

Pengaruh Tutupan Karang Hidup Terhadap Keanekaragaman dan Dominansi Ikan Karang di Zona Inti KKPD Pulau Palue, NTT.

Angelinus Vincentius^{1*} dan Nita Rukminasari²

¹Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Teknologi Pangan Pertanian dan Perikanan, Universitas Nusa Nipa, Jln. Kesehatan No. 3 Maumere, Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur 86111, Indonesia

²Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Jln. Perintis Kemerdekaan Km. 10, Makassar, Sulawesi Selatan, 90245 Indonesia

*e-mail korespondensi: angelinusvincentiustonda@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Diterima : 14 Agustus 2025
Disetujui : 28 November 2025
Terbit Online : 29 November 2025

Kata Kunci:

Karang,
Keanekaragaman,
Dominansi,
Underwater_Visual_Census.

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengkaji pengaruh tutupan karang hidup terhadap keanekaragaman dan dominansi ikan karang di Zona Inti KKPD Pulau Palue, NTT. Penelitian berlangsung sejak Agustus 2024 sampai Desember 2024. Data terumbu karang diambil dengan metode transek foto bawah air, diolah dengan *software Coral Point Count with Excel extension*, kemudian dinilai sesuai Kepmen. Lingkungan Hidup No.4/2001. Data ikan karang diambil dengan metode *Underwater Visual Census*, dianalisis Indeks Keanekaragaman dan Indeks Dominansi, selanjutnya dianalisis regresi. Hasil penelitian, data tutupan karang di 3 stasiun dalam Kategori Kurang Baik, yaitu kategori karang keras sebesar 24,20% di Stasiun Ona; 21,41% di Stasiun Langawai dan 23,18% di Stasiun Watunoni. Kelimpahan ikan karang di Stasiun Ona sebesar 1,97 individu/m², Stasiun Langawai 0,78 individu/m² dan Stasiun Watunoni 0,59 individu/m². Indeks keanekaragaman ikan karang di Stasiun Ona adalah 2,293; Stasiun Langawai 2,591; Watunoni 2,847. Indeks dominansi ikan karang di Stasiun Ona 0,164; Stasiun Langawai 0,148; dan Stasiun Watunoni 0,112. Pengaruh tutupan karang hidup terhadap keanekaragaman ikan karang dinyatakan dalam persamaan regresi polinomial: $Y = 0,0004X^2 - 0,0656X + 3,0791$. Nilai r sebesar 0,709 menunjukkan korelasi kuat antara variabel X dan Y. Nilai R² sebesar 0,5029 menjelaskan bahwa variabel X (tutupan karang hidup) dapat mempengaruhi 50,29% dari variabel Y (indeks keanekaragaman ikan karang), dan sebesar 49,71% nilai indeks keanekaragaman ikan karang (Y) dipengaruhi oleh faktor-faktor lain di luar penelitian. Hubungan tutupan karang hidup dan dominansi ikan karang dalam persamaan regresi polinomial: $Y = 9E-06X^2 - 0,0014X + 0,1807$. Nilai r sebesar 0,521 menunjukkan adanya korelasi positif yang sedang antara variabel X dan Y. Nilai R² sebesar 0,272 menjelaskan bahwa variabel X (tutupan karang hidup) dapat mempengaruhi 27,2% dari variabel Y (indeks dominansi ikan karang), dan sebesar 72,8% variasi indeks dominansi dipengaruhi oleh faktor-faktor lain di luar penelitian.

PENDAHULUAN

Kawasan konservasi perairan sangat penting untuk menjaga ekosistem laut bertahan hidup, terutama ekosistem terumbu karang yang sangat kaya akan keanekaragaman hayati (Salanggon *et al.*, 2022). Terumbu karang adalah bagian penting dari ekosistem pesisir dan berfungsi dengan baik dengan masyarakat dan ekosistem lainnya. Tutupan karang adalah bagian penting dari komunitas ikan karang, memberikan habitat, makanan, dan perlindungan bagi banyak spesies ikan (Salanggon *et al.*, 2022). Selain itu, aktivitas manusia dan perubahan iklim dapat merusak keanekaragaman ikan karang, yang mengganggu fungsi ekosistem

dan sumber daya perikanan (Hamid & Kamri, 2019). Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang keanekaragaman ikan karang sangat penting.

Salah satu regulasi mengenai konservasi perairan yaitu Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan RI nomor 96 tahun 2021 tentang Kawasan Konservasi di Perairan di Wilayah Sikka di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT). Tujuannya antara lain untuk melindungi ekosistem terumbu karang bersama dengan biota perairan yang hidup berasosiasi dengan terumbu karang. Pola asosiasi dapat berupa hubungan mutualisme atau komensalisme secara permanen maupun periodik. Hal tersebut berkaitan dengan peran ekosistem

terumbu karang sebagai habitat berbagai macam biota, sumber makanan, tempat pemijahan biota laut, dan tempat tumbuhnya biota laut terutama ikan (Nybakken, 1988).

Ikan karang, sebagai salah satu komponen penting dalam ekosistem terumbu karang, memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap keberadaan terumbu karang sebagai tempat berlindung, mencari makan, dan berkembang biak (Andi *et al.*, 2020). Ikan karang memiliki peran fungsional yang beragam dalam ekosistem terumbu karang, seperti herbivora yang mengendalikan pertumbuhan alga, karnivora yang menjaga populasi invertebrata, dan detritivora yang mendaur ulang materi organik (Ahmad & Fuad, 2018).

Hasil penelitian umumnya memaparkan bahwa hubungan antara tutupan karang dengan kelimpahan karang maupun kerapatan terumbu karang adalah hubungan positif (Gustilah *et al.*, 2018). Namun terdapat perbedaan dalam hal intensitas hubungan tersebut, ada yang kuat dan ada yang lemah, menunjukkan kekhasan kondisi setiap lokasi yang diteliti. Hasil penelitian Erdana *et al.* (2022) menunjukkan hubungan tutupan karang hidup dan kelimpahan ikan di Kawasan Konservasi Perairan Pulau Koon, Kabupaten Seram Bagian Timur, Provinsi Maluku, merupakan hubungan yang sangat lemah yaitu sebesar 0,1%. Hasil penelitian (Akla *et al.*, 2022) di Keude Bungkaih, Aceh Utara dilaporkan bahwa hubungan tutupan karang terhadap kelimpahan ikan karang dengan nilai korelasi sebesar 34% atau kategori sedang atau cukup. Hasil penelitian (Putra *et al.*, 2019) di Perairan Manggis, Kabupaten Karangasem, Bali dilaporkan bahwa keterkaitan antara tutupan karang hidup dengan keanekaragaman ikan karang diperoleh korelasi positif yang kuat sebesar 65,4%.

Penelitian di Daerah Konservasi Pulau Palue pernah dilakukan oleh Ratu *et al.* (2020) yang hanya melihat kondisi terumbu karang berupa persentase Rubble (R) atau patahan karang di perairan Desa Lidi sebesar 36,67%; serta penelitian Da Gomes *et al.* (2023) dengan persentase R sebesar 8,13% di Ona; 32,07% di Langawai; dan 33,76% di Watunoni. Namun bagaimana keterkaitan antara tutupan karang hidup dengan keanekaragaman ikan karang di zona inti Pulau Palue Kabupaten Sikka Provinsi

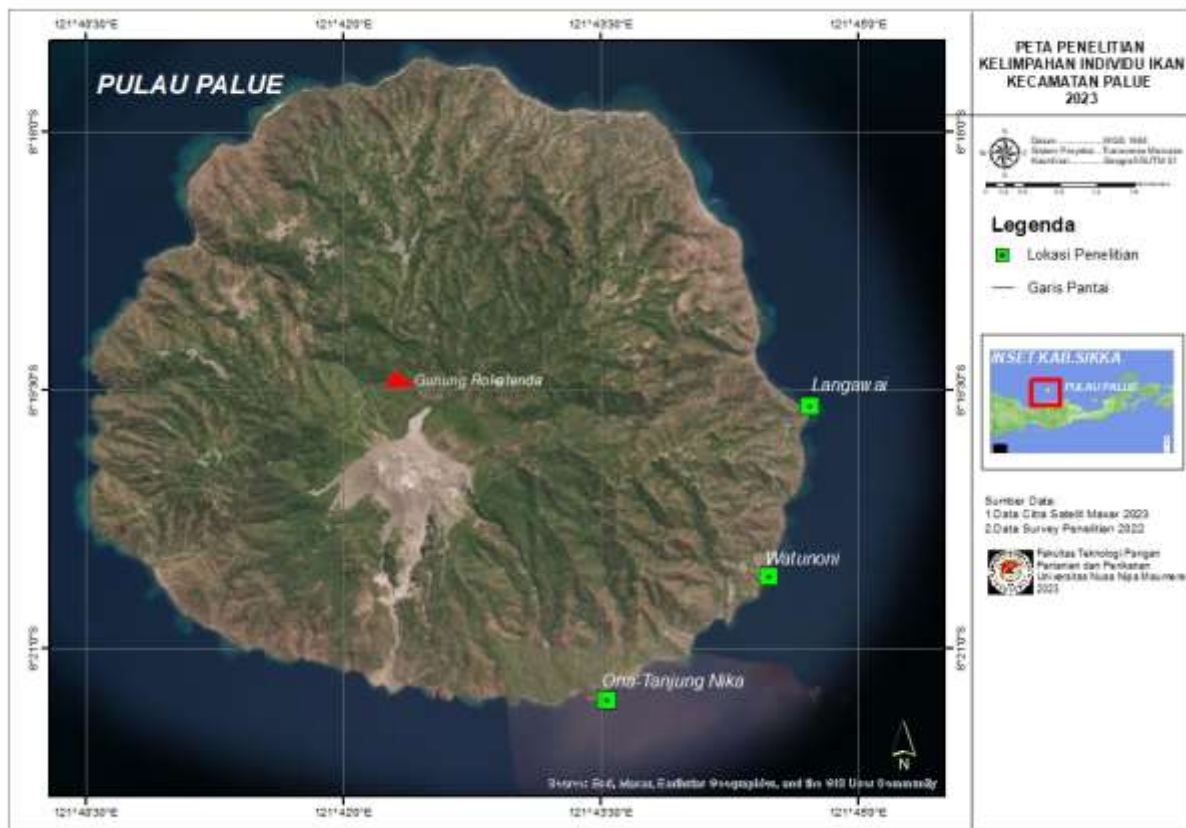
Nusa Tenggara Timur (NTT) berdasarkan Kepmen Kelautan Perikanan No. 96/2021 belum diketahui. Oleh karena itu maka penelitian yang dilakukan ini merupakan hal yang baru, dan informasi tentang hal ini penting untuk dapat membantu dalam memahami ekosistem terumbu karang dan peran pentingnya dalam mendukung kehidupan ikan karang khususnya di Zona Inti Pulau Palue. Di dalam zona inti tersebut, perlu diketahui pengaruh tutupan karang hidup terhadap keanekaragaman dan dominansi ikan karang, yang merupakan hal baru, yang belum dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Padahal ini menjadi dasar untuk perencanaan wilayah laut yang lebih baik, termasuk penentuan area konservasi dan pengaturan aktivitas manusia di sekitar terumbu karang. Informasi tersebut juga untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga tutupan karang dan dampaknya terhadap kelimpahan ikan, yang berdampak pada kehidupan masyarakat pesisir.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tutupan karang hidup terhadap keanekaragaman dan dominansi ikan karang pada zona inti Kawasan Konservasi Perairan Daerah di Pulau Palue, Kabupaten Sikka, Provinsi NTT, Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 4 (empat) bulan, sejak tanggal 24 Agustus 2024 sampai dengan 20 Desember 2024, di perairan Desa Lidi, Pulau Palue, Kecamatan Palue yang termasuk dalam Zona Inti Kawasan Konservasi Perairan Daerah (KKPD) Kabupaten Sikka Provinsi NTT. Lokasi pengambilan data dilakukan pada Zona Inti di 3 (tiga) stasiun, yaitu Stasiun Ona, Langawai, dan Watunoni. Zona inti Pulau Palue terletak di Desa Lidi, area 1 perairan sekitar Pulau Raja (Palue), seluas 161,34 ha. Zona inti dibatasi oleh 4 titik koordinat yaitu: (1) 121° 44' 34,246" BT – 8° 20' 19,911" LS; (2) 121° 44' 56,088" BT – 8° 20' 33,637" LS; (3) 121° 44' 40,614" BT – 8° 20' 53,563" LS; dan (4) 121° 44' 25,784" BT – 8° 20' 41,098" LS.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan selama penelitian meliputi peralatan SCUBA, GPS (*Global Positioning System*), kamera digital bawah air, pita roll 100 m, *frame* berdiameter 6 mm dengan ukuran 58 cm x 44 cm, kertas tahan air, *harddisk* eksternal, komputer, *dive comp*. Bahan yang digunakan adalah Piranti lunak *CPCe* (Kohler & Gill, 2006), pasak besi dan pelampung, tali senar (*polyfilament*).

Pengambilan data terumbu karang

Pengambilan data terumbu karang dilakukan dengan menggunakan metode Transek Foto Bawah Air (*Underwater Photo Transect = UPT*) (Giyanto, 2013). Setelah pengambilan data di lapangan, foto terumbu karang yang diambil di setiap stasiunnya, diolah menggunakan program lunak *Coral Point Count with Excel extension (CPCe)* (Kohler & Gill, 2006). Transek terbuat dari besi berukuran 58 cm x 44 cm yang diberi warna mencolok agar mudah terlihat di bawah air. *Frame* diletakkan pada transek sepanjang 50 meter sejajar garis pantai. Pemotretan dimulai dengan *Frame* 1 pada meter-1 di sebelah kiri, dilanjutkan *frame* 2 pada meter ke-2 di sebelah kanan dan seterusnya hingga akhir transek, sehingga membentuk pola nomor ganjil di sebelah kiri dan nomor genap di sebelah kanan.

Pemotretan di bawah air menggunakan kamera digital, dilakukan sekitar 60 cm dari dasar substrat dan dilakukan tegak lurus. Foto-foto terumbu karang kemudian diolah menggunakan program lunak *Coral Point Count with Excel extension (CPCe)*.

Pengambilan data ikan karang

Pengamatan ikan karang dilakukan dengan metode *Underwater Visual Census (UVC)*, menggunakan transek sepanjang 70 m dengan lebar 2,5 m ke kiri dan kanan (English *et al.*, 1997). Kedalaman ditentukan berdasarkan petunjuk angka kedalaman pada *depth gauge* yang terpasang pada *scuba diving*. Metode sensus visual bawah air (*UVC*) yang dikembangkan English *et al.* (1997) merupakan metode yang cepat, akurat, efektif dan ramah lingkungan. Ikan karang sebagian besar bersifat diurnal (aktif pada siang hari) dan hanya sebagian kecil yang bersifat nokturnal (aktif malam hari).

Penyelaman dilakukan pada kedalaman sekitar 7 – 10 m untuk membentangkan pita rol meter di area terumbu karang dengan pola bentangan yang sejajar dengan garis pantai. Setelah garis transek terpasang, penyelaman sensus perlu menunggu sekitar 5 – 15 menit agar ikan yang pergi menghindari kembali ke tempatnya semula. Lalu dicatat setiap jenis dan kelimpahan ikan karang

yang dijumpai sepanjang garis transek 70 m dengan batas kanan dan kiri masing-masing berjarak 2,5 m sehingga area pengamatan mencakup luasan 350 m². Diambil foto dan video ikan bawah air lalu reidentifikasi menggunakan buku literatur yang mengacu pada Allen *et al.* (2000) dan Allen *et al.* (2003).

Analisis data terumbu karang

Coral Point Count with Excel extensions (CPCe) merupakan aplikasi yang digunakan untuk mengamati terumbu karang serta komponen biotik dan abiotik, menggunakan *point count analysis* menurut Roberts *et al.* (2016). Analisis data dilakukan terhadap setiap *frame* dengan cara melakukan pemilihan sampel titik acak, sebanyak 30 buah untuk setiap *frame*nya, yang representatif untuk menduga persentase tutupan kategori dan substrat (Giyanto *et al.*, 2015). Tingkat analisis foto dilakukan pada tingkat genus. Nilai persentase tutupan kategori untuk setiap *frame* dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut (Giyanto *et al.*, 2014):

$$\text{Persentase Tutupan Kategori} = \frac{\text{Luas Area Kategori tersebut}}{\text{Luas Area Frame foto}} \times 100\%$$

Kategori tutupan karang mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.4 Tahun 2001 seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai kategori tutupan terumbu karang (Kepmen-LH No. 4 Tahun 2001)

Persentase Tutupan	Kriteria
0 - 24,9%	Buruk
25 - 49,9%	Sedang
50 - 74,9%	Baik
75 - 100%	Baik Sekali

Keanekaragaman dikatakan sangat rendah apabila nilai $H < 1$, jika nilainya berkisar antara 1 – 1,5 maka dikatakan rendah, dan dikatakan sedang jika nilainya berkisar antara 1,5 – 2,0. Sedangkan dikatakan tinggi apabila nilainya > 2 (Magurran, 1988).

Analisis data ikan karang

Ikan karang dikelompokkan atas 3 (tiga) kelompok, yakni ikan mayor, ikan indikator dan

ikan target (English *et al.*, 1997). Ikan target merupakan ikan ekonomis penting dan merupakan target tangkapan untuk dikonsumsi. Kelompok ikan tersebut menjadikan terumbu karang sebagai tempat pemijahan dan daerah asuhan. Jenis ikan target meliputi famili Serranidae, Lutjanidae, Lethrinidae, Nemipteridae, Caesionidae, Siganidae, Haemulidae, Scaridae dan Acanthuridae. Ikan indikator yaitu jenis ikan karang yang khas mendiami daerah terumbu karang dan menjadi indikator kesuburan ekosistem daerah tersebut meliputi famili Chaetodontidae. Ikan mayor merupakan jenis ikan hias yang berukuran kecil, umumnya 5–25 cm, dengan karakteristik warna yang beragam. Kelompok ini umumnya ditemukan melimpah, baik dalam jumlah individu maupun jenisnya, serta cenderung bersifat teritorial. Ikan-ikan ini sepanjang hidupnya berada di perairan terumbu karang, meliputi famili Pomacentridae, Apogonidae, Labridae, dan Blenniidae (Heenan & Williams, 2013; Adrim *et al.*, 2012) serta wawancara dengan nelayan lokal (masyarakat asli di kampung Ona, Langawai, dan Watunoni Desa Lidi), yakni dengan menunjukkan foto yang dipotret atau video yang direkam sebelumnya. Penentuan responden nelayan dilakukan melalui *purposive sampling* dengan pertimbangan memahami, mengenali dan dapat menjelaskan terkait masalah yang dikaji. Identifikasi ulang ikan karang dari jenis-jenis ikan tertentu dilakukan melalui foto dan video yang mengacu pada Allen *et al.* (2000) dan Allen *et al.* (2003). Analisis struktur komunitas ikan didasarkan pada jumlah individu, spesies, famili dan kelimpahan. Indeks-indeks ekologi ikan karang menggunakan Indeks Keanekaragaman dan Indeks Dominansi (Blaber *et al.*, 1992).

Analisis regresi hubungan antara tutupan karang hidup dengan keanekaragaman atau dominansi ikan karang di KKPD Pulau Palue dipilih dari antara ketiga bentuk regresi yaitu regresi linear sederhana, regresi polinomial dan regresi eksponensial, yang menghasilkan nilai koefisien determinasi (R^2) tertinggi, menggunakan software Excel. Model yang dipilih berdasarkan koefisien determinasi tertinggi memiliki kelebihan karena menampilkan nilai akurasi tertinggi. Variabel independen (X) yaitu tutupan karang hidup di Stasiun Ona, Langawai, Watunoni, yaitu jenis *Coral (HC)*, dan total dari *Soft Coral (SC)*, *Sponge (SP)*, *Fleshy Seaweed (FS)*, *Other Biota (OT)*, *Rubble (R)*. Variabel dependen (Y) adalah indeks keanekaragaman atau indeks dominansi ikan karang di Stasiun Ona, Langawai, Watunoni.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tutupan karang hidup

Persentase tutupan karang hidup di Zona Inti Kawasan Konservasi Perairan Daerah (KKPD) Kabupaten Sikka di Desa Lidi Pulau Palue selama penelitian, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase tutupan karang hidup di Zona Inti KKPD Pulau Palue

Jenis karang	Stasiun Ona %	Stasiun Langawai %	Stasiun Watunoni %
<i>Coral (HC)</i>	24,20	21,41	23,18
<i>Recent Dead Coral (DC)</i>	1,40	0,00	0,00
<i>Dead Coral with Algae (DCA)</i>	56,31	24,98	31,24
<i>Soft Coral (SC)</i>	1,27	0,07	1,68
<i>Sponge (SP)</i>	2,87	5,12	1,33
<i>Fleshy Seaweed (FS)</i>	0,33	0,67	1,20
<i>Other Biota (OT)</i>	0,42	0,22	0,92
<i>Rubble (R)</i>	7,98	31,06	31,42
<i>Sand (S)</i>	5,22	16,47	9,03
<i>Silt (SI)</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Rock (RK)</i>	0,00	0,00	0,00

Tabel 2 di atas menjelaskan tentang tutupan karang hidup pada Zona Inti KKPD Pulau Palue selama penelitian yaitu tutupan karang kategori *Hard Coral (HC)* atau karang keras sebesar 24,20 % di Stasiun Ona; 21,41 % di Stasiun Langawai dan 23,18 % di stasiun Watunoni. Menurut Kriteria Baku Status Kondisi Terumbu Karang (Kepmen LH No.4 Tahun 2001) maka tutupan karang ketiga stasiun termasuk dalam kategori buruk. Hal ini diduga karena pengaruh aktifitas manusia seperti penginjakan karang oleh nelayan pada saat aktifitas penangkapan ikan tradisional, dan adanya jangkar kapal nelayan yang berhenti di daerah terumbu

karang tersebut; penangkapan ikan yang merusak, terutama pemboman dan peracunan dengan sianida telah menghancurkan terumbu karang serta ketersediaan nutrisi yang kurang untuk perkembangan terumbu karang di daerah tersebut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lalang *et al.* (2022) yang melakukan penelitian di Perairan Pomalaa Sulawesi Tenggara bahwa rendahnya persentase tutupan karang hidup tidak hanya disebabkan oleh faktor alami tetapi juga faktor buatan yang disebabkan oleh aktivitas masyarakat sekitar di sekitar perairan yang berdampak pada keseimbangan ekosistem terumbu karang. Ditambahkan oleh Nurma *et al.* (2022), aspek fisik kematian atau kerusakan terumbu karang terjadi karena terkena hantaman gelombang besar yang dapat memporak-porandakan terumbu karang, sedangkan dari aspek kimiawi adalah adanya polutan dari aktivitas manusia di darat yang menyebabkan eutrofikasi, sedimentasi, polusi serta masuknya air tawar yang berlebihan dari darat karena terjadinya erosi.

Hal lain yang diduga turut memicu turunnya persentase tutupan karang hidup adalah kejadian letusan Gunung Rokatenda yang berada di Desa Palue yang berdekatan dengan Zona Inti pada tanggal 10 Agustus 2013. Bencana ini diduga dapat menyebabkan substrat pasir dapat bergabung dengan substrat pasir di pantai sehingga menyebabkan karang tidak dapat berkembang biak dengan baik. Hal ini sejalan dengan pendapat Richmond (1997), bahwa substrat pasir merupakan substrat yang mudah goyah terhadap arus, dan kurang mendukung kelangsungan hidup karang jika dibandingkan dengan substrat padat. Substrat padat yang memiliki kestabilan tinggi akan memudahkan rekrutmen karang.

Dead Coral with Algae (DCA) adalah karang mati yang sudah ditumbuhi alga dan lumut. Kondisi ini terjadi karena karang telah kehilangan *zooxanthellae* pada fauna dan koloni karang. *DCA* dapat memicu pertumbuhan alga yang pesat dan menghambat pertumbuhan karang keras. Hal ini karena tingkat kecerahan yang kurang (Umanailo *et al.*, 2021). Hasil penelitian (Tabel 2) menunjukkan tutupan karang kategori *DCA* mendominasi di ke-3 stasiun, yaitu sebanyak 56,31% di Stasiun Ona; 24,98% di Stasiun Langawai dan 31,24% di Stasiun Watunoni. Hal ini diduga karena terjadinya penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan

seperti penggunaan bahan peledak, bahan beracun, dan lainnya yang merusak dan membahayakan koloni terumbu karang.

Hasil penelitian menunjukkan persentase tutupan karang *Rubble (R)* atau patahan karang adalah area bekas terumbu karang yang telah hancur, sebesar 7,98% di Ona, 31,06% di Langawai, dan 31,42% di Watunoni. Hal ini sesuai hasil penelitian Ratu *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa persentase *Rubble (R)* atau patahan karang di perairan Desa Lidi sebesar 36,67%; serta penelitian Da Gomes *et al.* (2023) dengan persentase R sebesar 8,13% di Ona; 32,07% di Langawai; dan 33,76% di Watunoni. Hal ini diduga karena aktifitas manusia atau nelayan dengan penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan yang mengakibatkan karang menjadi patah seperti penggunaan bom, dan pembiusan. Selain itu juga disebabkan oleh ombak dan arus yang tinggi dapat membalikkan terumbu karang, dan arus yang kencang dapat mengombang-ambingkan karang sehingga mematahkan karang yang lain.

Berbagai aktivitas manusia dan faktor alam dapat menyebabkan kerusakan terumbu karang dan mengancam keberadaan ikan karang. Penangkapan ikan yang merusak, seperti penggunaan bom dan sianida, dapat menghancurkan struktur terumbu karang dan membunuh biota laut yang hidup di sekitarnya (Cadith, 2019).

Ikan karang

Hasil pengamatan di 3 stasiun di perairan zona inti Desa Lidi, diperoleh perhitungan kelimpahan ikan karang di Stasiun Ona sebesar 1,97 individu/m², Stasiun Langawai 0,78 individu/m² dan Stasiun Watunoni 0,59 individu/m² yang terdiri dari 18 famili dari 52 jenis ikan karang dengan total seluruh individu yang tercatat 1.171 individu. Ikan kepe-kepe (ikan indikator) sebanyak 4 jenis, 26 individu. Ikan target sebanyak 16 jenis dari 9 famili, dan untuk ikan major tercatat 31 jenis dari 7 suku.

Jumlah jenis ikan karang yang ditemukan di KKP Palue lebih rendah dibandingkan dengan di Taman Nasional Komodo, sebanyak 128 species ikan target, dan 30 species ikan indikator pada tahun 2020 (Indrawati *et al.*, 2020). Keanekaragaman dan variasi-variasi tersebut disebabkan oleh kompleksitas dan relief dari substrat terumbu. Kompleksitas seperti itu dibentuk oleh kehidupan bentik karang dan banyaknya mikro habitat, dimana fungsi ikan ditentukan dalam perannya pada mikro habitat tersebut dan kehadiran ikan sering dikaitkan dengan tutupan karang keras (Feary *et al.*, 2007).

Ikan indikator, kelimpahan yang tercatat merata di 3 stasiun pengamatan dijumpai sebanyak 37 individu/350 m² yang berasal dari 2 jenis. Jenis ikan kepe-kepe yang cukup dominan yaitu *Forcipiger flavissimus*, *Heniochus varius*, *Chaetodon kleinii*, *Chaetodon baroness*, Tingginya jumlah individu pada jenis *Chaetodon kleinii* adalah wajar karena ikan ini umumnya dijumpai hidup berkelompok. Menurut Nowicki *et al.* (2018), kehidupan berkelompok memungkinkan mereka untuk lebih baik dalam mencari makanan dan menghindari predator. Dalam kelompok, mereka dapat saling melindungi dan meningkatkan peluang bertahan hidup.

Kelimpahan ikan target dari seluruh stasiun, tercatat sebanyak 360 individu/350 m² yang berasal dari 16 jenis, tertinggi oleh ikan *Naso minor* dengan kelimpahan sebesar 225 individu/350 m². Jenis ikan target dengan kelimpahan rendah seperti *Pseudanthias squamipinnis*, *Pseudanthias dispar*.

Ikan major yang tercatat di semua stasiun penelitian sebesar 782 individu/350 m² yang terdiri dari 31 jenis ikan karang. Kelimpahan tertinggi dijumpai di stasiun Ona sebesar 97 individu/350 m² jenis spesies *Pomacentrus coelestis*. Dominasi ikan major oleh famili Pomacentridae yang hidupnya berkelompok (*schooling*). Selengkapnya disajikan pada Tabel 3, 4 dan 5.

Tabel 3. Spesies ikan karang, dominansi dan keanekaragaman di Stasiun Ona

Famili	Spesies	Jumlah individu	Dominansi	Keanekaragaman	Kategori
			(ni/N) ²	ln2(ni/N)(ni/N)	
Chaetodontidae	<i>Heniochus varius</i>	2	8,45E-06	0,017	indikator
	<i>Chaetodon kleinii</i>	8	0,000135	0,052	indikator

Famili	Spesies	Jumlah individu	Dominansi	Keanekaragaman	Kategori
			$(ni/N)^2$	$\ln 2(ni/N)(ni/N)$	
	<i>Chaetodon baronessa</i>	2	8,45E-06	0,017	indikator
Acanthuridae	<i>Ctenochaetus striatus</i>	11	0,00026	0,066	target
	<i>Naso minor</i>	225	0,10695	0,366	target
Serranidae	<i>Pseudanthias thompsoni</i>	14	0,00041	0,079	target
Caesionidae	<i>Pterocaesio pisang</i>	37	0,00289	0,157	target
Lutjanidae	<i>Macolor macularis</i>	4	3,38E-05	0,030	target
Pomacentridae	<i>Chromis margaritifer</i>	25	0,00132	0,120	major
	<i>Chromis lepidolepis</i>	5	5,283E-05	0,036	major
	<i>Pomacentrus coelestis</i>	97	0,01988	0,276	major
	<i>Chrysiptera talboti</i>	7	0,0001	0,047	major
	<i>Pomacentrus caeruleus</i>	54	0,00616	0,200	major
	<i>Chromis weberi</i>	70	0,01035	0,233	major
	<i>Chromis ternatensis</i>	85	0,01526	0,258	major
Labridae	<i>Labroides dimidiatus</i>	5	5,282E-05	0,036	major
Pomacanthidae	<i>Centropyge bicolor</i>	6	7,60E-05	0,041	major
Jenis Lainnya		31	1,458E-04	0,260	
Total:		688	0,164	2,293	

Tabel 4. Spesies ikan karang, dominansi dan keanekaragaman di Stasiun Langawai

Famili	Spesies	Jumlah Individu	Dominansi	Keanekaragaman	Kategori
			$(ni/N)^2$	$\ln 2(ni/N)(ni/N)$	
Chaetodontidae	<i>Chaetodon kleinii</i>	6	0,00048	0,084	indikator
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	4	0,00021	0,062	target
Acanthuridae	<i>Zebbrasoma scopas</i>	5	0,00033	0,073	target
	<i>Acanthurus gahhm</i>	2	5,370E-05	0,036	target
	<i>Ctenochaetus striatus</i>	2	5,370E-05	0,036	target
Mullidae	<i>Parupeneus multifasciatus</i>	2	5,370E-05	0,036	target
Serranidae	<i>Cephalopholis urodeta</i>	6	0,00048	0,084	target
	<i>Pseudanthias thompsoni</i>	2	5,370E-05	0,036	target
Holocentridae	<i>Sargocentron caudimaculatum</i>	3	0,00012	0,049	target
Pomacentridae	<i>Chromis margaritifer</i>	74	0,07347	0,354	major
	<i>Dascyllus trimaculatus</i>	11	0,00162	0,129	major
	<i>Chromis viridis</i>	11	0,00162	0,129	major
	<i>Pomacentrus tripunctatus</i>	10	0,00134	0,121	major
	<i>Amphiprion clarkii</i>	3	0,00012	0,050	major
	<i>Chromis amboinensis</i>	68	0,06204	0,346	major
	<i>Dascyllus reticulatus</i>	5	0,00033	0,073	major
	<i>Neoglyphidodon melas</i>	12	0,00193	0,137	major
	<i>Pomacentrus caeruleus</i>	10	0,00134	0,121	major
	<i>Chromis weberi</i>	9	0,00109	0,112	major

	<i>Chromis ternatensis</i>	5	0,00034	0,073	major
Apogonidae	<i>Cheilodipterus zonatus</i>	4	0,00021	0,062	major
Labridae	<i>Thalassoma lunare</i>	2	5,370E-05	0,036	major
Jenis lainnya		18	2,42E-04	0,370	major
Total:		273	0,148	2,591	

Tabel 5. Spesies ikan karang, dominansi dan keanekaragaman di Stasiun Watunoni

Famili	Spesies	Jumlah Individu	Dominansi	Keanekaragaman	Kategori
			(ni/N)^2	ln2(ni/N)(ni/N)	
Chaetodontidae	<i>Heniochus varius</i>	2	9,25E-05	0,045	indikator
	<i>Chaetodon kleinii</i>	3	0,00021	0,061	indikator
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	2	9,25E-05	0,045	target
Acanthuridae	<i>Zebbrasoma scopas</i>	6	0,00083	0,102	target
	<i>Acanthurus gahhm</i>	2	9,25E-05	0,045	target
	<i>Ctenochaetus striatus</i>	3	0,00021	0,061	target
Mullidae	<i>Parupeneus multifasciatus</i>	2	9,25E-05	0,045	target
Serranidae	<i>Cephalopholis urodeta</i>	8	0,00148	0,125	target
	<i>Pseudanthias thompsoni</i>	2	9,25E-05	0,045	target
Holocentridae	<i>Sargocentron caudimaculatum</i>	3	0,00021	0,061	target
Pomacentridae	<i>Chromis margaritifer</i>	59	0,08046	0,357	major
	<i>Dascyllus trimaculatus</i>	11	0,0028	0,155	major
	<i>Chromis viridis</i>	6	0,0008	0,102	major
	<i>Pomacentrus tripunctatus</i>	15	0,0052	0,190	major
	<i>Amphiprion clarkii</i>	3	0,00021	0,061	major
	<i>Chromis amboinensis</i>	21	0,01019	0,231	major
	<i>Neoglyphidodon melas</i>	11	0,0028	0,155	major
	<i>Pomacentrus caeruleus</i>	13	0,0039	0,173	major
	<i>Chromis weberi</i>	7	0,00113	0,114	major
	<i>Chromis ternatensis</i>	3	0,0002	0,061	major
Apogonidae	<i>Cheilodipterus zonatus</i>	4	0,00037	0,076	major
Labridae	<i>Thalassoma lunare</i>	2	9,25E-05	0,045	major
Pomacanthidae	<i>Centropyge nigriocellus</i>	3	0,0002	0,061	major
Jenis Lainnya		18	4,62E-04	4,55E-01	
Total:		208	0,1122	2,847	

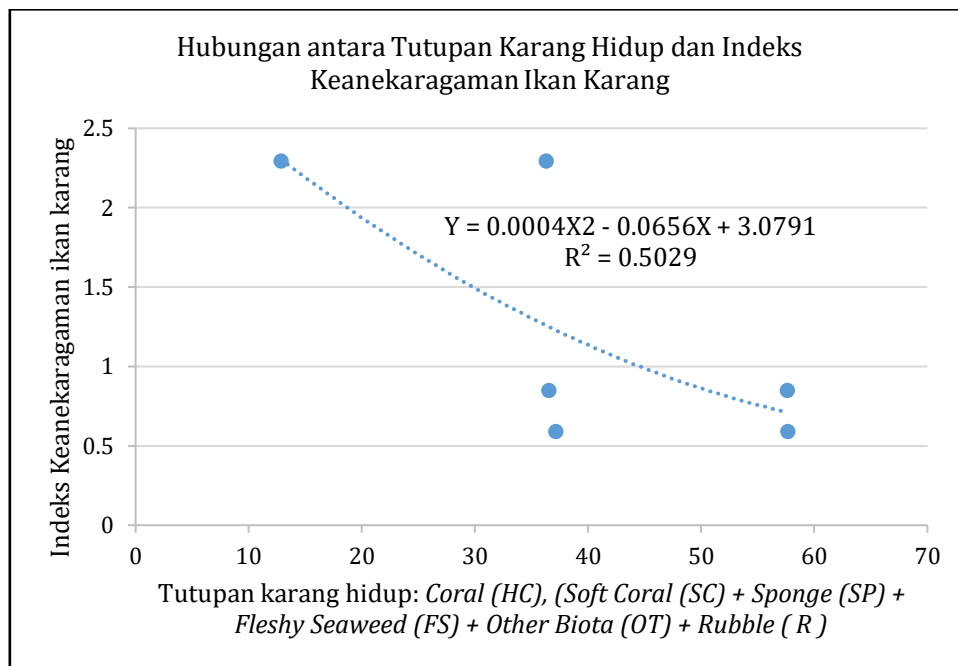
Hubungan tutupan karang hidup dengan keanekaragaman ikan karang

Hubungan tutupan karang hidup dan keanekaragaman ikan karang di Kawasan Konservasi Perairan Daerah Pulau Palue diperoleh persamaan regresi polinomial sebagai berikut:

$$Y = 0,0004X^2 - 0,0656X + 3,0791$$

Nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,709 menunjukkan adanya korelasi kuat antara variabel X dan Y. Nilai R² sebesar 0,5029 menjelaskan bahwa variabel X (tutupan karang hidup) dapat menjelaskan sebesar 50,29% variasi dalam variabel Y (indeks keanekaragaman ikan karang); dan

sebesar 49,71% variasi dalam variabel Y tidak dapat dijelaskan oleh variabel X yang dipengaruhi oleh faktor lain di luar penelitian.



Gambar 2. Analisis regresi polinomial hubungan antara tutupan karang hidup dan indeks keanekaragaman ikan karang

Selain tutupan karang hidup, terdapat faktor-faktor lain yang juga berperan penting dalam mempengaruhi keanekaragaman ikan karang, seperti kualitas air, ketersediaan makanan, struktur habitat, dan interaksi antar spesies (Ihsan *et al.*, 2015). Oleh karena itu, pengelolaan kawasan konservasi perairan harus mempertimbangkan semua faktor ini secara holistik dan terintegrasi. Monitoring kualitas air secara berkala perlu dilakukan untuk memastikan bahwa perairan di sekitar Pulau Palue tetap sehat dan mendukung kehidupan ikan karang.

Hasil penelitian yang senada ditemukan di Kawasan Konservasi Perairan Pulau Koon, Kabupaten Seram Bagian Timur, Provinsi Maluku, dimana nilai signifikansi yang didapatkan sebesar 0,999 dimana nilai signifikan > 0,05 maka pengaruh signifikansi persentase tutupan karang hidup terhadap kelimpahan ikan karang tidak mempengaruhi sama sekali (Erdana *et al.*, 2022). Faktor banyaknya kelimpahan ikan karang tidak hanya dipengaruhi oleh persentase tutupan karang. Baik biotik maupun abiotik dapat memengaruhi kelimpahan ikan karang. Kompetisi, predasi, dan

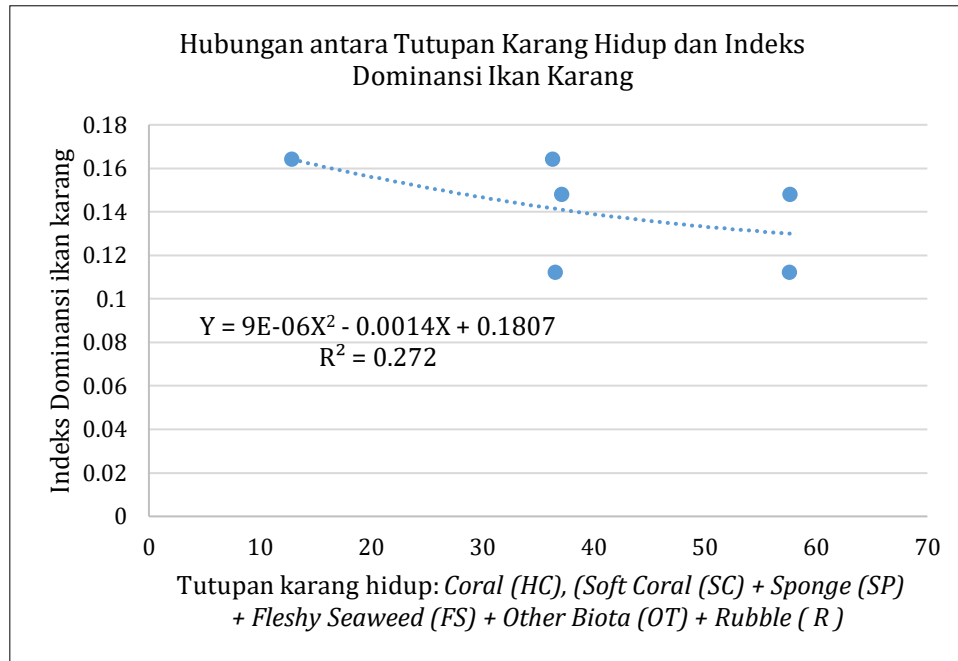
distribusi ikan karang adalah contoh faktor biotik (Munday *et al.*, 2001). Faktor abiotik termasuk kecerahan, arus, dan kedalaman (Pinheiro *et al.*, 2013).

Hubungan tutupan karang hidup dengan dominansi ikan karang

Hubungan antara tutupan karang hidup dengan dominansi ikan karang di Kawasan Konservasi Perairan Daerah di Pulau Palue diperoleh persamaan regresi polinomial sebagai berikut:

$$Y = 9E-06X^2 - 0.0014X + 0.1807$$

Nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,521 menunjukkan adanya korelasi positif yang sedang antara variabel X dan Y. Nilai R^2 sebesar 0,272 menjelaskan bahwa variabel X (tutupan karang hidup) dapat menjelaskan sebesar 27,2% variasi dalam variabel Y (indeks dominansi ikan karang); dan sebesar 82,8% variasi dalam variabel Y tidak dapat dijelaskan oleh variabel X, atau dengan kata lain, sebesar 72,8% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak termasuk dalam model.



Gambar 3. Analisis regresi polinomial hubungan antara tutupan karang hidup dan indeks dominansi ikan karang

Alasan yang dapat menjelaskan mengapa tutupan karang berpengaruh lemah terhadap dominansi ikan karang, faktor lain yang lebih dominan seperti kualitas air, ketersediaan makanan, dan predasi mungkin lebih berpengaruh terhadap dominansi ikan karang daripada tutupan karang itu sendiri. Menurut Brandl *et al.* (2020), kehadiran spesies ikan karang tertentu di perairan didasari pada interaksi dari sifat organisme misalnya suhu, salinitas, oksigen terlarut, habitat atau ketersediaan makanan, kepunahan, penyebaran.

KESIMPULAN & SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan bahwa tutupan karang hidup memiliki hubungan positif dengan keanekaragaman ikan karang di Kawasan Konservasi Perairan Daerah di Pulau Palue, Kabupaten Sikka.

Pengaruh tutupan karang hidup terhadap keanekaragaman ikan karang di KKPD Pulau Palue, NTT dalam persamaan regresi polinomial: $Y = 0,0004X^2 - 0,0656X + 3,0791$, di mana 50,29% dari nilai indeks keanekaragaman ikan karang dipengaruhi oleh tutupan karang hidup, dan 49,71% dipengaruhi oleh faktor lain di luar penelitian. Pengaruh tutupan karang hidup terhadap dominansi ikan karang di KKPD Pulau Palue, NTT dalam persamaan regresi polinomial: $Y = 9E-06X^2 - 0.0014X + 0.1807$, di mana 27,2% dari nilai indeks dominansi ikan karang dipengaruhi oleh tutupan karang hidup, dan 72,8% dipengaruhi oleh faktor lain di luar penelitian.

Upaya konservasi dan pengelolaan terumbu karang yang efektif sangat penting untuk menjaga keberlanjutan ekosistem dan keanekaragaman hayati laut di wilayah ini. Disarankan untuk ditingkatkan pengawasan dan penegakan hukum terhadap aktivitas yang merusak terumbu karang, serta mengembangkan program rehabilitasi terumbu karang yang melibatkan partisipasi aktif masyarakat lokal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Saudara Oscar Yulius Christopher da Gomes, S.Pi. dan Saudara Yosef Nong Megu Balik, S.Pi. yang telah mendukung dalam pengambilan data lapangan sebagai penyelam, dukungan pada pengambilan foto bawah air, dan pemegang frame dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrim, M., Harahap, S.A., dan Wibowo, K. 2012 Struktur komunitas ikan karang di perairan Kendari. *Ilmu Kelautan*, 17(3):154-163. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.17.3.154-163>.
- Ahmad, R.R. & Fuad, M. 2018. Vulnerability assessment of mangrove habitat to the variables of the oceanography using CVI Method (Coastal Vulnerability Index) in Trimulyo Mangrove Area, Genuk District, Semarang. *E3S Web of Conferences*. 31, 08004. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183108004> (2018)

- 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), Desember 2022, 199-208.
- Allen, G., Swainston, R., and Ruse, J. 2000. Marine fishes of south-east asia. Periplus Editions (HK) Ltd. Western Australia Museum. Australia. 293 p. ISBN 962-953-267-4.
- Allen, G., Stenee, R., Humann, P., and Deloach, N. 2003. Reef fish identification tropical pasific. New World Publication Inc. US. 484p.
- Andi, N.H.H., Hamid, A., & Arami, H. 2020. Biodiversitas ikan padang lamun di perairan Tanjung Tiram, Konawe Selatan, Sulawesi Tenggara. *Habitus Aquatica*. 1(2), 1-10. <https://doi.org/10.29244/haj.1.2.1>.
- Blaber, S.J.M., Brewer, D.T., Salini, J.P., Kerr, J.D., and Conacher, C. 1992. Species composition and biomasses of fishes in tropical seagrasses at Groote Eylandt, Northern Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 35:605-620. [https://doi.org/10.1016/S0272-7714\(05\)80042-3](https://doi.org/10.1016/S0272-7714(05)80042-3).
- Brandl, S.J., Johansen, J.L., Casey, J.M., Tornabene, I., Morais, R.A. & Burt, J.A. 2020. Extreme environmental conditions reduce coral reef fish biodiversity and productivity. *Nature communications*, 11(1), 1-14, doi: 10.1038/s41467-020-17731-2.
- Cadith, J. 2019. Konflik dalam pemanfaatan sumber daya di Pesisir Teluk Banten. *Jurnal Administrasi Publik*. 10(2). <https://doi.org/10.31506/jap.v10i2.6929>.
- Da Gomes, O.Y.C., Vincentius, A. Minggu, Y.D.B.R. 2023. Hubungan tutupan karang hidup dengan kepadatan megabentos di Zona Inti Kawasan Konservasi Perairan Daerah Kabupaten Sikka. *Aquanipa, Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*, 05(01), Februari 2023. <https://www.nusanipa.ac.id/aquanipa/index.php/aquanipa/article/view/52>.
- English, S., Wilkinson, C., Baker, V. 1994. Survey manual tropical marine resources. ASEAN-Australia Marine Science Project: Living Coastal Resources.
- English, S., Wilkinson, C. and Baker, V. 1997. Survey manual for tropical marine resources. Australian Institute of Marine Science. Townsville, Australia. 390 p. <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Erdana, R., , Pratikto, I., Suryono, C.A., Suryono, S. 2022. Hubungan persentase tutupan karang hidup dan kelimpahan ikan di Kawasan Konservasi Perairan Pulau Koon, Kabupaten Seram Bagian Timur, Provinsi Maluku. *Journal of Marine Research*. 11 (2 Mei 2022), 45-155. Doi: 10.14710/jmr.v11i2.32164
- Feary, D.A., Almany, G.R., Jones, G.P. & McCormick, M.I. 2007. Coral degradation and the structure of tropical reef fish communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 333, 243-248. Doi: 10.3354/meps333243.
- Giyanto. 2013. Metode transek foto bawah air untuk penilaian kondisi terumbu karang. *Oseana*. 28, 47-61.
- Giyanto, Kiswara, W., Suyarso, Edrus, I.N., Dharmawan, I.W.E., Utama, R.S., Budiyo, A., Salatalohy, A., Unyang, S., Pratama, K.Y., Lapon, Y. 2015. Monitoring kesehatan terumbu karang dan ekosistem terkait di Taman Nasional Perairan Laut Sawu. COREMAP-CTI Tahun 2015 (*Baseline*) 1-87.
- Giyanto, Siringoringo, R.M., Muhammad, A., Suharti, S. 2014. Panduan monitoring kesehatan terumbu karang; Terumbu karang, ikan karang, megabenthos, dan penulisan laporan. COREMAP CTI. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Gustilah, L., Solichin, A., Purnomo, P.W. 2018. Hubungan tutupan bentuk karang dengan kelimpahan ikan karang di Perairan Pulau Cilik Taman Nasional Karimunjawa. *Aquares. Diponegoro University Aquatic Resources Study Program*. 7(3) Doi: <https://doi.org/10.14710/marj.v7i3.22548>. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/maquares/article/view/22548>.
- Hamid, A. & Kamri, S. 2019. Keanekaragaman jenis ikan hasil tangkapan sampingan (*Bycatch*) perikanan rajungan di Teluk Lasongko dan Kendari Sulawesi Tenggara. *Marine Fisheries Journal of Marine Fisheries Technology and Management*. 10(2), 215-224. <https://doi.org/10.29244/jmf.v10i2.30855>.
- Heenan, E. and Williams, I.D. 2013. Monitoring herbivorous fishes as indicators of coral reef resilience in American Samoa. *PLoS One*, 8(11): e79604. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079604>.
- Indrawati, Edrus, A.I.N. dan Hadi, T.A. 2020. Karakteristik struktur komunitas ikan karang target dan indikator di Perairan Taman Nasional Komodo. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 26(2 Juni 2020). <https://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jppi>.
- Ihsan, I., Wiyono, E.S., Wisudo, S.H. & Haluan, J. 2015. Alternatif pengelolaan perikanan rajungan (*Portunus pelagicus*) di Perairan Kabupaten Pangkep Sulawesi Selatan. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 7(1), 25. <https://doi.org/10.15578/jkpi.7.1.2015.25-36>.

- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.4 Tahun 2001 tentang Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang.
- Kohler, K.E. and Gill, S.M. 2006. Coral Point Count with excel extensions (CPCe): a visual basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers and Geosciences*. 32, 1259-1269.
<https://doi.org/10.1016/j.cageo.2005.11.009>.
- Lalang, Riska, Tasabaramo, I.A., Maharani. 2022. Persentase tutupan dan Indeks Mortalitas terumbu karang di Perairan Pomalaa Sulawesi Tenggara. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 6(3 Agustus 2022), www.ejournalfpikunipa.ac.id.
- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton university press.
- Munday, P.L., Jones, G.P. & Caley, M.J. 2001. Interspecific competition and coexistence in a guild of coral-dwelling fishes. *Ecology*, 82:2177-2189. Doi: 10.1890/0012-9658(2001)082[2177:ICACIA]2.0.CO;2
- Nowicki, J.P., O'Connell, L.A., Cowman, P.F., Walker, S.P.W., Coker, D.J., Pratchett, M.S. 2018. Variation in social systems within Chaetodon butterflyfishes, with special reference to pair bonding. *PLoS ONE* 13(4): e0194465. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194465>.
- Nurma, N., Angkasa, P., Abdul, R., Kamil, Y., Made, M.J., Hawati, Rakhma, F.L., Herianto, S., Sarifah, A., Eli, N. 2022. Kondisi tutupan karang dan frekuensi kemunculan Hard Coral dengan Metode LIT (*Line Intercept Transect*) pada Perairan Pulau Jinato Kawasan Taman Nasional Taka Bonerate, Kabupaten Kepulauan Selayar. *Fisheries Wallacea Journal*, 3(1).
- Nybakken, W. 1988. Marine biology and ecological approach. Jakarta:PT Gramedia.
- Pinheiro, H.T., Martins, A.S. & Joyeux, J.C. 2013. The importance of small-scale environment factors to community structure patterns of tropical rocky reef fish. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93(5):1175-1185. Doi: 10.1017/S0025315412001749.
- Putra, I.M.R., Dirgayusa, I.G.N.P., Faiqoh, E. 2019. Keanekaragaman dan biomassa ikan karang serta keterkaitannya dengan tutupan karang hidup di Perairan Manggis, Kabupaten Karangasem, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. 5(2),164-176. Doi. <http://doi.org/10.24843/jmas.2019.v05.i02.p02>.
- Ratu, A. , Vincentius, A. dan Rume, M.I. 2020. Studi keanekaragaman jenis dan kondisi terumbu karang di Perairan Kelurahan Waioiti dan Perairan Desa Lidi Kabupaten Sikka. *Aquanipa, Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*. 02(03), Desember 2020. <http://aquanipa.nusanipa.ac.id/index.php/prjemen/article/download/17/29>.
- Roberts, T.E., Bridge, T.C., Caley, M.J., Baird, A.H. 2016. The point count transect method for estimates of biodiversity on coral reefs: improving the sampling of rare species. *PLoS One* 11, e0152335.
- Richmond, R.H. 1997. Reproduction and recruitment in corals: Critical links in the persistence of reefs in life and death of coral reefs. Chapman and Hall 115 Fifth Avenue: New York.
- Salanggon, A.M., Sallata, A.E., Fathuddin, F., Pramita, E.A., Hermawan, R. & Akbar, M. 2022. Kondisi terumbu karang di Kawasan Konservasi Perairan Morowali. *Jurnal Kelautan Nasional*, 17(3), 209-220. <https://doi.org/10.15578/jkn.v17i3.10950>.
- Umanailo, M.T., Manembu, I.S., Manengkey, H.W.K., Paruntu, C.P., Lintang, R.A.J., Pelle, W.E. 2021. Kondisi karang *Scleractinia* di perairan Bulutui Becamatan Likupang Barat Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 9(2).