

**KELIMPAHAN *Acanthaster planci* SEBAGAI INDIKATOR KESEHATAN KARANG  
DI PERAIRAN PULAU TUNDA, KABUPATEN SERANG, BANTEN**

***ABUNDANCE OF Acanthaster planci AS HEALTH OF CORAL INDICATOR  
IN TUNDA ISLAND, SERANG REGENCY, BANTEN***

**Neviaty P. Zamani**

Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan FPIK Institut Pertanian Bogor  
Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680; E-mail: np\_zamani@yahoo.com

**ABSTRACT**

*The abundance of Acanthaster planci can be used as a health indicator of coral reef ecosystem. A high abundance of A. planci become pathogen on coral and an indication of unhealthy coral reef ecosystem. The objective of this study was to evaluate health of coral reef ecosystem based on the abundance of A. planci and the percent coral cover at Tunda Island, Banten. Field observation conducted in January 2014. The stations were selected by purposive sampling method and based on four-wind direction i.e., north, south, east, and west. Reef data was measured using Line Intercept Transect (LIT), while sampling method for A. planci using Belt Transect. Results showed that the water temperature ranged of 26-28°C, brightness 100%, current speed ranging between 0.05 ms<sup>-1</sup> and 0.19 ms<sup>-1</sup>, and salinity of 30-32 ppt. The water quality values showed a normal range which support the life of the coral and A. planci. The Percent coral cover ranged of 54.95-73.00% indicating a good condition. The abundance of A. planci was of 0.02-0.03 ind/m<sup>2</sup>. Result showed that coral cover percentage and the abundance of A. planci did not have a significant relationship. Eventhough an A. planci eats the coral polip, but with small amount of A. planci in the coral reef, they merely help to clean the old and unhealthy polip. This activity will help corals to regenerate their polip. Overall, based on the small abundance of A. planci and the relatively high coral cover percentage, the coral reef ecosystem in Tunda island was categorised in a healthy condition.*

**Keywords:** *A. planci*, coral reef, Tunda Island

**ABSTRAK**

Kelimpahan *Acanthaster planci* dapat dijadikan sebagai indikator kesehatan ekosistem terumbu karang. Kelimpahan *A. planci* yang tinggi akan menjadi hama dan indikasi terumbu karang tidak sehat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kesehatan karang ditinjau dari hubungan kelimpahan *A. planci* dengan persen tutupan terumbu karang di perairan Pulau Tunda, Kabupaten Serang, Banten. Pengamatan lapang dilaksanakan pada Januari 2014. Stasiun pengamatan ditetapkan dengan metode *purposive sampling*. Stasiun penelitian ditetapkan berdasarkan empat arah mata angin: Utara, Selatan, Timur, dan Barat. Pengambilan data karang menggunakan metode *Line Intercept Transect* (LIT) sedangkan pengambilan data *A. planci* dengan menggunakan metode *Belt Transect*. Parameter perairan yang diukur adalah suhu, salinitas, kecerahan, dan kecepatan arus. Suhu perairan berkisar antara 26-28°C, kecerahan perairan 100%, kecepatan arus berkisar antara 0,05 ms<sup>-1</sup>-0,19 ms<sup>-1</sup>, dan salinitas berkisar antara 30-32 ppt. Hasil pengukuran parameter fisika-kimia perairan menunjukkan kisaran normal, mendukung bagi kehidupan biota karang dan *A. planci*. Persentase penutupan karang berkisar antara 54,95-73,00% dengan kriteria “baik”. Kelimpahan *A. planci* berkisar antara 0,02-0,03 ind/m<sup>2</sup>. Hasil pengukuran persentase penutupan karang dan kelimpahan *A. planci* tidak menunjukkan hubungan yang signifikan. Meskipun *A. planci* memakan polip karang, namun kelimpahan yang hanya 0,02 – 0,03 ind/m<sup>2</sup> ini lebih berperan sebagai penyeimbang dengan memakan polip-polip tua dan lemah, sehingga membantu membersihkan, menjaga keseimbangan, dan memberi kesempatan pada karang untuk regenerasi. Secara keseluruhan ditinjau dari kelimpahan *A. planci* terumbu karang P. Tunda berada dalam kondisi sehat.

**Kata kunci:** *A. planci*, terumbu karang, Pulau Tunda

## I. PENDAHULUAN

Ekosistem terumbu karang memiliki keragaman kehidupan laut yang tinggi. Setiap organisme yang ada dalam ekosistem ini memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan sistem yang sangat kompleks. Keragaman yang tinggi dengan sistem yang kompleks ini, menjadikan ekosistem terumbu karang unik dan mampu mendukung berbagai tingkat tropik kehidupan, mulai dari produsen sampai top konsumen, sebagai predator. Beberapa predator juga ada yang secara aktif mengkonsumsi polip karang, seperti *A. planci*.

Keberadaan predasi pada terumbu karang seperti *A. planci*, merupakan sifat alamiah dari suatu ekosistem (Reichelt *et al.*, 1990; Scandol, 1999). Pemangsaan *A. planci* dengan skala yang normal atau belum menimbulkan dampak negatif bagi terumbu karang merupakan suatu bagian dari kontrol lingkungan untuk mengurangi dominansi pada salah satu jenis karang (De'ath dan Moran, 1998), namun apabila pemangsaan terjadi dalam jumlah yang luas dan dapat mengakibatkan terumbu karang mengalami kerusakan. Hal ini merupakan ancaman serius bagi ekosistem terumbu karang. Perlu diketahui bahwa terumbu karang memiliki alat pertahanan diri yang dinamakan *nematocyst* (De'ath dan Moran, 1998; Pratchett *et al.*, 2009). Karang yang sehat dan jauh dari gangguan akan ditemukan predasi khususnya pada *Acanthaster* namun dalam jumlah yang kecil. Sebaliknya karang yang telah mengalami gangguan seperti sedimentasi, pengayaan unsur hara atau kenaikan suhu serta antropogenik lainnya dapat menyebabkan kondisi kesehatan karang terganggu sehingga dapat dengan mudah diserang oleh predator seperti *A. planci*.

*A. planci* adalah organisme yang umumnya dapat ditemui di ekosistem terumbu karang, yang dikenal sebagai *Crown of Thorns Starfish*. Hewan ini merupakan salah satu jenis bintang laut raksasa dengan jumlah duri yang banyak sekali dan merupakan he-

wan pemakan polip karang. Kelimpahan *A. planci* dalam jumlah besar (*blooming*) telah mengakibatkan kerusakan ekosistem terumbu karang di kawasan Indo-Pasifik. Organisme ini memiliki potensi penyebab kerusakan yang cukup luas di ekosistem terumbu karang (Yamaguchi, 1986; Pratchett, 2001). Cara makan yang selektif oleh *A. planci* menyebabkan perbedaan diantara tingkat kematian spesies karang. Walaupun ada banyak teori tentang penyebab terjadinya ledakan populasi *A. planci*, hanya ada 3 teori yang secara logis dapat diterima para ahli. Teori tersebut belum ada yang membenarkan atau membantahnya. Ketiga teori tersebut: pertama fluktuasi populasi *A. planci* adalah suatu fenomena alami yang dinamik dimana dalam kondisi normal dapat ditemukan lebih kurang 10 ekor perhektar namun bila kondisi tidak normal dapat ditemukan dalam jumlah ribuan ekor perhektarnya; kedua, hilangnya predator (pemangsa) *A. planci* dan ketiga kegiatan manusia di wilayah pesisir dan daratan yang menyebabkan bertambahnya makanan bagi larva *A. planci* di laut. Meningkatnya jumlah larva *A. planci* yang hidup, menyebabkan terjadinya ledakan populasi *A. planci*.

Bintang laut ini merupakan salah satu masalah besar yang potensial dihadapi di dalam pengelolaan terumbu karang. Di antara pemangsa karang yang ada, hewan ini adalah pemangsa karang yang paling berbahaya ketika terjadi peledakan populasi (*outbreak*), sehingga hampir seluruh karang hidup dimangsa oleh hewan ini. Menurut Moran (1990), setiap individu bintang laut ini dapat memangsa karang seluas 5–6 m<sup>2</sup>/tahun. Jadi dapat dibayangkan seberapa luas kerusakan yang dapat ditimbulkan jika ribuan atau bahkan jutaan dari biota ini berada dalam ekosistem terumbu karang.

Kerusakan terumbu karang akibat bintang laut ini telah dilaporkan di seluruh dunia, misalnya Jepang, Australia, Palau, Guam, Vanuatu, Papua, Vietnam dan Indonesia. Walaupun ledakan populasi hewan ini di Indonesia telah banyak dilaporkan secara lisan, publikasi tentang masalah ini masih

sangat sedikit. Publikasi tentang organisme yang tersedia banyak berasal dari Jepang dan Australia. Di Great Barrier Reefs, Australia, berdasarkan sisa-sisa duri dan kerangka di dalam sedimen diperkirakan bintang laut ini telah muncul di terumbu sekitar 3350 tahun yang lalu, walaupun tidak ada bukti kuat bahwa telah terjadi peledakan populasi yang menghabisi karang di terumbu sebelum tahun 1960-an (Moran *et al.*, 1986). Peledakan populasi bintang laut ini pertama kali dilaporkan pada tahun 1962 di Green Island, Great Barrier Reefs. Peledakan populasi di Jepang pertama kali dilaporkan pada tahun 1969. Bintang laut ini diperkirakan mulai memasuki perairan Jepang pada tahun 1957-58 dan melakukan pemangsaan karang yang serius sejak awal tahun 1970-an.

Di Indonesia, kehadiran *A. planici* telah dilaporkan sejak tahun 1970-an oleh para peneliti LIPI, misalnya di sekitar Ambon dan Kepulauan Seribu (Lane, 1996). Kedua laporan tersebut menunjukkan adanya bintang laut ini dalam jumlah sedikit atau dalam kondisi masih rendah. Peneliti LIPI lainnya, Darsono dan Sukarno, telah mengamati adanya populasi *A. planici* di Kepulauan Seribu dari tahun 1991-1993 dan dilaporkan tidak ada peledakan populasi (Tomascik *et al.*, 1997). Peledakan populasi *A. planici* baru terjadi pada tahun 1995, yang dilaporkan di dalam seminar, tetapi tidak dalam suatu publikasi ilmiah. Publikasi ilmiah tentang kerusakan terumbu karang Indonesia akibat hewan ini baru dilakukan pada saat terjadi peledakan populasi di Kepulauan Banggai (Lane, 1996). Tahun 1996 juga dijumpai adanya pemangsaan karang oleh *A. planici* yang menghabiskan hampir sebagian besar karang di Pulau Menjangan, Taman Nasional Bali Barat, dan Pantai Bama, Taman Nasional Baluran (Bachtiar, 2006). Tahun 2005 peledakan populasi (*outbreak*) *A. planici* juga dilaporkan terjadi di Pulau Kapoposang, Sulawesi Selatan (Yusuf, 2008).

Pulau Tunda merupakan salah satu Pulau yang berada di Kabupaten Serang, Provinsi Banten. Pulau Tunda memiliki potensi

perikanan yang sangat baik, dimana pada pulau ini masih terdapat ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang. Pada daerah terumbu karang memiliki kondisi yang baik dan kebanyakan didominasi oleh *Acropora tabulate*, *Coral massive*, dan jenis terumbu karang lainnya, namun dari hasil pengamatan beberapa tahun terakhir terjadi pemutihan karang yang salah satunya disebabkan oleh aktivitas predasi oleh bintang laut ini. Pada musim-musim tertentu, keberadaan hewan ini di perairan pulau tersebut sangat melimpah. Hal ini ditunjukkan dengan banyaknya jalur predasi pada koloni karang di perairan pulau tersebut.

Beberapa penelitian telah dilakukan di Pulau ini, antara lain Lalang *et al.* (2014) mengenai perbedaan laju pertumbuhan linear karang *Porites lutea*, dan Riska *et al.* (2014) kandungan logam berat pada pita tahunan karang *P. lutea*. Sampai saat ini belum ada penelitian yang melihat adanya fenomena sebaran organisme *A. planicy* yang berasosiasi dengan terumbu karang dan seberapa besar keterkaitan antara sebaran *A. planici* dengan kualitas habitat terumbu karang daerah ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kesehatan ekosistem terumbu karang melalui keterkaitan kelimpahan *A. planici* dan persen tutupan karang, di Perairan Pulau Tunda, Kabupaten Serang, Banten.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Penentuan Stasiun Pengamatan

Pulau Tunda merupakan sebuah pulau kecil yang terletak di Laut Jawa yaitu sebelah Utara Teluk Banten dan terpisah dari perairan Kepulauan Seribu sehingga menyebabkan pulau ini relatif terbuka. Secara administratif, pulau ini termasuk dalam wilayah Kabupaten Serang Provinsi Banten yang terdapat 1 desa yaitu Desa Warga-sara. Desa ini terdiri atas dua (2) dusun yakni Kampung Barat dan Kampung Timur. Luas Pulau Tunda adalah sekitar 289,79 Ha, dengan jumlah penduduk Pulau Tunda tahun 2007 mencapai 3000 orang. Dilihat secara geografis Pulau

Tunda terletak di koordinat 5°48'43" LS dan 106°16'47".

Pengamatan sampel karang dan *A. planci* dilakukan pada bulan Januari 2014 di perairan Pulau Tunda, Kabupaten Serang, Propinsi Banten. Penentuan stasiun pengamatan dilakukan dengan metode purposive sampling dengan cara *Times Swimming* (snorkling) yaitu diawali dengan melakukan pengamatan singkat terhadap kondisi terumbu karang dan kelimpahan *A. planci* sejajar mengikuti garis pantai.

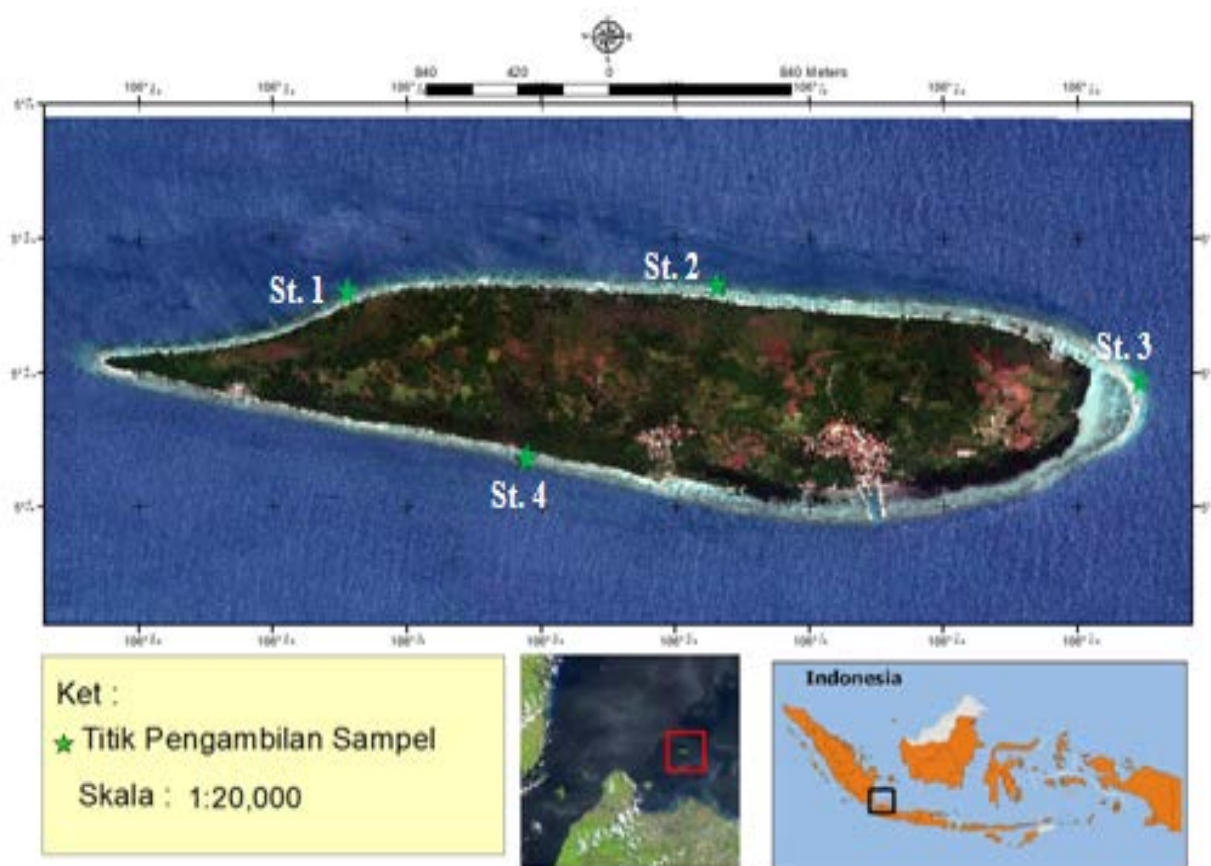
Penentuan stasiun pengamatan dan titik-titik pengambilan sampel dipilih berdasarkan aspek keterwakilan, sehingga dapat menggambarkan terumbu karang dan *A. planci* secara keseluruhan di lokasi pengambilan sampel. Umumnya stasiun pengamatan dilakukan pada 4 titik pengambilan sampel. Masing-masing stasiun titik dicatat posisi

geografisnya dengan GPS (*Global Positioning System*).

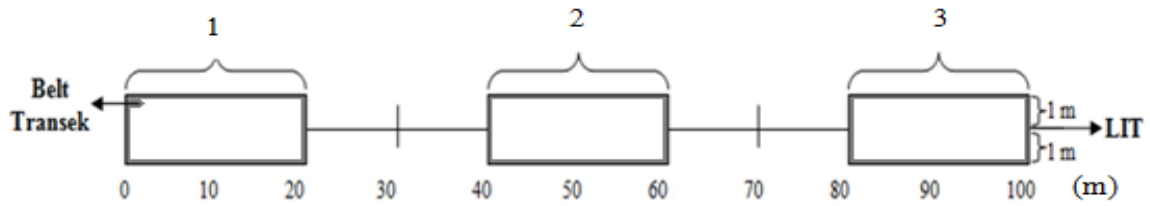
## 2.2. Pengambilan Data

Pengambilan data terumbu karang menggunakan metode LIT (*Line Intercept Transect*) dengan pengamatan karang dibatasi pada bentuk pertumbuhan (*life form*) dan menggunakan peralatan selam scuba. Pengambilan data organisme *A. planci* menggunakan metode sabuk (*Belt Transect*) yang mengikuti garis LIT, dimana metode LIT yang dipasang dikombinasikan dengan metode Belt Transek seperti yang terlihat pada Gambar 2.

Pemasangan LIT dititik pengambilan sampel dilakukan sejajar dengan garis pantai mengikuti kontur dasar perairan sepanjang 20 m, dengan 3 kali pengambilan sampel. Transek LIT dipasang sepanjang 100 m dimana pengamatan dilakukan dari titik 0



Gambar 1. Lokasi penelitian.



Gambar 2. Metode LIT yang di kombinasikan dengan Metode Belt.

hingga 20 m, dilanjutkan dengan interval 20 m, kemudian pengukuran dilakukan kembali pada jarak 20 m berikutnya. Pengamatan dilakukan dengan melihat bentuk pertumbuhan karang yang dilewati oleh garis transek hingga ketelitian cm.

Untuk Pengambilan data *A. planci* digunakan Transek sabuk (*belt transect*) yang dikombinasikan dengan pemasangan LIT. Panjang transek yang digunakan mengikuti transek karang yaitu 20 meter dengan lebar 2 meter (ditarik garis 1 m ke kanan dan 1 m ke kiri), sehingga luas transek sabuk yang digunakan yaitu 40 m<sup>2</sup>. Pada setiap stasiun pengamatan dilakukan 3 kali pengambilan sampel. Dimana pengamatan dilakukan dari titik 0 hingga 20 m, dengan lebar 2 m, dilanjutkan dengan jeda 20 m, kemudian pengukuran dilakukan kembali pada jarak 20 m berikutnya.

Pengukuran nilai-nilai parameter fisika dan kimia perairan dilakukan pada setiap stasiun pengamatan meliputi parameter fisika yakni kecerahan menggunakan *seccy disk*, suhu menggunakan thermometer, kecepatan arus menggunakan karan meter dan kedalaman perairan serta parameter kimia yang meliputi salinitas menggunakan handrefraktrometer. Pengukuran ini dilakukan bersamaan dengan pengamatan terumbu karang pada pagi hari.

**2.3. Analisis Data**

Persentase penutupan karang dihitung dengan menggunakan rumus (English *et al*, 1994):

$$\% \text{ cover} = (\text{total panjang tiap kategori life form (cm)}/\text{panjang transek (cm)}) \times 100\% \dots(1)$$

Kriteria penilaian ekosistem terumbu karang berdasarkan persen tutupan karang (Gomez dan Yap, 1988) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria tingkat persen tutupan karang.

Persen Tutupan (%)	Kriteria
0 - 24,9	Buruk
25 - 49,9	Sedang
50 - 74,9	Baik
75 - 100	Sangat baik

Kondisi karang juga dianalisis dengan melihat tingkat kematian karang menggunakan indeks mortalitas (English *et al*, 1994) sebagai berikut:

$$IM = \frac{\% \text{ Penutupan karang mati}}{\% \text{ Penutupan (karang mati + karang hidup)}} \dots\dots\dots (2)$$

Data jumlah individu setiap jenis biota terumbu karang diolah menjadi data kelimpahan organisme. Menurut Bikerland and Lucas (1990), kelimpahan *A. planci* yaitu jumlah individu persatuan luas atau volume, dengan rumus sebagai berikut:

$$N = \frac{\sum n}{A} \dots\dots\dots (3)$$

dimana: N= kelimpahan individu (ind/m<sup>2</sup>), Σn= jumlah individu yang diperoleh tiap stasiun, dan A= luas daerah pengamatan (m<sup>2</sup>).

Keterkaitan antara kelimpahan *A. planci* dengan persen cover karang dianalisis menggunakan regresi linear sederhana menggunakan Ms. Excel.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi perairan Pulau Tunda merupakan perairan terbuka, memiliki topografi dasar perairan yang landai, dengan hamparan pasir putih. Topografi landai umumnya dijumpai sampai kedalaman 5 m, selanjutnya adalah tubir (curam). Terumbu karang di perairan P Tunda memiliki kontur berupa rataaan terumbu (*reef flat*) dan lereng terumbu (*reef slop*), serta masuk dalam kategori terumbu karang tepi (*fringing reef*).

#### 3.1. Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur adalah suhu, kecerahan, kecepatan arus, dan salinitas. Parameter kualitas air ini dianggap berpengaruh terhadap perkembangan dan pertumbuhan *A. planci*. Hasil dan pembahasan terkait parameter ini selengkapnya disajikan pada sub-bab berikut ini.

##### 3.1.1. Suhu

Suhu air merupakan faktor penting yang menentukan kehidupan karang. Hasil pengamatan suhu di lokasi penelitian berkisar antara 26-28°C. Nilai suhu ini adalah kisaran suhu umum di perairan. Scandol (1991) menyatakan bahwa suhu paling optimal bagi pertumbuhan karang berkisar antara 23–30°C. Kenaikan suhu 4-6°C dapat menimbulkan kehancuran suatu komunitas, selanjutnya apabila kenaikan suhu 1°C dapat pada saat puncak musim panas menimbulkan kematian didaerah tropis. Menurut Bikerland dan Lucas (1990), pola temperatur ekosistem air dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti in-

tensitas cahaya matahari, pertukaran panas antara air dan udara disekelilingnya, ketinggian geografis, dan juga oleh faktor penutupan oleh vegetasi dari pepohonan yang tumbuh di tepi. Perbedaan ini dapat di lihat pada stasiun I, dimana pengambilan data dilakukan pada pagi hari, yang mana intensitas cahaya yang diterima oleh badan perairan lebih sedikit sehingga suhu pada stasiun ini relatif lebih rendah dibandingkan stasiun lainnya yang mana pengambilan data dilakukan menjelang siang hari. Selain itu juga karena adanya naungan (penutupan) oleh tumbuhan mangrove yang ada di sekitar stasiun tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 2) dapat dilihat bahwa kisaran suhu tiap stasiun tidak berbeda nyata dan masih pada kisaran normal serta dapat ditoleransi oleh biota perairan. Menurut Suharsono (2010) kisaran suhu yang optimal untuk *A. planci* adalah 26-28°C. Suhu yang terlampaui tinggi atau terlampaui rendah akan sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup *A. planci*, pada keadaan yang ekstrim yaitu  $\leq 14^{\circ}\text{C}$  dan  $\geq 34^{\circ}\text{C}$  *A. planci* akan mengalami tingkat kematian yang besar. Secara umum laju pertumbuhan organisme meningkat sejalan dengan kenaikan suhu, tetapi dapat pula menekan bahkan menyebabkan kematian organisme apabila melewati suhu yang normal untuk kehidupannya (Nybakken, 1992). Berdasarkan literatur yang ada, dapat disimpulkan bahwa suhu yang didapatkan pada lokasi penelitian masih mendukung untuk kehidupan terumbu karang dan organisme laut seperti *A. planci*.

Tabel 2. Hasil pengukuran parameter fisika-kimia perairan pada setiap stasiun pengamatan stasiun.

	Parameter Fisika-Kimia Perairan			
	Suhu (°C)	Kecerahan (%)	Kec.Ar. (ms <sup>-1</sup> )	Salinitas (ppt)
I	26	100	0,06	30
II	28	100	0,19	31
III	28	100	0,12	31
IV	28	100	0.05	32

### 3.1.2. Kecerahan

Kecerahan perairan sangat mempengaruhi kelangsungan hidup dan perkembangan dari karang. Tingkat kecerahan perairan sangat dipengaruhi oleh adanya penetrasi cahaya yang masuk ke dalam kolom air dan tingkat sedimentasi. Kecerahan perairan pada setiap stasiun penelitian sangat tinggi, dimana cahaya matahari yang masuk pada stasiun pengamatan dapat menembus hingga kedasar perairan. Kondisi ini menunjukkan ketersediaan intensitas cahaya yang cukup besar sehingga proses fotosintesis yang dilakukan oleh *zooxanthellae* dapat berlangsung secara optimal, sehingga mendukung pertumbuhan karang dan organisme lainnya. Cahaya juga membatasi kehidupan hewan karang. Pengambilan data dilakukan pada kedalaman 3-15 m, dimana cahaya masih memungkinkan karang untuk hidup. Perairan yang jernih memungkinkan penetrasi cahaya bisa sampai pada lapisan yang sangat dalam, sehingga hewan karang juga bisa hidup pada perairan yang cukup dalam (Supriharyono, 2000).

Berdasarkan hasil penelitian terlihat bahwa tingkat kecerahan perairan pada stasiun I, II, III dan IV cukup tinggi mencapai 100 % (lihat Tabel 2). Hal ini disebabkan karena perairan tersebut tergolong perairan yang masih bersih sehingga dengan waktu pengukuran yang berbeda nilai kecerahannya tetap tinggi, dimana cahaya yang masuk ke perairan dapat menembus dengan sempurna hingga kedalaman 10 m. Berdasarkan hal tersebut berarti tingkat kecerahan di setiap stasiun pengamatan sangat mendukung untuk pertumbuhan karang.

### 3.1.3. Kecepatan Arus

Kecepatan arus dapat mempengaruhi pertumbuhan biota karang (Nybakken, 1992). Hasil pengukuran kecepatan arus di lokasi penelitian berkisar antara 0,05-0,19 ms<sup>-1</sup> (lihat Tabel 2). Kecepatan arus pada setiap stasiun pengamatan bervariasi namun tidak memperlihatkan perbedaan yang besar, dimana pada stasiun I kecepatan arus sebesar 0,06 ms<sup>-1</sup>, stasiun II sebesar 0,19 ms<sup>-1</sup>, stasiun III

sebesar 0,12 ms<sup>-1</sup> dan stasiun IV sebesar 0,05 ms<sup>-1</sup>. Pada stasiun I dan IV kecepatan arusnya lebih lambat dibanding pada Stasiun II dan III. Hal ini disebabkan karena pada stasiun I dan IV masih ada pengaruh halangan Pulau Panjang, sedangkan stasiun II dan III arusnya cenderung lebih cepat karena berada di arah datangnya angin. Kecepatan arus ini mempengaruhi kelangsungan hidup terumbu karang, dimana semakin tinggi kecepatan arus suatu perairan maka kondisi terumbu karang khususnya jenis karang masive memiliki kecenderungan pertumbuhan semakin baik. Menurut Scandol (1999) arus atau gelombang penting untuk transportasi zat hara, larva, bahan sedimen dan oksigen, serta dapat membersihkan polip karang dari kotoran yang menempel.

### 3.1.4. Salinitas

Salinitas merupakan faktor pembatas kehidupan hewan karang. Pengaruh salinitas terhadap kehidupan hewan karang sangat bervariasi tergantung pada kondisi perairan laut setempat atau pengaruh alam, seperti *run-off*, badai, hujan, sehingga salinitas dapat berubah (Supriharyono, 2000). Rata-rata salinitas pada ke empat stasiun penelitian dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil pengukuran salinitas di lokasi penelitian berkisar antara 30–32 ppt. Hasil ini menunjukkan bahwa salinitas perairan pada lokasi penelitian masih optimal bagi perkembangan dan pertumbuhan terumbu karang. Menurut Scandol (1999) kisaran normal salinitas perairan laut untuk perkembangan dan pertumbuhan terumbu karang secara optimal adalah 30–33 ppt. Sesuai dengan pernyataan Effendi (2001), kisaran salinitas tersebut termasuk dalam kisaran salinitas perairan laut 30-33 ppt. Hal ini menggambarkan bahwa salinitas pada perairan Pulau Tunda juga masih layak dalam mendukung kehidupan dan perkembangan *A. planci*. Nybakken (1992) menyatakan bahwa hewan karang hidup paling baik pada Salinitas air laut yang normal yaitu 32-36 ppt, tetapi daya tahan setiap jenis hewan karang tidaklah sama. Terkadang hewan karang ma-

sih dapat hidup, bahkan pada salinitas di bawah minimum dan maksimum.

### 3.2. Persen Tutupan Karang

Terumbu karang diperairan Pulau Tunda tumbuh pada daerah-daerah yang landai dan datar sampai pada lereng (tubir) kearah yang lebih dalam. Secara menyeluruh tipe terumbu karang Pulau Tunda merupakan tipe terumbu karang tepi (*fringing reef*), dengan topografi perairan yang landai. Menurut Suharsono (2010), terumbu karang tepi berkembang di sepanjang pantai mencapai kedalaman tidak lebih dari 40 meter.

Berdasarkan pengamatan secara keseluruhan, nilai persentase tutupan terumbu karang pada setiap pengamatan yang ditemukan terdiri dari komponen karang hidup, karang mati, abiotik, dan biotik lainnya (Tabel 3). Persentase penutupan masing-masing terumbu karang terdiri atas bentuk pertumbuhan karang acropora dan non-acropora (Tabel 4 dan Gambar 3).

Tabel 3. Persen tutupan karang hidup (*life coral*), karang mati (*dead coral*), abiotik, biotik lainnya, dan indeks mortalitas karang.

Parameter	Stasiun Pengamatan			
	I	II	III	IV
Karang Hidup	72,30	68,58	73,00	54,95
Karang Mati	0,00	0,00	1,00	6,33
Biotik Lain	21,82	26,67	16,08	15,55
Indek Mortalitas	0,00	0,00	0,01	0,10

Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh persentase rata-rata penutupan karang hidup, karang mati, abiotik, biotik lainnya dan indeks mortalitas yang berbeda-beda pada setiap stasiun pengamatan (Tabel 3). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa komponen karang hidup (biotik) lebih mendomi-

nasi dibandingkan kategori abiotik dan biotik lainnya.

Persentase penutupan karang hidup pada semua stasiun menurut Gomez dan Yap (1988) termasuk kedalam kategori baik. Persentase penutupan karang hidup pada stasiun I sebesar 72,30%, stasiun II 65,58%, stasiun III 73,00%, dan pada stasiun IV sebesar 54,95%. (Tabel 3). Ditinjau dari indeks mortalitas pada keempat stasiun memperlihatkan tingkat kematian yang sangat kecil. Stasiun I dan II memiliki tingkat kematian nol, artinya tidak ditemukan sama sekali karang yang mati. Diantara keempat stasiun, hanya pada stasiun IV tingkat kematian relatif lebih tinggi yaitu sebesar 0,10%. Nilai indeks mortalitas yang mendekati nol menunjukkan bahwa tidak ada perubahan yang berarti bagi karang hidup (English *et al.*, 1994). Hasil tutupan persen karang mati dan indeks mortalitas masih menunjukkan kondisi karang Pulau Tunda dalam keadaan baik. Lebih lanjut kondisi karang ditinjau dari persen tutupan masing-masing bentuk hidup karang.

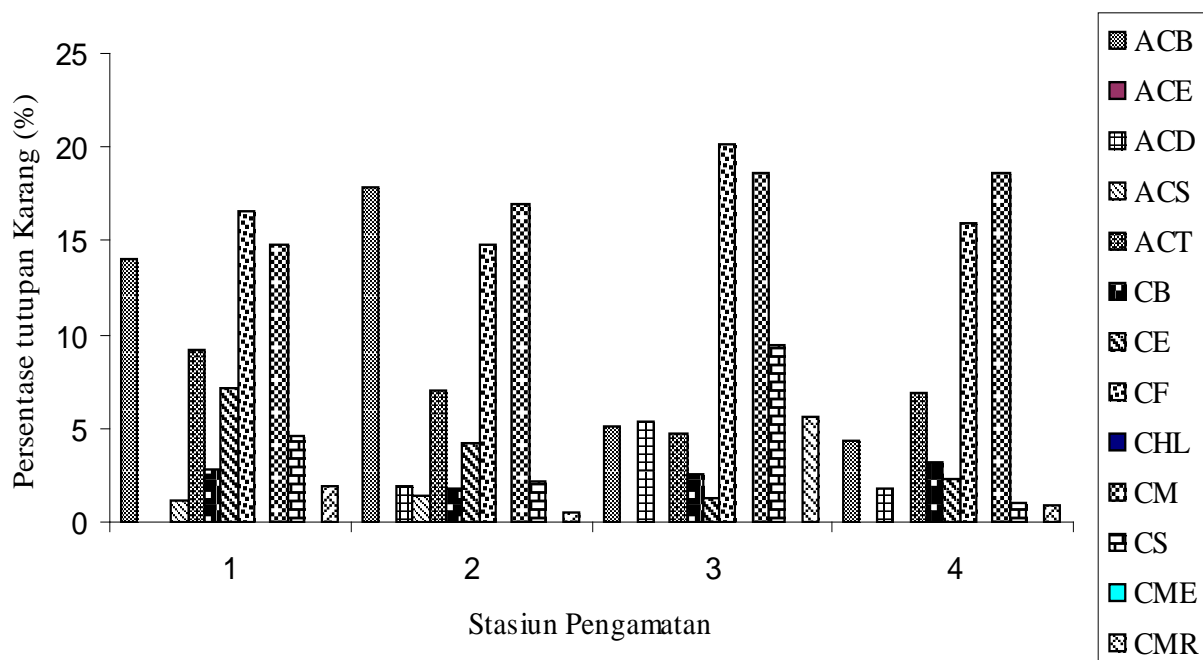
Kondisi terumbu karang pada setiap stasiun pengamatan memiliki bentuk pertumbuhan (*life form*) yang berbeda. Stasiun I terletak di sebelah timur Pulau Tunda, dimana kedalaman perairannya sekitar 5-10 m dan merupakan perairan yang landai. Bentuk pertumbuhan yang banyak di temukan adalah *Acropora branching*, *Acropora submassive*, *Acropora tabulate*, *Coral branching*, *Coral encrusting*, *Coral foliose*, *Coral massive*, *Coral Submassive*, *Coral mushroom*.

Stasiun II terletak di sebelah selatan Pulau Tunda, dengan kedalaman 3-5 m, selanjutnya kearah yang lebih dalam berbentuk lereng terumbu karang yang agak landai, yang di dominasi oleh pasir. Pada stasiun ini bentuk pertumbuhan yang di temukan adalah *Acropora* (*Acropora branching*, *Acropora digitata*, *Acropora submassive*, *Acropota tabulate*), Non-*Acropora* (*Coral branching*, *Coral encrusting*, *Coral foliose*, *Coral massive*, *Coral submassive*, *Coral mushroom*), di antara karang tersebut terdapat adanya substrat pasir, dan patahan karang (RB).



Tabel 4. Persen tutupan bentuk pertumbuhan (*life form*) karang hidup di perairan pulau Tunda.

Bentuk Pertumbuhan	Stasiun			
	I	Ii	Iii	Iv
Acropora				
<i>Acropora Branching</i> (Acb)	14,05	17,80	5,08	4,37
<i>Acropora Encrusting</i> (Ace)	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Acropora Digitate</i> (Acd)	0,00	1,87	5,42	1,78
<i>Acropora Submassive</i> (Acs)	1,15	1,47	0,00	0,00
<i>Acropora Tabulate</i> (Act)	9,23	7,07	4,75	6,85
Non Acropora				
<i>Coral Branching</i> (Cb)	2,83	1,82	2,50	3,17
<i>Coral Encrusting</i> (Ce)	7,17	4,17	2,33	2,33
<i>Coral Foliose</i> (Cf)	18,60	14,73	20,17	15,92
<i>Coral Heliopora</i> (Chl)	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Coral Massive</i> (Cm)	14,77	22,78	18,67	18,62
<i>Coral Submassive</i> (Cs)	4,60	2,17	9,42	1,50
<i>Coral Millepora</i> (Cme)	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Coral Mushroom</i> (Cmr)	1,90	0,50	5,67	1,38
Total	72,30	68,58	73,00	54,95



Gambar 3. Grafik persen tutupan karang hidup (*life coral*) setiap stasiun pengamatan. ACB : *Acropora branching*; ACE : *Acropora encrusting*, ACD : *Acropora digitate*, ACS : *Acropora submassive*, ACT : *Acropora tabulate*, CB : *Coral branching*, CE : *Coral encrusting*, CF : *Coral foliose*, CHL : *Coral heliopora*, CM : *Coral massive*, CS : *Coral submassive*, CME : *Coral millepora*, dan CMR : *Coral mushroom*.

Stasiun III terletak pada arah Barat Pulau Tunda, dengan kedalaman 5-10 m, dimana daerah ini merupakan daerah yang juga sering di manfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk menangkap ikan. Di stasiun III ini ditemukan patahan karang (RB), dan karang mati (DC), tetapi masih lebih banyak di temukan karang hidup dari jenis *Acropora* (*Acropora branching*, *Acropora digitata*, *Acropora tabulate*), Non-*Acropora* (*Coral branching*, *Coral encrusting*, *Coral foliose*, *Coral massive*, *Coral submassive*, *Coral Mushroom*), biotic lain (*sponge and others*).

Stasiun IV terletak disebelah Utara Pulau Tunda, dengan kedalaman 5-10 m dan memiliki rataan terumbu karang tepi, di mana banyak di temukan patahan karang (RB), karang mati dan (DC), tetapi masih lebih banyak ditemukan *Acropora* (*Acropora branching*, *Acropora digitata*, *Acropora tabulate*), Non-*Acropora* (*Coral branching*, *Coral encrusting*, *Coral foliose*, *Coral massive*, *Coral sub massive*, *Coral muschroom*).

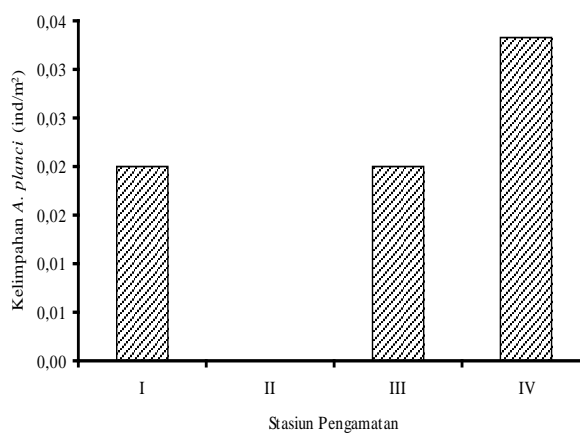
Hasil penelitian kondisi terumbu karang yang didasarkan pada bentuk pertumbuhan (*life form*) di perairan Pulau Tunda di dapatkan 10 bentuk pertumbuhan karang yang meliputi Jenis *Acropora* dan non-*Acropora*. Jenis *Acropora* diantaranya *Acropora branching*, *Acropora encrusting*, *Acropora digitate*, dan *Acropora tabulate*. Sedangkan dari jenis non-*Acropora* diantaranya *Coral branching*, *Coral encrusting*, *Coral foliose*, *Coral massive*, dan *Coral mushroom*, selain itu di temukan juga adanya Soft coral, Sponge, patahan karang, dan karang mati.

Persentase penutupan bentuk pertumbuhan (*life form*) karang di perairan Pulau Tunda di dominasi oleh bentuk pertumbuhan *Coral massive*, *Coral branching*, dan *Acropora branching*, hal tersebut dikarenakan tipe terumbu karang yang ada di perairan Pulau Tunda adalah tipe terumbu karang tepi, dan sebagaimana di ketahui bahwa ketiga jenis karang tersebut lebih banyak ditemukan didaerah tepi. English *et.al.*, 1994 menyata-

kan bahwa bentuk karang yang bercabang (*branching*) dan bentuk padat (*massive*) banyak terdapat di sepanjang tepi terumbu dan bagian atas lereng, terutama yang terlindungi atau setengah terbuka.

### 3.3. Kelimpahan *Acanthaster planci*

*A. planci* merupakan salah satu jenis bintang laut yang hidup didaerah terumbu karang. Kemunculan hewan ini juga merupakan kontrol ekologi bagi karang yang pertumbuhannya cepat. Perairan Pulau Tunda merupakan salah satu perairan yang tidak luput dari kemunculan *A. planci*. Kelimpahan *A. planci* pada stasiun I yaitu 0,33 ind/m<sup>2</sup>, stasiun II tidak ditemukan, stasiun III 0,03 ind/m<sup>2</sup>, dan stasiun IV (0,07 ind/m<sup>2</sup>). Kelimpahan *A. planci* pada setiap stasiun pengamatan berbeda-beda (Gambar 4), dimana kelimpahan *A. planci* tertinggi pada stasiun IV dan terendah pada stasiun II, dimana *A. planci* tidak ditemukan pada stasiun ini.



Gambar 4. Kelimpahan *A.planci* pada setiap stasiun pengamatan.

Stasiun I dan IV memenuhi syarat dan mendukung pertumbuhan *A. planci*. Tetapi jumlah kelimpahan *A. planci* tiap stasiun berbeda-beda, bahwa pada stasiun II tidak ditemukan. Hal ini diduga karena ada perbedaan secara spasial tiap stasiun. Kepadatan tertinggi ditemukan pada stasiun I dan III sebesar 0,03 Ind/m<sup>2</sup>. Padatnya populasi

*A. planici* pada stasiun pengamatan I dan III selain karena faktor lingkungan misalnya suhu ( $26-28^{\circ}\text{C}$ ), dan arus ( $0.06-0,12 \text{ ms}^{-1}$ ). Dibandingkan dengan stasiun lain arus pada stasiun II lebih cepat dan stasiun IV lebih lambat. Menurut Moyer *et al.* (1982) bahwa kisaran suhu yang optimal bagi *A. planici* adalah  $25-30^{\circ}\text{C}$ . Ditambahkan oleh Schumacher, 1992, umumnya *A. planici* terdapat pada perairan dengan arus yang tidak lambat dan tidak juga terlalu kencang.

Selain faktor lingkungan, yang sangat berpengaruh terhadap ada tidaknya *A. planici* pada suatu daerah adalah ketersediaan makanan (De'ath dan Moran, 1998; Posada *et al.*, 2012), dimana pada stasiun I dan III ini banyak di temukan jenis karang *Acropora branching*, *Acropora encrusting*, *Acropora tabulate*, *Coral branching*, *Coral encrusting*, *Coral foliose*, *Coral massive*, dan *Coral submassive*, dimana jenis-jenis karang tersebut merupakan jenis karang yang di sukai oleh *A. planici* untuk makan. Menurut Williams dan Ozawa (2006) *A. planici* cenderung mempunyai pola penyebaran individual (Gambar 5), hal ini di sebabkan karena pergerakannya yang relatif cepat dan sifatnya yang *mobile* sehingga biota ini cepat mendapat pengaruh dari lingkungannya bila terjadi perubahan di lingkungan sekitarnya (tekanan ekologi) baik tekanan oleh aktivitas

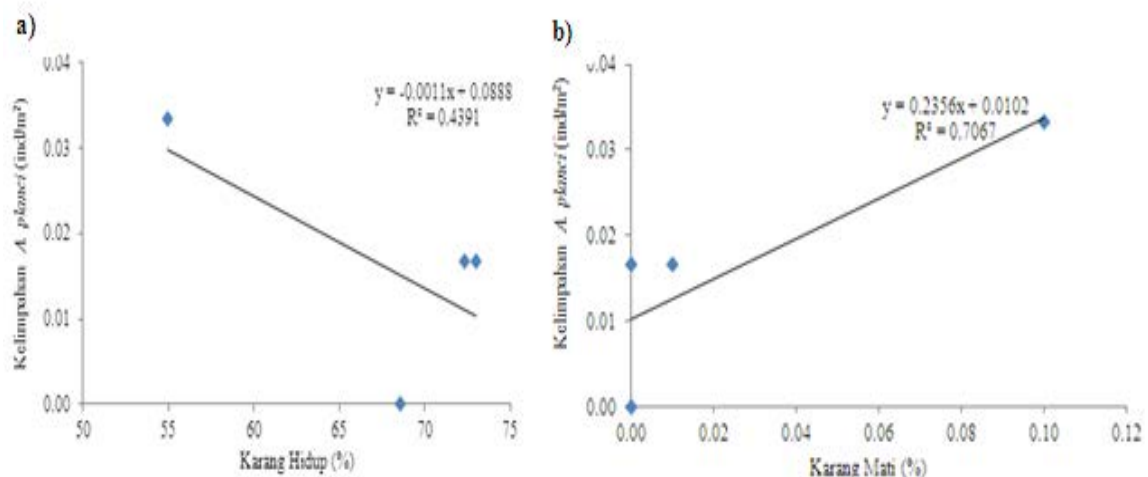
antropogenik yang dilakukan oleh manusia maupun adanya perubahan faktor lingkungan lainnya.

### 3.4. Keterkaitan antara Kelimpahan *A. planici* dengan Kondisi Terumbu Karang

Pertumbuhan karang dan kelimpahan *A. planici* saling mempengaruhi dimana laju pertumbuhan terumbu karang lebih cepat dibandingkan laju pemangsaan *A. planici* (Gambar 6), sehingga keberadaan *A. planici* pada ekosistem terumbu karang masih sebagai kontrol lingkungan pada terumbu karang itu sendiri.



Gambar 5. *A. planici* yang ditemukan pada stasiun pengamatan.



Gambar 6. Keterkaitan antara kelimpahan *A. planici* dan kondisi terumbu karang (a) karang hidup; (b) karang mati.

Tingginya tutupan karang hidup pada terumbu karang di lokasi penelitian (Gambar 6a) mengindikasikan ekosistem ini masih dalam keadaan sehat, dan hal ini terlihat dari rendahnya kelimpahan *A. planci*. Gambar 6A memperlihatkan korelasi negative antara kelimpahan *A. planci* dengan tutupan karang. Sebaliknya hubungan tingkat kematian karang berkorelasi positif dengan *A. planci*, dimana peningkatan kelimpahan *A. planci* akan diikuti dengan peningkatan mortalitas karang. Populasi *A. planci* dalam jumlah yang relative kecil tidak akan memberikan ancaman yang berarti terhadap ekosistem terumbu karang, bahkan dapat menjaga keseimbangan ekologi di dalam ekosistem. Hal ini sesuai pendapat Bachtiar (2009), bahwa pemangsaan karang oleh *A. planci* dalam populasi rendah bersifat selektif. *A. planci* tidak memangsa semua jenis karang, tetapi umumnya memilih koloni karang yang dominan seperti karang genus *Acropora*, *Mantipora*, *Seriatopora*, serta *Pocillopora*. Aziz (1995) juga mengamati pemangsaan pada beberapa genus lainnya dan lebih banyak pada karang bercabang. Faktor lain yang mempengaruhi pemangsaan *A. planci* adalah bentuk pertumbuhan koloni karang, kemudahan mereka untuk mengambil jaringan karang yang hidup, produksi lendir dari karang, nilai nutrisi jaringan karang juga kemampuan pertahanan *nematosit* (sel penyengat) dari karang itu sendiri. Claremont dan Williams (2008) menyatakan bahwa *A. planci* merupakan famili yang suka menempati dasar perairan yang keras, dengan pergerakan yang lambat. Faktor lain yang mempengaruhi pola makan *A. planci* yaitu sifat organisme *sesil* yang bergerak lambat, sehingga perilaku makannya juga lambat, dan perilaku makannya dipengaruhi oleh suhu perairan, dimana menjelang musim panas kelimpahan dan pola makan *A. planci* meningkat, lebih tinggi dibandingkan saat musim dingin (Lin *et al.*, 2008). Pengamatan di pulau Tunda pada bulan Januari juga dapat menjadi faktor rendahnya kelimpahan *A.*

*planci*, karena pada saat itu masih merupakan musim hujan.

Hasil pengamatan di lapang selama pengambilan sampel memperlihatkan bahwa *A. planci* tidak hanya selektif dalam memilih bentuk hidup karang, namun dalam satu koloni, hewan ini memilih untuk memangsa polip yang tidak aktif dan terlihat lemah. Polip karang memiliki pertahanan berupa nematosis (sel penyengat) dan mukus. Apabila ada serangan dan gangguan, polip karang akan menembakan sel-sel tersebut dan mengeluarkan mukus. Polip tua dan lemah akan menurun kemampuannya dalam melakukan serangan, sehingga menjadi target pemangsa. Pemangsaan selektif ini mempunyai dampak ekologi yang positif karena (1) membantu regenerasi atau peremajaan polip; (2) memberikan ruang bagi karang yang lambat tumbuh dan (3) menjaga keseimbangan struktur organisasi karang sebagai komponen yang mendominasi di ekosistem terumbu karang. Tetapi jika populasi bintang laut ini mengalami *out break*, mereka dapat memakan karang tanpa selektif. Hal ini akan mengakibatkan kematian karang dan yang terjadi adalah sebuah bencana kerusakan terumbu karang. Serangan massal *A. planci* ini dapat mengurangi persentase penutupan karang dalam jumlah besar, yang berakibat pada kematian skala besar (Miller dan Dolman, 2008). Grafik hubungan antara kelimpahan *A. planci* dengan karang mati pada titik pengamatan (Gambar 6b) menunjukkan adanya korelasi dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,71. Hal ini menunjukkan hubungan korelasi yang tidak signifikan antara kelimpahan *A. planci* dengan karang mati, sehingga bisa dilihat bahwa pada perairan pulau Tunda kelimpahan *A. planci* belum terlihat berdampak serius pada ekosistem terumbu karang.

#### IV. KESIMPULAN

Kelimpahan *Acanthaster planci* pada ekosistem terumbu karang di perairan Pulau Tunda dalam status alami, sehingga belum memberikan ancaman yang berarti terhadap

ekosistem terumbu karang. Kelimpahan yang relatif kecil dari *A. planci* bahkan dapat menjaga keseimbangan ekologi di dalam ekosistem terumbu karang. Hasil analisis kelimpahan *A. planci* di pulau Tunda memperlihatkan bahwa kondisi ekosistem terumbu karang masih dalam kondisi sehat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, A. 1995. Beberapa catatan tentang kehadiran bintang laut jenis *Acanthaster planci* di perairan Indonesia. *J. Oseana*, 20(2):23-32.
- Bachtiar, I. 2009. Bintang laut mahkota duri (*Acanthaster planci*, *Asteroidea*). <http://mycoralreef.wordpress.com>. [Diakses 25 November 2014].
- Birkeland, C. and J.S. Lucas. 1990. *Acanthaster planci*: a major management problem of coral reefs. CRC Press. Boca Raton. 257p.
- Claremont, M., D.G. Reid, and S.T. Williams. 2008. A molecular phylogeny of the Rapaninae and Ergalataxinae (Neo-gastropoda: Muricidae). *J. Molluscan Study*, 74:1016-1032.
- Effendi, H. 2001. Telaahan kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. 258hlm.
- De'ath, G. and P.J. Moran. 1998. Factors affecting the behavior of crown of thorns starfish (*Acanthaster planci* L.) on the Great Barrier Reef: 1: Patterns of activity. *J. Experimental Marine Biology and Ecology*, 220:83-106.
- De'ath, G. and P.J. Moran. 1998. Factors affecting the behavior of crown of thorns starfish (*Acanthaster planci* L.) on the Great Barrier Reef: 2: Feeding preferences. *J. Experimental of Marine Biology and Ecology*, 220: 107-126.
- English, S., C. Wikinson, and V. Baker. 1994. Survey manual for tropical marine research. Australian Institute Marine Science. Townsville. Australia. 390p.
- Gerard, K., R. Charlotte, C. Nicolas, T. Bernard, C. Anne, and P.F. Jean. 2008. Assessment of three mitochondrial loci variability for the crown-of-thorns starfish: A first insight into *Acanthaster* phylogeography. *J. Comptes Rendus Biologies*, 331(2): 137-143.
- Lalang, N.P. Zamani, dan A. Arman. 2014. Perbedaan laju pertumbuhan karang *Porites lutea* di windward dan leeward Pulau Tunda. *J. Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 5(2):111-116.
- Lane, D.J.W. 1996. A crown-of-thorns outbreak in the eastern Indonesian Archipelago, February 1996. *J. Coral Reefs*, 15:209-210.
- Lin, B., R.L. Norris, and P.S. Auerbach. 2008. A case of elevated liver function tests after crown-of-thorns (*Acanthaster planci*) Envenomation. *J. Wilderness and Environmental Medicine*, 19(4):275-279.
- Maulana, R. 2004. Struktur komunitas gastropoda pada ekosistem mangrove di kawasan pesisir batu ampar Kalimantan Barat. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. 71hlm.
- Miller, I. and A. Dolman. 2008. Relative role of disease and predators as drivers of decline in coral cover on the Great Barrier Reef. *Proc 11<sup>th</sup> Int Coral Reef Symp*, 6:216-220.
- Moran, P.J. 1990. The *Acanthaster planci* (L.): Biographical data. *J. Coral Reefs*, 9:95-96.
- Moran, P.J., R.E. Reichelt, and R.H. Bradbury. 1986. An assessment of the geological evidence for previous outbreaks. *J. Coral Reefs*, 4:235-238.
- Moyer, J.T., M.K. Emerson, and M. Ross. 1982. Massive destruction of scleractinian corals by the Muricid Gas-

- tropod, *Drupella*, in Japan and the Philippines. *J. Nautilus*, 96:69-82.
- Nybakken, J.W. 1992. Biologi laut suatu pendekatan ekologis. Eidmen, M. *et al.* (penterjemah). Sukardjo. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 459hlm.
- Posada, J.R., L. Owens, C.F. Caballes, and M.S. Pratchett. 2012. The role of protein extracts in the induction of disease in *Acanthaster planci*. *J. Experimental of Marine Biology and Ecology*, 429:1-6.
- Moran, P.J. 1990. The *Acanthaster plancii* (L.): biographical data. *Coral Reefs*, 9:95-96.
- Moran, P.J., R.E. Reichelt, and R.H. Bradbury. 1986. An assessment of the geological evidence for previous outbreaks. *J. Coral Reefs*, 4:235-238.
- Pratchett, M.S. 2001. Influence of coral symbionts on feeding preferences of crown-of-thorns starfish *Acanthaster planci* in the western Pasific. *J. Marine Ecology Progress Series*, 214:111-119.
- Pratchett, M.S., T.J. Schenk, M. Baine, C. Syms, and A.H. Baird. 2009. Selective coral mortality associates with outbreaks of *Acanthaster planci* I, in bootless bay, Papua New Guinea. Elsevier. *J. Marine Environmental Research*, 67:230-236.
- Riska, N.P. Zamani, T. Prariono, and A. Arman. 2015. Konsentrasi timbal (pb) pada pita tahunan karang *porites lutea* di pulau tunda, banten *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 7(1): 235-245.
- Reichel, R.E., R.H. Bradbury, and P.J. Moran. 1990. The crown of thorns starfish, *Acanthaster planci* on the great barrier reef. *Australia Mathematical and Computer Modelling*, 13(6):45-60. DOI: 10.1016/08957177(90)90008-B.
- Scandol, J.P. 1999. CotSinan interactive *Acanthaster plancy* metapopulation model for the central Great Barrier Reef. *J. Marine Models*, 1:39-81.
- Schumacher. 1992. Impact of some coral-livorous snails on stony corals in the Red Sea. *Proc. 7th Int. Coral Reef Syrnnp*, 2:840-846.
- Supriharyono. 2000. Pengelolaan ekosistem terumbu karang. Djambatan. Jakarta. 129hlm.
- Tomascik, T. 1991. Coral reef ecoystem environmental management guide line. Kantor Menteri Lingkungan Hidup. Jakarta. 166hlm.
- Suharsono. 2010. Jenis-jenis karang di Indonesia. Puslitbang Oseanologi (LIPI) Jakarta. 372hlm.
- Williams, S.T. and T. Ozawa. 2006. Molecular phlogeny suggests polyphly of both the turban shells (family turbinidae) and the superfamilytrochoidea (Mollusca, Vetigastropoda). *J. Moleculer Phylogenetica Evolution*, 39:33-55.
- Yamaguchi, M. 1987. *Acanthaster planci* infestations of reefs and coral assemblages in Japan: a retrospective analysis of control effects. *J. Coral Reefs*, 5:277-288.
- Diterima* : 1 April 2015  
*Direview* : 23 Juni 2015  
*Disetujui* : 28 Juni 215