

Perbandingan Kondisi Terumbu Karang dan Hubungannya dengan Ikan Karang di Perairan Karimunjawa dan Bali

Trifajriah Lutea Ayu¹, Munasik^{1,2,3*}, Agus Trianto², Maestro Munru⁴

¹Program Studi Magister Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

²Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia

³Pusat Penelitian Ekonomi Biru, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia

⁴Program Studi Magister Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University
Jl. Dramaga, Babakan, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16680 Indonesia

*Email: munasik@lecturer.undip.ac.id

Abstract

Comparison Coral Reef Condition and Its Relationship with Reef Fish in Karimunjawa and Bali Waters

This study aims to compare the ecological conditions of coral reefs and reef fish communities between the shallow waters of Karimunjawa, Jepara (Java Sea) and North Bali waters (Buleleng Regency). The research was conducted at 6 stations (2 stations in Karimunjawa and 4 stations in Bali) with different depths. The coral reef observation method used Underwater Photo Transect (UPT), while reef fish observation was conducted using the Underwater Visual Census (UVC) method. Results showed that coral reef conditions in general were not significantly different between locations. However, the abundance, biomass and biodiversity of reef fishes were significantly different between Karimunjawa and Bali. Further analysis showed that coral growth form (lifeform) was a strong predictor of reef fish community structure, and related to reef fish trophic groups (corallivores, herbivores and carnivores). The abundance and diversity of reef fish species were not only influenced by live coral cover, but also by the complexity of habitat structure. These findings highlight the importance of local oceanographic and topographic factors in supporting reef fish abundance and diversity.

Keywords: coral reef, reef fish, lifeform, Karimunjawa, Bali

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kondisi ekologi terumbu karang dan komunitas ikan karang antara perairan dangkal Karimunjawa, Jepara (Laut Jawa) dan perairan Bali Utara (Kabupaten Buleleng). Penelitian dilakukan pada 6 stasiun (2 stasiun di Karimunjawa dan 4 stasiun di Bali) dengan kedalaman yang berbeda. Metode pengamatan terumbu karang menggunakan Underwater Photo Transect (UPT), sementara pengamatan ikan karang dilakukan dengan metode Underwater Visual Census (UVC). Hasil menunjukkan bahwa kondisi terumbu karang secara umum tidak berbeda nyata antar lokasi. Namun, kelimpahan, biomassa dan biodiversitas ikan karang berbeda nyata antara Karimunjawa dan Bali. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa bentuk pertumbuhan karang (lifeform) adalah prediktor kuat struktur komunitas ikan karang, dan berhubungan dengan kelompok trofik ikan karang (koralivora, herbivora dan karnivora). Kelimpahan dan keragaman jenis ikan karang tidak hanya dipengaruhi oleh tutupan karang hidup, tetapi juga oleh kompleksitas struktur habitat. Temuan ini menyoroti pentingnya faktor oseanografi lokal dan topografi dalam mendukung kelimpahan dan keanekaragaman jenis ikan karang.

Kata kunci: terumbu karang, ikan karang, bentuk pertumbuhan karang, Karimunjawa, Bali

PENDAHULUAN

Terumbu karang merupakan ekosistem pesisir tropis yang sangat produktif dan memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi (Moberg & Folke, 1999). Selain berfungsi sebagai habitat, tempat makan, dan lokasi pemijahan bagi berbagai organisme laut, terumbu karang juga berperan dalam perlindungan pantai serta mendukung perikanan tangkap skala kecil. Secara struktural, kompleksitas fisik terumbu yang dipengaruhi oleh bentuk koloni karang, tutupan karang hidup, dan

topografi dasar laut memiliki pengaruh terhadap keberadaan ikan karang (Alvarez-Filip *et al.*, 2011). Hubungan antara kondisi terumbu karang dan komunitas ikan karang telah lama menjadi fokus penelitian ekologi tropis (Jones *et al.*, 2004). Faktor-faktor seperti tutupan karang hidup, kompleksitas struktur terumbu karang, dan kedalaman perairan diketahui memengaruhi struktur komunitas ikan karang (Graham & Nash, 2013).

Telah banyak kajian tentang hubungan positif antara tutupan karang hidup dan kelimpahan ikan karang (Jones *et al.*, 2004; Graham & Nash, 2013). Namun, hubungan ini tidak selalu linear (Wijayanto *et al.*, 2021). Studi oleh Darling *et al.* (2017) menunjukkan bahwa struktur habitat dan ciri morfologi karang (seperti karang bercabang atau masif) lebih menentukan struktur komunitas ikan dibanding persentase tutupan karang semata. Selain itu, beberapa spesies ikan spesialis sangat tergantung pada tipe karang tertentu, sementara ikan generalis lebih toleran terhadap degradasi habitat (Wilson *et al.*, 2010). Kedalaman perairan juga berpengaruh terhadap parameter lingkungan lainnya, seperti intensitas cahaya, suhu, dan arus, yang pada gilirannya akan memengaruhi komposisi komunitas terumbu karang dan ikan karang (Bridge *et al.*, 2014). Perairan dangkal cenderung memiliki tutupan karang hidup yang lebih tinggi, namun lebih rentan terhadap gangguan antropogenik dan fluktuasi suhu. Sementara itu, terumbu karang di kedalaman menengah hingga dalam (*mesophotic reefs*) seperti di utara Bali dapat berfungsi sebagai "refugia" bagi biota dari tekanan lingkungan dangkal (Bongaerts *et al.*, 2010). Hal ini menjelaskan potensi terjadinya variasi biodiversitas dan struktur komunitas antar kedalaman.

Sebagian besar studi terdahulu berfokus pada hubungan terumbu dan ikan karang dalam satu lokasi atau lintang ekologis yang seragam. Penelitian lintas wilayah yang membandingkan ekosistem dengan karakter oseanografi dan kedalaman berbeda masih terbatas di Indonesia. Kajian ini memberikan kontribusi penting dalam mengisi kesenjangan tersebut, dengan menguji hubungan ekologis antara komunitas karang dan ikan karang di dua wilayah ekosistem tropis yang memiliki dinamika laut berbeda, yaitu Laut Jawa dan Bali yang mewakili dua kondisi ekstrem, perairan dangkal dan dalam. Pendekatan ini akan memperkuat pemahaman tentang faktor-faktor kunci pengendali biodiversitas laut tropis di kawasan segitiga terumbu karang dunia (Coral Triangle).

Perairan dangkal seperti Laut Jawa memiliki karakteristik oseanografi berbeda dengan perairan dalam seperti di wilayah utara Bali. Laut Jawa cenderung memiliki karakteristik oseanografi dengan tingkat sedimentasi yang tinggi, fluktuasi suhu yang tinggi terutama akibat pengaruh daratan dan perairan yang dangkal serta salinitas yang lebih rendah karena banyaknya aliran sungai yang bermuara (Tomascik *et al.*, 1997; Apriansyah *et al.*, 2024). Sebaliknya, kondisi perairan utara Bali memiliki ciri oseanografi yang stabil, lebih jernih dan mendapatkan pengaruh arus lintas Indonesia (*Indonesian Throughflow*) yang membawa masa air bersih dan kaya oksigen dari timur dengan kedalaman yang bervariasi (Gordon *et al.*, 2010; Bongaerts *et al.*, 2010). Kondisi ini dapat berdampak pada struktur komunitas terumbu karang dan ikan yang berasosiasi. Untuk mengetahui hubungan antara kondisi terumbu karang dan komunitas ikan karang, telah dilakukan studi perbandingan kondisi ekologi terumbu karang antara perairan Karimunjawa dan Bali.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di dua perairan, yaitu Pulau Karimunjawa, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah (Gambar 1) dan perairan Desa Penuktukan, Kecamatan Tejakula, Kab. Buleleng, Bali Utara (Gambar 2). Survei penilaian kondisi terumbu karang dilakukan pada bulan Juli 2023. Stasiun penelitian dipilih berdasarkan keterwakilan variasi kedalaman (3m dan 7m) dan tipe habitat. Total keseluruhan stasiun sebanyak 6 stasiun, yaitu 2 stasiun di Karimunjawa dan 4 stasiun di Bali.

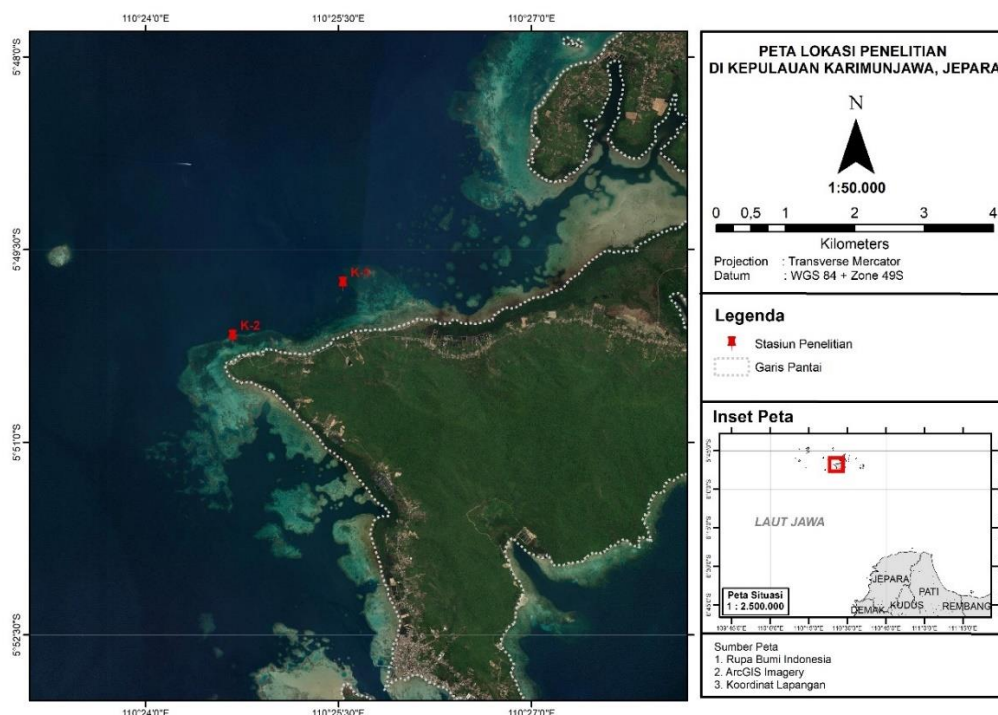
Kondisi terumbu karang disurvei dengan menerapkan metode penilaian kondisi terumbu Karang *Underwater Photo Transect* (UPT) untuk menentukan persentase tutupan Karang hidup (Giyanto, *et al.*, 2014). Pengambilan data dilakukan dengan memasang transek garis sepanjang 50 m pada kedalaman 3 dan 7m sejajar garis pantai. Pengambilan data berupa foto kondisi habitat

sekitar garis transek, dengan jarak sekitar 60 cm dari dasar substrat. Pemotretan dilakukan di setiap rentang jarak 1 m sepanjang garis transek 50 m sejajar dengan garis pantai. Pengambilan gambar dimulai dari meter ke satu pada bagian sebelah kiri garis transek (bagian yang lebih dekat dengan daratan) sebagai "Frame 1", kemudian pengambilan foto di meter kedua pada bagian sebelah kanan garis transek (bagian yang jauh dengan daratan) sebagai "Frame 2" dan seterusnya hingga panjang transek 50 meter. Untuk *frame* dengan nomor ganjil (1, 3, 5,... 49) diambil pada bagian sebelah kiri garis transek sedangkan *frame* nomor genap (2, 4, 6,... 50) diambil pada bagian sebelah kanan garis transek. Foto-foto hasil pemotretan tersebut, selanjutnya dianalisis menggunakan piranti lunak *Coral Point Count with Excel extensions* (CPCe) untuk mendapatkan data kuantitatif. Hasil analisis setiap *frame* foto dihitung nilai persentase tutupan substrat berdasarkan kategori:

$$\text{Persentase tutupan kategori} = \frac{\text{Jumlah titik kategori tersebut}}{\text{banyaknya titik acak}} \times 100\%$$

Penentuan kondisi terumbu karang berdasarkan persentase tutupan karang hidup mengikuti kriteria baku kerusakan terumbu karang (Keputusan LH No.4 Tahun 2001, Tabel 1).

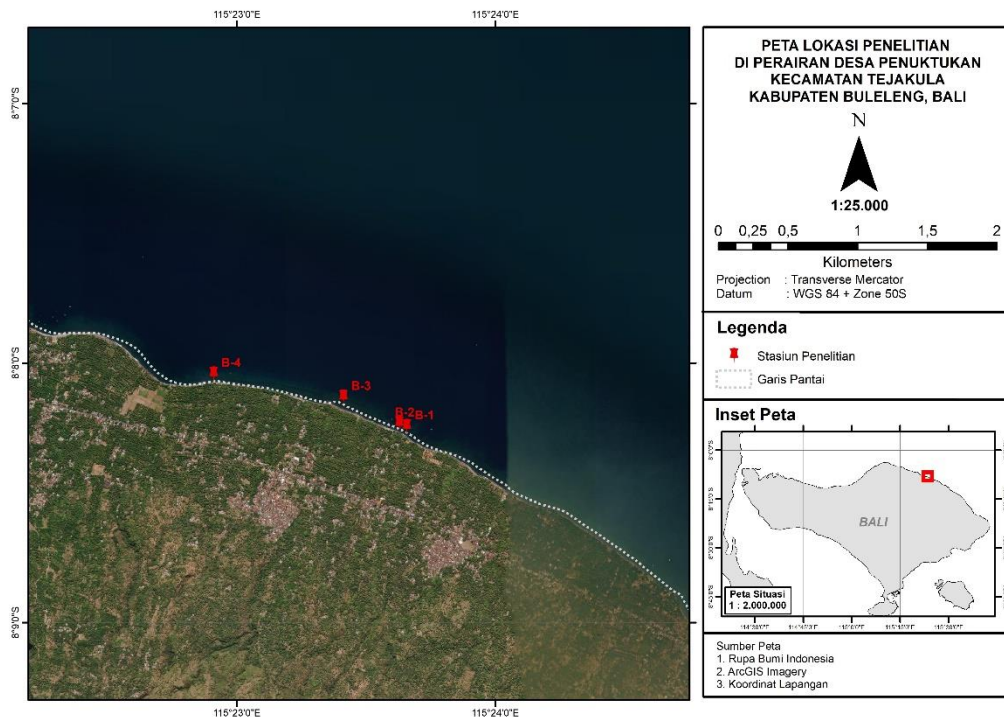
Pengumpulan data ikan karang dilakukan melalui pencatatan jumlah ikan dengan menggunakan metode sensus visual pada transek sabuk dengan luas area 50 m x 5 m (English *et al.*, 1994). Untuk keefektifan dan keefisienan pengamatan difokuskan terhadap jenis kelompok ikan tertentu yang dapat langsung dijadikan sebagai indikator terhadap kondisi kesehatan terumbu karang. Jenis ikan tersebut merupakan anggota dari delapan famili yang tergolong dari tiga pengelompokan berdasarkan fungsi ekologi dan ekonomisnya, yaitu: *corallivor*: *Chaetodontidae* (kepe-kepe), *herbivor*: *Scaridae* (kakatua), *Acanthuridae* (brajanata), *Siganidae* (beronang), dan *carnivor*: *Serranidae* (kerapu), *Lutjanidae* (kakap), *Lethrinidae* (lencam), dan *Haemulidae* (bibir tebal). Pencatatan data meliputi kelimpahan individu, keanekaragaman, estimasi panjang total setiap individu dan biomassa ikan karang.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Perairan Karimunjawa, Jepara

Tabel 1. Penentuan Kategori Kondisi Terumbu Karang

Kategori	Persentase Tutupan Karang
Buruk	0 – 24,9%
Sedang	25 – 49,9%
Baik	50 – 74,9%
Sangat Baik	75 – 100%

**Gambar 2.** Lokasi Penelitian di Perairan Bali Utara

Pengambilan jenis kelompok koralivora perkiraan jumlah ikan dicatat dalam data *sheet* kedap air dan menaksirkan panjang ikan dalam air menggunakan metode “stick”, yaitu mencoba menaksirkan panjang total ikan dari mulai ujung mulut ikan sampai ujung sirip ekor (perbedaan ukuran di laut dan darat 1½ cm) dan jumlah ikan yang tersensus dikelompokkan ke dalam panjang taksiran (cm) 6-10; 11-15; 16-20; 21-25; 26-30 dst dengan kelipatan lima. Mengidentifikasi jenis ikan menggunakan buku petunjuk bergambar (Kuitert and Tonozuka, 2001; Allen and Erdmann, 2012).

Kelimpahan/*Densitas* (D) adalah jumlah individu seluruh spesies ikan karang per famili per luas area pengamatan.

$$D = \frac{\sum \text{Individu (ikan korallivor, herbivor dan karnivor; p famili)}}{250 \text{ m}^2} = X \text{ Individu/m}^2$$

Keanekaragaman jenis adalah suatu pernyataan atau penggambaran secara matematik yang melukiskan struktur kehidupan dan dapat mempermudah menganalisa informasi-informasi tentang jenis dan jumlah organisme. Penghitungan indeks keanekaragaman ikan karang dilakukan dengan menggunakan *indeks shannon-wiener*.

Penghitungan biomassa ikan karang dilakukan dengan mengestimasi panjang ikan dari ujung mulut hingga pangkal ekor (*fork length*) kemudian dimasukkan dalam perhitungan biomassa ikan

karang sesuai kaidah Kulbicki *et al.* (2005). Untuk mendapatkan data berat ikan (gram/kg). Nilai "a" dan "b" dapat dicari pada situs "Fishbase" untuk setiap jenis ikan target (Froese & Pauly, 2014). Setelah mengetahui nilai biomassa tiap spesies, kemudian dilakukan perhitungan total biomassa ikan karang per-transek. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$B = \frac{W1 + W2 + \dots + Wn \text{ (gram)}}{\text{transek (350 m}^2\text{)}}$$

Keterangan: W1, W2, hingga Wn adalah biomassa satu ekor ikan dalam gram. Kemudian, data yang telah diperoleh dikonversi kedalam satuan kilogram per hektar.

Untuk menguji perbedaan kondisi terumbu Karang di dua lokasi setiap kedalaman digunakan Uji Statistik Non Parametrik Mann-Whitney U dengan tingkat kepercayaan (0,05). Sedangkan untuk menguji perbedaan kelimpahan, biomassa dan keragaman jenis ikan Karang digunakan uji ANOVA dua arah dengan memanfaatkan perangkat lunak SPSS Statistics 22. Untuk menguji hubungan kondisi terumbu Karang dan ikan karang telah dilakukan analisis statistik *multivariabel* yang didasarkan pada Analisis komponen utama atau PCA (*Principal Component Analysis*) menggunakan perangkat lunak XLSTAT. Uji hubungan kondisi terumbu Karang dan ikan Karang tersebut menggunakan data persentase tutupan karang hidup berdasarkan bentuk pertumbuhan (*lifeform*) dan kelimpahan ikan karang berdasarkan kelompok (koralivora, herbivora dan karnivora).

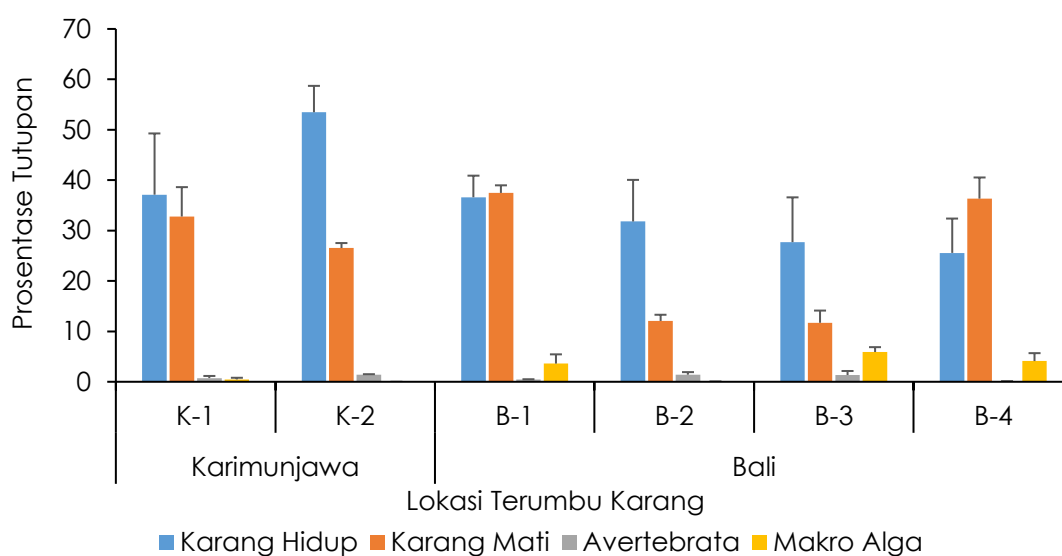
HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase tutupan karang hidup di Karimunjawa berkisar 19,93-60,87% (buruk-baik) dan di Bali dengan kisaran 15,13-46,07% (buruk-sedang). Rata-rata kondisi terumbu karang kedua lokasi perairan termasuk kategori "Sedang" dengan persentase tutupan karang hidup di Karimunjawa dan Bali masing-masing 45,29% dan 30,42% (Gambar 3). Uji statistik menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan kondisi terumbu karang di Karimunjawa dan Bali ($p > 0,05$). Kesamaan kondisi ekosistem terumbu karang ditunjukkan oleh tutupan substrat dasar lainnya, seperti karang mati (Dead Coral), avertebrata yang berasosiasi (Others) dan abiotik. Rata-rata tutupan substrat dasar kategori karang mati di Karimunjawa 29,66% dan di Bali sebesar 24,39%. Sedangkan persentase tutupan substrat oleh avertebrata di Karimunjawa dan Bali masing-masing 1,08% dan 0,82%. Persentase tutupan makro alga di Karimunjawa 0,23% dan di Bali 3,40%, sedangkan tutupan substrat dasar abiotik di Karimunjawa 23,74%, dan di Bali 40,98%. Meskipun uji statistik menunjukkan tidak terdapat perbedaan persentase tutupan Acropora di kedua lokasi ($p > 0,05$) akan tetapi persentase tutupan Acropora di Karimunjawa lebih tinggi daripada Bali (Gambar 4). Terumbu karang di Karimunjawa didominasi oleh karang Acropora bercabang (ACB) dan Tabulate (ACT) sedangkan di Bali dominan karang massif (CM), karang foliose (CF) dan pecahan karang (*rubble*).

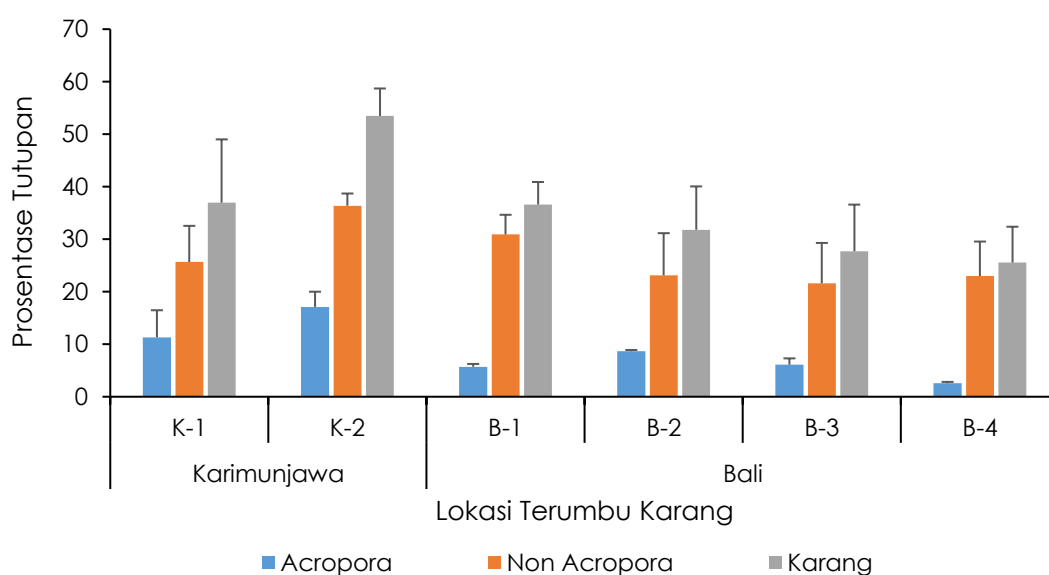
Ekosistem terumbu karang Karimunjawa umumnya berupa terumbu karang *fringing reef* yang mengelilingi pulau-pulau kecil tersusun atas karang bercabang, *foliose massif* dan *tabulate* dengan jenis Porites menempati porsi tertinggi, selanjutnya jenis Montipora dan Acropora (Munasik *et al.*, 2021; Sulistiyati *et al.*, 2014; Nababan *et al.*, 2011). Karang Acropora di Karimunjawa memiliki pertumbuhan yang signifikan dibandingkan dengan perairan lainnya yang berada di lintang di atasnya meskipun kemampuan rekrutmen karang tergolong rendah (Nozawa *et al.*, 2020). Tingginya tutupan karang hidup di Karimunjawa kemungkinan didukung oleh asosiasi ikan karang excavator dan browser (pemakan algae), seperti kelompok ikan herbivora Scaridae (Tarigan *et al.*, 2024). Sedangkan di perairan Bali Utara di cirikan *fringing reef* dengan kemiringan yang curam dan dalam dengan kondisi terumbu karang kategori sedang dan persen tutupan abiotik yang tinggi, 28-45% (Saputra *et al.*, 2021) memiliki kondisi habitat yang berbeda dengan Karimunjawa. Ciri khas terumbu karang di Bali ditunjukkan oleh tingkat kekasaran (rugositas) yang tinggi, yaitu 3-4 dari skala 0-5 sehingga mempunyai kompleksitas habitat yang tinggi (Kartikasari *et al.*, 2021). Faktor-faktor seperti tutupan karang hidup, kompleksitas struktural, dan kedalaman perairan diketahui dapat

memengaruhi komposisi komunitas ikan (Graham & Nash, 2013), sehingga perairan Bali memiliki kelimpahan dan keragaman jenis ikan karang yang tinggi.

Kelimpahan ikan karang di Bali lebih tinggi secara signifikan dibanding Karimunjawa ($p < 0,05$) dan diikuti dengan perbedaan biomassa secara signifikan di kedua perairan ($p < 0,05$). Kelimpahan ikan karang di Karimunjawa 1.560-2.120 ind/ha sedangkan di Bali 5.680-11.560 ind/ha (Gambar 5). Biomassa ikan Karang di Bali enam kali lipat lebih tinggi daripada di Karimunjawa (Gambar 6). Kedalaman perairan tidak berpengaruh nyata terhadap kelimpahan ikan maupun biomassa di kedua lokasi ($p > 0,05$). Kelimpahan ikan Karang kelompok Karnivora paling rendah 15-20% dibanding dengan Koralivora dan Herbivora. Rata-rata kelimpahan ikan karang Koralivora dan Herbivora di Karimunjawa hampir sama, yaitu 740 dan 760 ind/ha yaitu 42 dan 43% dari total ikan Karang. Sedangkan rerata kelimpahan ikan Karang Herbivora di Bali yaitu 56% dibanding Koralivora sebanyak 24%. Hasil ini mengindikasikan bahwa disamping perbedaan kelimpahan ikan Karang juga terdapat klusterisasi tingkat trofik ikan Karang antara perairan Karimunjawa dan Bali.



Gambar 3. Persentase tutupan karang hidup di Perairan Karimunjawa dan Bali



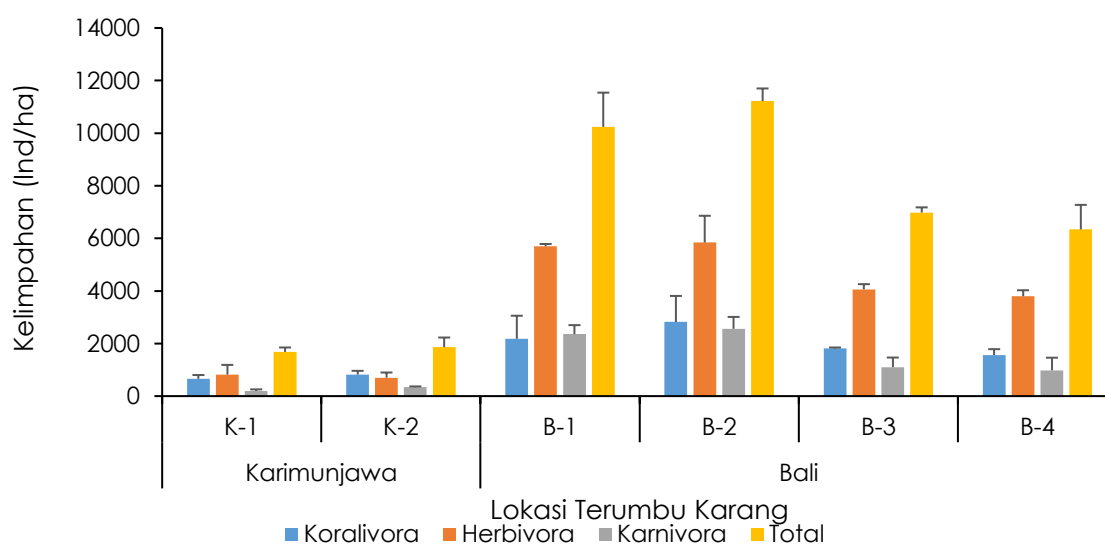
Gambar 4. Persentase tutupan karang Acropora dan Non Acropora di Perairan Karimunjawa dan Bali

Komunitas ikan karang di kedua lokasi terdapat 8 famili yaitu Koralivora terdiri dari famili *Chaetodontidae*, sedangkan kelompok Herbivora terdiri dari 3 famili *Acanthuridae*, *Scaridae* dan *Siganidae*, dan kelompok Karnivora memiliki 4 famili yaitu *Lutjanidae*, *Serranidae*, *Lethrinidae* dan *Haemulidae*. Namun, kelompok Karnivora di Perairan Karimunjawa ditemukan 3 famili yaitu *Lutjanidae*, *Serranidae* dan *Haemulidae* (Tabel 2). Uji statistik menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan keragaman jenis (H') ikan karang di Karimunjawa dan Bali ($p < 0,05$). Ikan karang di Bali lebih beragam daripada di Karimunjawa (Gambar 6). Perbedaan keanekaragaman jenis ikan karang pada kedua perairan ditunjukkan oleh perbedaan komposisi Ikan karang Koralivora (*Chaetodontidae*) di Karimunjawa didominasi jenis *Chaetodon octofasciatus* sedangkan di Bali jenis ikan karang yang dominan yaitu *Chaetodon adiergastos*. Kelimpahan ikan Karang herbivora (*Acanthuridae*, *Scaridae* dan *Siganidae*) di Karimunjawa dicirikan oleh dominasi famili *Scaridae*, disusul dengan *Siganidae* dan terakhir *Acanthuridae* sedangkan di Bali didominasi oleh famili *Acanthuridae*, disusul dengan *Siganidae* dan terakhir *Scaridae*. Kelimpahan ikan Karang kelompok karnivora (*Haemulidae*, *Lethrinidae*, *Lutjanidae* dan *Serranidae*) antara perairan Karimunjawa dan Bali juga terdapat perbedaan. Di Karimunjawa, famili ikan karang yang dominan yaitu *Serranidae*, disusul dengan *Lutjanidae*, *Haemulidae*, dan terakhir *Lethrinidae* sedangkan di Bali rata-rata kelompok karnivora didominasi oleh *Lutjanidae*, disusul dengan *Serranidae*, *Lethrinidae*, dan terakhir *Haemulidae*. Hasil ini mengindikasikan bahwa perbedaan struktur komunitas ikan Karang tidak hanya ditunjukkan oleh kelimpahan individu akan tetapi juga komposisi jenis ikan Karang berdasarkan kelompok tingkat trofik.

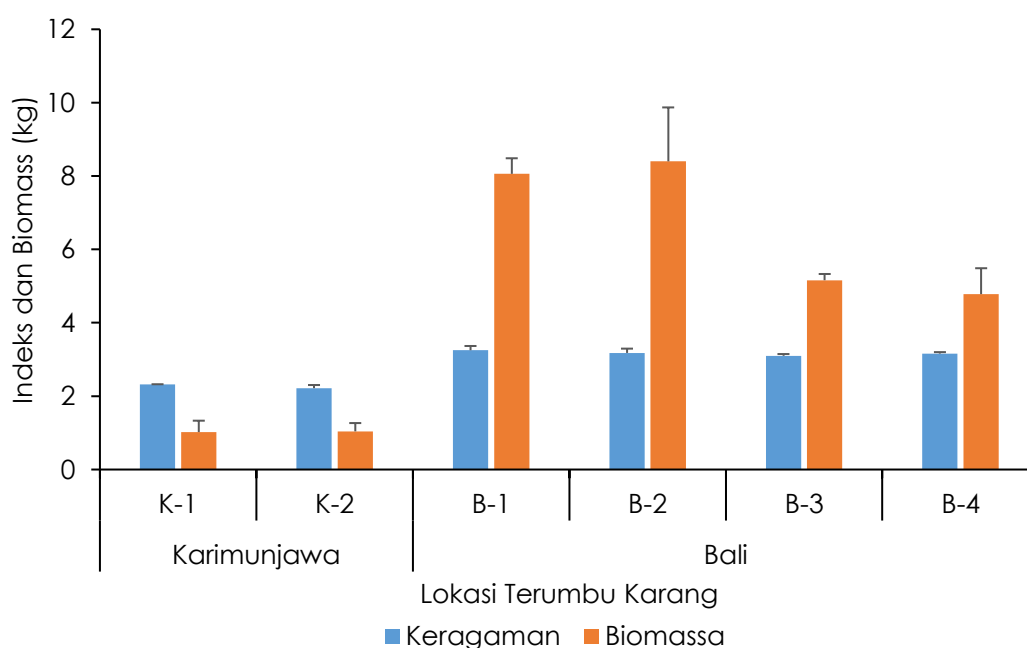
Kepulauan Karimunjawa yang berada di perairan Laut Jawa memiliki karakteristik oseanografi yang khas, secara umum perairannya relatif dangkal, banyak terpengaruh muara sungai, dan mengandung sedimen tinggi (Tomascik *et al.*, 1997; Apriansyah *et al.*, 2024). Hal ini menyebabkan kekeruhan yang lebih besar dan produktivitas primer yang tinggi, tetapi dapat membatasi pertumbuhan karang. Sebaliknya, perairan utara Bali berada pada lintasan arus lintas Indonesia (Indonesian Throughflow) dengan visibilitas tinggi dan nutrisi rendah, serta kedalaman yang cepat meningkat. Lingkungan ini cenderung lebih stabil secara termal, namun struktur terumbu lebih kompleks dan mendukung komunitas ikan yang lebih beragam (Guest *et al.*, 2018). Keberadaan Ikan koralivora *Chaetodontidae* cenderung dipengaruhi oleh kondisi habitat, *Chaetodon octofasciatus* ditemukan di terumbu karang perairan yang dangkal, dan hangat (Faricha *et al.*, 2022; Munasik *et al.*, 2020). Kelompok ikan Koralivora *C. octofasciatus* juga diketahui berasosiasi dengan *Acropora branching* terkait dengan preferensi makanannya (Bramasta *et al.*, 2024). Sehingga Perairan Karimunjawa yang dangkal, dan hangat dengan habitat *Acropora branching* tersusun atas ikan koralivora yang berbeda dibanding perairan Bali yang dalam dengan visibilitas perairan yang tinggi dan nutrisi rendah. Arus Laut Indonesia (Indonesian Throughflow) melewati Selat Lombok akan mempengaruhi sirkulasi air di Bali, terutama sisi timur dan utara. Ini menyebabkan tingkat kejernihan air tinggi dan suhu relatif stabil sepanjang tahun (Bridge *et al.*, 2014). Kompleksitas habitat, rugositas yang tinggi dengan visibilitas yang tinggi di perairan Bali ini akan mendukung penglihatan visual spesies ikan dan hadirnya pemangsa aktif (Guest *et al.*, 2018). Sedangkan perbedaan dominasi kelompok Herbivora antara perairan Karimunjawa kemungkinan adanya perbedaan persentase tutupan substrat abiotik dengan perairan Bali, sehingga *Scaridae* banyak ditemukan di Karimunjawa yang berperan untuk menyediakan ruang bagi keberhasilan rekrutmen karang (Tarigan *et al.*, 2024).

Hasil analisis menunjukkan pola klustering dan hubungan antara variabel-variabel yang merepresentasikan komposisi karang dan tingkat trofik ikan karang. Di Karimunjawa, semua kelompok Ikan karang Koralivora, Karnivora, dan Herbivora tampak lebih tersebar di diagram (Gambar 7a), menunjukkan pola asosiasi yang mungkin berbeda dengan jenis-jenis karang spesifik di masing-masing lokasi. Sedangkan di Bali, ketiga kelompok ikan ini cenderung berasosiasi bersama (Gambar 7b) dan mungkin dipengaruhi oleh faktor lingkungan atau jenis karang yang serupa. Karang dengan bentuk tertentu di Karimunjawa berasosiasi dengan kelompok ikan karang tertentu. Ikan Herbivora di Karimunjawa lebih berasosiasi dengan ACS/*Acropora* Submasif, sedangkan ikan karang kelompok Koralivora (ikan pemakan karang) cenderung berasosiasi dengan ACE (*Acropora*

encrusting). Kelompok Ikan Karnivora berasosiasi dengan karang CB (*Coral Branching*/karang bercabang) dan CME (*Milepora*). Hasil ini mengindikasikan bahwa komposisi terumbu karang di Karimunjawa tidak homogen dan terdapat hubungan antara bentuk pertumbuhan (*lifeform*) karang dan kelompok ikan karang berdasarkan tingkat trofiknya. Klastering variabel karang juga tampak berbeda antara kedua lokasi, menunjukkan kemungkinan perbedaan dalam struktur komunitas karang atau faktor dominan yang mempengaruhinya. Berdasarkan dua diagram PCA ini menunjukkan adanya perbedaan dalam struktur hubungan antara komunitas karang dan ikan karang berdasarkan tingkat trofik antara perairan Bali dengan Karimunjawa. Bentuk pertumbuhan (seperti karang masif, bercabang, foliose) dapat menimbulkan kompleksitas struktur habitat terumbu karang sehingga menciptakan lebih banyak ruang persembunyian dan mikrohabitat untuk asosiasi ikan karang akan mempengaruhi kelimpahan, keanekaragaman dan struktur trofik ikan karang (Darling *et al.*, 2017; Richardson *et al.*, 2017).



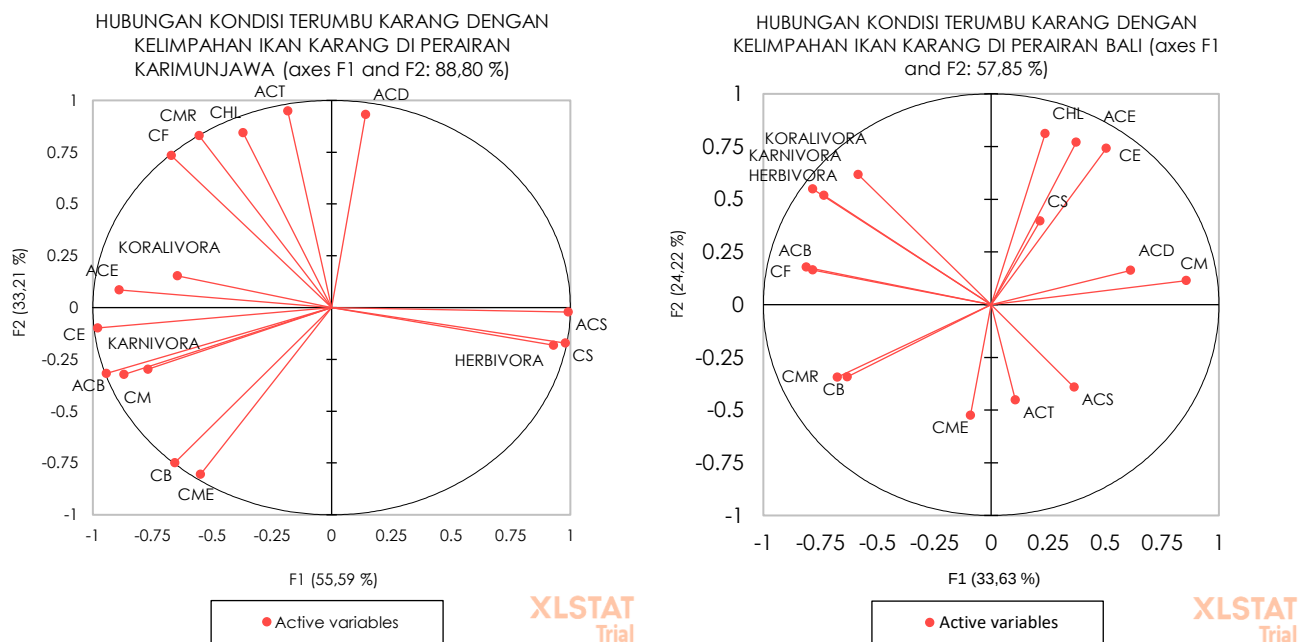
Gambar 5. Kelimpahan berdasarkan kelompok ikan karang di Perairan Karimunjawa dan Bali



Gambar 6. Keanekaragaman ikan karang di Perairan Karimunjawa dan Bali

Tabel 2. Jenis-jenis Ikan Karang yang ditemukan di Perairan Karimunjawa dan Bali

No	Kelompok Ikan Karang	Spesies Ikan Karang	Perairan Karimunjawa	Perairan Bali
1	Koralivora <i>Chaetodontidae</i>	<i>Chaetodon triangulum</i>	+	+
		<i>Chaetodon octofasciatus</i>	+	-
		<i>Chelmon rostratus</i>	+	-
		<i>Chaetodon collare</i>	-	+
		<i>Chaetodon lunulatus</i>	-	+
		<i>Chaetodon rafflesi</i>	-	+
		<i>Chaetodon vagabundus</i>	-	+
		<i>Chaetodon kleinii</i>	-	+
		<i>Chaetodon adiergastos</i>	-	+
		<i>Chaetodon lunula</i>	-	+
		<i>Chaetodon speculum</i>	-	+
		<i>Chaetodon burgessi</i>	-	+
		<i>Chaetodon baronessa</i>	-	+
		<i>Heniochus varius</i>	-	+
		<i>Hemitaenichthys polylepis</i>	-	+
2	Herbivora <i>Acanthuridae</i>	<i>Acanthurus xanthopterus</i>	+	-
		<i>Naso brevirostris</i>	+	-
		<i>Acanthurus tristis</i>	-	+
		<i>Ctenochaetus striatus</i>	-	+
		<i>Acanthurus pyroferus</i>	-	+
		<i>Acanthurus auranticavus</i>	-	+
		<i>Naso lituratus</i>	-	+
		<i>Acanthurus tennentii</i>	-	+
		<i>Acanthurus striatus</i>	-	+
		<i>Acanthurus lineatus</i>	-	+
		<i>Zebrasoma scopas</i>	-	+
		<i>Calotomus carolinus</i>	+	-
	<i>Scaridae</i>	<i>Scarus ghobban</i>	+	-
		<i>Scarus rivulatus</i>	+	-
		<i>Scarus hypselopterus</i>	+	-
		<i>Scarus quoyi</i>	+	-
		<i>Scarus niger</i>	+	+
		<i>Chlorurus bleekeri</i>	+	-
		<i>Scarus tricolor</i>	-	+
		<i>Scarus dimidiatus</i>	-	+
		<i>Scarus fuscocaudalis</i>	-	+
		<i>Scarus prasiognathos</i>	-	+
		<i>Chlorurus gymnognathus</i>	-	+
		<i>Chlorurus capistratoideus</i>	-	+
	<i>Siganidae</i>	<i>Chlorurus sordidus</i>	-	+
		<i>Siganus corallinus</i>	+	-
		<i>Siganus punctatus</i>	+	-
		<i>Siganus virgatus</i>	-	+
		<i>Siganus argenteus</i>	-	+
		<i>Siganus guttatus</i>	-	+
		<i>Siganus spinus</i>	-	+
		<i>Siganus margaritiferus</i>	-	+
3	Karnivora <i>Haemulidae</i>	<i>Plectorhinchus gibbosus</i>	+	-
		<i>Plectorhinchus lineatus</i>	-	+
	<i>Lethrinidae</i>	<i>Lethrinus erythracanthus</i>	-	+
	<i>Lutjanidae</i>	<i>Lutjanus decussatus</i>	+	+
		<i>Lutjanus gibbus</i>	-	+
		<i>Lutjanus bohar</i>	-	+
		<i>Lutjanus kasmira</i>	-	+
	<i>Serranidae</i>	<i>Epinephelus coioides</i>	+	-
		<i>Cephalopholis boenak</i>	+	-
		<i>Cephalopholis cyanostigma</i>	+	-
		<i>Cephalopholis microprion</i>	+	-
		<i>Epinephelus maculatus</i>	-	+
		<i>Cephalopholis argus</i>	-	+
		<i>Cephalopholis miniata</i>	-	+



Gambar 7. Hubungan kondisi terumbu karang berdasarkan bentuk pertumbuhan (*lifeform*) dan kelimpahan ikan karang di Perairan Karimunjawa dan Bali

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun kondisi terumbu karang secara umum serupa antara Karimunjawa dan Bali, komunitas ikan karang menunjukkan perbedaan nyata. Hal ini mengindikasikan bahwa kelimpahan ikan karang tidak selalu berhubungan dengan persentase tutupan karang hidup, tetapi kemungkinan oleh faktor lain seperti struktur habitat. Hasil menunjukkan bahwa bentuk pertumbuhan (*lifeform*) karang memiliki hubungan yang erat dengan tingkatan trofik ikan karang. Studi ini menekankan pentingnya untuk mempertimbangkan kompleksitas habitat dalam upaya konservasi dan pengelolaan ekosistem terumbu karang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada masyarakat Desa Penuktukan, Tejakula Bali yang telah membantu survei penilaian kondisi terumbu Karang di Bali, dan Balai Taman Nasional Karimunjawa atas pemberian izin masuk kawasan konservasi, juga kepada para reviewer yang telah memberikan saran-saran perbaikan artikel ini. Artikel ini merupakan kontribusi No. #2 pada Pusat Penelitian Ekonomi Biru, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Universitas Diponegoro.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G.R. & Erdmann, M.V. (2012). *Ikan Karang di Hindia Timur*. Jilid I-ii. Penelitian Terumbu Tropis, Perth, Australia.
- Alvarez-Filip, L., Gill, J.A., Dulvy, N.K., Perry, A.L., Watkinson, A.R., & Co[^]te, I. M. (2011). Drivers of region-wide declines in architectural complexity on Caribbean reefs. *Coral Reefs*, 30, 1051–1060. doi: 10.1007/s00338-011-0795-6
- Apriansyah, A.S. Atmadipoera, Natih, N.M.N., Nugroho, D., Zuraida, R., Tri Hartanto, M., & Syahdan, M. 2024. Water mass exchange in triangle seas of the Java-Makassar-Flores (JMF): A modeling study. *Continental Shelf Research*, 275, 105225, doi: 10.1016/j.csr.2024.105225.

- Baker, E., Thygesen, K., Harris, P., Andradi-Brown, D., Appeldoorn, R.S., Ballantine, D., Bejarano, I., Bridge, T.C., Colin, P.L., Eyal, G. & Holstein, D., (2010). Mesophotic coral ecosystems: A lifeboat for coral reefs? *Trends in Ecology & Evolution*, 25(11), 630–638.
- Bramasta, A.F.Y., Munasik, & Haryanti, D. (2024). Feeding habit and Predation Selectivity of Reef Fish *Chaetodon octofasciatus* in Artificial Patch Reef and Natural Reef of Panjang Island, Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis* 27(3), 545-552
- Bridge, T.C., Hoey, A.S., Campbell, S.J., Muttaqin, E., Rudi, E., Fadli, N., & Baird, A.H. (2014). Depth-dependent mortality of reef corals following a severe bleaching event: implications for thermal refuges and population recovery. *F1000Res*, 16(2), 187. doi: 10.12688/f1000research.2-187.v3.
- Darling, E.S., Graham, N.A.J., Januchowski-Hartley, F.A. Nash, K.L. Pratchett, Morgan S., & Wilson, S.K. (2017). Relationships between structural complexity, coral traits, and reef fish assemblages. *Coral Reefs*, 36, 561–575. doi: 10.1007/s00338-017-1539-z.
- English, S., Wilkinson, C., & Baker, V. (1994). *Survei Manual for Tropical Marine Resources*. Townsville, Australia: Australian Institute of Marine Science.
- Faricha, A., Rejeki, H.A., & Munasik. (2023). Is the variability of butterflyfish species domination driven by its habitat conditions? *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1137(1), 012018
- Froese, R. & Pauly, D. (2014). Fishbase. World Wide Web Electronic Publication. www.Fishbase.Org, Version, Accessed On 02/2024.
- Giyanto., Manuputty, A.E., Abrar, M., Siringoringo, M.R., Suharti, R.S. & Zulfianita, D. (2014). *Panduan Monitoring Kesehatan Terumbu Karang*. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Gordon, A.L., Sprintall, J., Van Aken, H.M., Susanto, D., Wijffels, S., Molcard, R., Ffield, A., Pranowo, W. & Wirasantosa, S., (2010). The Indonesian throughflow during 2004–2006 as observed by the INSTANT program. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 50(2), 115-128.
- Gordon, A.L., Sprintall, J., Van Aken, H.M., Susanto, D., Wijffels, S., Molcard, R., Ffield, A., Pranowo, W. & Wirasantosa, S., 2010. The Indonesian throughflow during 2004–2006 as observed by the INSTANT program. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 50(2), 115-128.
- Graham, N.A.J., & Nash, K.L. (2013). The importance of structural complexity in coral reef ecosystems. *Coral Reefs*, 32(2), 315–326.
- Guest, J.R., Low, J., Tun, K., Wilson, B., Ng, C., Raingeard, D., Ulstrup, K.E., Tanzil, J.T.I., Todd, P.A., Toh, T.C. & McDougald, D., (2016). Coral community response to bleaching on a highly disturbed reef. *Scientific Reports*, 6(1), 20717. doi: 10.1038/srep20717
- Jones, G.P., M.I. McCormick, M. Srinivasan, & J.V. Eagle. (2004). Coral decline threatens fish biodiversity in marine reserves, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United*, 101(21), 8251-8253, doi: 10.1073/pnas.0401277101 (2004).
- Kartikasari, A., Pristianto, T., Hanintyo, R., Ampou, E. E., Wibawa, T. A., & Borneo, B. B. (2021). Representative benthic habitat mapping on Lovina coral reefs in Northern Bali, Indonesia. *Biodiversitas*, 22(11), 4766-4774.
- Kuiter, R.H., & Tonozyuka, T. (2001). *Panduan Bergambar Untuk: Ikan Karang Indonesia*. Publikasi Zoonetika. Seaford Vic 3198. Australia.
- Kulbicki, M., Nicolas, G., & Marion, A. (2005). A general approach to length-weight relationships for New Caledonian lagoon fishes. *Cybium*, 29(3), 235-252.
- Munasik, M., Adin Nugroho, A., Hartati, R., Sabdono, A., Sugiyanto, S., & Nugroho Sugianto, D. (2020). Struktur komunitas ikan karang dan tutupan karang pada terumbu buatan Artificial Patch Reef (APR). *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(3), 333-340
- Munasik, Romadhoni, A.A., & Helmi, M. 2021. Komparasi Pola Spasial Kondisi Terumbu Karang Taman Nasional Karimunjawa. *Jurnal Kelautan*, 14(1):175-184
- Moberg, F., & Folke, C. 1999. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecological Economics*, 29(2), 215–233.
- Nababan, M.G., Munasik, I.Y., Kartawijaya, T., Prasetya, R., Ardiwijaya, R.L., Pardede, S.T., Sulisyati, R. & Mulyadi, Y.S. (2010). Status Ekosistem di Taman Nasional Karimunjawa: 2010. Wildlife Conservation Society-Indonesia Program. Bogor. Xi + 78 hlm.
- Nozawa, Y., Villanueva, R.D., Munasik, M., Roeroe, K.A., Mezaki, T., Kawai, T., Guest, J., Arakaki, S., Suzuki, G., Tanangonan, J.J. & Ang, P.O., (2021). Latitudinal variation in growth and survival of juvenile corals in the West and South Pacific. *Coral Reefs*, 40(5), 1463-1471.

- Richardson L.E., Nicholas, G.A.J. & Hoey, A.S. (2020). Coral species composition drives key ecosystem function on coral reefs. *Proceedings of the Royal Society B*, 287(1921), 20192214. doi: 10.1098/rspb.2019.2214
- Saputraa, I.P.D.C.D., Dharmaa, I.S., Sutejaa, Y., & Widiastuti. (2021). Tutupan Terumbu Karang pada Kedalaman Berbeda di Perairan Pantai Batu Sungu, Desa Les, Kabupaten Buleleng. 2021. Tutupan Terumbu Karang pada Kedalaman Berbeda di Perairan Pantai Batu Sungu, Desa Les, Kabupaten Buleleng. *Journal of Marine Research And Technology*, 4(2), 42-46.
- Sulisyati, R., Poedjirahajoe, E., Rahayu, L.W.F., & Fandeli, C. (2014). Karakteristik Terumbu Karang di Zona Pemanfaatan Wisata Taman Nasional Karimunjawa. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 19(3), 139-148. doi:10.14710/ik.ijms.19.3.139-148
- Tarigan, S.A.R., Munasik, Wijayanti, D.P., Muhidin, Rohman, E.W., & Pardede. (2024). Dynamic of coral recruits in the Karimunjawa National Park, Central Java, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 25(2), 869-880
- Tomascik, T., Mah, A.J., Nontji, A., & Moosa, M.K. (1997). The Ecology of the Indonesian Seas, Part One. Periplus Editions.
- Wijayanto, A., Farasara, F. P., Fadlilah, Y. N., Windiyana, A. N., Meiliana, S., & Haryanti, D. (2021). Coral Reef Coverage and Reef Fish Abundance in Menyawakan Island, Karimunjawa. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 750(1), 012057
- Wilson, S.K., Fisher, R., Pratchett, M.S., Graham, N.A.J., Dulvy, N.K., Turner, R.A., Cakacaka, A. & Polunin, N.V. (2010). Habitat degradation and fishing effects on the size structure of coral reef fish communities. *Ecological Applications*, 20(2), 442-451. doi: 10.1890/08-2205.1