

Struktur Komunitas Ikan Karang Pada Area Transplantasi Terumbu Karang Bagian Selatan Pulau Pangerungan Besar

Nada Fikna Salsabila

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga Surabaya

*Koresponden email: fiknasalsabila@gmail.com

Diterima: 21 September 2024

Disetujui: 30 September 2024

Abstract

Pangerungan Besar Island is one of the islands in the waters of the Java Sea. Kangean Energy Indonesia Ltd. (KEI) is one of the contractors of SKK MIGAS, carrying out oil and gas exploration and production activities on Pangerungan Besar Island. Based on the results of coral reef monitoring in 2010-2013, the condition of coral reefs in several locations around Pangerungan Besar Island indicated that the percentage of coral reef cover had decreased. The composition of coral fish species found at transplant sites in the southern area consists of 75% large fish, 23% target fish and 14% indicator fish. The number of individual coral fish found reached 1,248 individuals. The most abundant major fish species were from the family Pomacentridae with 670 individuals, the target fish species were from the family Caesionidae with 266 individuals and the indicator fish were from the family Chaetodontidae with 18 individuals. The diversity value (H') in the medium category is 2.00 - 2.31. This indicates the stability of the ecosystem formed at this site. The uniformity value (E) ranges from 0.55 - 0.65, this value indicates a high uniformity of coral fish species. The dominance value (C) ranges from 0.19 - 0.29, this value indicates that there are no individuals or species of coral fish that dominate at this site.

Keywords: *biodiversity, coral reefs, coral reef transplantation, destructive fishing, pangerungan besar island, kangean energy indonesia*

Abstrak

Pulau Pangerungan Besar adalah salah satu pulau yang berada di perairan Laut Jawa. Kangean Energy Indonesia Ltd. (KEI) merupakan salah satu kontraktor kontrak kerja sama SKK MIGAS yang melakukan kegiatan eksplorasi dan produksi minyak dan gas bumi di Pulau Pangerungan Besar. Berdasarkan hasil monitoring terumbu karang pada tahun 2010-2013 ditemukan kondisi terumbu karang pada beberapa lokasi sekitar Pulau Pangerungan Besar terindikasi mengalami penurunan persentase penutupan terumbu karang. Komposisi jenis ikan karang yang dijumpai di lokasi transplantasi di area Selatan terdiri atas 75% ikan major, 23% ikan target, dan 14% ikan indikator. Jumlah individu ikan karang yang ditemukan mencapai 1.248 individu. Jenis ikan major yang paling banyak muncul adalah dari famili *Pomacentridae* sebanyak 670 individu, dari jenis ikan target adalah dari famili *Caesionidae* sebanyak 266 individu, dan dari ikan indikator adalah Famili *Chaetodontidae* sebanyak 18 individu. Nilai keanekaragaman (H') pada kategori sedang yaitu sebesar 2,00 – 2,31. Hal ini menandakan adanya kestabilan ekosistem yang terbentuk pada lokasi tersebut. Nilai keseragaman (E) berkisar antara 0,55 – 0,65, nilai ini mengindikasikan keseragaman jenis ikan karang yang tinggi. Nilai dominansi (C) berkisar antara 0,19 – 0,29, nilai ini menandakan bahwa tidak ada individu atau spesies ikan karang yang mendominasi di lokasi tersebut.

Kata Kunci: *destructive fishing, terumbu karang, transplantasi terumbu karang, keanekaragaman hayati, pulau pangerungan besar, kangean energy indonesia*

1. Pendahuluan

Indonesia sebagai negara kepulauan atau *archipelagic state* yang terdiri atas 16.056 pulau dengan garis pantai Indonesia sepanjang 99.093 km² beserta detail luas daratan sebesar 2,01 juta km² dan luas laut yaitu 5,8 juta km² [1][2]. Salah satu pulau di Indonesia yaitu Pulau Jawa, memiliki pulau kecil yakni Pulau Pangerungan Besar yang memiliki keanekaragaman hayati yang unik pada perkembangan flora dan fauna di Jawa (Koswara, 2020) [3]. Di samping itu, Indonesia terletak di kawasan segitiga karang dunia yang memiliki tingkat keanekaragaman hayati laut tertinggi. Terdapat sekitar 569 spesies dan 83 genera karang berbatu di wilayah ini, yang masing-masing mewakili sekitar 69% dan 76% dari total spesies dan genera karang berbatu di seluruh dunia [4]. Selain itu Amin (2009) menyatakan bahwa sepertiga populasi Indonesia menetap di kawasan pesisir dan bergantung pada perikanan laut dangkal [5]. Pertumbuhan penduduk yang pesat menjadikan wilayah pesisir sebagai pilihan untuk tempat tinggal serta sumber pangan

dan perekonomian. Oleh karena itu, edukasi masyarakat mengenai pentingnya ekosistem terumbu karang sangat diperlukan [6].

Pulau Pangerungan Besar adalah salah satu pulau yang berada di perairan Laut Jawa. Secara administrasi, termasuk dalam wilayah Kabupaten Sumenep, Provinsi Jawa Timur. Kangean Energy Indonesia Ltd. (KEI) merupakan salah satu kontraktor kontrak kerja sama SKK MIGAS yang melakukan kegiatan eksplorasi dan produksi minyak dan gas bumi di Pulau Pangerungan Besar. Perusahaan memiliki salah satu program keanekaragaman hayati yaitu Transplantasi Terumbu Karang di Pulau Pangerungan Besar yang dilakukan sejak Tahun 2015 dengan tujuan untuk mempercepat pengayaan sumberdaya hayati terumbu dan ikan karang di Pulau Pangerungan Besar. Program tersebut diimplementasikan karena terdapat dampak perubahan iklim, seperti kenaikan permukaan air laut, abrasi, peningkatan kadar karbondioksida di atmosfer, serta cuaca ekstrem, dapat mengancam keberlangsungan spesies tertentu [7].

Metode transplantasi terumbu karang di Perairan Pangerungan Besar adalah dengan menanam fragmen pada media yang telah dilubangi dengan perekat khusus. Untuk fragmen dengan bentuk atau ukuran yang tidak bisa ditanam pada lubang maka fragmen tersebut ditempel dengan perekat khusus pada permukaan datar media transplant. Selain itu transplantasi terumbu karang dilakukan dengan metode *line transplant*, yaitu dengan cara menyisipkan bibit karang (*fragmen*) pada pilinan tambang *polyetilene* [8]. Kangean Energy Indonesia, Ltd melakukan metode tersebut dengan cara memberi jarak antara fragmen sekitar 25 cm. Kemudian tali dibentangkan di sepanjang barisan modul dan diikat di atas setiap modul. Berdasarkan latar belakang tersebut, program transplantasi terumbu karang tersebut memiliki banyak dampak positif terhadap munculnya spesies ikan karang yang hidup di sekitar lokasi transplantasi. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur komunitas ikan karang dilokasi transplantasi area Selatan dengan Metode *Fish Stationery Plot Survey* kemudian hasil dari pengamatan tersebut dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif untuk mendapatkan nilai kelimpahan, indeks keanekaragaman, dan indeks dominansi.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Juli 2024 yang berlokasi di area transplantasi terumbu karang wilayah Selatan Pulau Pangerungan Besar, yaitu TP01, TP02, dan TP03 yang ditunjukkan pada titik nomor 7 dengan koordinat 6°58'7" S dan 115°56'09" E. Lokasi penelitian tersaji pada **Gambar 1** serta bentuk media transplantasi tersaji pada **Gambar 2**. Pengamatan ikan karang dilakukan dengan Metode *Fish Stationery Plot Survey* [9]. Penyelam mengidentifikasi jenis dan menghitung jumlah ikan yang berada dalam sebuah ruang imajiner dimana penyelam berada ditengah-tengah ruang tersebut.



Gambar 1. Lokasi Penelitian pada area Transplantasi Terumbu Karang Kangean Energy Indonesia Ltd.



Gambar 2. Media Transplantasi Terumbu Karang Kangean Energy Indonesia Ltd.

Pengamatan ikan karang pada area transplantasi dilakukan melalui analisis jumlah famili, spesies, kelimpahan individu, dan indeks komunitas. Spesies ikan karang dibagi menjadi tiga kategori sebagai berikut [10]:

1. **Ikan Target:** Kelompok ikan yang menjadi sasaran nelayan, termasuk famili seperti Serranidae dan Lutjanidae.
2. **Ikan Indikator:** ikan yang menunjukkan keberadaan terumbu karang, terutama dari famili Chaetodontidae, dihitung secara kuantitatif.
3. **Ikan Major:** Ikan karang yang umum di terumbu, biasanya herbivor, dan memiliki kelimpahan tertinggi.

Analisis terhadap data ikan karang hasil pengamatan dilakukan untuk mengetahui jenis, kelimpahan, indeks keragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi. Analisis data bertujuan untuk mengetahui jenis, kelimpahan, serta indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi. Kelimpahan mengukur jumlah individu dalam kawasan tertentu, yang berdampak pada keanekaragaman ikan karang. Indeks keanekaragaman menggunakan rumus Shannon-Wiener berdasarkan informasi sistem dan logaritma basis dua.

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log P_i$$

Keterangan:

H' : Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

N : Jumlah total individu seluruh jenis

P_i : n_i/N

S : Jumlah jenis

n_i : Jumlah individu jenis ke- i

Indeks keanekaragaman digolongkan dalam kriteria sesuai dengan klasifikasi indeks Shannon – Wiener (Odum, 1971):

Nilai Indeks (H')	Kriteria
< 1	Keanekaragaman rendah, penyebaran jumlah individu tiap jenis rendah, kestabilan komunitas rendah, tekanan ekologi besar
1 – 3	Keanekaragaman sedang, penyebaran jumlah individu tiap jenis sedang, kestabilan komunitas sedang, tekanan ekologi sedang
> 3	Keanekaragaman tinggi, penyebaran jumlah individu tiap jenis tinggi, kestabilan komunitas tinggi, tekanan ekologi rendah

• Indeks Keseragaman

Indeks Keseragaman

Nilai indeks keseragaman digunakan untuk menggambarkan komposisi individu setiap spesies yang terdapat dalam satu komunitas ikan karang. Indeks ini dihitung menggunakan rumus (Odum, 1971):

$$E = \frac{H'}{H_{maks}}$$

Keterangan:

E : Indeks keseragaman

H' : Indeks keanekaragaman

H_{maks} : Logaritma natural dari jumlah jenis yang ditemukan ($H_{maks} = \ln S$)

S : Jumlah jenis yang ditemukan

Indeks keseragaman berkisar antara 0-1. Semakin kecil nilai E , semakin kecil pula keseragaman antar populasi di dalam suatu komunitas, sebagai contoh bila nilai indeks keseragaman kecil maka ada kecenderungan penyebaran jumlah individu pada setiap jenis tidak sama dan ada kecenderungan spesies tertentu yang dominan dan sebaliknya. Untuk menilai kondisi komunitas ikan karang digunakan kisaran indeks keseragaman yang dinyatakan oleh Odum (1971) sebagai berikut:

Nilai Indeks Keseragaman (E)	Kondisi Komunitas
0.00 – 0.40	Tertekan/Rendah
0.4 – 0.6	Labil/Sedang
0.6 – 1.00	Stabil/Tinggi

• Indeks Dominansi

Indeks dominansi digunakan untuk menggambarkan ada tidaknya dominansi suatu jenis dalam satu komunitas. Rumus yang digunakan untuk menghitung indeks ini adalah Indeks dominansi Simpson sebagaimana berikut ini.

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

Keterangan:

- C : Indeks dominansi
- n_i : Jumlah individu jenis ke- i
- N : Jumlah total individu
- S : Jumlah jenis yang ditemukan

Kisaran nilai indeks dominansi adalah 0 - 1, jika nilainya mendekati 0 ($C < 0,50$) berarti hampir tidak ada spesies/genera yang mendominasi dan apabila nilai indeks dominansi mendekati 1 ($C > 0,50$) berarti ada salah satu spesies/genera yang mendominasi populasi (Odum E.P., 1993)

3. Hasil dan Pembahasan

Pada lokasi transplantasi di bagian Selatan Pulau Pangerungan Besar telah terbentuk ekosistem terumbu karang secara alami yang ditunjukkan dengan terjadinya suksesi alami. Hal ini menggambarkan kondisi perairan pulau Pangerungan Besar mendukung pertumbuhan terumbu karang. Suksesi terumbu karang adalah proses perubahan komunitas karang dari waktu ke waktu. Suksesi ini dapat terjadi karena berbagai faktor, seperti perubahan iklim, perubahan kualitas air, dan aktivitas manusia. Suksesi terumbu karang yang baik akan menciptakan habitat yang sesuai bagi perkembangan ikan-ikan karang. Program yang telah berjalan di Kangean Energy Indonesia, Ltd telah berkerjasama dengan kelembagaan daerah desa yaitu Karang Taruna Persada. Hal tersebut telah sesuai dengan penelitian Ginting (2023) [13] yaitu pengelolaan kolaboratif seperti memperkuat kelembagaan di daerah, *sharing* pembiayaan serta kesadaran masyarakat terkait kerusakan ekosistem masyarakat.



Gambar 3. Suksesi alami di bagian Selatan Pulau Pangerungan Besar

Mayoritas bibit karang yang digunakan sebagai fragmen genus *Acropora*, selain itu terdapat genus *Porites* dan *Pocillopora* untuk bentuk pertumbuhan karang. Menurut Harriot & Fisk (1988), tipe karang tersebut memiliki tingkat ketahanan hidup yang tinggi dengan pertumbuhan yang cepat [14]. Pengambilan bibit untuk jenis karang *Acropora* yang berbentuk cabang dan *tabulate* dilakukan dengan memotong sebagian dari cabangnya dengan ukuran panjang ± 10 cm. Fragmen tersebut dipotong dengan menggunakan alat pemotong dan dikumpulkan dalam keranjang penampung untuk selanjutnya diangkut ke lokasi transplantasi.

Fungsi dari keberadaan transplantasi terumbu karang selain sebagai perbaikan ekosistem juga memiliki fungsi sebagai *nursery ground* bagi ikan karang [15]. Analisis struktur komunitas ikan karang pada area transplantasi adalah menghitung jumlah famili, spesies, kelimpahan individu, dan indeks komunitas ikan karang yang hidup dan berlimbung pada area transplantasi. Spesies ikan karang dikelompokkan menjadi 3 kategori, yaitu ikan target, ikan major, dan ikan indikator. Komposisi jenis ikan karang yang dijumpai di lokasi transplantasi di area Selatan terdiri atas 75% ikan major, 23% ikan target, dan 14% ikan indikator. Jumlah individu ikan karang yang ditemukan pada area transplantasi mencapai 1,248 individu. Jenis ikan major yang paling banyak muncul adalah dari Famili *Pomacentridae* sebanyak 670 individu, dari jenis ikan target adalah dari Famili *Caesionidae* sebanyak 266 individu, dan dari jenis

ikan indikator adalah dari Famili *Chaetodontidae* sebanyak 18 individu. Jumlah dan jenis ikan karang di area transplantasi terumbu karang tersaji pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**.

Tabel 1. Jumlah ikan karang yang ditemukan di sekitar lokasi transplantasi terumbu karang area Selatan

Tahap	Kategori Ikan			Total Individu
	Indikator	Major	Target	
TP01	3	180	24	207
TP02	9	404	106	519
TP03	6	320	196	522

Tabel 2. Jenis Famili Ikan Karang di area transplantasi terumbu karang area Selatan

No	Famili	Area Selatan	
		Total Individu	Total Spesies
1	Chaetodontidae	18	8
2	Mullidae	17	4
3	Acanthuridae	111	5
4	Nemipteridae	15	2
5	Scaridae	29	7
6	Labridae	58	13
7	Pomacentridae	670	7
8	Tetraodontidae	1	1
9	Pomacanthidae	7	3
10	Pinguipedidae	4	1
11	Zanclidae	4	1
12	Aulostomidae	1	1
13	Ephippidae	0	0
14	Balistidae	4	2
15	Cirrhitidae	3	2
16	Scombridae	2	1
17	Malacanthidae	2	1
18	Lethrinidae	2	2
19	Scorpaenidae	0	0
20	Lutjanidae	11	4
21	Haemulidae	16	3
22	Caesionidae	266	2
23	Serranidae	5	3
24	Siganidae	2	1
Total		1.248	74

Ikan yang tergolong dalam kategori ikan indikator adalah jenis-jenis ikan yang dianggap memiliki hubungan paling kuat dengan terumbu karang. Umumnya, spesies ikan karang yang termasuk dalam kelompok ini berasal dari famili Chaetodontidae. Kebiasaan hidup mereka yang cenderung soliter memudahkan untuk menghitung individu atau pasangan ikan tersebut satu per satu. Komposisi ikan ini sangat dipengaruhi oleh kondisi terumbu karang sebagai habitatnya. Oleh karena itu, keberagaman dan kelimpahan ikan dari kelompok ini sering digunakan sebagai indikator untuk menilai kesehatan terumbu karang. Di area transplantasi, jenis ikan indikator yang ditemukan berasal dari Famili Chaetodontidae, dengan total 18 individu dan 8 spesies. Famili ini memiliki peran penting dalam ekosistem laut, terutama dalam menjaga keseimbangan populasi tumbuhan dan hewan di lingkungan terumbu karang. Sebagai herbivor dan omnivor, ikan-ikan ini membantu menjaga kebersihan terumbu karang dari alga dan tumbuhan

laut yang berlebihan. Selain itu, Famili Chaetodontidae juga berperan dalam rantai makanan ekosistem laut, menjadi sumber makanan bagi predator seperti hiu dan ikan besar lainnya [16].

Ikan mayor adalah jenis ikan hias kecil, umumnya berukuran antara 5–25 cm, yang memiliki beragam warna. Dari total 904 individu yang ditemukan, jenis terbanyak berasal dari Famili Pomacentridae, yang terdiri dari 670 individu dan 7 spesies, sedangkan Famili Acanthuridae mencakup 111 individu dengan 5 spesies. Famili Pomacentridae memiliki peranan penting dalam ekosistem laut sebagai bagian dari rantai makanan. Ikan-ikan ini memakan zooplankton dan fitoplankton, sehingga menjadi sumber makanan bagi predator seperti hiu, ikan tuna, dan ikan marlin. Selain itu, mereka juga membantu menjaga keseimbangan ekosistem laut dengan mengonsumsi sisa makanan dan membersihkan perairan dari kotoran [16].

Ikan target merujuk pada jenis ikan karang yang menjadi sasaran penangkapan oleh para nelayan. Ikan ini merupakan ikan konsumsi yang memiliki nilai ekonomis. Dari total 326 individu yang ditemukan, jenis terbanyak berasal dari Famili Caesionidae, yaitu 266 individu dengan 2 spesies. Di Indonesia, ikan fusilier yang termasuk dalam Famili Caesionidae sering diolah menjadi pepes atau sambal fusilier, sementara di Jepang, ikan ini sering disajikan sebagai sushi atau sashimi. Selain sebagai bahan makanan, ikan dari Famili Caesionidae juga memiliki nilai ekonomi tinggi sebagai ikan hias. Beberapa spesies ikan fusilier dengan warna-warna cerah dan menarik sering dipelihara di akuarium atau kolam ikan [16].

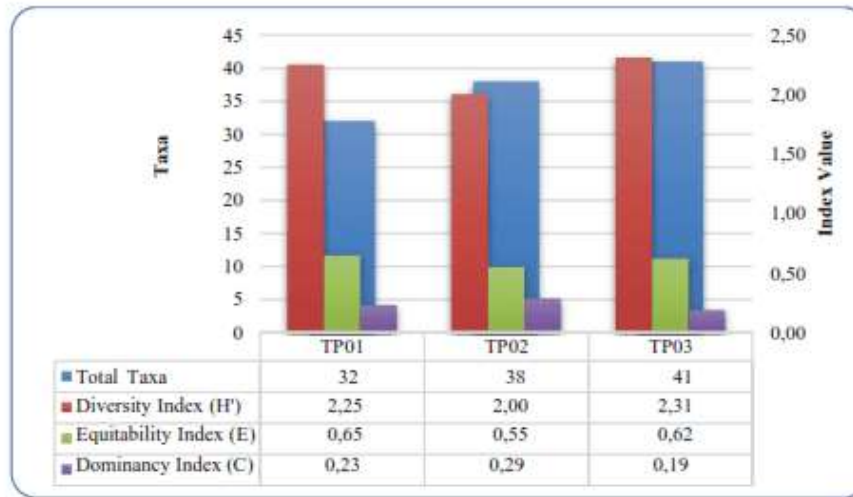


Gambar 4. Ikan terumbu yang berasosiasi dengan media transplan karang lokasi TP01,TP02, dan TP03 di Pulau Pagerungan Besar

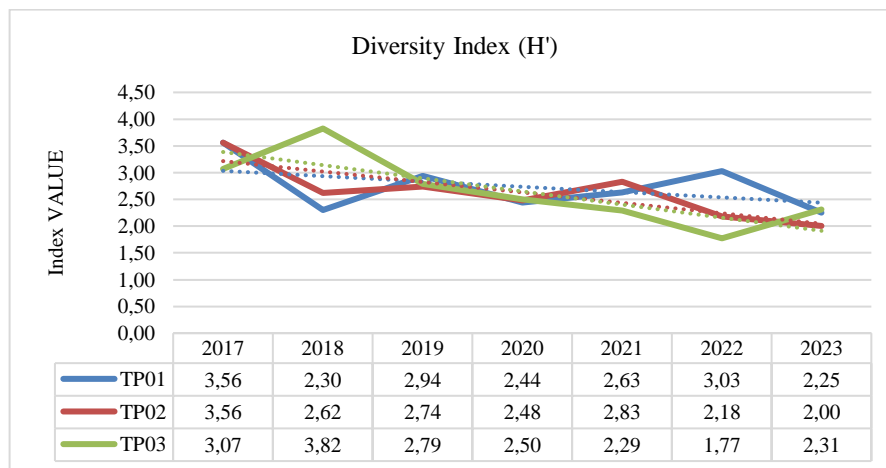
Berdasarkan perhitungan olah data ikan karang yang tersaji pada **Gambar 4** struktur komunitas ikan karang di area Selatan memiliki nilai keanekaragaman (H') pada kategori sedang yaitu sebesar 2.00 – 2.31. Hal ini menandakan adanya kestabilan ekosistem yang terbentuk pada lokasi tersebut. Penelitian mengenai keanekaragaman ikan karang dilakukan oleh Utomo et al. (2013), yang menjelaskan bahwa variasi nilai keanekaragaman ikan dipengaruhi oleh faktor fisika-kimia perairan dan kondisi ekosistem terumbu karang di lokasi penelitian. Keanekaragaman biota dianggap tinggi jika jumlah spesies dan individu masing-masing spesies relatif merata. Sebaliknya, jika perairan hanya memiliki sedikit spesies dan jumlah individu tidak merata, nilai keanekaragaman (H') akan rendah [17].

Selain itu besaran nilai keseragaman (E) berkisar antara 0.55 – 0.65, nilai ini mengindikasikan keseragaman jenis ikan karang yang tinggi, sedangkan nilai dominansi (C) berkisar antara 0.19 – 0.29 berbanding terbalik dengan nilai keseragaman (E) yang menandakan bahwa tidak ada individu atau spesies ikan karang yang mendominasi di lokasi tersebut.

Tingkat produktivitas ikan karang di area transplantasi bagian utara selama 5 periode dengan nilai indeks pada setiap stasiun pengamatan berfluktuasi. Nilai Indeks keanekaragaman dari titik pengamatan TP01 dan TP02 pada tahun 2023 mengalami sedikit penurunan bila dibandingkan dengan tahun sebelumnya (2022), sedangkan pada area TP03 mengalami kenaikan indeks keanekaragaman. Namun kenaikan dan penurunan yang terjadi tidak berpengaruh terhadap kestabilan ekosistem ikan karang. Secara keseluruhan tren penurunan ikan karang selama 5 tahun terjadi di ketiga lokasi transplantasi. Hal ini dapat dilihat dari nilai indeks keanekaragaman pada tiga stasiun pengamatan. Hal ini terjadi dikarenakan habitat dan sebaran terumbu karang yang masuk dalam tipe terumbu karang datar (*pacth reefs*) dan perilaku ikan terumbu yang cenderung bergerak mencari tempat untuk hidup dan makanan. Grafik kecenderungan perubahan indeks keanekaragaman hayati ikan karang di area Selatan tersaji pada **Gambar 6**.



Gambar 5. Besaran nilai Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, dan Indeks Dominasi pada area transplantasi Selatan Pulau Pagerungan Besar



Gambar 6. Kecenderungan perubahan indeks keanekaragaman komunitas ikan karang di lokasi transplantasi (TP01, TP02, dan TP03) Bagian Tenggara Pulau Pagerungan Besar tahun 2017 – 2023

4. Kesimpulan

Hasil komposisi jenis ikan karang yang dijumpai di lokasi transplantasi di area Selatan terdiri atas 75% ikan major, 14% ikan target, dan 23% ikan indikator, jumlah individu ikan karang yang ditemukan pada area transplantasi di mencapai 1,248 individu, nilai keanekaragaman (H') pada kategori sedang yaitu sebesar 2,00 – 2,31. Hal ini menandakan adanya kestabilan ekosistem yang terbentuk pada lokasi tersebut, nilai keseragaman (E) berkisar antara 0,55 – 0,65, nilai ini mengindikasikan keseragaman jenis ikan karang yang tinggi, dan nilai dominansi (C) berkisar antara 0,19 – 0,29 berbanding terbalik dengan nilai keseragaman (E) yang menandakan bahwa tidak ada individu atau spesies ikan karang yang mendominasi di lokasi tersebut.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan dari Kangean Energy Indonesia Ltd. Dan Karang Taruna Persada yang telah memberikan masukan dan pengalaman yang sangat membantu dalam penelitian ini, meskipun mungkin tidak semua interpretasi/kesimpulan dalam makalah ini dapat diterima.

6. Singkatan

Simbol	Keterangan
%	Persentase
H'	Nilai Keanekaragaman
E	Nilai Keragaman
C	Nilai Dominansi

7. Daftar Pustaka

- [1] Buaq, D., dan Lorensius. 2022. *Internalization of Pancasila Values in Catholic School: Effort to Strengthen National Commitmen. Journal of Educational and Cultural Studies*. Vol.1, No.1, 47-49.
- [2] Ramdhan, M dan Arifin, T. 2013. Aplikasi Sistem Informasi Geografis dalam Penilaian Proporsi Luas Laut Indonesia, *Jurnal Ilmiah Geomatika*. Vol.19 No. 2, 141.
- [3] Koswara, I.H. 2020. Pariwisata Pulau-Pulau Kecil. *Jurnal Pusat Perencanaan dan Pengembangan Kepariwisata Institut Teknologi Bandung*. Vol.18 No.1.
- [4] Hadi, dkk. 2020. *The Status Of Indonesia Coral Reefs 2019*. Research Centre For Oceanography. ISBN: 978-602-6504-29-6
- [5] Amin. 2009. Terumbu Karang: Aset yang Terancam (Akar Masalah dan Alternatif Solusi Penyelamatannya). *Region*, 1(2), 1–2.
- [6] Dalimunthe, H. I., Husaini, H., Manurung, V. R., Yudhiwinata, M. A., Harahap, M. P., Pahlevy, M. A., Adisusilo, M. N., Abdillah, M. F., Hanif, M., Florencia, S., Sazida, H., Tambunan, D., Abshar, M. T., Manurung, F., & Waruwu, B. K. 2023. Upaya Rehabilitasi Ekosistem Terumbu Karang Terdampak Tumpahan Minyak Di Desa Faekhua, Kecamatan Afulu, Kabupaten Nias Utara. *Abdi Insani*, 10(3), 1555–1568. Bohnsack J, Bannerot S. 1986. *A Stationary Visual Census Technique for Quantitatively Assessing Community Structure of Coral Reef Fishes*. NOAA Tech Rep NMFS. 41:1–15.
- [7] *World Tourism Organization*, 2014. *Annual Report 2013. Published by the World Tourism Organization (UNWTO), Madrid, Spain*. Diakses dari <http://www2.unwto.org/annual_report_2013.pdf> pada 24 September 2024.
- [8] Iqbal M, Indrajayanti M, Syaifullah dan Hartati. 2020. Pemberdayaan Masyarakat Melalui Transplantasi Karang Hias Dengan Media Jaring Di Taman Wisata Alam Laut (TWAL) Pulau Satonda. *Jurnal Pengabdian Abdi Masyarakat* Vol. 2. No.2.
- [9] Bohnsack, J.A., & Bannerot, S.P. 1986. A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes, NOAA Technical Report NMFS 41. US: Departement of Commerce.
- [10] Harsindhi, Chuldyah & Bengen, Dietrieck & Zamani, Neviaty & Kurniawan, Fery. 2020. *Abundance and Spatial Distribution of Reef Fish Based On Coral Lifeforms at Tidung Island, Seribu Island, Jakarta Bay*. *AAFL Bioflux*. 13. 736-745.
- [11] Odum, E.P. 1993. *Fundamentals of Ecology*. W.B. Saunders Company, Philadelphia, London. Alih Bahasa oleh: Samingan T. dan B. Srigandono. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- [12] Odum EP. 1971. *Dasar-dasar Ekologi*. Catatan ke-3. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- [13] Ginting, J. 2023. Analisis Kerusakan Terumbu Karang dan Upaya Pengelolannya. *Jurnal Kelautan Dan Perikanan Terapan (JKPT)*, 1, 53. <https://doi.org/10.15578/jkpt.v1i0.12066>
- [14] Harriot, V. J., & Fisk, D. A. 1988. Coral Transplantation As a Reef Management Option. *International Coral Reef Symposium*, 2, 375–379. <https://www.researchgate.net/publication/267385903%0ACoral>
- [15] Romadhon, A. 2014. Valuasi Ekonomi Manfaat Ekosistem Terumbu Karang di Pulau Sapudi, Sumenep, Madura. *Agriekonomika*, 3(2), 141–151.
- [16] KAZH.2024."5 Fakta Famili Chaetodontidae, Punya Corak Warna yang Cerah". Klik untuk baca: <https://www.idntimes.com/science/discovery/husein-fadhilah/fakta-famili-chaetodontidae-c1c2> Diakses pada 25 September 2024
- [17] Utomo S.P.R., Ain C., Supriharyono. 2013. Keanekaragaman Jenis Ikan Karang di Daerah Rataan dan Tubir pada Ekosistem Terumbu Karang i Legon Boyo, Taman Nasional Karimunjawa, Jepara. *Diponegoro Journal Of Maquares Management Of Aquatic Resources*. 2(4):81-90
- [18] Barus B S., Prartono T., Soedarma D. 2018. Pengaruh Lingkungan Terhadap Bentuk Pertumbuhan Terumbu Karang di Perairan Teluk Lampung. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(3): 699-709
- [19] Kangean Energy Indonesia Ltd. 2010. *Laporan Monitoring Terumbu Karang di Pulau Pagerungan Besar Tahun 2010-2023*.