06
3	8.72	9.85	10.76	7.68	9.00	11.19
4	9.06	10.08	10.85	7.79	9.08	11.24
Laju pertumbuhan total	0.29	0.18	0.13	0.11	0.09	0.07
Pertumbuhan total	0.86	0.53	0.40	0.32	0.27	0.23



Gambar 4. Rata-rata pertumbuhan karang

Bedasarkan kalkulasi laju pertumbuhan dan pertumbuhan total dapat dilihat bahwa di perairan Pulau Pramuka modul transplantasi *rocklife* memiliki laju pertumbuhan yang lebih baik yaitu sebesar 0.29 cm per bulan pada kedalaman 3 meter dengan total pertumbuhan 0.86 cm dan laju pertumbuhan 0.11 cm per bulan pada kedalaman 6 meter dengan pertumbuhan total 0.32 cm, hal ini menindikasikan bahwa modul *rocklife* lebih baik dibandingkan dengan modul PVC dan modul *spider*. Pada modul transplantasi PVC memiliki laju pertumbuhan 0.18 cm per bulan pada kedalaman 3 meter dengan total pertumbuhan 0.53 cm dan laju pertumbuhan 0.09 cm per bulan pada kedalaman 6 meter dengan pertumbuhan total 0.27 cm. Pada modul transplantasi *spider* memiliki laju pertumbuhan 0.13 cm per bulan pada kedalaman 3 meter dengan total pertumbuhan 0.40 cm dan laju pertumbuhan 0.07 cm per bulan pada kedalaman 6 meter dengan pertumbuhan total 0.23 cm. Berdasarkan hasil perhitungan laju pertumbuhan dan total pertumbuhan dapat disimpulkan bahwa modul transplantasi *rocklife* memiliki performa yang lebih baik pada kedalaman 3 meter dan 6 meter diikuti oleh modul PVC pada kedalaman 3 meter dan kedalaman 6 meter, dan yang terakhir adalah

modul *spider* dengan performa paling bawah dibanding modul lainnya.

Menurut Hughes et al. (2018), laju pertumbuhan karang *Acropora* bervariasi antara 0.3 – 20.5 cm per tahun di berbagai wilayah terumbu karang di seluruh dunia. Tingkat pertumbuhan yang rendah terlihat di lingkungan terumbu karang yang mengalami banyak tekanan, seperti perubahan suhu dan polusi, sedangkan tingkat pertumbuhan yang tinggi sering terlihat pada kondisi lingkungan terumbu karang yang cukup sehat dan kaya nutrisi. Karang *Acropora* tumbuh antara 0.4 – 0.6 cm per bulan pada modul spider (Susanto et al., 2016), sedangkan laju pertumbuhan karang *Acropora* pada modul PVC adalah 0.5 – 0.7 cm per bulan (Anggraini et al., 2020).

Tidak ada jawaban pasti mengenai modul apa yang terbaik untuk transplantasi karang, karena setiap jenis modul memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, serta faktor lingkungan yang dapat memengaruhi keberhasilan transplantasi karang. Karang memperoleh energi dari mengkonsumsi plankton di laut dan dari hubungan simbiosis dengan alga yang disebut zooxanthellae. Karang mengandalkan fotosintesis

zooxanthellae untuk sebagian besar energinya, itulah sebabnya simbiosis dengan organisme ini sangat penting bagi kelangsungan hidup karang (Hadi *et al.*, 2018). Namun, alga juga dapat merusak jaringan karang apabila tumbuh secara berlebihan yang menyebabkan kematian karang. Laju pertumbuhan alga yang berkembang pada substrat fragmen karang lunak dapat meningkat sebagai akibat dari kualitas air yang kurang baik yang disebabkan oleh sedimentasi. Alga ini dapat menghambat cahaya yang masuk secara efisien, bersaing untuk mendapatkan ruang yang tersedia dan bahkan memotong jaringan tubuh karang lunak yang ditransplantasikan (Haris, 2001).

Korelasi Pertumbuhan Karang Terhadap Parameter Hidro-Oseanografi Deskripsi Statistik Data

Analisis Statistik Deskriptif Data Hidro-Oseanografi

Tabel 5. Statistik deskriptif kedalaman 3 meter

	Suhu	Kecerahan	Salinitas	pH	DO	Kecepatan Arus
Rata-rata	28.75	7.33	29.00	7.48	7.98	7.04
Std. Deviasi	1.71	1.77	1.41	0.33	0.94	1.52
Minimum	27.00	5.00	27.00	7.00	6.90	6.15
25%	27.75	6.88	28.50	7.38	7.65	6.19
50%	28.50	7.50	29.50	7.59	7.90	6.35
75%	29.50	7.95	30.00	7.68	8.23	7.19
Maksimum	31.00	9.30	30.00	7.75	9.20	9.30

Pada **Tabel 5.** menunjukkan distribusi data suhu adalah normal dengan ditunjukkan besaran median dan mean yang sama. Suhu maksimum menyentuh angka 31°C pada kedalaman 3 meter dan suhu minimum yaitu 27°C. Distribusi data kecerahan, salinitas, pH.

Tabel 6. Statistik deskriptif kedalaman 6 meter

	Suhu	Kecerahan	Salinitas	pH	DO	Kecepatan Arus
Rata-rata	28.75	7.33	29.00	7.29	7.45	5.40
Std. Deviasi	1.71	1.77	1.41	0.32	1.29	2.03
Minimum	27.00	5.00	27.00	7.00	6.30	3.30
25%	27.75	6.88	28.50	7.04	6.60	4.61
50%	28.50	7.50	29.50	7.25	7.15	5.06
75%	29.50	7.95	30.00	7.50	8.00	5.85
Maksimum	31.00	9.30	30.00	7.66	9.20	8.17

Analisis Statistik Deskriptif Data Modul

Tujuan analisis statistik deskriptif data modul transplantasi karang adalah untuk memberikan gambaran yang jelas dan mudah dipahami tentang karakteristik pertumbuhan karang pada masing-masing modul, modul yang digunakan dalam penelitian ini adalah modul *rocklife*, modul PVC, dan modul *spider* pada dua

Tujuan analisis statistik deskriptif data hidro-oseanografi adalah untuk memberikan gambaran yang jelas dan mudah dipahami tentang karakteristik data hidro-oseanografi seperti suhu, kecerahan, kecepatan arus, salinitas, pH, dan oksigen terlarut. Analisis deskriptif dapat membantu untuk memahami distribusi data. Analisis deskriptif dapat membantu untuk mengidentifikasi bentuk dan pola distribusi data hidro-oseanografi. Informasi ini dapat membantu untuk memperkirakan kemungkinan distribusi dan menginformasikan analisis statistik lebih lanjut. Tujuan lainnya adalah menggambarkan karakteristik data. Analisis deskriptif dapat memberikan gambaran tentang ukuran tendensi sentral, ukuran dispersi, dan outlier dari data hidro-oseanografi. Informasi ini dapat membantu untuk memahami seberapa jauh data tersebar dan seberapa konsisten nilai-nilai tersebut.

Oksigen juga tergolong distribusi normal dengan rentang mean dan median yang tidak selisih jauh. Kecepatan arus memiliki distribusi right skewed karena rata-rata lebih besar dari median yang berarti distribusi data lebih condong ke arah kanan.

kedalaman berbeda yaitu kedalaman 3 meter dan kedalaman 6 meter. Analisis deskriptif dapat membantu untuk memahami distribusi data. Analisis deskriptif dapat membantu untuk mengidentifikasi bentuk dan pola distribusi pertumbuhan data berdasarkan modul dan sesuai kedalaman. Hasil analisis statistik deskriptif modul dapat dilihat pada **Tabel 7.**

Tabel 7. Statistik deskriptif data modul

	Rocklife		PVC		Spider	
	3 Meter	6 Meter	3 Meter	6 Meter	3 Meter	6 Meter
Rata-rata	8.62	8.09	9.36	8.80	10.63	10.81
Std. Deviasi	0.37	0.14	0.23	0.12	0.16	0.17
Minimum	8.20	7.97	9.15	8.68	10.43	10.65
25%	8.45	8.02	9.23	8.74	10.56	10.72
50%	8.62	8.08	9.34	8.81	10.66	10.78
75%	8.80	8.15	9.47	8.87	10.72	10.88
Maksimum	9.06	8.22	9.62	8.92	10.78	10.98

Pada **Tabel 7** data dihitung berdasarkan akumulasi jumlah 10 sampel per modul pada satu kedalaman. Hingga total sampel yang digunakan secara keseluruhan adalah 60 sampel yang terbagi ke dalam 3 modul dan 2 kedalaman yang berbeda. Data menunjukkan distribusi normal pada setiap modul dan setiap kedalaman. Standar deviasi dapat berperan penting dalam memahami pertumbuhan karang karena dapat memberikan informasi tentang seberapa variatif kondisi lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan karang. Kondisi lingkungan yang stabil dan konsisten, seperti suhu air yang konstan, kecerahan yang optimal, dan konsentrasi oksigen yang stabil, dapat memfasilitasi pertumbuhan karang yang optimal. Dalam konteks pertumbuhan karang, nilai standar deviasi yang tinggi mungkin menunjukkan adanya fluktuasi lingkungan yang signifikan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan karang. Pada Tabel 5 dan Tabel 6 menunjukkan sebaran standar deviasi yang tidak jauh dari 0, artinya fluktuasi lingkungan karang pada perairan Pulau Pramuka adalah cenderung stabil.

Analisis Korelasi Pearson

Korelasi Pearson adalah metode statistik yang digunakan untuk mengukur hubungan antara

dua variabel berkelanjutan. Dalam konteks pertumbuhan karang, korelasi Pearson dapat digunakan untuk memahami hubungan antara kondisi lingkungan dan pertumbuhan karang. Dalam penelitian ini, korelasi Pearson dapat digunakan untuk mengevaluasi seberapa kuat hubungan antara faktor lingkungan seperti suhu air, kecerahan, salinitas, pH, dan oksigen terlarut dengan pertumbuhan karang. Jika korelasi positif ditemukan antara faktor lingkungan tertentu dan pertumbuhan karang, ini menunjukkan bahwa peningkatan nilai faktor lingkungan tertentu akan menghasilkan peningkatan dalam pertumbuhan karang. Sebaliknya, jika korelasi negatif ditemukan, maka peningkatan nilai faktor lingkungan tertentu dapat menghambat pertumbuhan karang.

Dalam penelitian ini, korelasi Pearson dapat digunakan untuk memperkirakan dampak lingkungan pada pertumbuhan karang dan membantu pengambilan keputusan tentang bagaimana mengelola lingkungan agar mendukung pertumbuhan karang yang optimal. Pada sampel karang yang mati, dilakukan proses dropping terhadap data. Hasil analisis rata-rata korelasi pertumbuhan karang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 8. Rata-rata korelasi pertumbuhan karang

	Average of Correlation						Total Avg.
	Rocklife		PVC		Spider		
	3 Meter	6 Meter	3 Meter	6 Meter	3 Meter	6 Meter	
Suhu	-0.022987	0.089039	0.066324	0.139370	0.055988	0.237869	0.094267
Kecerahan	0.476733	0.352581	0.278870	0.392752	0.543860	0.304661	0.391576
Salinitas	0.452808	0.570668	0.611055	0.566832	0.418567	0.658335	0.546377
pH	-0.822766	-0.594610	-0.912223	-0.583402	-0.725794	-0.496214	-0.689168
DO	-0.954466	-0.919001	-0.893883	-0.946936	-0.930604	-0.932789	-0.929613
Kecepatan Arus	-0.095942	0.081417	-0.289147	0.114031	-0.056852	0.012905	-0.038931

Total hasil rata-rata korelasi menunjukkan bahwa beberapa modul memiliki korelasi yang berbeda terhadap parameter hidro-oseanografi di perairan Pulau Pramuka. Parameter suhu memiliki rata-rata total 0.09 artinya suhu memiliki korelasi sangat rendah terhadap pertumbuhan karang di perairan Pulau

Pramuka. Parameter kecerahan memiliki korelasi positif yang rendah dengan rata-rata total sebesar 0.39, namun pada beberapa modul memiliki parameter kecerahan memiliki korelasi moderat pada modul *rocklife* dan modul *spider* pada kedalaman 3 meter. Total rata-rata paramter salinitas memiliki korelasi

positif yang moderat, namun pada beberapa modul memiliki korelasi yang kuat seperti pada modul PVC pada kedalaman 3 meter dan modul *spider* pada kedalaman 6 meter. Hal ini berarti salinitas memiliki korelasi positif yang dalam artian pertumbuhan karang diiringi dengan bertambahnya jumlah salinitas.

Korelasi positif antara parameter suhu, kecerahan, dan salinitas pada pertumbuhan karang dapat berarti bahwa peningkatan suhu, kecerahan, dan salinitas dalam air laut dapat berdampak positif pada pertumbuhan karang. Hal ini dikarenakan suhu, kecerahan, dan salinitas adalah faktor penting yang memengaruhi kondisi lingkungan di sekitar karang, dan karang memiliki preferensi lingkungan tertentu yang dapat mempengaruhi kesehatan dan pertumbuhannya. Peningkatan suhu dalam air laut dapat meningkatkan kecepatan metabolisme karang, yang dapat mempercepat pertumbuhannya. Namun, jika suhu terlalu tinggi, ini dapat menyebabkan kondisi thermal stress pada karang, yang dapat merusak jaringan karang dan mengurangi pertumbuhan dan kesehatannya. Peningkatan kecerahan juga dapat meningkatkan pertumbuhan karang, karena karang memerlukan cahaya untuk melakukan fotosintesis dan memperoleh nutrisi. Namun, jika kecerahan terlalu tinggi, ini dapat menyebabkan kondisi bleaching pada karang, di mana karang kehilangan pigmen algalnya dan dapat menyebabkan kematian pada karang. Salinitas yang tepat juga dapat mempengaruhi pertumbuhan karang, karena karang membutuhkan kondisi lingkungan yang stabil untuk tumbuh dan berkembang. Salinitas yang terlalu rendah atau tinggi dapat menyebabkan kondisi stress pada karang dan mengurangi pertumbuhan dan kesehatannya. Dalam hal ini, korelasi positif antara suhu, kecerahan, dan salinitas pada pertumbuhan karang dapat menunjukkan bahwa menjaga kondisi lingkungan yang stabil dan sesuai dengan preferensi karang sangat penting untuk memastikan kelangsungan hidup dan pertumbuhan karang di masa depan.

Korelasi negatif terjadi pada beberapa parameter. pH memiliki korelasi tinggi dengan total rata-rata -0.68, pada beberapa modul memiliki korelasi yang sangat tinggi pada modul *rocklife* di kedalaman 3 meter dan modul PVC di kedalaman 3 meter. Namun, pada modul *rocklife* pada kedalaman 6 meter, modul PVC pada kedalaman 6 meter dan modul *spider* kedalaman 6 meter memiliki korelasi yang moderat. Parameter oksigen terlarut memiliki korelasi negatif yang sangat tinggi

dengan total rata-rata -0.92 termasuk masing-masing modul keseluruhan memiliki korelasi negatif yang sangat tinggi. Korelasi negatif antara parameter pH dan oksigen terlarut terhadap pertumbuhan karang dapat berarti bahwa penurunan pH dan oksigen terlarut dalam air laut dapat berdampak negatif pada pertumbuhan karang. Hal ini dikarenakan pH dan oksigen terlarut adalah faktor penting yang memengaruhi kondisi lingkungan di sekitar karang, dan karang sangat sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan yang ekstrem. Penurunan pH dapat terjadi karena peningkatan konsentrasi CO₂ di dalam air laut, yang disebabkan oleh aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil. Hal ini dapat menyebabkan peningkatan asam dalam air laut dan menurunkan pH, yang dapat mengganggu keseimbangan kimiawi dalam air laut dan berdampak negatif pada pertumbuhan karang. Penurunan oksigen terlarut dalam air laut juga dapat terjadi karena polusi atau aktivitas manusia lainnya. Hal ini dapat menyebabkan kondisi anoksia atau hipoksia di sekitar karang, yang dapat menyebabkan stres pada karang dan mempengaruhi pertumbuhan dan kesehatannya. Dalam hal ini, korelasi negatif antara pH dan oksigen terlarut terhadap pertumbuhan karang dapat menunjukkan bahwa perlindungan dan pemulihan kondisi lingkungan di sekitar karang sangat penting untuk memastikan kelangsungan hidup dan pertumbuhan karang di masa depan.

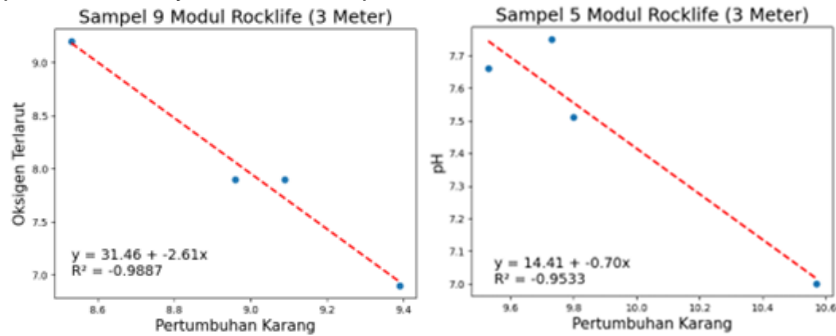
Analisis Regresi Linear

Regresi linear merupakan metode statistik yang digunakan untuk mempelajari hubungan antara dua variabel. Dalam konteks analisis pertumbuhan karang pada parameter hidro-oseanografi, linear regresi dapat digunakan untuk mempelajari hubungan antara pertumbuhan karang dengan parameter hidro-oseanografi seperti suhu, kecerahan, kecepatan arus, salinitas, pH, dan oksigen terlarut. Dalam analisis linear regresi, variabel yang dianggap sebagai variabel independen (X) adalah parameter hidro-oseanografi seperti suhu, kecerahan, kecepatan arus, salinitas, pH, dan oksigen terlarut, sedangkan variabel dependen (Y) adalah pertumbuhan karang. Dengan menggunakan teknik regresi, dapat dihasilkan persamaan matematis yang menggambarkan hubungan antara variabel independen dan variabel dependen.

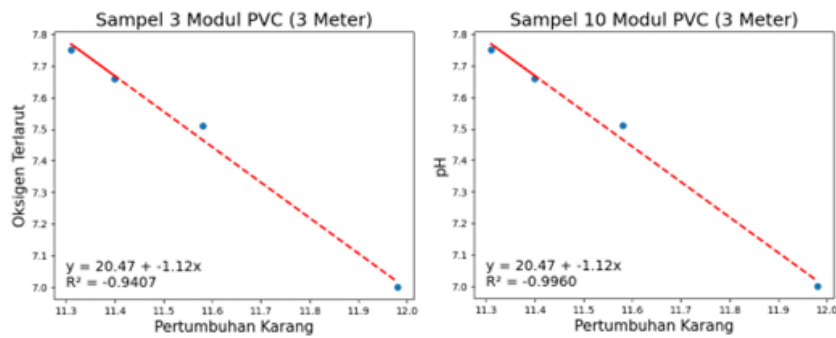
Misalnya, dapat dilakukan analisis regresi linear untuk mempelajari hubungan antara pH air laut dengan pertumbuhan karang. Data pertumbuhan karang dan pH air laut kemudian

dapat dianalisis menggunakan teknik regresi untuk menghasilkan persamaan matematis. Berdasarkan jumlah karang yang hidup dan pengaruh pertumbuhannya terhadap

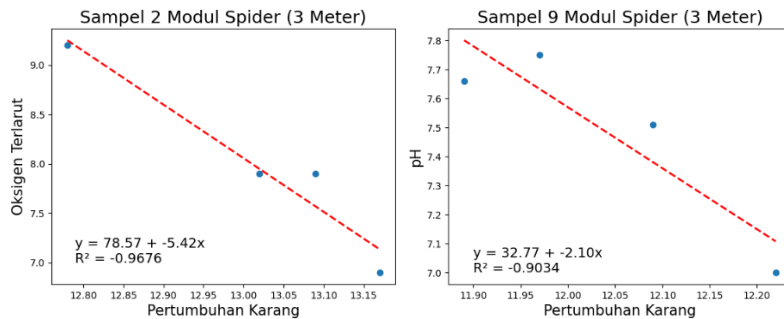
parameter-parameter oseanografi yang berkorelasi sangat tinggi divisualisasikan pada gambar-gambar berikut:



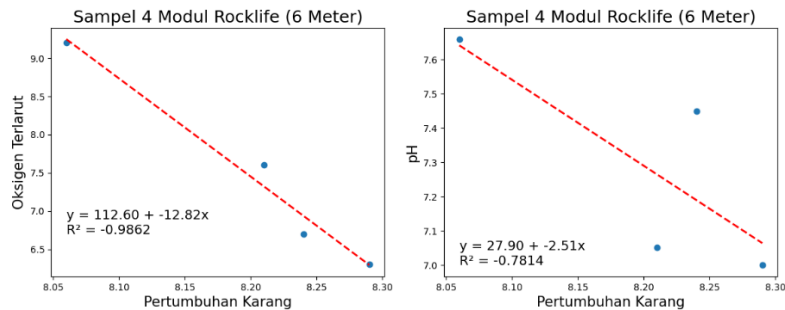
Gambar 5. Hasil regresi linear kedalaman 3 meter modul *rocklife*



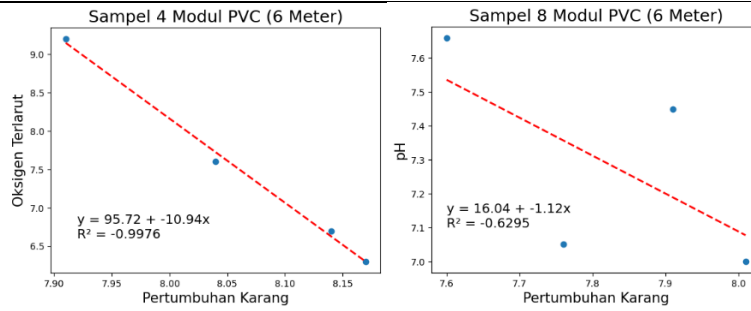
Gambar 6. Hasil regresi linear kedalaman 3 meter modul PVC



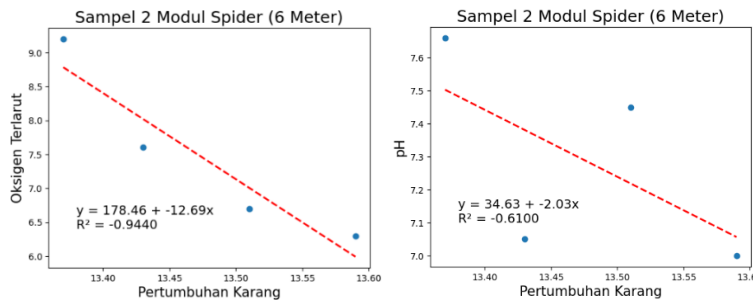
Gambar 7. Hasil regresi linear kedalaman 3 meter modul *spider*



Gambar 8. Hasil regresi linear kedalaman 6 meter modul *rocklife*



Gambar 9. Hasil regresi linear kedalaman 6 meter modul PVC



Gambar 10. Hasil regresi linear kedalaman 6 meter modul spider

Grafik regresi linier pada modul *rocklife* pada kedalaman 3 meter terhadap pH memiliki korelasi negatif yang sangat tinggi pada sampel 5 yaitu $y = 14.41 + -0.70x$ dan oksigen terlarut pada sampel 9 pada kedalaman 3 meter yaitu $y = 31.46 + -2.61x$. Pada modul PVC pada kedalaman 3 meter terhadap pH memiliki korelasi negatif yang sangat tinggi pada sampel 10 yaitu $y = 20.47 + -1.12x$ dan oksigen terlarut juga memiliki korelasi yang sangat tinggi pada sampel 3 pada kedalaman 3 meter yaitu $y = 20.47 + -1.12x$. Pada modul *spider* pada kedalaman 3 meter terhadap pH memiliki korelasi negatif yang sangat tinggi pada sampel 9 yaitu $y = 32.77 + -2.10x$ dan oksigen terlarut juga memiliki korelasi yang sangat tinggi pada sampel 2 pada kedalaman 3 meter yaitu $y = 78.57 + -5.42x$. Pada modul *rocklife* pada kedalaman 6 meter terhadap pH memiliki korelasi negatif yang tinggi pada sampel 4 yaitu $y = 27.90 + -2.51x$ dan oksigen terlarut juga memiliki korelasi yang sangat tinggi pada sampel 4 pada kedalaman 6 meter yaitu $y = 112.60 + -12.82x$. Pada modul PVC pada kedalaman 6 meter terhadap pH memiliki korelasi negatif yang tinggi pada sampel 8 yaitu $y = 16.04 + -1.12x$ dan oksigen terlarut juga memiliki korelasi yang sangat tinggi pada sampel 4 pada kedalaman 6 meter yaitu $y = 95.72 + -10.94x$. Pada modul *spider* pada kedalaman 6 meter terhadap pH memiliki korelasi negatif yang tinggi pada sampel 2 yaitu $y = 34.63 + -2.03x$ dan oksigen terlarut juga memiliki korelasi yang sangat tinggi pada

sampel 2 pada kedalaman 6 meter yaitu $y = 178.46 + -12.69x$.

Dalam hasil regresi linier, akan diperoleh nilai koefisien regresi untuk masing-masing variabel independen. Jika korelasi antara pH dan oksigen terlarut dengan pertumbuhan karang negatif, maka diharapkan bahwa koefisien regresi untuk kedua parameter tersebut juga negatif. Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah pH dan oksigen terlarut, maka semakin rendah pula pertumbuhan karang. Korelasi negatif antara pH dan oksigen terlarut pada pertumbuhan karang dapat menunjukkan adanya dampak negatif pada kondisi karang di lingkungan tersebut. pH yang rendah dapat menyebabkan penurunan kemampuan karang untuk membangun rangka karang dan beradaptasi terhadap perubahan lingkungan. Selain itu, rendahnya pH juga dapat mengurangi daya tahan karang terhadap stres lingkungan, seperti peningkatan suhu air dan keasaman yang tinggi. Di sisi lain, rendahnya konsentrasi oksigen terlarut dapat mengganggu proses metabolisme karang dan mempengaruhi pertumbuhan dan reproduksi karang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kondisi perairan Pulau Pramuka yang diukur selama empat bulan cenderung stabil. Dari hasil pengamatan selama empat bulan, terlihat juga bahwa laju pertumbuhan karang yang ditransplantasi pada ketiga modul di perairan

Pulau Pramuka menunjukkan pada kedalaman 3 meter dengan total pertumbuhan modul *rocklife* 0.86 cm, modul PVC 0.53 cm, modul *spider* 0.40 cm. Sedangkan pada kedalaman 6 meter dengan total pertumbuhan modul *rocklife* 0.32 cm, modul PVC 0.27 cm, modul *spider* 0.23 cm. Tingkat kelangsungan hidup terumbu karang selama empat bulan terus mengalami penurunan, pada kedalaman tiga meter mencapai 87% dan kedalaman enam meter mencapai 60%. Uji korelasi statistik menunjukkan hubungan yang sangat kuat dan sangat lemah antara parameter perairan terhadap pertumbuhan karang yaitu korelasi yang sangat kuat berada pada DO dengan nilai -0.92 dan korelasi yang sangat lemah berada pada kecepatan arus dengan nilai -0.03. Secara keseluruhan perbandingan dari ketiga modul transplantasi yang dilakukan di perairan Pulau Pramuka mendapatkan hasil, modul *rocklife* menjadi metode yang terbaik. Hal ini didukung dengan Grafik regresi linier pada modul *rocklife* pada kedalaman 3 meter memiliki linearisasi sebesar 92.25%. dan pada kedalaman 6 meter memiliki linearisasi sebesar 88%.

Saran

Agar data yang diperoleh bisa lebih akurat untuk melihat laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup terumbu karang, perlu dilakukan penelitian lanjutan guna memonitoring hasil perbandingan pada ketiga modul transplantasi dan perlu dilakukan penelitian dari pengaruh kandungan yang ada pada masing-masing modul terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup karang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, V., Prasetya, M. F., & Nurdiani, R. (2020). Pertumbuhan Karang *Acropora* Pada Media PVC Dengan Berbagai Konsentrasi Pupuk Organik Cair. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(2), 139-145.
- Benesty, J., Chen, J., & Huang, Y. (2008). On the importance of the Pearson correlation coefficient in noise reduction. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 16(4), 757-765.
- Dahuri, R, Rais, J., Ginting, S. P., & Sitepu, M. J. (2008). *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. P.T.Pradnya Paramita, Jakarta.
- Effendie, Moch, I. H. (1997). *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta.
- Guntur. (2011). *Ekologi Karang Pada Terumbu Buatan*. Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Harriot, V. J., Fisk, D. A. (1988). Coral transplation as reef management option. *Proceedings of the 6th International Coral Reef Syimposium*, 2,375-379p.
- Han, Q., Liu, D. (2014). Temporal and spatial variations in the distribution of macroalgal communities along the Yantai, China. *Chinese Journal of Oceano and Limnology*. 32(3), 595 - 607.
- Hurrey, L.P., Pitcher, C.R., Lovelock, C.E., Schmidt, S. (2013). *Macroalgal species richness and assemblage composition of the Great Barrier Reef seabed*. Marine Ecology Progress Series.
- 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 (MAQUARES)*, 5(4), 302- 310.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (2004). *Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. No 51.
- Lalang, Sadarun, B., La Ode Muh Yasir Haya. 2013. Kelimpahan *Drupella* dan Kondisi Terumbu Karang di Perairan Pulau Mandike Selat Tiworo Kabupaten Muna, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Mina Laut Indonesia*, 1(1),12-22.
- Mompala, K., Rondonuwu, A. B., & Rembet, U. N. J. (2017). The growth rate of *Acropora* sp. transplanted on artificial reefs in Kareko Waters of North Lembah Sub-District of Bitung City. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 5(2), 234-242.
- Nyabakken, J. W. (1992). *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. Penerbit: Gramedia. Jakarta.
- Rachmawati, R. (2001). *Terumbu Buatan (Artificial Reef)*. Pusat Riset Teknologi Kelautan Badan Riset Kelautan dan Perikanan Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, 50 hlm.
- Ricker, W. E. (1975). *Computation and Interpretation of Biological Statistic of Fish Populations*. John Willey and Sons. 444p.
- Rizqia, A., Sunarto, S., Agung, M. U. K., & Riyantini, I. (2022). Kondisi Tutupan Terumbu Karang Dan Tingkat Prevalensi Penyakit Serta Gangguan Kesehatan Pada Berbagai Lifeforms Karang Di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. *Jurnal Kelautan Nasional*, 17(1), 47-58.

- Sadarun. (1999). *Transplantasi Karang Batu di Kepulauan Seribu Teluk Jakarta*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor.
- Schoepf, V., Herler, J., Zuschin, M. (2010). *Microhabitat Use and Prey Selection of the Coral-Feeding Snail Drupella Cornus in the Northern Red Sea*. *Hydrobiologia* 641:45-57.
- Selvanathan, M., Jayabalan, N., Saini, G. K., Supramaniam, M., & Hussin, N. (2020). Employee Productivity in Malaysian Private Higher Educational Institutions. *PalArch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology*, 17(3), 66-79.
- Somma, A., Zahida, F., & Yuda, P. (2018). Kelimpahan dan Pola Penyebaran Bulu Babi (*Echinoidea*) di Terumbu Karang Pantai Pasir Putih, Situbondo, Indonesia. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 3(2), 111-115.
- Susanto, A., Nugroho, R.A., & Prayitno, S. B. (2016). Acropora Coral Growth on Spider Coral Media in Aquaculture Tank. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 31(1).
- Thamrin. (2006). *Karang Biologi Reproduksi & Ekologi*. Mina mandiri press. Riau (ID).
- Triana, L., & Martono, N. (2021). The Relationship between Social Status and Students Consumptive Behaviour. *The Journal of Society and Media*, 5(1), 58-77.
- Turney, S. (2022). *Pearson Correlation Coefficient (r) | Guide & Examples*. Scribbr.
- Yuliara, I. M. (2016). *Regresi linier sederhana*. Regresi Linier Sederhana, 13.