

Korelasi Kelimpahan *Crown of Thorns Starfish (Acanthaster planci)* dengan Tutupan Karang Hidup di Perairan Singaraja, Buleleng, Bali

Anjani Tanzil^a, I Nyoman Giri Putra^{a*}, dan Putu Satya Pratama Atmaja^a

^aProgram Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

*Corresponding author, email: nyomangiriputra@unud.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 20 Februari 2024

Received in revised form: 13 Maret 2024

Accepted: 29 Mei 2024

Available online: 31 Oktober 2024

ABSTRACT

Ganesha Beach and Celuk Agung Beach, located in the waters of Singaraja, Bali Island, have resources for coral reefs. Previous studies showed that the corals in these waters were in moderate conditions, and The Crown of Thorns Starfish (*Acanthaster planci*) were found in these waters. These starfish are corallivores, meaning they eat corals. This research aimed to calculate the abundance of *A. planci* and coral reef cover percentage and determine the correlation. This research used the Benthos Belt Transect method to calculate the abundance of *A. planci*; the collected data includes the number of *A. planci* found, color, and type of substrate where it was found. Point Intercept Transect was used to calculate the coral reef cover percentage, and the correlations were accessed using Pearson Correlation. The area of the research is 100 m² and has two stations. This study showed that the lowest abundance of *A. planci* was at station 2 at 0.004 ind/m² (normal conditions), and the highest was at 0.018 ind/m² (concerning conditions). The coral cover percentage in the research area is moderate, with the highest coral cover alive at station 1 (41%) and the lowest in station 2 (31%). The correlation between the density of *A. planci* and the living coral cover showed negative values, which indicates that the increasing number of *A. planci* will decrease the living coral cover.

Keywords: *Crown of Thorns Starfish*, Outbreak, Bali Island

ABSTRAK

Pantai Ganesha dan Pantai Celuk Agung yang terletak di perairan Singaraja, Buleleng, Pulau Bali, memiliki sumberdaya laut yang meliputi terumbu karang. Menurut penelitian sebelumnya, pada perairan ini tutupan karang hidup masuk dalam kriteria baik dan tidak lepas dari keberadaan predator alami yaitu *Crown of Thorns Starfish (Acanthaster planci)* yang bersifat *corallivore*. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung kelimpahan *A. planci*, menghitung tutupan karang hidup, dan menentukan korelasi dari keduanya pada lokasi penelitian. Penelitian ini menggunakan metode *Benthos Belt Transect* untuk menghitung kelimpahan *A. planci*, data yang dicatat meliputi jumlah, warna, dan tipe substrat ditemukannya *A. planci*. *Point Intercept Transect* digunakan untuk menghitung persentase tutupan karang, dan mencari korelasi menggunakan korelasi Pearson. Luasan area penelitian berukuran 100 m² dan memiliki dua stasiun yang pada masing-masing stasiun terdapat 5 transek garis. Hasil dari penelitian ini menunjukkan kelimpahan *A. planci* terendah berada di stasiun 2 sebesar 0,004 ind/m² yang masih dalam kondisi normal dan tertinggi pada stasiun 1 sebesar 0,018 ind/m² yang sudah dalam kondisi megkhawatirkan. Persentase tutupan terumbu karang di lokasi penelitian masuk dalam kategori sedang dengan tutupan karang hidup tertinggi pada stasiun 1 (41%) dan terendah pada stasiun 2 (31%). Hasil korelasi antara kelimpahan *A. planci* dengan tutupan karang hidup menunjukkan nilai negatif yang berarti meningkatnya kelimpahan *A. planci* akan menyebabkan penurunan tutupan karang hidup.

Kata Kunci: *Crown of Thorns Starfish*, Peledakan Populasi, Bali Island

2024 JMRT. All rights reserved.

1. Pendahuluan

Lautan Indonesia berada di pusat *coral triangle*, yaitu suatu kawasan dengan keanekaragaman hayati laut tertinggi di dunia. Ditutupi sekitar 18% terumbu karang di dunia, Indonesia memiliki keanekaragaman hayati tertinggi antara lain terdapat 590 spesies karang (Giyanto *et al.*, 2014). Banyak faktor yang mempengaruhi kerusakan terumbu karang seperti aktivitas manusia yaitu pariwisata, *overfishing*, dan polutan yang dihasilkan akibat aktivitas manusia (Thovyan *et al.*, 2017), dan faktor alami yaitu

peningkatan populasi yang tidak terkontrol dari predator karang, siput *Acanthaster planci* dan *Drupella* sp. (Luthfi dan Januarsa, 2018).

A. planci merupakan organisme megabenthos, yaitu kelompok biota laut yang hidup di dasaran perairan dengan ukuran lebih dari 1 cm (Arbi dan Sihaloho, 2017). Megabenthos ini termasuk bintang laut *corallivoros* (pemakan polip karang). *A. planci* memiliki nama lain yaitu '*Crown of Thorns Starfish*' yang diambil dari duri-duri yang terdapat di seluruh tubuhnya. Peranan ekologi dari *A. planci* adalah sebagai pengontrol pertumbuhan karang, karena

Tabel 1. Kode Kategori Biota Pengambilan Data PIT

Kode	Kategori Biota	Keterangan
AC	<i>Acropora</i>	Karang <i>Acropora</i>
NA	<i>Non-Acropora</i>	Karang <i>Non-Acropora</i>
SC	<i>Soft Coral</i>	Karang Lunak
DC	<i>Dead Coral</i>	Karang mati masih berwarna putih
DCA	<i>Dead Coral with Algae</i>	Karang mati sudah ditumbuhi <i>algae</i>
SP	<i>Sponge</i>	<i>Sponge (Porites)</i>
FS	<i>Fleshy Seaweed</i>	Jenis-jenis makroalga: <i>Sargassum, Turbinaria, Hamelida</i> , dll.
R	<i>Rubble</i>	Patahan karang bercabang (mati)
RK	<i>Rock</i>	Substrat dasar yang keras (cadas)
S	<i>Sand</i>	Pasir
SI	<i>Silt</i>	Pasir lumpuran yang halus

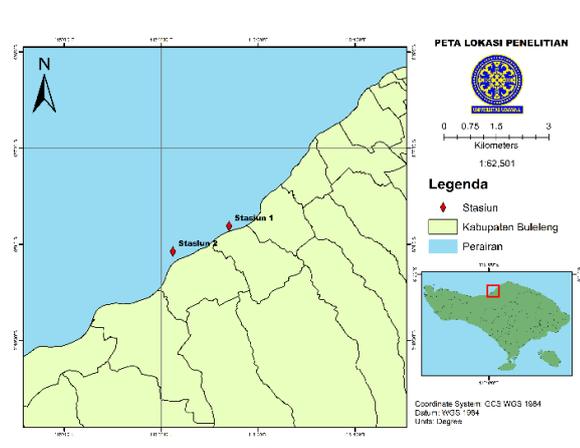
preferensi makanan dari *A. planci* meliputi karang dengan jenis pertumbuhan bercabang karena memiliki laju pertumbuhan paling cepat (Quinn dan Kojis, 2003). Namun Pratchett et al. (2014) juga menyatakan bahwa banyak faktor yang mempengaruhi preferensi makanan *A. planci* dan salah satunya adalah distribusi karang. Jika kelimpahan *A. planci* melebihi dari batas toleransi ekosistem terumbu karang, akan terjadi fenomena *outbreak* dan kondisi kesehatan terumbu karang menurun. Oleh sebab itu, *A. planci* dianggap sebagai hama bagi terumbu karang. Keberadaan dari *A. planci* dapat dianggap menjadi ancaman terhadap ekosistem terumbu karang jika kelimpahan *A. planci* ditemukan sebesar 0,014 ind/m² (Endean, 1987).

Umur dari *A. planci* dapat ditentukan dari panjang diameter tubuhnya, pada ukuran 1 – 20 cm masuk fase *juvenile* (0.5 – 2 tahun), ukuran 20 – 35 cm masuk fase *adult* (2 – 5 tahun) (Pratchett et al., 2014). *A. planci* memakan karang dengan cara menempelkan perut di atas jaringan karang dan mengeluarkan enzim dengan aktivitas protease yang merusak jaringan karang kemudian diserap. Proses makan membutuhkan waktu 4 – 6 jam tergantung dari area makan yang dipengaruhi oleh ukuran tubuhnya (Birkeland dan Lucas, 1990). Setiap individu *A. planci* dapat memangsa karang seluas 5 – 6 m²/tahun (Zamani, 2015). Oleh sebab itu, *outbreak* dari *A. planci* menyebabkan kerusakan pada terumbu karang, khususnya karang dominan yang berada di perairan tersebut (Luthfi dan Iliani, 2020).

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada 19 Desember 2023 di Perairan Singaraja, Bali yang meliputi Pantai Ganesha (stasiun 1) dengan titik koordinat -8.152598°, 115.026529° dan Pantai Celuk Agung (stasiun 2) dengan titik koordinat -8.145229°, 115.040132° (Gambar 1) pada pukul 08.00 – 14.00 WITA dan kondisi sedang surut dengan kedalaman 2 – 3 .



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Pengambilan Data Lapangan

Pengambilan data kelimpahan *A. planci* menggunakan metode *Benthos Belt Transect* (Arbi dan Sihaloho, 2017), dengan roll meter sepanjang 50 m dan lebar 1 m ke kanan dan kiri sehingga luasan area transek yaitu 100 m² dengan kedalaman 1 – 5 m. Pencatatan data *A. planci* meliputi jumlah individu yang ditemukan, ukuran diameter (menggunakan penggaris), warna, dan jenis substrat ditemukannya setiap individu *A. planci* (Luthfi dan Iliani, 2020). Pengambilan data parameter air meliputi suhu dan salinitas. Pengambilan data suhu menggunakan *dive computer* dan data salinitas menggunakan refraktometer. Pengambilan data tutupan terumbu karang menggunakan metode *Point Intercept Transect*, dengan panjang 50 m dan pencatatan substrat setiap 0,5

2.3 Analisis Data

2.3.1 Kelimpahan *Acanthaster planci*

Data jumlah individu *A. planci* yang didapatkan diolah menjadi data kelimpahan yaitu jumlah individu persatuan luas dengan rumus berikut (Birkeland dan Lucas, 1990):

$$N = \frac{\sum n}{A}$$

Dengan keterangan N adalah kelimpahan individu (ind/m²); $\sum n$ adalah jumlah individu yang diperoleh tiap stasiun; dan A adalah luas daerah pengamatan (m²).

2.3.2 Persentase Tutupan Karang Hidup

Data kategori biota yang didapatkan diolah menggunakan Microsoft Excel menjadi data persentase tutupan karang hidup menggunakan rumus Manuputty dan Djuwariah (2009) sebagai berikut:

$$\% \text{tutupan karang} = \frac{\text{jumlah karang hidup (AC \& NA)}}{\text{jumlah total titik}} \times 100$$

Hasil dari analisis persentase tutupan kemudian di tentukan kondisi kesehatannya atau tingkat kerusakan terumbu karang berdasarkan kategori menurut Gomez dan Yap (1988) seperti pada tabel 2:

Tabel 2. Kategori Penilaian Kondisi Terumbu Karang

Tutupan Karang Hidup	Kriteria
0 – 24,9%	Buruk/Sangat Rusak
25 – 49,9%	Sedang
50 – 74,9%	Baik
75 – 100%	Sangat Baik

2.3.3 Korelasi Kelimpahan *Acanthaster planci* dengan Persentase Tutupan Terumbu Karang Hidup

Perhitungan analisis korelasi antara dua variabel menggunakan rumus korelasi Pearson (Sugiyono, 2010) sebagai berikut:

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

Dimana r_{xy} adalah koefisien korelasi pearson; x_i adalah variabel persentase tutupan terumbu karang; y_i adalah variabel kelimpahan *Acanthaster planci*; dan n adalah banyaknya sampel.

Hasil perhitungan analisis korelasi kemudian ditentukan menggunakan kategori tingkat hubungan menurut Sugiyono (2010) seperti pada tabel 3:

Tabel 3. Kategori Penilaian Kondisi Terumbu Karang

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Lemah
0,20 – 0,399	Lemah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat kuat

Sumber: Sugiyono, 2010

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kelimpahan *Acanthaster planci*

Pada penelitian ini ditemukan sebanyak 11 individu/1000m² *A. planci* pada kedua stasiun. Seluruh individu yang ditemukan memiliki warna yang sama yaitu Kehijauan – Oranye, dimana warna kehijauan pada tubuhnya dan warna oranye pada bagian duri. Ukuran *A. planci* yang ditemukan beragam dari 18 – 33 cm, Dari 11 individu yang ditemukan, 2 pada fase *juvenile* (0,5 – 2 tahun) dan 9 fase *adult* (2 – 5 tahun) sesuai dengan Pratchett *et al.* (2014) bahwa fase hidup dan umur dari *A. planci* dapat ditentukan dari panjang diameternya tubuhnya.

Tabel 4. Hasil Observasi *A. planci*

Stasiun	Line	Ukuran (cm)	Fase Hidup	Warna	Tipe Substrat
1	1.1	-	-	-	-
	1.2	21	Adult	Greenish-Orange	Rubble
	1.3	29	Adult	Greenish-Orange	Coral Massive
		18	Juvenile	Greenish-Orange	Coral Massive
		33	Adult	Greenish-Orange	Coral Massive
	1.4	28	Adult	Greenish-Orange	Coral Submassive
		23	Adult	Greenish-Orange	Coral Massive
		20	Juvenile	Greenish-Orange	Coral Massive
		18	Juvenile	Greenish-Orange	Rubble
1.5	23	Adult	Greenish-Orange	Rubble	
	-	-	-	-	-

2	2.1	-	-	-	-
2.2	25	Adult	Greenish-Orange	Coral Massive	
	19	Juvenile	Greenish-Orange	Rock	
2.4	-	-	-	-	
2.5	-	-	-	-	

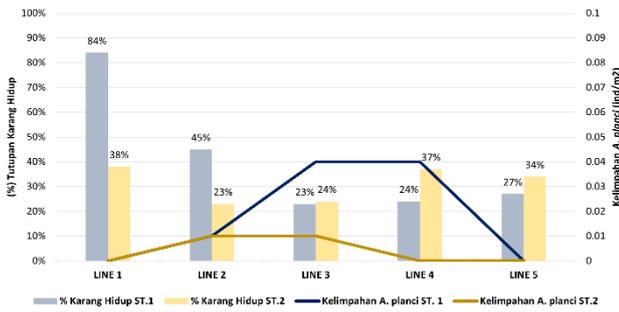
Jika dibandingkan dengan penelitian Luthfi dan Iliani (2020) di perairan Menjangan, Bali yang menemukan total sebanyak 19 individu dan seluruhnya sudah masuk fase *adult*. Salah satu faktor ditemukannya cukup banyak individu *A. planci* pada penelitian ini adalah tidak ditemukannya predator dari *A. planci* di perairan sekitar. Predator *A. planci* meliputi *giant triton snail*, *humphead maori wrasse*, *sweetlip emperor*, dan *starry puffer fish* (Grossman, 2014). Cukup banyaknya individu *A. planci* yang ditemukan dapat dikarenakan ketersediaan makanan yang tinggi, pada stasiun 1 memiliki tutupan karang yang lebih tinggi dari stasiun 2 dan ditemukan lebih banyak *A. planci*, sesuai dengan pernyataan Pratchett *et al.* (2014) mengenai perubahan diet makan *A. planci* yang berubah dari *coralline algae* menjadi pemakan karang ketika masuk fase *juvenile*. Tipe substrat ditemukannya *A. planci* beragam (Gambar 2), namun persentase tertinggi ditemukan pada jenis substrat *Coral Massive* (55%), *Rubble* (27%), dan terendah pada substrat *Coral Submassive* dan *Rock* (9%).



Gambar 2. *A. planci* yang ditemukan di lokasi penelitian berada di daerah terumbu karang dengan tipe substrat yang berbeda. (a) Rubble; (b) Coral Massive; (c) Coral Submassive; (d) Rock

Secara keseluruhan kelimpahan *A. planci* pada stasiun 1 didapatkan sebesar 0,018 ind/m² dan pada stasiun 2 didapatkan sebesar 0,004 ind/m². Menurut Endean (1987), batas normal keberadaan *A. planci* adalah 0,014 ind/m², maka pada stasiun 1 penelitian ini sudah dalam kondisi mengkhawatirkan, sedangkan untuk stasiun 2 masih dalam kondisi normal. Selain kelimpahannya yang sudah cukup tinggi, hal lain yang harus diwaspadai adalah keberadaan *A. planci* pada lokasi ini dapat bertambah di tahun mendatang karena mayoritas *A. planci* yang ditemukan sudah memasuki fase *adult* yang memiliki tingkat kesuburan dan reproduksi yang tinggi. Hasil yang didapatkan di perairan Singaraja, Bali masih cukup rendah jika dibandingkan dengan penelitian lainnya di Indonesia, penelitian Malino dan Annawaty (2020) mendapatkan hasil bahwa di Teluk Tomini, Sulawesi Selatan sudah dalam kondisi mengkhawatirkan dengan nilai kelimpahan sebesar 0,25 ind/m². Pada penelitian Ruli *et al.* (2020) di Pulau Saparua, Maluku mendapatkan hasil yang sudah dalam

kondisi mengkhawatirkan dengan kelimpahan sebesar 0,036 ind/m².



Gambar 3. Grafik Kelimpahan *A. planci* (line) dan persentase tutupan karang hidup (bar) pada lokasi penelitian

3.2 Tutupan Karang Hidup

Secara keseluruhan tutupan karang hidup yang ditemukan pada kedua stasiun penelitian dalam kondisi sedang (Gomez dan Yap, 1988) dengan persentase pada stasiun 1 sebesar 41% dan pada stasiun 2 sebesar 31%. Cukup rendahnya tutupan karang hidup yang ditemukan karena kehadiran dari *A. planci*, karena *A. planci* paling banyak ditemukan pada *coral massive* dan sedang melakukan proses *feeding*, serta banyaknya ditemukan karang terutama pada CM yang terdapat spot putih berbentuk bulat di area sekitar penelitian yang diduga akibat dari proses makan *A. planci* (Gambar 4). Serta pada tutupan karang hidup yang lebih rendah dari lainnya ditemukan jumlah individu *A. planci* yang lebih banyak, pada stasiun 1 dimana ditemukan *A. planci* paling banyak yaitu 4 individu (line 3 & 4) memiliki tutupan karang yang terendah yaitu 23-24%. Hal yang sama juga didapatkan pada stasiun 2 dimana *A. planci* hanya ditemukan pada line 2 & 3 dan pada line tersebut didapatkan tutupan karang hidup yang paling rendah sebesar 23-24% (Gambar 3). Hal ini diduga karena aktivitas *A. planci* yang memakan karang pada lokasi tersebut. Namun perlu diketahui bahwa kehadiran *A. planci* merupakan salah satu faktor dari kerusakan karang yang ditemui, terdapat faktor lainnya yang menyebabkan kerusakan karang seperti polutan, pengeboman, *overfishing*, dan faktor lingkungan lainnya (Thovyan et al., 2017).



Gambar 4. Kondisi Terumbu Karang sekitar lokasi penelitian. (a) Coral Submassive (NA); (b) Acropora Tabulate (AC); (c) Coral Massive (NA); (d) Karang Heliopora (NA); (e) Dugaan bleaching area pada karang hidup akibat predasi *A. planci*

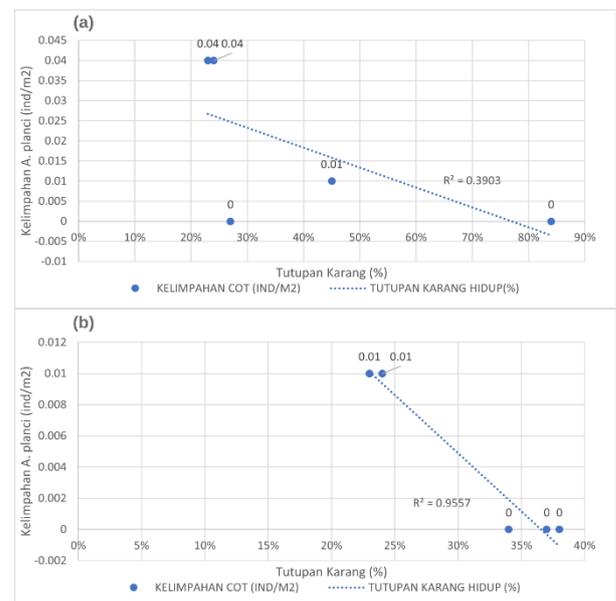
Hasil dari parameter air yang meliputi suhu dan salinitas pada kedua stasiun (Tabel 5) masuk dalam kondisi normal dan merupakan kondisi yang cukup ideal untuk pertumbuhan karang (Prasetya, 2012; Prasetya, 2015). Menurut Grossman (2014) pada kisaran 28 - 31°C *A. planci* mengalami peningkatan keberhasilan pemijahan, maka perlu diwaspadai kondisi keberadaan *A. planci* mengingat adanya fenomena *climate change* yang menyebabkan peningkatan suhu air laut setiap tahunnya, serta salinitas yang ditemukan merupakan kondisi yang ideal untuk proses fertilisasi dan pertumbuhan *A. planci* terutama pada fase larva (Caballes et al., 2017).

Tabel 5. Hasil Parameter Air pada lokasi penelitian

Stasiun	Line	Suhu (°C)	Salinitas (ppt)
1	1	29	30
	2	29	31
	3	29	31
	4	29	30
	5	29	31
2	1	28	32
	2	28	32
	3	28	32
	4	28	32
	5	28	31

3.4 Korelasi

Hasil korelasi kelimpahan *A. planci* dengan persentase tutupan terumbu karang yang didapat pada stasiun 1 sebesar -0,624766332 yang masuk dalam kategori negatif kuat (Gambar 5a). Menurut Sugiyono (2010) hal ini berarti kelimpahan dari *A. planci* berbanding terbalik dengan tutupan karang hidup, semakin banyak individu *A. planci* yang ditemukan akan menyebabkan penurunan persentase tutupan karang hidup di area tersebut. Hal tersebut dikarenakan *A. planci* merupakan *corallivore* yang paling efisien memakan karang dibandingkan *corallivore* lainnya, didukung juga oleh kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan *A. planci* (Pratchett et al., 2017).



Gambar 5. Grafik korelasi kelimpahan *A. planci* dengan persentase tutupan karang hidup. (a) Stasiun 1; (b) Stasiun 2

Pada stasiun 2 didapatkan hasil korelasi kelimpahan *A. planci* dengan persentase tutupan terumbu karang hidup sebesar -0,977585679 yang menurut Sugiyono (2010) masuk dalam kategori negatif sangat kuat (Gambar 5b). Hasil korelasi pada stasiun 2 lebih tinggi dan masuk dalam kategori sangat kuat karena pada line ditemukannya individu *A. planci* memiliki tutupan karang hidup yang lebih rendah dari line lainnya. Penelitian Zamani (2015) di Pulau Tunda, Banten, Mauliza *et al.* (2016) di Pulau Batu Malang Peny, Belitung juga mendapatkan hasil korelasi negatif antara kelimpahan *A. planci* dengan tutupan karang hidup. Pada penelitian Febrianti *et al.* (2018) di Pulau Menjangan, Bali mengenai analisis keterpaparan ekosistem terumbu karang mendapatkan hasil bahwa kelimpahan *A. planci* memiliki skor dengan tingkat keterpaparan tertinggi terhadap terumbu karang, yang berarti ekosistem terumbu karang di Pulau Menjangan lebih terpapar oleh kelimpahan *A. planci* daripada dengan aktivitas pariwisata. Namun hasil kelimpahan *A. planci* yang didapat menunjukkan bahwa keberadaan *A. planci* masih dalam kondisi normal.

Kesimpulan

1. Kelimpahan *Acanthaster planci* yang dihitung pada perairan Singaraja, Bali masih dalam kondisi normal. Namun perlu diwaspadai, karena suhu dan salinitas yang pada lokasi penelitian merupakan kondisi yang ideal untuk pertumbuhan larva *A. planci* dan dengan kenaikan suhu air laut yang rata-rata setiap tahunnya dapat menyebabkan peledakan populasi (*outbreak*) dari *A. planci* dikemudian tahun.
2. Persentase tutupan terumbu karang di perairan Singaraja masuk dalam kategori sedang, kondisi sedang dari tutupan karang hidup pada lokasi penelitian diduga salah satunya karena kehadiran *A. planci* sebagai hama bagi karang.
3. Korelasi kelimpahan *A. planci* dan persentasi tutupan terumbu karang di perairan Singaraja, Bali yang diapatkan memiliki korelasi negatif, yang artinya dengan meningkatnya kelimpahan *A. planci* akan menyebabkan penurunan tutupan karang hidup.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Galih, Dennis, Dawson, dan Adinda yang telah membantu dalam pengambilan data di lapangan.

Daftar Pustaka

Arbi, U. Y., & Sihaloho, H. F. (2017). *Panduan Pemantauan Megabentos Edisi 2* (I. B. Vimono & I. Wirawati (eds.); Issue 2). COREMAP-CTI.

Birkeland, C., & Lucas, J. S. (1990). *Acanthaster planci*: major management problem of coral reefs. In *CRC Press*. CRC Press.

Caballes, C. F., Pratchett, M. S., Raymundo, M. L., & Rivera-Posada, J. A. (2017). Environmental tipping points for sperm motility, fertilization, and embryonic development in the crown-of-thorns starfish. *Diversity*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/d9010010>

Edean, R. (1987). *Acanthaster planci* Investation. In B. Salvat (Ed.), *Human Impact on Coral Reefs: Facts and Recommendations*. Antenne Museum

Febrianti, M. I., Purwanti, F., & Hartoko, A. (2018). Analisis Keterpaparan Ekosistem Terumbu Karang Akibat Aktivitas Pariwisata di Pulau Menjangan Taman Nasional Bali Barat. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(1). <https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i1.19236>

Giyanto, Manuputty, A. E., Abrar, M., Siringoringo, R. M., Suharti, S. R., Wibowo, K., Arbi, E. U. Y., Cappenberg, H. A. W., Tuti, H. F. S. Y., & Zulfianita, D. (2014). *Panduan monitoring kesehatan terumbu karang* (Suharsono & O. K. Sumadhiharta (eds.); Issue 1). CRITC COREMAP CTI LIPI Pertama.

Gomez, E. D., & Yap, H. T. (1988). Monitoring reef conditions. In *Coral reef management handbook* (pp. 187–195). UNESCO.

Grossman, L. (2014). The Impact of Sea Surface Temperature on Outbreaks of *Acanthaster planci* on the Great Barrier Reef. *Scripps Senior Theses*, 306pp. http://scholarship.claremont.edu/scripps_theses/306/

Luthfi, O. M., & Iliani, R. (2020). Kelimpahan predator benthik (*Acanthaster planci*) di Perairan Putri Menjangan, Kabupaten Buleleng, Bali. *Journal of Innovation and Applied Technology*, 06(01), 931–940.

Luthfi, O. M., & Januarsa, I. N. (2018). Identifikasi organisme kompetitor terumbu karang di Perairan Pantai Putri Menjangan, Buleleng, Bali. *Jurnal Kelautan*, 11(1), 24–30.

Malino, P. F., & Annawaty, A. (2020). Kelimpahan Bintang Laut Mahkota Duri (*Acanthaster planci* L.) di Teluk Tomini, Sulawesi Tengah. *Biocelebes*, 14(2). <https://doi.org/10.22487/bioceb.v14i2.15269>

Manuputty, A. E. W., & Djuwariah. (2009). *Panduan metode point intercept transect (PIT) untuk masyarakat studi baseline dan monitoring kesehatan karang di lokasi daerah perlindungan laut (DPL)*. COREMAP II - LIPI.

Mauliza, R., Prihadi, D. J., & Syamsuddin, M. L. (2016). Keterkaitan Kepadatan Predator Karang Bintang Laut Berduri (*Acanthaster planci*) Terhadap Kondisi Terumbu Karang di Perairan Pulau Batu Malang Peny, Kepulauan Belitung. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 7(2).

Praselia, I. N. D. (2012). Rekrutmen karang di kawasan wisata Lovina. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 1(2). <https://doi.org/10.23887/jst-undiksha.v1i2.6037>

Praselia, I. N. D. (2015). Struktur komunitas terumbu karang di pesisir Kecamatan Buleleng Singaraja. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 4(2). <https://doi.org/10.23887/jst-undiksha.v4i2.6050>

Pratchett, M. S., Caballes, C. F., Rivera-Posada, J. A., & Sweatman, H. P. A. (2014). Limits to understanding and managing outbreaks of crown-of-thorns starfish (*ACANTHASTER* Spp.). In *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* (Vol. 52). <https://doi.org/10.1201/b17143>

Pratchett, M. S., Caballes, C. F., Wilmes, J. C., Matthews, S., Mellin, C., Sweatman, H. P. A., Nadler, L. E., Brodie, J., Thompson, C. A., Hoey, J., Bos, A. R., Byrne, M., Messmer, V., Fortunato, S. A. V., Chen, C. C. M., Buck, A. C. E., Babcock, R. C., & Uthicke, S. (2017). Thirty years of research on crown-of-thorns starfish (1986-2016): Scientific advances and emerging opportunities. In *Diversity* (Vol. 9, Issue 4). <https://doi.org/10.3390/d9040041>

Quinn, N. J., & Kojis, B. L. (2003). The dynamics of coral reef community structure and recruitment patterns around rota, saipan, and tinian, western pacific. In *Bulletin of Marine Science* (Vol. 72, Issue 3).

Ruli, F., Alik, R., Polnaya, D., Nurjirana, N., Sufardin, S., & Afrisal, M. (2020). Kelimpahan *Acanthaster planci* dan tutupan karang hidup di Pulau Saparua, Provinsi Maluku. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 26(2). <https://doi.org/10.15578/jppi.26.2.2020.125-133>

Sugiyono, D. (2010). Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D. In *Penerbit Alfabeta*. Alfabeta.

Thovyan, A. I., Sabariah, V., & Parennden, D. (2017). Persentase tutupan terumbu karang di Perairan Pasir Putih Kabupaten Manokwari. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 1(1). <https://doi.org/10.30862/jsaif-pik-unipa.2017.vol.1.no.1.22>

Zamani, N. P. (2015). Kelimpahan *Acanthaster planci* sebagai indikator kesehatan karang di Perairan Pulau Tunda, Kabupaten Serang, Banten. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 7(1).