

Korelasi Kelimpahan Ikan Herbivora Dengan Tutupan Karang di Pantai Lipah, Karangasem, Bali

Fahmi Anis Afip¹, I Gusti Bagus Sila Dharma², Putu Satya Pratama Atmaja³

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

E-mail: fahmianisafiff@gmail.com

Article History:

Received: 10 Maret 2024

Revised: 20 Maret 2024

Accepted: 22 Maret 2024

Keywords: Ikan herbivora, Terumbu karang, *Acanthuridae*, Korelasi.

Abstract: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai korelasi ikan herbivora dan tutupan terumbu karang di pantai Lipah, Desa Bunutan, Karangasem, Bali. Menggunakan metode Underwater Visual Census (UVC) untuk mengidentifikasi dan menghitung kelimpahan ikan herbivora dari empat keluarga ikan herbivora: *Acanthuridae*, *Scaridae*, *Siganidae*, dan *Ephippidae*. Selain itu, metode Underwater Photo Transect (UPT) digunakan untuk mengukur tutupan terumbu karang di lima titik pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan keberadaan 12 spesies ikan herbivora dari 4 famili yang berbeda. Famili *Acanthuridae* memiliki rata-rata kelimpahan tertinggi, mencapai 79 ind/ha. Tutupan terumbu karang, meskipun bervariasi, secara umum tergolong dalam kriteria "cukup baik" hingga "kurang baik". Analisis data menunjukkan adanya korelasi yang kuat ($r_{xy} = 0.79$) antara kelimpahan ikan herbivora. Hal ini mengindikasikan hubungan yang erat antara kelimpahan ikan herbivora dan terumbu karang. Ketika tutupan terumbu karang mengalami peningkatan, kelimpahan ikan herbivora juga cenderung meningkat. Sebaliknya, ketika tutupan terumbu karang mengalami penurunan, kelimpahan ikan herbivora cenderung mengalami penurunan serupa. Terdapat korelasi positif antara kelimpahan ikan herbivora dan tutupan terumbu karang, yang berarti ketika terumbu karang meningkat, kelimpahan ikan herbivora juga cenderung meningkat, dan sebaliknya.

PENDAHULUAN

Pantai Lipah, yang terletak di Desa Bunutan, Kecamatan Abang, Karangasem, Bali, adalah sebuah lingkungan yang kaya akan keanekaragaman hayati laut. Perairan di sekitar Desa Bunutan ini menjadi rumah bagi berbagai spesies terumbu karang yang indah dan ikan tropis yang beragam (Dhananjaya et al., 2017). Selain menjadi tempat bagi kehidupan bawah laut yang memukau, Pantai Lipah juga memiliki warisan sejarah yang unik: bangkai kapal Jepang yang tenggelam selama Perang Dunia II, menjadikannya destinasi wisata populer bagi para penyelam

dan penggemar alam bawah laut (Anggreni Ni Wayan Suartini & Anggreni, 2021). Terumbu karang, yang memenuhi dasar laut di sekitar pantai ini, memiliki peran vital dalam menjaga keseimbangan ekosistem laut. Mereka membantu melindungi pantai dari abrasi dan dampak gelombang laut, serta berkontribusi pada siklus nutrisi dalam lingkungan laut. Terumbu karang juga berfungsi sebagai tempat tinggal bagi berbagai organisme, mulai dari mikroorganisme hingga makhluk yang lebih besar (Barbier et al., 2011).

Dalam ekosistem yang kaya ini, ikan herbivora memainkan peran yang sangat penting (Bellwood et al., 2004). Mereka adalah pengatur alami yang membantu mengendalikan pertumbuhan alga yang dapat merusak terumbu karang. Pertumbuhan alga yang tak terkendali dapat mengancam kesehatan ekosistem terumbu karang dengan mengganggu keseimbangan alamnya (Bellwood et al., 2004). Dengan mengonsumsi alga, ikan herbivora membantu menjaga kualitas air dan mencegah eutrofikasi, yang dapat merusak ekosistem laut. Selain itu, mereka mendukung pertumbuhan terumbu karang dengan mengurangi kompetisi ruang antara terumbu karang dan alga (Pratchett et al., 2011).

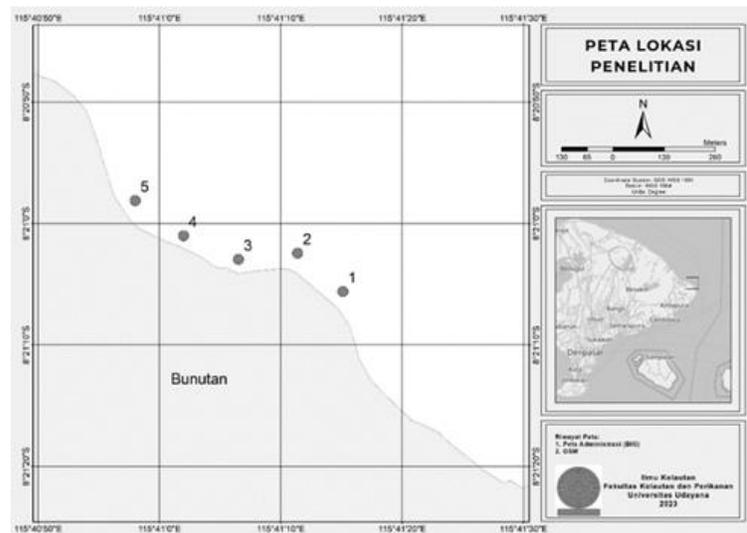
Ikan herbivora di ekosistem terumbu karang memiliki peran penting dalam mengurangi persaingan antara terumbu karang dan alga. Mereka memakan alga, yang jika dibiarkan tumbuh tak terkendali, dapat mengambil ruang dan sumber daya yang seharusnya tersedia untuk pertumbuhan terumbu karang (Ledlie et al., 2007). Ikan herbivora memiliki morfologi dan fisiologi yang memungkinkan mereka untuk secara efektif mengendalikan pertumbuhan alga. Dengan cara ini, mereka menciptakan ruang untuk rekrutmen terumbu karang baru, yang membantu meningkatkan tutupan dan kelimpahan terumbu karang (McCook et al., 2001).

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi korelasi antara ikan herbivora dan tutupan terumbu karang di perairan Pantai Lipah, Kabupaten Karangasem, Bali. Penelitian akan menganalisis kelimpahan ikan herbivora, persentase tutupan terumbu karang, dan mencari hubungan yang mungkin ada di antara keduanya. Hasil penelitian ini diharapkan akan memberikan pemahaman ilmiah yang lebih mendalam tentang peran ikan herbivora dalam menjaga kesehatan ekosistem terumbu karang, serta memberikan dasar yang kuat untuk pengelolaan dan perlindungan terumbu karang di tingkat lokal.

METODE PENELITIAN

1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada 17-18 September 2023 karena bertepatan dengan musim kemarau. Kondisi perairan pada saat itu diharapkan memiliki cuaca yang lebih aman dan visibilitas yang tinggi. Hal ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi substrat dan ikan herbivora dengan lebih tepat. Lokasi penelitian bertempat di perairan Lipah, Kabupaten Karangasem, Bali. Peta penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Penelitian

2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah SCUBA set, GPS, underwater camera, roll meter, dive pointer, kertas newtop, pensil, frame 50x50, Coral Point Count with Excel extensions (CPCe), dan komputer.

3. Metode Penelitian

3.1. Metode Pengambilan Data Kelimpahan Ikan Herbivora

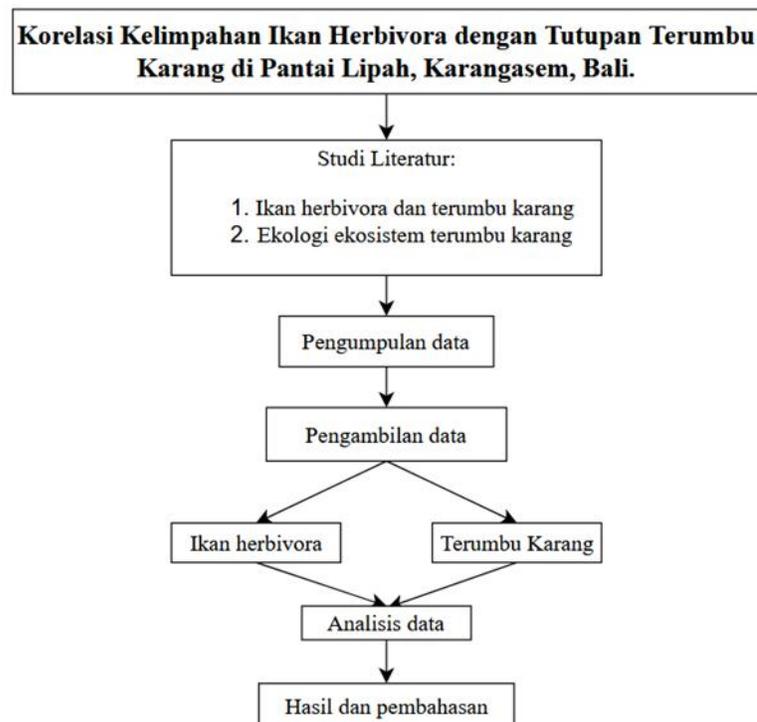
Data ikan herbivora diambil menggunakan metode (UVC). Metode ini merupakan metode yang cepat, akurat, dan efektif (Ahmadia et al., 2013). Ikan herbivora pada umumnya bersifat diurnal (aktif pada siang hari), oleh karena itu pendekatan waktu sensus visual yang ideal dilakukan pada rentang waktu pagi hari hingga sore hari mendekati senja (antara pukul 09:00 – 16:00). Pendekatan waktu juga perlu memperhatikan kondisi pasang surut. Kondisi air surut sering menyebabkan arus tinggi dan kekeruhan juga tinggi. Waktu ideal adalah saat air mulai naik dimana ikan-ikan keluar untuk mencari makan. (Giyanto et al., 2014). Metode UVC digunakan untuk mendeskripsikan ikan yang berada di dalam transek 50m x 5m (Panjang dan Lebar) sehingga area pengamatan mencakup luasan 250m². Pengambilan data ikan dan karang dilakukan secara berurutan (Pratama & Samiaji, 2021).

Data ikan herbivora diambil hanya difokuskan pada spesies anggota dari empat famili ikan herbivora. Ikan herbivora yang dimaksud meliputi berbagai spesies ikan dari famili Scaridae, Acanthuridae, Ehippidae, dan Siganidae (Mujiyanto & Satria, 2015).

3.2. Metode Pengambilan Data Persentase Tutupan Terumbu Karang

Data tutupan terumbu karang di lapangan diambil dengan metode Underwater Photo Transect yang kemudian disingkat UPT yang mencakup persentase tutupan biota dan substrat yang bisa dilihat pada tabel 3.2. Metode ini dilakukan dengan pemotretan bawah air menggunakan kamera digital. Transek sepanjang 100-meter digelar dan pengambilan foto dengan batas frame dilakukan pada setiap meter. Pemotretan dilakukan

dari meter ke-1 pada bagian sebelah kiri garis transek, dilanjutkan dengan pengambilan foto pada meter ke-2 pada bagian kanan. Pemotretan dilakukan hingga akhir transek. Maka untuk meter ganjil (meter ke-1, 3, 5,...) diambil pada bagian kiri, sedangkan untuk meter genap (meter ke-2, 4, 6,...) pada bagian kanan. Pemotretan dimulai dari transek 90 cm pada setiap meternya. Pemotretan harus dilakukan sekitar 60 cm dari dasar substrat dan dilakukan tegak lurus. Untuk memudahkan pekerjaan, dibutuhkan 2 orang yang memiliki dua peran yang berbeda yaitu sebagai fotografer dan yang memegang frame. Foto-foto yang didapatkan selanjutnya dianalisis dengan software komputer Coral Point Count with Excel extensions (CPCe) (Samsuri et al., 2019).



Gambar 2. Diagram Metode Penelitian

4. Analisis Data

4.1. Kelimpahan Ikan Herbivora

Kelimpahan ikan herbivora dihitung dengan rumus yang mengacu pada Brower et al. (1998) yaitu:

$$D = ni/A$$

Dimana D adalah kelimpahan individu (ind/m²); ni adalah jumlah individu jenis ke-i yang diperoleh; dan A adalah luas total area pengambilan data (m²).

4.2. Keanekaragaman Ikan herbivora

Indeks keanekaragaman digunakan untuk mengetahui tingkat keanekaragaman jenis. Persamaan yang digunakan untuk menghitung indeks ini adalah persamaan Shanon-Wiener (Krebs, 2014).

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

Keterangan:

' = indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

= Jumlah spesies

= proporsi jumlah individu jenis ke-i (ni) dengan jumlah individu total (N)

= /

= jumlah individu jenis ke-i

= jumlah individu semua jenis

Tabel 1. Nilai Tolak Ukur Indeks Keanekaragaman

No	Nilai Tolak Ukur	Keterangan
1.	$H' < 1,0$	Keanekaragaman rendah, miskin, produktivitas sangat rendah sebagai indikasi adanya tekanan yang berat dan ekosistem tidak stabil.
2.	$1,0 < H' < 3$	Keanekaragaman sedang, produktivitas cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang, tekanan ekologis sedang.
3.	$H' > 3$	Keanekaragaman tinggi, stabilitas ekosistem seimbang, produktivitas tinggi, tahan terhadap tekanan ekologis.

4.3. Tutupan Terumbu Karang

Setelah pengambilan data tutupan terumbu karang menggunakan metode UPT, selanjutnya dilakukan pengolahan analisis foto hasil pemotretan bawah air di setiap interval 1 m garis transek dianalisis untuk mendapatkan data-data kuantitatif yaitu persentase tutupan masing-masing biota atau substrat menggunakan software CPCe, analisis data dilakukan terhadap setiap frame dengan cara melakukan pemilihan sampe 1 titik acak. Jumlah titik acak yang digunakan adalah sebanyak 30 titik untuk setiap framanya yang akan merepresentasikan persentase tutupan kategori dan substrat (Giyanto et al., 2014).

Selanjutnya ditentukan biota atau substrat apa saja yang ada di titik tersebut. Hasil analisis seluruh foto pada satu transek selanjutnya dikalkulasi secara otomatis oleh software CPCe. Maka data kuantitatif dapat didapatkan dalam bentuk excel (Giyanto et al., 2014)

Selanjutnya persentase tutupan pada masing-masing kategori biota dan substrat untuk setiap frame foto dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Persentase tutupan kategori} = (\text{Jumlah titik kategori tersebut}) / (\text{banyak titik acak}) \times 100\%$$

Nilai persentase tutupan karang hidup dari masing-masing kategori bentuk, mengacu pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 2001 Tentang : Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang yang telah disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori kondisi terumbu karang

No	Tutupan Karang Hidup (%)	Kriteria Penilaian
1.	75 – 100	Sangat Baik
2.	50 – 74,9	Baik
3.	25 – 49,9	Cukup Baik
4.	0 – 24,9	Kurang Baik

4.4. Korelasi Pearson

Perhitungan korelasi menggunakan rumus Pearson menurut Sugiyono (2013) sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{n\sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{\{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2\} - \{n\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2\}}}$$

Keterangan:

- r_{xy} : Koefisien korelasi pearson
 x_i : Variabel persentase tutupan terumbu karang
 y_i : Variabel kelimpahan megabentos
 n : Banyak sampel

Tabel 3. Kategori Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,0 – 0,19	Sangat Lemah
0,20 – 0,39	Lemah
0,40 – 0,59	Sedang
0,60 – 0,79	Kuat
0,80 – 1,00	Sangat Kuat

Sumber: Sugiyono (2013)

Nilai korelasi (r) dapat berkisar antara 1 sampai -1, dimana nilai yang mendekati 1 atau -1 maka hubungan antara dua variabel tersebut semakin kuat, sebaliknya apabila nilai yang dihasilkan mendekati 0 maka hubungan antara dua variabel tersebut semakin lemah. Koefisien korelasi juga mempunyai nilai -1 (negatif) dan +1 (positif)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kelimpahan Ikan Herbivora

Secara keseluruhan pada kelima titik didapatkan kelimpahan ikan herbivora dititik satu sebesar 96 ind/ha, pada titik dua sebesar 80 ind/ha, pada titik tiga 72 ind/ha, pada titik empat 32 ind/ha, pada titik lima 48 ind/ha. Dari empat suku yang menjadi fokus penelitian hanya titik satu dan dua yang memiliki keempat suku tersebut secara bersamaan.

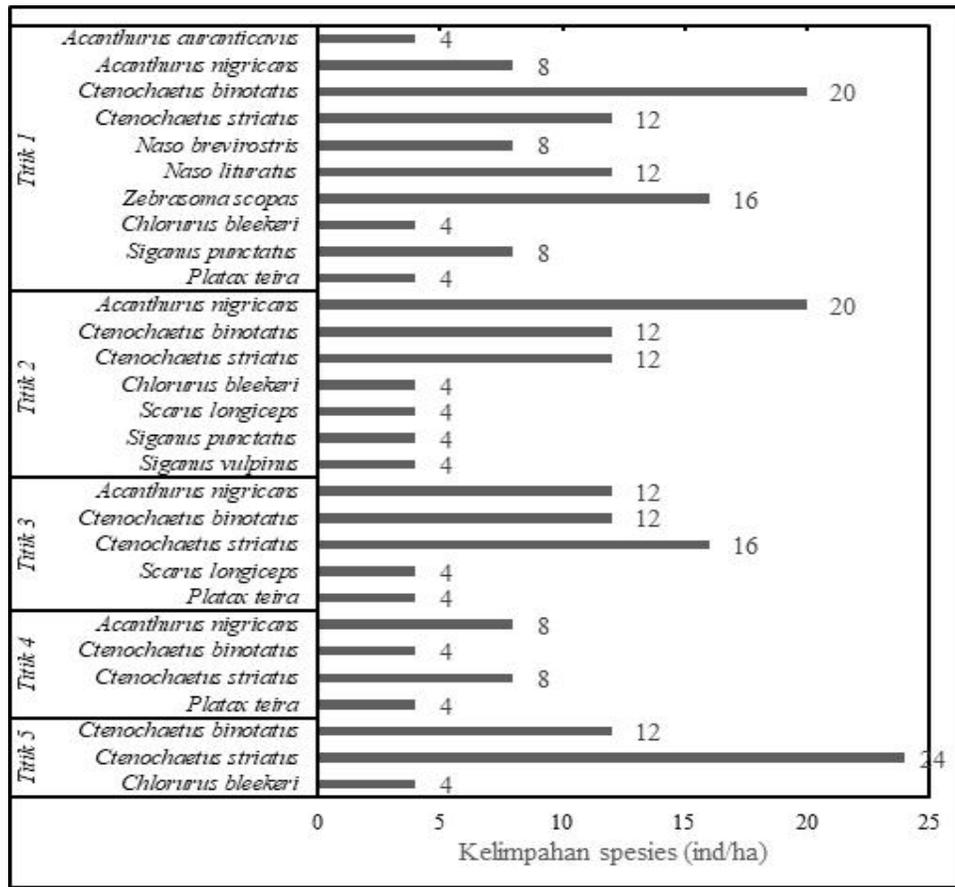
Hal ini diduga disebabkan oleh dua faktor utama: tingginya tutupan *fleshy seaweed* yang kemudian di singkat menjadi FS di titik satu dan dua. Kedua, kompleksitas struktur terumbu karang yang ada di kedua titik tersebut turut berperan. Hal ini sesuai dengan pernyataan

Vergés et al. (2011) yaitu terdapat kesamaan dalam pola temuan terkait kelimpahan ikan herbivora pada ekosistem terumbu karang. Penelitian tersebut mengindikasikan bahwa terdapat kelimpahan ikan herbivora yang tinggi pada ekosistem terumbu karang yang memiliki tutupan alga dan struktur terumbu karang yang kompleks. Pernyataan tersebut sesuai dengan temuan di Pantai Lipah, dimana kelimpahan dan keanekaragaman ikan herbivora tertinggi terdapat pada titik dengan tutupan terumbu karang yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan titik lainnya yang memiliki tutupan terumbu karang yang lebih rendah, meskipun di seluruh titik dapat ditemukan FS dengan tutupan yang tidak signifikan berbeda.

Dari empat suku ikan herbivora yang menjadi fokus penelitian, berhasil diidentifikasi 12 spesies ikan herbivora, yaitu *Acanthurus auranticavus*, *Acanthurus nigricans*, *Ctenochaetus binotatus*, *Ctenochaetus striatus*, *Naso brevirostris*, *Naso lituratus*, *Zebrasoma scopas*, *Chlorurus bleekeri*, *Scarus longiceps*, *Siganus punctatus*, *Siganus vulpinus*, dan *Platax teira*. 7 dari 12 spesies tersebut merupakan spesies yang termasuk kedalam famili Acanthuridae, dimana kelimpahan tertinggi dimiliki oleh spesies *Ctenochaetus striatus* yang juga merupakan famili Acanthuridae.

Menurut (Hernández-Landa & Aguilar-Perera, 2019) suku ikan Acanthuridae mendominasi sebagian besar ekosistem terumbu karang Indo-Pasifik. Dominasi ini memungkinkan suku Acanthuridae memengaruhi struktur substrat terumbu karang dengan memengaruhi persaingan, kelimpahan, dan dinamika alga. Dengan demikian, suku Acanthuridae memiliki peran fungsional penting di ekosistem terumbu karang Indo-Pasifik. Hasil penelitian yang ditemukan oleh (Sahetapy et al., 2019) juga menunjukkan hasil yang serupa yaitu kelimpahan ikan herbivora dimiliki oleh *Ctenochaetus striatus*.

Menurut Lin et al. (2021) *C. striatus* memiliki adaptasi fisik berupa gigi yang berbentuk seperti sisir pada mulutnya. Gigi-gigi ini membantu dalam mengikis dan mengumpulkan detritus dan materi organik dari permukaan alga karang. Meskipun memakan detritus dan partikel organik, *C. striatus* diklasifikasikan sebagai ikan herbivora karena sebagian besar makanannya berasal dari bahan tumbuhan, khususnya alga epilitik di permukaan substrat karang. Sehingga, dengan titik lima yang memiliki tutupan Dead Coral with Algae yang kemudian disingkat menjadi DCA tertinggi di bandingkan dengan titik lainnya menjelaskan mengenai tingginya *C. striatus* di titik tersebut. Kelimpahan ikan herbivora yang dikelompokkan berdasarkan spesies disajikan pada grafik. 1.



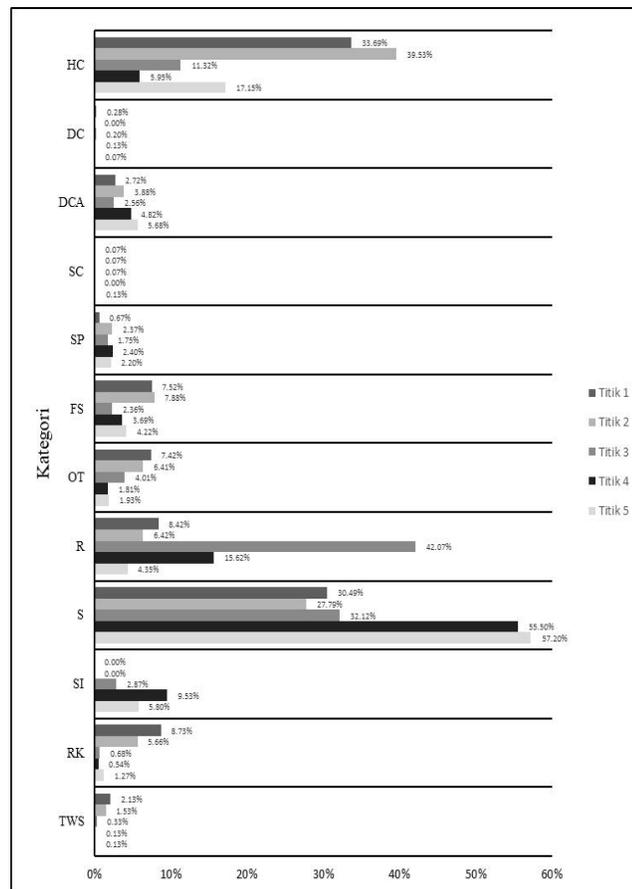
Grafik 1. Kelimpahan Spesies Ikan Herbivora di Pantai Lipah

2. Persentase Tutupan Terumbu Karang

Tutupan terumbu karang di pantai Lipah pada kelima titik adalah sebesar 33.69% karang hidup pada titik satu dan 39.53% karang hidup pada titik dua menunjukkan titik satu dan dua di dominasi oleh tutupan karang hidup. Sedangkan pada titik tiga ditemukan 11.32, pada titik tiga memiliki tutupan terumbu karang terendah yaitu sebesar 5.95%, dan 17,15% karang hidup pada titik lima. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 2001 Tentang : Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang, persentase tutupan karang hidup pada titik satu dan titik dua termasuk dalam kategori “cukup baik” dan titik tiga, empat, dan lima termasuk dalam kategori “kurang baik”.

Dari lima titik pengamatan, titik empat memiliki tutupan karang hidup terendah dan pada titik tersebut juga ditemukan tutupan patahan karang atau *Rubble* (disingkat R) tertinggi dibandingkan dengan titik lainnya. R merupakan substrat yang terdiri dari patahan karang, yang diduga terjadi karena berbagai faktor seperti aktivitas transportasi laut yang sering melintas atau pendaratan kapal yang tidak disengaja di kawasan terumbu karang. Selain itu, aktivitas rekreasi seperti selam dan snorkeling juga dapat berkontribusi sebagai faktor stres fisik pada ekosistem karang. Dugaan ini sejalan dengan hasil studi yang dilakukan oleh Putra et al. (2018) yaitu dimana faktor utama rendahnya tutupan HC pada penelitian tersebut adalah karena aktivitas transportasi laut laut yang melibatkan melemparkan jangkar kapal di Kawasan tersebut. Selain itu

menurut Satya et al. (2023) terdapat degradasi terumbu karang pada kawasan dengan aktivitas selam dan snorkeling yang tinggi. Tutupan biota dan substrat disajikan pada grafik 2.



Grafik 2. Tutupan biota dan substrat di Pantai Lipah

3. Korelasi Kelimpahan Ikan Herbivora dengan Tutupan Terumbu Karang

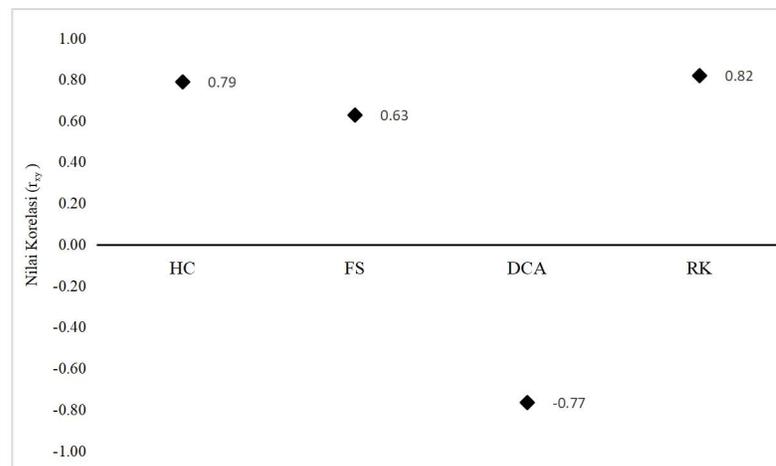
Dengan menggunakan rumus korelasi Pearson, hubungan antara kelimpahan ikan herbivora dengan tutupan terumbu karang pada kelima titik yang diteliti dievaluasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai korelasi sebesar 0.79, yang dapat diinterpretasikan sebagai "Hubungan Kuat." Selanjutnya, bila korelasi antara kelimpahan ikan herbivora dengan persentase kategori substrat *Rock* (RK) dievaluasi, hasilnya menunjukkan nilai korelasi sebesar 0.82, yang dapat dikategorikan sebagai "Hubungan Sangat Kuat." Namun, ketika korelasi kelimpahan ikan herbivora dengan kategori substrat *Fleshy Seaweed* (FS) dievaluasi, terdapat penurunan nilai korelasi menjadi 0.63, meskipun masih dapat dikategorikan sebagai "Hubungan Kuat." Selanjutnya terdapat perubahan yang signifikan ketika korelasi kelimpahan ikan herbivora dengan kategori substrat *Dead Coral with Algae* (DCA) dianalisis yaitu menunjukkan korelasi negatif sebesar -0.77 menandakan "Hubungan Kuat" namun hubungan tersebut bersifat terbalik dari korelasi positif. Data korelasi kelimpahan ikan herbivora dengan tutupan karang disajikan dalam gambar 6

Nilai korelasi yang ditemukan antara kelimpahan ikan herbivora dan tutupan HC menunjukkan adanya korelasi yang kuat. Korelasi yang kuat ini mengindikasikan bahwa

perubahan dalam tutupan HC dapat memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kelimpahan ikan herbivora. Ketika tutupan HC menurun, kelimpahan ikan herbivora juga cenderung mengalami penurunan. Sebaliknya, peningkatan tutupan HC dapat berkontribusi positif terhadap kelimpahan ikan herbivora. Hal ini serupa dengan hasil studi yang dilakukan oleh Santoso et al. (2022) yaitu kelimpahan dan keanekaragaman ikan herbivora memiliki hubungan yang kuat terhadap tutupan terumbu karang.

Temuan ini sejalan dengan pengamatan yang dilakukan di Pantai Lipah, di mana terdapat korelasi yang sangat kuat antara kelimpahan ikan herbivora dan tutupan substrat RK. Substrat RK adalah substrat yang stabil dan optimal untuk rekrutmen terumbu karang baru karena memberikan fondasi yang kuat yang tidak mudah terbawa oleh arus. Selain itu, ditemukan juga korelasi kuat, namun negatif, antara kelimpahan ikan herbivora dan tutupan DCA, mengindikasikan penurunan tutupan DCA ketika kelimpahan ikan herbivora meningkat. Menurut I. V. Vincent et al. (2011) hal ini erat kaitannya dengan kelimpahan dan keanekaragaman ikan herbivora. Tingginya kelimpahan ikan herbivora pada suatu daerah mengakibatkan predasi yang tinggi terhadap alga yang melekat pada substrat. Terlebih lagi, dengan tingginya keanekaragaman ikan herbivora, terdapat variasi dalam adaptasi fisik dan pola makan ikan yang berbeda-beda. Hal ini memungkinkan mereka untuk mengurangi tutupan alga yang melekat pada substrat dengan lebih efektif, sehingga membuka substrat seperti RK untuk pertumbuhan organisme lain.

Pernyataan tersebut sejalan dengan pengamatan yang dilakukan di Pantai Lipah, di mana terdapat korelasi yang sangat kuat antara kelimpahan ikan herbivora dan tutupan substrat RK. Substrat RK adalah substrat yang stabil dan optimal untuk rekrutmen terumbu karang baru karena memberikan fondasi yang kuat yang tidak mudah terbawa oleh arus. Selain itu, juga ditemukan nilai korelasi kuat namun negatif antara kelimpahan ikan herbivora dan tutupan DCA, yang mengindikasikan penurunan tutupan DCA ketika kelimpahan ikan herbivora mengalami kenaikan. Hal serupa juga ditemukan oleh Damhudy et al. (2011) yang meneliti hubungan antara ikan herbivora dan tutupan DCA. Studi tersebut juga menemukan hasil yang sejenis. Yaitu, terdapat korelasi negatif antara herbivora dan tutupan DCA yang menunjukkan dengan meningkatnya kelimpahan ikan herbivora maka menurunnya tutupan DCA di ekosistem terumbu karang tersebut.



Grafik 3. Korelasi Kelimpahan Ikan Herbivora dengan Persentase Tutupan Terumbu Karang

KESIMPULAN

Secara keseluruhan pada kelima titik didapatkan kelimpahan ikan herbivora dititik satu sebesar 96 ind/ha, pada titik dua sebesar 80 ind/ha, pada titik tiga 72 ind/ha, pada titik empat 32 ind/ha, pada titik lima 48 ind/ha. Kelimpahan ikan herbivora tertinggi dimiliki oleh spesies *Ctenochaetus striatus* dari famili Acanthuridae. Tutupan terumbu karang di pantai Lipah pada kelima titik adalah sebesar 33.69% karang hidup pada titik satu, 39.53% karang hidup pada titik dua, 11.32% karang hidup pada titik tiga, 5.95% karang hidup pada titik empat, dan 17,15% karang hidup pada titik lima. Persentase tutupan karang hidup pada titik satu dan titik dua termasuk dalam kategori “cukup baik” dan titik tiga, empat, dan lima termasuk dalam kategori “kurang baik”. Nilai korelasi kelimpahan ikan herbivora dengan tutupan terumbu karang di pantai Lipah menunjukkan nilai 0.79 yang berarti adanya hubungan yang kuat antara kedua variable tersebut.

DAFTAR REFERENSI

- Anggreni Ni Wayan Suartini, P., & Anggreni, P. (2021). Analysis of Snorkeling Amed Tourism Object Marketing Strategy. *International Research Journal of Management*, 8(5), 393–410. <https://doi.org/10.21744/irjmis.v8n5.1914>
- Barbier, E. B., Hacker, S. D., Kennedy, C., Koch, E. W., Stier, A. C., & Silliman, B. R. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. In *Ecological Monographs* (Vol. 81, Issue 2).
- Bellwood, D. R., Hughes, T. P., Folke, C., & Nyström, M. (2004). Confronting the coral reef crisis. In *Nature* (Vol. 429, Issue 6994, pp. 827–833). <https://doi.org/10.1038/nature02691>
- Brower, J., Zar, J., & Von Ende, Carl. (1998). *Field and Laboratory Method for General Ecology* (4th ed.).
- Damhudy, D., Kamal, M. M., & Ernawati, Y. (2011). *Kondisi Kesehatan Terumbu Karang Berdasarkan Kelimpahan Ikan Herbivora Di Kecamatan Pulau Tiga Kabupaten Natuna*.
- Dhananjaya, I. G. N. A., Hendrawan, I. G., & Faiqoh, E. (2017). Komposisi Spesies Ikan Karang Di Perairan Desa Bunutan, Kecamatan Abang, Kabupaten Karangasem, Bal. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 3(1), 91–98.
- Giyanto, G., Manuputty, A., Muhammad, A., Siringoringo, R., Suharti, S., Wibowo, K., Edrus, I., Arbi, U., Cappenberg, H., Sihaloho, H., Tuti, Y., & Zulfianita, D. (2014). *Panduan Monitoring Kesehatan Terumbu Karang*.
- Hernández-Landa, R. C., & Aguilar-Perera, A. (2019). Structure and composition of surgeonfish (Acanthuridae) and parrotfish (Labridae: Scarinae) assemblages in the south of the Parque Nacional Arrecife Alacranes, southern Gulf of Mexico. *Marine Biodiversity*, 49(2), 647–662. <https://doi.org/10.1007/s12526-017-0841-x>
- I. V. Vincent, C. M. Hinckman, I. R. Tibbetts, & A. Harris. (2011). *Biomass and Abundance of Herbivorous Fishes on Coral Reefs off Andavadoaka , Western Madagascar*. <https://www.researchgate.net/publication/229590387>
- Krebs, C. J. (2014). *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance* (6th ed.).
- Ledlie, M. H., Graham, N. A. J., Bythell, J. C., Wilson, S. K., Jennings, S., Polunin, N. V. C., & Hardcastle, J. (2007). Phase shifts and the role of herbivory in the resilience of coral reefs. *Coral Reefs*, 26(3), 641–653. <https://doi.org/10.1007/s00338-007-0230-1>

- Lin, X., Hu, S., Liu, Y., Zhang, L., Huang, H., & Liu, S. (2021). Disturbance-Mediated Changes in Coral Reef Habitat Provoke a Positive Feeding Response in a Major Coral Reef Detritivore, *Ctenochaetus striatus*. *Frontiers in Marine Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.682697>
- McCook, L. J., Jompa, J., & Diaz-Pulido, G. (2001). Competition between corals and algae on coral reefs: A review of evidence and mechanisms. In *Coral Reefs* (Vol. 19, Issue 4, pp. 400–417). <https://doi.org/10.1007/s003380000129>
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 2001 Tentang: Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang, Pub. L. No. No. 4 (2001).
- Mujiyanto, M., & Satria, F. (2015). *Diversitas Ikan Karang Herbivora Di Kepulauan Karimunjawa, Jawa Tengah*. <https://www.researchgate.net/publication/315515683>
- Pratama, N., & Samiaji, J. (2021). Overview of Indicator Coral Fish in Poncan Islands, Sibolga, North Sumatra. In *Journal of Coastal and Ocean Sciences e-issn* (Vol. 2, Issue 1).
- Pratchett, M. S., Hoey, A. S., Wilson, S. K., Messmer, V., & Graham, N. A. J. (2011). Changes in biodiversity and functioning of reef fish assemblages following coral bleaching and coral loss. In *Diversity* (Vol. 3, Issue 3, pp. 424–452). <https://doi.org/10.3390/d3030424>
- Putra, I. M. R., Dirgayusa, I. G. N. P., & Faiqoh, E. (2018). 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. <https://doi.org/10.24843/jmas.2019.v05.i02.p02>
- Sahetapy, D., Retraubun, A. S. W., Bengen, D. G., & Abrahamsz, J. (2019). Potency of reef fishes in Tuhaha bay waters, Central Maluku Regency, Maluku Province, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 339(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/339/1/012006>
- Samsuardi, Bukhari, Eriza, M., Yennafri, Indra, G., Yaser Arafat, M., Yusuf Amrullah, Mohd., Guswanto, H., & Miswandi, M. (2019). *Monitoring Kesehatan Teumbu Karang Dan Ekosistem Terkait Di Taman Wisata (TWP) Selat Bunga Laut Kepulauan Mentawai*.
- Santoso, P., Setiawan, F., Subhan, B., Arafat, D., Bengen, D. G., Iqbal Sani, L. M., Humphries, A. T., & Madduppa, H. (2022). Influence of Coral Reef Rugosity on Fish Communities in Marine Reserves Around Lombok Island, Indonesia. *Environmental Biology of Fishes*, 105(1), 105–117. <https://doi.org/10.1007/s10641-021-01198-1>
- Satya, E. D., Sabdono, A., Wijayanti, D. P., Helmi, M., Widiaratih, R., Suryoputra, A. A. D., Handoyo, G., & Puryajati, A. D. (2023). Mapping coral cover using Sentinel-2A in Karimunjawa, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 24(2). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240219>
- Sugiyono, D. (2013). *Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Vergés, A., Vanderklift, M. A., Doropoulos, C., & Hyndes, G. A. (2011). Spatial patterns in herbivory on a coral reef are influenced by structural complexity but not by algal traits. *PLoS ONE*, 6(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017115>