

---

## **STRUKTUR KOMUNITAS IKAN KARANG PADA AREA TRANSPLANTASI KARANG DENGAN METODE SPIDER WEB DI DESA LABUAN, KABUPATEN TOJO UNA-UNA**

Fachri Ramadhan Thamrin<sup>1</sup>, Dwi Sulistiawati<sup>2</sup>, dan Noalina Serdiati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Magister Ilmu Pertanian Pascasarjana Universitas Tadulako, Palu, Indonesia, 94119,

<sup>2</sup>Dosen Magister Ilmu Pertanian Pascasarjana Universitas Tadulako, Palu, Indonesia, 94119

---

### **Article History**

Received : February 27, 2026

Revised : June 4, 2026

Accepted : June 15, 2026

---

### **Correspondence**

Dwi Sulistiawati

e-mail: dwisulist@untad.ac.id

---

### **ABSTRACT**

Coral reef degradation in coastal areas reduces habitat quality and alters the communities of reef fish structure. This study aimed to compare the structure of reef fish communities between coral transplantation sites using the spider web method and non-transplantation sites in the waters of Labuan Village, Tojo Una-Una Regency, Central Sulawesi. Observations were conducted three times applying the Underwater Visual Census (UVC) method along 50 m<sup>2</sup> transects. The analyzed parameters included the diversity index (H'), evenness (E), dominance (D), abundance index, composition of the number and families of reef fish and water quality indicators such as temperature, pH, salinity, dissolved oxygen, water transparency, depth. The results showed that the transplantation site had higher diversity (H' = 3.62–3.69), stable evenness (E = 0.99–1.00), low dominance (C = 0.026–0.027), and Reef fish higher abundance compared to the non-transplantation site (3.30–5.98). An independent samples t-test indicated significant differences (p < 0.05) in diversity, evenness, dominance, and abundance of reef fish between the coral transplantation and non-transplantation sites. It was determined that the spider web method of coral transplantation was effective when supported by appropriate water quality in increasing the stability community of reef fish

**Keywords:** Coral Reef, Coral Transplantation, Reef fish, Spider Web Method

### **PENDAHULAN**

Ekosistem terumbu karang merupakan salah satu ekosistem laut dengan tingkat keanekaragaman hayati tertinggi di dunia serta memiliki peran ekologis penting bagi biota perairan tropis. Faktor penyebab kerusakan terumbu karang terbagi menjadi dua yaitu akibat aktivitas manusia dan pengaruh alami. Meningkatnya kerusakan terumbu karang diakibatkan oleh pemanfaatan sumber daya hayati yang berlebihan akibat tingginya ketergantungan manusia terhadap ekosistem ini (Wijaya dkk. 2022; Nabila dan Anggriyani, 2024; Firihi dkk., 2022).

Disisi lain salah satu kerusakan alami terbesar pada ekosistem terumbu karang yaitu disebabkan terjadinya ledakan populasi *Acanthaster planci* (*crown of thorns starfish*) (Ruli dkk. 2020). Menurut Malino dan Annawaty (2020) bahwa keberadaan *A. planci*

dengan kepadatan tinggi (>20 individu/ha) dapat mengancam ekosistem terumbu karang. Oleh karena itu rusaknya ekosistem terumbu karang dapat berdampak pada biota perairan salah satunya ikan karang.

Ikan karang merupakan salah satu kelompok biota laut terbesar yang hidup dan berinteraksi dengan ekosistem terumbu karang. Ikan karang memiliki hubungan yang erat terhadap terumbu karang sebagai lokasi mencari sumber makanan, tempat berlindung, dan memijah (Rondonuwu dkk., 2017). Dilihat dari peran ekologis dan pemanfaatannya ikan karang terbagi dalam tiga kategori utama yaitu ikan target, ikan indikator, dan kelompok lainnya (major groups) (Rani dkk., 2019; Winata dkk., 2022).

Desa Labuan, Kabupaten Tojo Una-Una merupakan salah satu kawasan pesisir yang dimanfaatkan untuk aktivitas perikanan dan pariwisata bahari. Kondisi terumbu karang yang mengalami degradasi di kawasan ini menimbulkan dampak serius tidak hanya terhadap keindahan dan fungsi ekologis laut tetapi juga terhadap kesejahteraan masyarakat setempat.

Adapun upaya yang dilakukan agar dapat memulihkan kembali ekosistem terumbu karang terhadap ikan karang dalam memanfaatkan terumbu karang sebagai kepentingan hidupnya yaitu dengan menggunakan metode transplantasi karang. Teknologi transplantasi karang (coral transplantation) merupakan salah satu upaya untuk memulihkan kembali terumbu karang (Kurniawan dkk., 2021).

Transplantasi karang menjadi langkah penting dalam melihat tingkat keanekaragaman hayati ikan karang. Salah satu metode rehabilitasi terumbu karang yang telah diterapkan di Indonesia adalah penggunaan rangka spider web sebagai modul untuk mempercepat pertumbuhan dan pemulihan karang. Berdasarkan hasil penelitian (Sulistiawati dkk., 2024) dengan menggunakan metode spider web menunjukkan bahwa tingkat tutupan karang pada rona awal mencapai 65% pada bulan Agustus, kemudian setelah melakukan transplantasi karang meningkat pada bulan Oktober mencapai 66,33% dengan nilai ikan karang mencapai 31 jumlah famili meningkat menjadi 35 jenis famili. Meskipun demikian, informasi mengenai struktur komunitas ikan karang pada area transplantasi karang di Desa Labuan masih terbatas. Sebagian besar penelitian terdahulu lebih berfokus pada tingkat keberhasilan pertumbuhan dan tutupan karang hasil transplantasi, sedangkan kajian mengenai respons komunitas ikan karang terhadap perubahan habitat hasil rehabilitasi belum banyak dilakukan. Padahal, struktur komunitas ikan karang yang meliputi indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, indeks dominansi, kelimpahan, komposisi jumlah dan famili ikan karang, merupakan indikator ekologis penting untuk mengevaluasi keberhasilan rehabilitasi terumbu karang secara menyeluruh.

Kebaruan penelitian ini adalah mengkaji struktur komunitas ikan karang di area rehabilitasi metode spider web, sebuah pendekatan yang masih jarang diteliti di Indonesia, serta menghubungkan keberhasilan transplantasi tersebut dengan respons ekologis ikan sebagai indikator pemulihan ekosistem. Selain menyediakan data mutakhir yang masih terbatas mengenai kawasan pesisir Desa Labuan, Kabupaten Tojo Una-Una, studi ini juga berkontribusi dalam meletakkan dasar bagi pengembangan model evaluasi rehabilitasi terumbu karang yang lebih komprehensif, yakni dengan menggeser fokus penilaian yang tidak hanya terpaku pada pertumbuhan karang secara fisik, melainkan juga pada pemulihan fungsi ekologisnya secara menyeluruh.

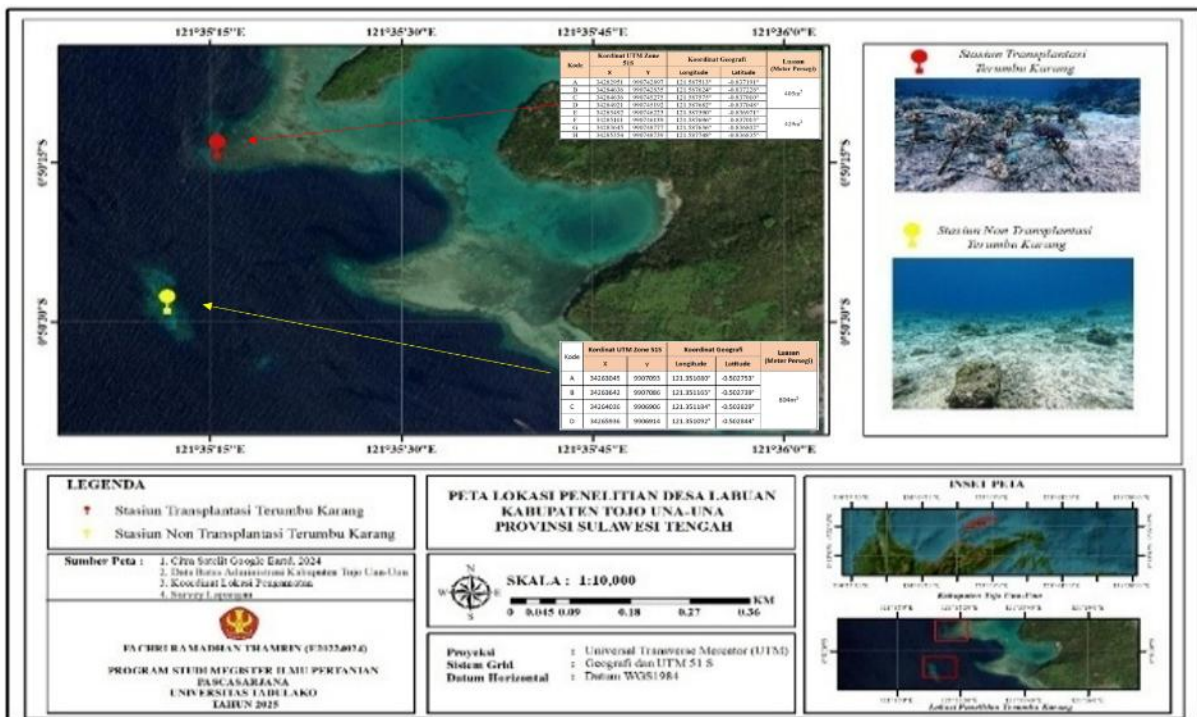
## **METODE**

### **Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di perairan Desa Labuan, Kabupaten Tojo Una-Una,

Provinsi Sulawesi Tengah. Pengamatan dilakukan selama empat bulan melalui tiga periode monitoring, yaitu pada tanggal 20 Agustus, 1 Oktober, dan 12 Desember 2025. Pemilihan tiga periode monitoring dengan rentang waktu yang berbeda dimaksudkan untuk mengevaluasi respons komunitas ikan karang terhadap perkembangan kondisi habitat hasil transplantasi karang secara bertahap, yang memungkinkan terdeteksinya perubahan struktur komunitas ikan karang seiring dengan proses adaptasi, pertumbuhan koloni karang transplantasi, dan peningkatan kompleksitas habitat yang berpotensi memengaruhi keberadaan ikan karang.

Monitoring pertama (Agustus 2025) dilakukan untuk memperoleh data awal kondisi komunitas ikan karang pada lokasi penelitian. Monitoring kedua (Oktober 2025) bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan komunitas ikan karang pada fase awal perkembangan karang transplantasi, sedangkan monitoring ketiga (Desember 2025) dilakukan untuk mengevaluasi respons komunitas ikan karang setelah karang transplantasi mengalami pertumbuhan dan penyesuaian yang lebih lanjut. Pendekatan ini memungkinkan analisis dinamika temporal komunitas ikan karang sebagai indikator keberhasilan rehabilitasi habitat terumbu karang.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada dua lokasi, dengan koordinat lokasi tertera pada Gambar 1. Lokasi pertama ini merupakan area yang telah direhabilitasi melalui transplantasi karang menggunakan metode spider web. Pengamatan dilakukan untuk menganalisis struktur komunitas ikan karang yang meliputi indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E), dan indeks dominansi (C), kelimpahan, komposisi jumlah dan famili ikan karang. Parameter tersebut digunakan untuk mengevaluasi respons komunitas ikan karang terhadap peningkatan kualitas habitat akibat keberadaan karang hasil transplantasi. Lokasi kedua ini merupakan area terumbu karang yang tidak mendapatkan perlakuan transplantasi dan digunakan sebagai lokasi pembandingan

(control site). Pengamatan pada lokasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi struktur komunitas ikan karang yang meliputi indeks keanekaragaman ( $H'$ ), indeks keseragaman ( $E$ ), indeks dominansi ( $C$ ), kelimpahan, komposisi jumlah dan famili ikan karang, sehingga dapat dilakukan perbandingan dengan area transplantasi karang. Perbandingan tersebut penting untuk mengetahui sejauh mana metode *spider web* berkontribusi terhadap perubahan komunitas ikan karang.

### Peralatan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: *Scuba diving*, kamera *underwater*, meteran 50 m, sabak *waterproof*, GPS (*Global Positioning System*), DO meter, pH meter, *Refractometer*, *Secchi Disk*, Kertas *Underwater*.

### Prosedur Penelitian

Tahapan pengambilan data sebagai berikut:

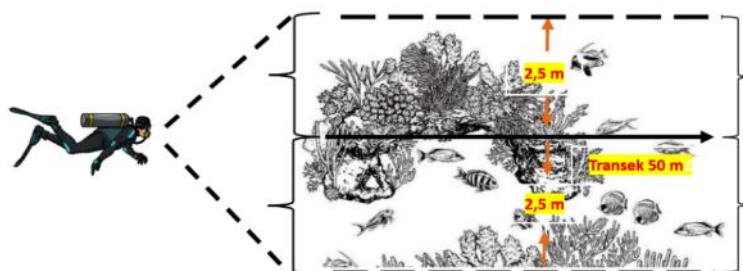
#### 1. Survei Bio-Fisik Perairan

Parameter pendukung dalam penelitian meliputi suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut menggunakan multimeter kualitas air *Water Quality Meter*, serta kecerahan yang di ukur secara *insitu*. Untuk menentukan kedalaman perairan dapat diukur dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kecerahan} = \frac{\text{Kedalaman menghilang seichi disk (m)}}{\text{Kedalaman perairan (m)}} \times 100\%$$

#### 2. Survei Ikan Karang (*Nekton*)

Pengumpulan data dilakukan menggunakan metode *visual census* sepanjang *line transect* dengan bantuan alat *scuba diving*, dimana pengambilan data melihat 2,5 meter ke kiri dan kanan transek sepanjang 50 meter (Akla dkk., 2022). Pengulangan *line transect* dilakukan sebanyak 5 kali.



**Gambar 2.** *Line intercept transect*, acuan Pelaksanaan *Underwater Visual Sensus* (UVC) untuk penilaian ikan karang

### Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis meliputi indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, indeks dominansi, indeks kelimpahan, dan komposisi jenis dan famili. Dengan rumus yang digunakan sebagai berikut:

#### 1. Indeks Keanekaragaman Ikan Karang

Keanekaragaman jenis ( $H'$ ) dihitung menggunakan indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener* (Apriza dkk., 2016).

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i)(\ln p_i)$$

**Keterangan:**

- H' : Indeks Keanekaragaman jenis  
 Ni : Jumlah Individu Jenis Ikan  
 N : Jumlah Total Individu

**Kriteria:**

- H' ≤ 1 : Keanekaragaman Rendah  
 1 < H' ≤ 3 : Keanekaragaman Sedang  
 H' ≥ 3 : Keanekaragaman Tinggi

**2. Indeks Keseragaman (E) Ikan Karang**

Semakin merata penyebaran individu antar jenis, maka keseimbangan ekosistem akan semakin meningkat (Apriza *dkk.*, 2016).

$$E = \frac{H'}{H'_{maks}} = \frac{H'}{\ln S}$$

**Keterangan:**

- E : Indeks Keseragaman  
 H' : Indeks Keanekaragaman  
 S : Indeks Jumlah Ikan yang Teridentifikasi Jangkauan

**Kriteria:**

- 0.0 < E < 0.50 : Komunitas Tertekan  
 0.50 < E < 0.75 : Komunitas Labil  
 0.75 < E < 1.00 : Komunitas Stabil

**3. Indeks Dominansi Ikan Karang**

Besarnya dominansi (D) akan mengarahkan kondisi komunitas menjadi labil atau tertekan (Choat *dkk.*, 1991) dalam Armanto *dkk.* (2022).

$$D = \sum_{i=1}^s \left\{ \frac{n_i}{N} \right\}^2$$

**Keterangan:**

- D : Indeks Dominansi *Simpson*  
 Ni : Individu dalam Spesies ke-i  
 N : Jumlah Individu Seluruh Spesies

**Kriteria:**

- 0,0 < C ≤ 0,5 : Rendah  
 0,5 < C ≤ 0,75 : Sedang  
 0,75 < C ≤ 1 : Tinggi

**4. Indeks Kelimpahan Ikan Karang**

Kelimpahan ikan karang (K) merupakan cara menunjukkan jumlah individu ikan karang yang terdapat pada luas lokasi pengamatan (Coloay *dkk.*, 2022). Dapat dihitung menggunakan rumus:

$$K = \frac{n_i}{A}$$

**Keterangan:**

- K : Kelimpahan Ikan Karang (ind)  
 ni : Jumlah Ikan Karang di Stasiun Pengamatan ke-I (ind)  
 A : Luas Transek Pengamatan (m<sup>2</sup>)

Kategori kelimpahan disusun berdasarkan rentang nilai hasil pengamatan lapangan guna memudahkan interpretasi kondisi komunitas yang diteliti. Klasifikasi ini mengacu pada

metode yang dikembangkan dan banyak digunakan dalam penelitian ekologi perairan (English dkk., 1997) sebagai berikut:

**Kriteria Penilaian:**

- <2 ind/ m<sup>2</sup> : Rendah
- 2-5 ind/ m<sup>2</sup> : Sedang
- >5 ind/ m<sup>2</sup> : Tinggi

**5. Komposisi jumlah dan famili Ikan Karang**

Penentuan komposisi jumlah dan famili ikan karang (Paulangan dan Wally, 2023) berdasarkan kriteria peran ekologis dan fungsional menjadi 3 kelompok sebagai indikasi Kesehatan karang, yakni ikan indikator, target dan mayor.

Nilai parameter fisika dan kimia di analisis secara deskriptif. Komposisi jenis ikan karang diolah menggunakan *Microsoft Excel* 2019. Nilai indeks keanekaragaman, Keseragaman, Dominansi dan Kelimpahan dibandingkan antara stasiun menggunakan uji-t (*Independent samples test*) dengan *IBM SPSS Statistics* 23, dimana dilakukan pengujian syarat/asumsi melalui uji normalitas dengan hasil normal ( $p > 0.05$ ), dilanjutkan dengan uji *independent sample t-test* dengan *output* uji homogenitas dimana hasil uji Levene menunjukkan data homogen.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Indeks Keanekaragaman Ikan Karang**

Hasil perhitungan indeks keanekaragaman ikan pada lokasi transplantasi karang dan nontransplantasi karang pada Tabel 1. Nilai indeks keanekaragaman ikan karang pada lokasi transplantasi karang lebih dominan dengan kategori tinggi pada monitoring I (3.624), monitoring II (3.643) dan monitoring III (3.686), sedangkan nilai indeks keanekaragaman pada lokasi nontransplantasi karang dengan kategori sedang monitoring I (2.339), monitoring II (1.799) dan monitoring III (2.471). Variasi karakteristik fisik dan kondisi habitat terumbu karang yang berbeda menjadikan adanya perbedaan tingkat keanekaragaman ikan karang dalam suatu perairan (Seraphim dkk., 2019). Meskipun beberapa metode restorasi diharapkan dapat mendongkrak komunitas ikan, penelitian Johnson dkk. (2024) menunjukkan bahwa penambahan struktur restorasi pada wilayah terumbu karang yang terisolasi dan telah terlindungi dengan baik tidak secara signifikan mengubah atau meningkatkan kekayaan spesies (*species richness*), kelimpahan, maupun biomassa populasi ikan di sekitarnya dalam jangka pendek (85 hari).

**Tabel 1.** Nilai Indeks Keanekaragaman Ikan Karang

Monitoring	Lokasi	Nilai Indeks Keanekaragaman (H')	Kategori	Jumlah Individu
I (Agustus)	Transplantasi	3.624	Tinggi	38
I (Agustus)	Nontransplantasi	3.624	Tinggi	38
II (Oktober)	Transplantasi	3.643	Tinggi	40
II (Oktober)	Nontransplantasi	3.643	Tinggi	40
III (Desember)	Transplantasi	3.686	Tinggi	41
III (Desember)	Nontransplantasi	3.686	Tinggi	41

Keanekaragaman yang tinggi menggambarkan adanya distribusi jumlah individu yang merata pada berbagai jenis ikan karang, sehingga interaksi antar spesies dalam komunitas berjalan lebih baik. Ferreira dkk. (2025) menyatakan bahwa, struktur tiga dimensi terumbu dan variasi morfologi karang secara signifikan memengaruhi distribusi dan fungsi komunitas ikan, di mana kompleksitas habitat menyediakan lebih banyak relung ekologis bagi ikan.

Richardson dkk. (2017) menyatakan bahwa kompleksitas struktur karang merupakan faktor utama yang memengaruhi kekayaan jenis dan penyebaran fungsional ikan karang pada berbagai tipe habitat. Brown dkk. (2021) menyatakan bahwa komunitas ikan yang hidup di terumbu karang dengan struktur yang lebih kompleks cenderung memiliki keanekaragaman yang lebih tinggi dibandingkan wilayah dengan kondisi karang yang mengalami terdegradasi.

### Analisis Indeks Keceragaman Ikan Karang

Hasil perhitungan indeks keceragaman ikan pada lokasi transplantasi karang dan lokasi nontransplantasi karang pada tabel 2. Berdasarkan hasil pengamatan nilai indeks keceragaman terlihat pada lokasi transplantasi karang lebih tinggi dibandingkan pada lokasi nontransplantasi karang, pada lokasi transplantasi karang pada monitoring I (0.996), monitoring II (0.988) dan monitoring III (0.993), sedangkan pada lokasi nontransplantasi karang monitoring I (0.727), monitoring II (0.623), dan monitoring III (0.839). Perbedaan nilai ini menunjukkan bahwa pada kawasan transplantasi penyebaran individu antar spesies ikan lebih merata.

**Tabel 2.** Nilai Indeks Keceragaman Ikan Karang

Monitoring	Lokasi	Nilai Indeks Keceragaman (E)	Kategori	Jumlah Individu
I (Agustus)	Transplantasi	0.996	Stabil	38
I (Agustus)	Nontransplantasi	0.727	Labil	25
II (Oktober)	Transplantasi	0.988	Stabil	40
II (Oktober)	Nontransplantasi	0.623	Labil	18
III (Desember)	Transplantasi	0.993	Stabil	41
III (Desember)	Nontransplantasi	0.839	Stabil	19

Menurut Paulangan dan Wally (2023) yang menyatakan bahwa nilai keceragaman yang tinggi pada komunitas ikan karang menandakan kestabilan ekosistem dan kondisi habitat yang baik. Selain itu, Munasik dkk. (2020) menyatakan bahwa keberhasilan transplantasi terumbu karang dapat meningkatkan keceragaman komunitas ikan karena peningkatan kompleksitas struktur karang yang mendukung distribusi spesies lebih merata.

Adibrata dkk. (2024) menyatakan bahwa habitat terumbu dengan struktur kompleks dan komunitas karang yang berkembang memiliki nilai kekayaan spesies (species richness), kelimpahan, biomassa, dan keragaman fungsional ikan yang lebih tinggi dibandingkan lokasi dengan struktur karang sederhana (Martinez dkk., 2025). Hal ini menegaskan bahwa kompleksitas struktur terumbu memainkan peran penting dalam mendukung keanekaragaman dan kelimpahan ikan.

### Analisis Indeks Dominansi Ikan Karang

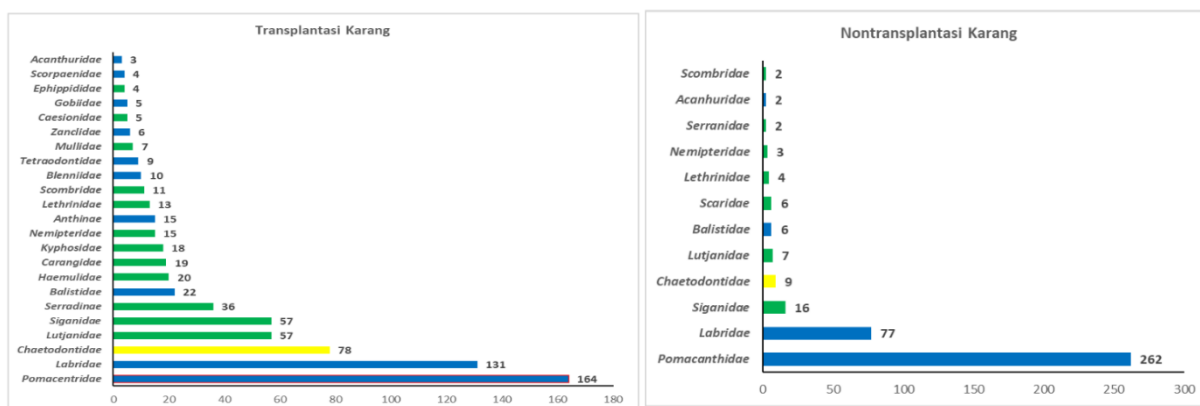
Hasil perhitungan indeks dominansi pada lokasi transplantasi karang dan nontransplantasi karang tertera pada Tabel 3. Pada lokasi transplantasi karang terlihat lebih rendah dibandingkan pada lokasi nontransplantasi. Dimana pada lokasi transplantasi karang nilai indeks dominansi pada monitoring I (0.027), monitoring II (0.027) dan monitoring III (0.026). Untuk lokasi nontransplantasi memiliki nilai indeks dominansi mencapai monitoring I (0.160), monitoring II (0.238) dan monitoring III (0.217).

**Tabel 3.** Nilai Indeks Dominansi Ikan Karang

Monitoring	Lokasi	Nilai Indeks Dominansi (C)	Kategori	Jumlah Individu
I (Agustus)	Transplantasi	0.027	Rendah	38
I (Agustus)	Nontransplantasi	0.160	Rendah	25
II (Oktober)	Transplantasi	0.027	Rendah	40
II (Oktober)	Nontransplantasi	0.238	Rendah	18
III (Desember)	Transplantasi	0.026	Rendah	41
III (Desember)	Nontransplantasi	0.217	Rendah	19

Perbedaan nilai ini menunjukkan pada kawasan transplantasi tidak ada satu spesies ikan yang mendominasi secara berlebihan. Dominansi yang rendah mencerminkan distribusi individu yang lebih merata di antara spesies yang ada sehingga struktur komunitas ikan lebih seimbang. Disisi lain tidak adanya yang mendominasi di lokasi transplantasi karang disebabkan karena karakteristik ikan karang aktif mobilitas ikan karang yang tinggi ke lokasi yang sesuai dengan kehidupannya, hal ini yang menjadikan pada lokasi transplantasi karang terdapat beberapa jenis spesies ikan karang.

Hal ini sesuai yang disampaikan Pasaribu dan Ismail dkk. (2024) bahwa apabila lingkungan ikan karang sesuai dengan kebutuhannya maka ikan karang akan berdatangan, selain itu juga karakteristik ikan karang umumnya memiliki kesukaan lebih dari satu habitat. Sebaliknya, nilai dominansi yang relatif lebih tinggi pada area nontransplantasi menunjukkan adanya pengaruh beberapa spesies yang lebih dominan, yang mengindikasikan ketidakseimbangan ekosistem dan kemungkinan tekanan kompetitif yang lebih tinggi pada spesies lain.



**Gambar 3.** Jumlah famili ikan karang pada lokasi transplantasi dan non transplantasi Keterangan: Ikan mayor (biru), indikator (kuning) dan target (hijau)

Berdasarkan hasil pengamatan selama penelitian (Gambar 3) ikan karang yang paling banyak di temukan pada lokasi transplantasi karang yaitu ikan dari famili Pomacentridae (Mayor). Famili pomacentridae pada umumnya merupakan ikan karang yang besar hubungannya dengan habitat mencari makan pada ekosistem terumbu karang. Keberadaan ikan pomacentridae juga memiliki sifat yang teritorial, dimana mudah ditemukan pada daerah pasang surut (3 m) bahkan sampai kedalaman 10 meter (Yudha dkk. 2025).

**Analisis Indeks Kelimpahan Ikan Karang**

Hasil perhitungan indeks kelimpahan ikan pada lokasi transplantasi karang dan nontransplantasi karang tertera pada Tabel 4. Dari hasil pengamatan kelimpahan ikan karang pada lokasi transplantasi karang terlihat tinggi dimana pada monitoring I (3.300), monitoring II (4.740) dan lokasi monitoring III (5.980), sedangkan nilai kelimpahan pada lokasi nontransplantasi karang pada monitoring I (2.300), monitoring II (2.520) dan monitoring III (3.100).

**Tabel 4.** Nilai Indeks Kelimpahan Ikan Karang

Monitoring	Lokasi	Nilai Indeks Kelimpahan	Kategori	Jumlah Individu
I (Agustus)	Transplantasi	3.300	Sedang	163
I (Agustus)	Nontransplantasi	2.300	Sedang	115
II (Oktober)	Transplantasi	4.740	Sedang	237
II (Oktober)	Nontransplantasi	2.520	Sedang	126
III (Desember)	Transplantasi	5.980	Tinggi	299
III (Desember)	Nontransplantasi	3.100	Sedang	155

Perbedaan nilai ini menunjukkan bahwa jumlah individu ikan di kawasan transplantasi lebih banyak dan cenderung meningkat seiring waktu yang menandakan bahwa habitat hasil transplantasi mampu mendukung pertumbuhan dan kelimpahan ikan. Terjadinya kelimpahan pada lokasi transplantasi karang disebabkan pada umumnya ikan karang banyak melakukan pertumbuhan dan mencari makan di ekosistem terumbu karang, selain itu juga berdasarkan hasil transplantasi karang di lokasi penelitian (transplantasi karang) fragmen karang terlihat tumbuh dengan baik dengan beberapa jenis karang diantaranya (Acropora loripes melipora, Acropora nana dan Pocillopora damicornis). Temuan ini sejalan dengan penelitian Krimou dkk. (2024) terkait restorasi atau transplantasi karang mampu meningkatkan kelimpahan dan keberlanjutan komunitas ikan.

Menurut Paulangan dkk. (2023) bahwa alga yang terdapat di anakan karang menjadikan sumber makanan yang disukai oleh spesies-spesies pomacentridae, scaridae, acanthuridae sehingga diduga tingkat tutupan alga pada media transplantasi dan substrat karang berpengaruh terhadap kehadiran spesies target. Selain itu menurut (Rachmat dkk. 2018) bahwa ikan scaridae memilik peran yang krusial dalam ekosistem terumbu karang dimana sebagai pengontrol pertumbuhan alga pada terumbu karang, serta akan mengalami peningkatan seiring dengan terjadinya peningkatan tutupan karang hidup.

### Komposisi Jumlah dan Famili Ikan Karang

Jumlah individu jenis ikan karang yang mendominasi pada lokasi transplantasi karang dan nontransplantasi karang tertera pada Tabel 5. Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa lokasi transplantasi karang memiliki jumlah spesies ikan dengan kriteria mayor yang lebih mendominasi seperti (Pomacentridae, Acanthuridae, Labridae) terdapat 23 famili berbeda pada lokasi non transplantasi 14 famili, sedangkan ikan target di dominansi (Acanthuridae, Siganidae, Scaridae) dengan jumlah famili 16 dan nontransplantasi terdapat hanya 9 famili, untuk indikator famili (Chaetodontidae) pada lokasi transplantasi karang terdapat 6 famili dan lokasi nontransplantasi karang 2 famili.

**Tabel 5.** Komposisi jumlah dan famili Berdasarkan Kriteria

Lokasi Transplantasi Karang					
Monitoring <sup>1</sup> (Agustus)	Kriteria	Monitoring <sup>2</sup> (Oktober)	Kriteria	Monitoring <sup>3</sup> (Desember)	Kriteria
23	Mayor	19	Mayor	19	Mayor
11	Target	16	Target	16	Target
4	Indikator	5	Indikator	6	Indikator
<b>38</b>		<b>40</b>		<b>41</b>	
Lokasi Nontransplantasi					
Monitoring <sup>1</sup> (Agustus)	Kriteria	Monitoring <sup>2</sup> (Oktober)	Kriteria	Monitoring <sup>3</sup> (Desember)	Kriteria
14	Mayor	10	Mayor	12	Mayor
9	Target	6	Target	6	Target
2	Indikator	2	Indikator	2	Indikator
<b>25</b>		<b>18</b>		<b>19</b>	

Peningkatan jumlah spesies mayor (Pomacentridae, Acanthuridae, Labridae) di lokasi transplantasi karang menunjukkan bahwa struktur karang hasil transplantasi karang menyediakan habitat yang lebih kompleks dan kaya sumber daya sehingga spesies dominan dapat berkembang dan berperan aktif dalam fungsi ekosistem, selain itu juga tingginya dikarenakan pada lokasi pengamatan banyak ditemukan sumber makanan. Menurut Marista dkk. (2023) bahwa terumbu karang memiliki peran yang besar terhadap ikan karang, dimana ikan karang memanfaatkan terumbu karang sebagai tempat untuk berkembang biak dan habitat trofik.

Komposisi jenis ikan karang mayor merupakan ikan karang yang memiliki ketergantungan terhadap kondisi ekosistem terumbu karang yang subur dan lebih aktif pada substrat yang memiliki pecahan karang (rubble). Menurut Wijaya dkk. (2022); Yudha dkk. (2025) bahwa, jenis ikan karang kelompok mayor lebih banyak hidup pada terumbu karang yang subur dan ikan karang jenis mayor lebih banyak di jumpai pada patahan karang sehingga ikan karang akan lebih memilih untuk mencari lokasi untuk berkembang biak. Di sisi lain, terjadinya peningkatan ikan karang dipengaruhi struktur media spider web yang dirancang dalam menopang fragmen karang agar stabil, dapat meningkatkan sirkulasi air, serta meminimalkan penimbunan sedimen pada anakan karang.

### Uji Independent Sample t-test

Data indeks keanekaragaman, keseragaman, dominansi, dan indeks kelimpahan berdasarkan uji independent sample t-test tertera pada Tabel 6. Hasil pengujian independent sample t-test (uji t) menunjukkan bahwa nilai signifikansi berada di bawah

nilai signifikansi lebih kecil dari  $\alpha = 0,05$  baik pada asumsi equal variances assumed maupun equal variances not assumed (Welch). Kondisi ini mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan antara keanekaragaman, keseragaman, dominansi, dan kelimpahan ikan karang pada lokasi transplantasi karang dan nontransplantasi karang. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Hein dkk. (2018) adanya perbedaan signifikan dalam struktur komunitas ikan karang antara lokasi terumbu karang yang telah di transplantasi karang dan lokasi yang belum dilakukan transplantasi karang.

Secara ekologis, karang hasil transplantasi berfungsi sebagai habitat baru yang menyediakan ruang berlindung, tempat mencari makan, serta area pemijahan bagi berbagai jenis ikan karang. Hal ini sejalan yang disampaikan Yudha dkk. (2025) bahwa struktur dan kondisi terumbu karang memiliki peran yang penting dalam membentuk komunitas ikan karang, dimana dengan terjadinya peningkatan keanekaragaman karang umumnya akan diiringi dengan meningkatnya keanekaragaman ikan karang.

**Tabel 6.** Hasil Uji Independent Sample t-test data Transplantasi karang dan Nontransplantasi Karang

Independent Samples Test		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	T	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper	
Indeks Keanekaragaman	Equal variances assumed	2,219	,000	6,791	2	,029	1,56450	,27017	,40206	2,72694
	Equal variances not assumed			6,791	1,002	,108	1,56450	,27017	-1,84833	4,97733
Indeks Keseragaman	Equal variances assumed	1,711	,023	4,478	2	,026	,31700	,05215	,09260	,54140
	Equal variances not assumed			4,478	1,012	,102	,31700	,05215	-,32764	,96164
Indeks Dominansi	Equal variances assumed	3,371	,020	4,451	2	,048	1,17200	,03900	,33980	-,00420
	Equal variances not assumed			4,441	1,000	,142	1,17200	,03900	-,66754	,32354
Indeks kelimpahan	Equal variances assumed	2,529	,000	5,510	2	,158	1,61000	,72835	1,52386	4,74386
	Equal variances not assumed			5,510	1,047	,262	1,61000	,72835	-6,72447	9,94447
<b>Uji</b>		<b>t hitung</b>	<b>t tabel</b>	<b>Sig. (2-tailed)</b>	<b>p-value</b>	<b>Mean Difference</b>	<b>Std</b>			
<i>Equal variances assumed</i>		2,187	2,074	0,04	0,040	1,84117	0,84184			
<i>Equal variances not assumed (Welch)</i>		2,187	2,16	0,047	0,040	1,84117	0,84184			

Berdasarkan hal tersebut, transplantasi karang dapat dipandang sebagai salah satu strategi rehabilitasi terumbu karang yang efektif dalam mendukung peningkatan keanekaragaman dan kelimpahan ikan, serta menjaga keseimbangan dan keberlanjutan ekosistem pesisir. Sejalan dengan temuan Martinez dkk. (2025) bahwa habitat terumbu karang dengan tingkat kompleksitas struktur yang lebih tinggi memiliki kemampuan yang lebih besar dalam mendukung kekayaan spesies, kelimpahan individu, serta keragaman fungsional ikan karang dibandingkan habitat dengan struktur fisik yang sederhana.

Kondisi ini berkontribusi terhadap terbentuknya komunitas ikan karang yang lebih stabil dan seimbang yang tercermin pada nilai keanekaragaman dan keseragaman yang lebih tinggi serta tingkat dominansi spesies tertentu yang lebih rendah pada habitat yang memiliki struktur karang lebih kompleks. Ayu dkk. (2025) menyatakan bahwa bentuk pertumbuhan dan kompleksitas karang berpengaruh terhadap kelimpahan dan keragaman ikan karang, dengan ruang persembunyian yang lebih banyak memungkinkan interaksi ekologis yang lebih kompleks dan mendukung keberagaman ikan.

### Parameter Fisika dan Kimia Perairan

Kualitas air merupakan salah faktor pendukung dalam penunjang kehidupan organisme yang ada di perairan. Berdasarkan hasil secara umum kualitas fisika dan kimia perairan dilokasi penelitian baik transplantasi karang maupun nontransplantasi karang masih berada dalam kisaran baku mutu yang baik.

**Tabel 7.** Hasil Kualitas Air Pada Lokasi Transplantasi dan Lokasi Nontransplantasi

Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pengukuran	
			Lokasi Transplantasi Karang	Lokasi Non Transplantasi Karang
Suhu	(°C)	<b>28-30*</b>	29.2-30.1	28.5-30.2
Salinitas	ppt	<b>33-34*</b>	32-34	32-34
pH	-	<b>7-8,5*</b>	7.5-7.87	7.2-7.57
DO	mg/L	<b>&gt;5*</b>	5.7-6.1	4.96-5.8
Kecepatan Arus	m/s	<b>0.15-0.40**</b>	0.24-0.35	0.28-0.29
Kedalaman	meter	<b>&gt;5*</b>	7.1-8.3	7.4-8.3
Kecerahan	%	<b>80-100**</b>	100	100

Sumber: \* PP No. 22 Tahun 2021; \*\*Nayyiroh dkk, 2022

Berdasarkan pengamatan kualitas air di lokasi transplantasi dan nontransplantasi dapat dikatakan baik, disebabkan semua parameter yang diperoleh masih berada dalam standar baku mutu. Kualitas air yang baik di kedua lokasi ini disebabkan salah satunya oleh pola arus yang menguntungkan. Hal ini sejalan yang yang dikemukakan Zurba dkk. 2019; Andika dkk. (2024) bahwa kecepatan arus memiliki kaitan yang erat dengan ekosistem perairan, karena arus tersebut mengangkut oksigen yang diperlukan oleh organisme ikan karang dan terumbu karang, selain itu kekuatan arus juga memengaruhi jumlah makanan yang terbawa yang pada gilirannya berdampak pada laju pertumbuhan hewan yang berkaitan dengan terumbu karang dan menjaga stabilitas spasial komposisi komunitas ikan karang.

Khususnya pada lokasi penelitian proses fotosintesis sudah tepat dengan kedalaman lokasi transplantasi karang. Lokasi transplantasi karang memiliki kedalaman mencapai 8 meter dengan kecerahan yang terjadi mencapai 100%. Kecerahan perairan yang baik dapat membantu mempercepat proses terjadinya fotosintesis. Hal ini sesuai yang disampaikan (Wahab dan Koroy, 2021) bahwa beberapa parameter perairan seperti kecerahan air memiliki pengaruh besar terhadap pertumbuhan karang dan ikan karang serta biota laut lainnya, dimana yang dimaksud kurangnya pantulan sinar matahari yang menembus kolom perairan dapat menghambat proses fotosintesis.

Oksigen terlarut (DO) merupakan salah satu faktor pembatas dalam keberlanjutan semua makhluk hidup yang ada di perairan, dimana kurangnya oksigen terlarut dalam perairan dapat mengganggu keberadaan kehidupan ikan karang. Hal ini sejalan dengan yang disampaikan Armanto dkk. (2022) bahwa, kadar oksigen terlarut yang rendah dalam perairan dapat menghambat pertumbuhan biota bahkan menyebabkan kematian pada organisme tersebut. Pada lokasi transplantasi karang kadar oksigen terlarut tercatat mencapai 5.7-6.1 mg/L sementara di lokasi nontransplantasi karang kadar oksigen terlarut mencapai 4.96-5.8 mg/L.

Salinitas adalah faktor lingkungan yang sangat penting dalam menentukan keberhasilan hidup biota laut termasuk ikan karang. Kondisi salinitas yang stabil sangat mendukung berbagai aspek kehidupan ikan karang mulai dari reproduksi, pertumbuhan, hingga kelangsungan habitat ikan karang di ekosistem terumbu karang. Menurut Saraswati (2017) salinitas berperan penting dalam mendukung keberhasilan sumber kehidupan bagi biota laut termasuk ikan karang. Rachmad dkk. (2018) menyatakan bahwa salinitas dengan nilai 30-32 ppt ideal untuk kehidupan ikan karang dan terumbu karang.

## SIMPULAN

Transplantasi karang menggunakan *Spider Web* mampu menciptakan habitat terumbu karang yang lebih kompleks dan menyediakan ruang ekologis yang lebih baik bagi berbagai spesies ikan karang. Distribusi peran spesies yang lebih merata mencerminkan komunitas ikan karang yang lebih stabil dan seimbang. Komunitas ikan karang pada lokasi transplantasi didominasi oleh ikan kelompok mayor terutama famili Pomacentridae, namun juga didukung oleh kehadiran ikan target dan ikan indikator yang mencerminkan kesehatan terumbu karang di lokasi transplantasi jauh lebih optimal daripada lokasi nontransplantasi. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa transplantasi karang efektif dalam meningkatkan struktur komunitas dan kestabilan ekosistem ikan karang di lokasi penelitian. Secara statistik, terdapat perbedaan yang signifikan antara lokasi transplantasi dan non-transplantasi ( $t = 2.187$ ;  $p = 0.047$ ), yang menunjukkan bahwa transplantasi karang efektif dalam meningkatkan kualitas habitat dan mendukung kestabilan komunitas ikan karang.

## REFERENSI

Adibrata, S., Angin, R, P., Dedi., Komarullah, U., Akbar, A, H., Utomo, D., Wibawa, Y, F, T. (2024). Struktur Komunitas Ikan Karang Pada Terumbu Buatan Di Kawasan Pertambangan Laut, Bangka Belitung. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 30 (2), 75-85. <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.30.2.2024.%25p>

- Akla, C, M, N., Erlangga., Sembiring, R, T, L., Erniati., Imanullah. (2022). Hubungan Tutupan Karang Terhadap Kelimpahan Ikan Karang Menggunakan Metode LIT (*Line Intercept Transect*) di Keude Bungkaih, Aceh Utara. *Jurnal Kelautan Nasional*, 17(3), 199-208. <http://dx.doi.org/10.15578/jkn.v17i3.10985>
- Andika, W, W., Zibar, Z., Raynaldo, A. (2024). Kondisi Tutupan Terumbu Karang di Pulau Pelapis Kecamatan Kepulauan Karimata, Kabupaten Kayong Utara. *Jurnal Laut Khatulistiwa*. 7(1), 66-73. <https://dx.doi.org/10.26418/lkuntan.v7i1.74676>
- Apriza, S., Adi, W., Utami, E. (2016). Keanekaragaman Ikan Karang di Perairan Rebo Sungailiat, Bangka. *Jurnal Sumberdaya Perairan*, 10(1), 36-41. <https://journal.ubb.ac.id/index.php/akuatik/article/view/332>
- Armanto, Nurrahman, Y, A., Helena, S. (2022). Kelimpahan dan Keanekaragaman Ikan Karang di Perairan Selatan Pulau Kabung Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Kahatulistiwa*, 5(2), 62-70 <https://doi.org/10.26418/lkuntan.v5i2.54096>
- Ayu, T, L., Munasik., Trianto, A., Maestro Munru. (2025). Perbandingan Kondisi Terumbu Karang dan Hubungannya dengan Ikan Karang di Perairan Karimunjawa dan Bali. *Jurnal Kelautan Tropis*, 28 (2) 355-366. <https://doi.org/10.14710/jkt.v28i2.22473>
- Brown, D, A, A., Beer, A, J., Colin, L., Hastuti., Head, C, E,I. (2020). Highly Diverse Mesophotic Reef Fish Communities in Raja Ampat, West Papua. *Coral Reefs*, 40 (1): 111-130. <https://doi.org/10.1007/s00338-020-02020-7>
- Coloay, C, G., Schadow, J, N., Kusen, J, D., Roeroe, K, A., Manembu, I., Rondonuwu, A, B. (2022). Kelimpahan dan Keanekaragaman Ikan Karang di Daerah Terumbu Karang Pulau Lihaga Likupang Minahasa Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 10(1), 16-23. <https://doi.org/10.35800/jplt.10.1.2022.54945>
- English, S., C. Wilkinson, C. and Baker, V. (1997). *Survey Manual for Tropical Marine Resources, 2nd edn*. Australia Institute of Marine Science, Townsville (AU)
- Ferreira, S. B., Burns, J. H. R., Fukunaga, A., Tuttle Raz, L. J., McKenna, S. A., Annandale, K., & Monello, R. J. (2025). 3D Habitat Complexity and Coral Morphology Modulate Reef Fish Functional Structure in a Marine National Park. *Ecology and Evolution*. 15 (9), 1-16 <https://doi.org/10.1002/ece3.71992>
- Firihu, M. Z., Variyani, V. I., Sudarsono, Nurjannah, I., dan Takwir, A. (2022). Rehabilitasi Ekosistem Terumbu Karang Menggunakan Metode Rangka Spider-Web. *Jurnal Pengabdian Meambo*, 1(1), 47-55. <https://Doi.Org/10.56742/Jpm.V1i1.15>
- Hein, M, Y, S. (2018). Characterising the effectiveness of coral restoration to build reef resilience: a socio-ecological perspective. *Dissertation. ResearchOnline@JCU*. Jamescook University. <https://doi.org/10.25903/5d51f7d25338e>
- Johnson, J. V., Bruno, J. F., Le Gall, L., Doherty, M. L., Chequer, A., & Gringley, G. G. (2024). Creation of Complex Reef Structures Through Coral Restoration Does Not Affect Associated Fish Populations on a Remote, Well-Protected, Caribbean reef. *PeerJ*. 1-16. <http://doi.org/10.7717/peerj.17855>
- Krimou, S., Xavier Raick, Ethel Mery, Jeremy Carlot, Camille Carpentier. (2024). Restoring the reef: Coral restoration yields rapid impacts on certain fish assemblages. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 302. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2024.108734>
- Kurniawan, D., Putra, R, D., Susiana, Jumsurizal., Febrianto, T., Putri, D, Septiani, Hasnarika., Ramlan, M. (2021). Transplantasi Karang Sebagai Upaya Konservasi Terumbu Karang di Kampung Baru, Logoi, Bintan. *Journal Of Maritime Empowerment*, 3 (2), 26-32. <https://doi.org/10.31629/jme.v3i2.3500>

- Malino, P, F., Annawaty. (2020). Kelimpahan Bintang Laut Mahkota Duri (*Acanthaster planci*. L) di Teluk Tomini, Sulawesi Tengah. *Biocelebes*, 14(2), Doi: 10.22487/bioceb.v14i2.15269
- Marista, E., Zibar, Z., Raynaldo, A., Shofiyah, S. S., Saputra, R., Alimuddin, A., Linda, R. (2023). Keanekaragaman Karang dan Jenis Ikan Karang di Perairan Belitung Barat, Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 6(1), 30-39. <https://doi.org/10.26418/lkuntan.v6i1.60137>
- Martínez, J, U., Galván-Villa, C.M., Peña-Joya, K.E. et al. (2025). Fish functional diversity and its relationship to coral reef development in the Mexican tropical Pacific. *Discov. Ecol.* 1(8), 1-16. <https://doi.org/10.1007/s44396-025-00009-6>
- Munasik, A.A. Nugroho, R. Hartati, A. Sabdono. (2020). Struktur Komunitas Ikan Karang dan Tutupan Karang pada Terumbu Buatan Artificial Patch Reef (APR). *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(3), 333-340. <https://doi.org/10.14710/jkt.v23i3.9171>
- Nabilla dan Anggriyani, F, C, W. (2024). Kerusakan Lingkungan Akibat Aktivitas Manusia Pada Ekosistem Terumbu Karang. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*. 2(2), 169-172. <https://doi.org/10.65311/j.khidmat.v2i2.894>
- Nayyiroh, D, Z., dan Muhsoni, F, F. (2022). Evaluasi Kondisi Terumbu Karang di Pulau Gili Labak Kabupaten Sumenep. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 3(4), 125-133. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v3i4.17511>
- Pasaribu, R, P dan Ismail, R, M. (2024). Analisis Kondisi Terumbu Karang Sebagai Habitat Ikan di Pulau Pramuka-Pulau Seribu, Indonesia. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 30(3), 120-129. <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.30.3.2024.%25p>
- Paulangan, Y. P., dan Wally, A. R. (2023). Kelimpahan Dan Keanekaragaman Ikan Karang Pada Lokasi Transplantasi Karang Di Pantai Harlem Teluk Depapre Kabupaten Jayapura. *ACROPORA: Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Papua*, 6(2), 33-43. <https://doi.org/10.31957/acr.v6i2.3406>
- Peraturan Pemerintah Nomor: 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/161852/pp-no-22-tahun-2021>
- Rachmad, B., R. Suharti, D.A. Irayana, D. Zulkifli. (2018). Distribusi Spasial Ikan Famili Scaridae di Perairan Taman Nasional Bunaken. Sulawesi Utara. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan*, 1(2), 69-76 <https://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jkpt>
- Rani, C., Haris, A., Yasir, I., Faizal, A. (2019). Sebaran dan Kelimpahan Ikan Karang di Perairan Pulau Liukangloe, Kabupaten Bulukumba. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(3), 527-540. <http://doi.org/10.29244/jitkt.v11i3.20557>
- Richardson, L.E., Graham, N.A.J., Pratchett, M.S. et al. (2017). Structural complexity mediates functional structure of reef fish assemblages among coral habitats. *Environ Biol Fish* 100, 193-207. <https://doi.org/10.1007/s10641-016-0571-0>
- Rondonuwu, A. B., Lauwrence., Lumingas, J. L., Nego., Bataragoa, E. (2017). Ikan karang famili chaetodontidae di wilayah terumbu karang Kecamatan Salawati Utara Dan Batanta Selatan, Kabupaten Raja Ampat Provinsi Papua Barat. *Jurnal Ilmiah Platax*, 5 (1) 97-104 <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/plataxhttp://pasca.unsrat.ac.id/s2/ipa/>
- Ruli, F., Alik, R., Polnaya, D., Nurjirana., Sufardin., Afrisal, M. (2020). Kelimpahan *Acanthaster planci* dan Tutupan Karang Hidup di Peraira Pulau Saparua, Provinsi

- Maluku. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 26(2), 125-133. <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.26.2.2020.125-133>
- Saraswati, N. L. G. R. A., Arthana, I. W., dan Hendrawan, I. G. (2017). Analisis kualitas perairan pada wilayah perairan Pulau Serangan bagian utara berdasarkan baku mutu air laut. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 3(2) 163-170. <http://dx.doi.org/10.24843/jmas.2017.v3.i02.163-170>
- Seraphim, M.J., K.A. Sloman, M.E. Alexander. (2020). Interactions between coral restoration and fish assemblages: implications for reef management. *Journal of Fish Biology*, 97: 633–655. <https://doi.org/10.1111/jfb.14440>
- Sulistiawati, D., Rizal, A., Putra, A, E., Mansyur, K. (2024). Pemulihan Ekosistem Terumbu Karang di Kabupaten Tojo Una-una Provinsi Sulawesi Tengah. *Laporan Akhir*. Universitas Tadulako, Palu
- Wahab, I., dan Koroy, K. (2021). Pengaruh Parameter Fisikimia Terhadap Tutupan Karang Di Perairan Daruba, Morotai. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 27 (2), 85–93. <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.27.2.2021.85-93>
- Wijaya, O., Eryati, R., Suyatna, I. (2022). Studi Keanekaragaman Ikan Indikator, Mayor, Target Pada Ekosistem Terumbu Karang di Perairan Pulau Miang Kutai Timur. *Tropic Aquatic Sciences*, 1(1), 83-88. <https://doi.org/10.30872/tas.v1i1.477>
- Winata, D, A., Nasution, S., Thamrin. (2022). Kelimpahan Ikan Karang Famili *Chaetodontidae* dan Kondisi Terumbu Karang di Perairan Pulau Talam, Tapanuli Tengah. *Jurnal Zona*, 6(2) 78-88. <https://doi.org/10.52364/zona.v6i2.63>
- Yudha, F, K., Sachio, N., Hidayati, T., Fuadi, I, N., Assyifa, S, F., Rabiyanti, I., Afif, M, I. (2025). Pengaruh Variasi Kedalaman Terhadap Struktur Komunitas Ikan Terumbu Karang di Kepulauan Seribu, Jakarta. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 8(3), 199-207. <https://doi.org/10.26418/lkuntan.v8i3.98019>.
- Zurba, N. (2019). *Pengenalan Terumbu Karang Sebagai Pondasi Utama Laut Kita*. Lhokseumawe: Unimal Press.