

## Spesifisitas Substrat Dinoflagellata Epibentik Penyebab *Ciguatera Fish Poisoning* di Perairan Pulau Harapan, Kepulauan Seribu

*Substrate Specificity of Epibenthic Dinoflagellata  
Cause Ciguatera Fish Poisoning in Harapan Island Waters, Seribu Islands*

Fachrul Razi<sup>1</sup>, Riani Widiarti<sup>1\*</sup>, dan Yasman<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Biologi, FMIPA - Universitas Indonesia, Depok  
Email korespondensi : rianiwid@sci.ui.ac.id

### Abstrak

*Ciguatera Fish Poisoning* (CFP) yang disebabkan oleh Ciguatoksin, dihasilkan oleh beberapa jenis Dinoflagellata epibentik yang umumnya menempel pada makroalga. Dinoflagellata epibentik juga dapat menempel pada substrat lain, seperti pada sedimen atau pecahan karang. Penelitian mengenai Dinoflagellata epibentik telah dilakukan di Pulau Harapan, Kepulauan Seribu pada bulan Maret 2013, di empat stasiun yang terletak di sisi timur, utara, selatan, dan barat pulau. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui spesifisitas substrat Dinoflagellata epibentik pada berbagai macam tipe substrat.

Penelitian dilakukan dengan mengoleksi berbagai substrat di rataan terumbu setiap stasiun yaitu pasir, karang mati, lamun *Thalassia*, dan makroalga *Padina*, untuk kemudian dimasukkan ke dalam wadah plastik berisi air laut. Setelah itu, untuk melepaskan Dinoflagellata bentik dari substrat, dilakukan proses pengocokan. Sampel kemudian disaring dengan saringan bertingkat (125 $\mu$ m dan 20 $\mu$ m) dan diamati di bawah mikroskop. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan Analisis Faktorial Koresponden (AFK) dan Analisis Komponen Utama (AKU).

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh dua belas spesies Dinoflagellata epibentik yang tujuh diantaranya merupakan spesies yang berpotensi toksik. Berdasarkan hasil analisis AFK dan AKU diketahui bahwa spesifisitas substrat dari *Gambierdiscus toxicus* adalah makroalga; *Amphidiniopsis hirsutum*, *Prorocentrum concavum*, *Coolia* sp., dan *Amphidinium* sp. adalah substrat pasir; *Ostreopsis ovata*, *Ostreopsis lenticularis*, dan *Prorocentrum rhatyum* adalah substrat lamun, karang, dan pasir; *Ostreopsis siamensis*, *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum emarginatum*, dan *Sinophysis microcephalus* adalah substrat lamun, karang, dan makroalga.

**Kata kunci** : Ciguatera Fish Poisoning, Dinoflagellata epibentik, Pulau Harapan, spesifisitas substrat

### Abstract

*Ciguatera Fish Poisoning* (CFP) which is caused by Ciguatoxin, was produced by several species of epibenthic dinoflagellates which usually can grow by attached to macroalgae. Epibenthic dinoflagellates could also attached to other substrates, such as sediment or coral rubble. Research on epibenthic dinoflagellates was conducted in Harapan Island waters, Seribu Islands in March 2013, at two sites, at east and west side of the island. The purpose of this research was to study species composition, density, and diversity of epibenthic dinoflagellates in several types of substrate.

Research was carried out by collecting substrates of sand, coral rubble, seagrass *Thalassia*, and seaweed *Padina* from each sites, and then put inside the plastic jars containing seawater. In order to separate the benthic dinoflagellates species from substrates, the plastic jars were shaken vigorously. Samples were filtered through a series of sieves (125 $\mu$ m and 20 $\mu$ m) and observed under a light microscope. The data were analyzed using Correspondence Analysis (CA) and Principal Component Analysis (PCA).

From the samples collected, twelve species of benthic dinoflagellates were found, and seven of them are potentially toxic species. Based on the CA and PCA, the substrate specificity of *Gambierdiscus toxicus* is macroalgae; *Amphidiniopsis hirsutum*, *Prorocentrum concavum*, *Coolia* sp., and *Amphidinium* sp. are sand; *Ostreopsis ovata*, *Ostreopsis lenticularis*, and *Prorocentrum rhatyum* are seagrass, sand, and coral rubble, *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum emarginatum*, *Ostreopsis siamensis*, and *Sinophysis microcephalus* are seagrass, seaweed, and coral rubble.

**Key words**: Ciguatera Fish Poisoning, Epibenthic dinoflagellates, Harapan Island, substrate specificity.

## Pendahuluan

Dinoflagellata selain ditemukan hidup sebagai organisme planktonik, juga dapat hidup sebagai organisme epibentik. Dinoflagellata epibentik dapat bersifat epifitik (yang berasosiasi dengan lamun dan makroalga) atau bentik (menempel di pecahan atau puing karang, pasir dan detritus) (Vila dkk.,2001). Dinoflagellata epibentik umumnya memiliki kemampuan untuk memproduksi senyawa bioaktif, termasuk senyawa yang dapat mengontaminasi berbagai biota laut (Graham and Wilcox, 2000). Dinoflagellata epibentik yang bersifat toksik dapat hidup di berbagai macam substrat seperti makroalga, lamun, pecahan karang dan sedimen (Steidinger and Baden, 1984; Vila dkk., 2001).

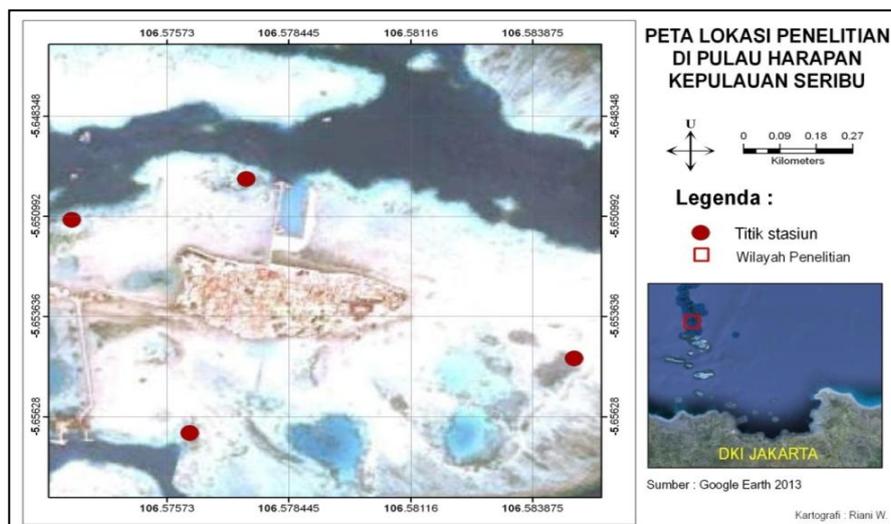
Toksin yang dihasilkan oleh Dinoflagellata epibentik adalah *Ciguatoxin*, yang dapat menyebabkan *Ciguatera Fish Poisoning* (CFP) atau ciguatera. Ciguatera adalah gejala keracunan yang dialami oleh manusia maupun hewan mamalia lain, yang umumnya dialami setelah mengonsumsi berbagai macam ikan-ikan laut tropis yang berasosiasi dengan terumbu karang (Randall ,1958 *in de Sylva*, 1994). Gangguan yang ditimbulkan dari CFP antara lain gangguan saluran pencernaan akut dan gangguan sistem syaraf (Anderson dkk., 2001). Toksin tersebut masuk melalui rantai makanan dimana Dinoflagellata epibentik toksik yang menempel

pada substrat makroalga atau lamun akan dikonsumsi oleh ikan herbivora yang memakan substrat tersebut, kemudian ikan herbivora dikonsumsi oleh ikan karnivora. Toksin tersebut kemudian akan terakumulasi pada ikan karnivora (De Sylva, 1994; Fraga dkk., 2012).

Penelitian mengenai Dinoflagellata epibentik yang berpotensi toksik telah dilakukan di Pulau Penjaliran Barat (Widiarti, 2002), Pulau Pramuka, Pulau Semak Daun, Pulau Pari, dan Pulau Air (Widiarti, 2011). Akan tetapi penelitian mengenai spesifitas substrat dari Dinoflagellata epibentik pada berbagai tipe substrat pada satu lokasi yang sama, belum pernah dilakukan di Indonesia. Pentingnya dilakukan penelitian pada berbagai tipe substrat di satu lokasi yang sama, digunakan untuk mengetahui substrat yang paling banyak ditempelinya Dinoflagellata epibentik penyebab CFP, sehingga dapat meminimalisir dampak negatif yang mungkin dapat ditimbulkan.

## Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan di perairan Pulau Harapan, Kepulauan Seribu, pada tanggal 4-6 Maret 2013. Pengambilan sampel dilakukan pada empat stasiun yang terletak di bagian utara, timur, selatan, dan barat dari Pulau Harapan. Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Lokasi dan Peta Pulau Harapan (Sumber : Google Earth, 2013)

**Figure 1.** Area and map of Harapan Island

Pengambilan sampel Dinoflagellata epibentik ditentukan menggunakan metode *purposive random sampling*. Makroalga *Padina* sp dan lamun *Thalassia* sp. diambil dengan cara mencabut thallus makroalga serta daun lamun. Substrat pasir diambil menggunakan *corer* dengan cara mengambil permukaan teratas dari *corer*, sedangkan substrat karang diambil secara bebas. Keempat jenis substrat tersebut kemudian dimasukkan ke dalam botol plastik yang sudah berisi air laut. Selanjutnya botol dikocok dengan kuat agar Dinoflagellata terlepas dari substratnya, lalu diawetkan menggunakan formalin 40% hingga konsentrasi terakhir menjadi 4%.

Selain melakukan pengambilan sampel Dinoflagellata, dilakukan juga pengukuran data parameter lingkungan. Parameter lingkungan yang diukur dalam penelitian yaitu suhu, salinitas, pH, kedalaman, kecepatan arus, kandungan oksigen, intensitas cahaya, serta kandungan nitrat dan fosfat.

Sampel substrat dan Dinoflagellata epibentik kemudian disaring dengan saringan berukuran pori 125  $\mu\text{m}$  yang bertujuan untuk memisahkan detritus dan butiran pasir. Hasil penyaringan kemudian dicacah. Pencacahan dilakukan dengan metode sub-sampel (1 ml), yang kemudian ditetaskan ke dalam bilik pencacah *Sedgewick-rafter*. Proses pencacahan dilakukan di bawah mikroskop pada perbesaran 10x10  $\mu\text{m}$ .

Kepadatan Dinoflagellata diperoleh berdasarkan penghitungan terhadap jumlah sel yang ditemukan per satuan luas permukaan ( $\text{sel}/\text{cm}^2$ ), yaitu dengan mengkonversi hasil pencacahan terhadap luas permukaan masing-masing substrat. Selanjutnya, untuk mengetahui parameter lingkungan yang mencirikan stasiun pengambilan sampel digunakan Analisis Komponen Utama (AKU). Setelah itu dilakukan Analisis Faktorial Korespondensi (AFK) untuk mengetahui pengelompokan Dinoflagellata epibentik terhadap substrat dan stasiun. Hasil analisis dari AFK kemudian dihubungkan dengan hasil analisis AKU, sehingga didapatkan pengelompokan Dinoflagellata epibentik pada substrat, stasiun, dan parameter lingkungan

yang memengaruhi pengelompokan Dinoflagellata epibentik tersebut.

## Hasil dan Pembahasan

Dinoflagellata epibentik yang ditemukan dalam penelitian yang dilakukan di Perairan Pulau Harapan, Kepulauan Seribu berjumlah dua belas spesies, yaitu *Amphidiniopsis hirsutum*, *Amphidinium* sp., *Coolia* sp., *Ostreopsis lenticularis*, *Ostreopsis ovata*, *Ostreopsis siamensis*, *Gambierdiscus toxicus*, *Prorocentrum concavum*, *Prorocentrum emarginatum*, *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum rhatyum*, dan *Sinophysis microcephalus*. Tujuh dari dua belas jenis yang ditemukan berpotensi toksik (Tabel 1).

### Analisis Komponen Utama

Analisis Komponen Utama (AKU) yang diterapkan terhadap matriks data memunculkan tiga sumbu faktorial yang memberi sumbangan terhadap ragam total sebesar 100%, dimana sumbu 1 mempresentasikan 53,6%, sumbu 2 mempresentasikan 30,9%, dan sumbu 3 mempresentasikan 15,5%. Komponen utama pertama pada sumbu 1-2, yaitu sumbu 1 positif dibentuk oleh variabel fosfat, salinitas, DO, kedalaman, dan kecepatan arus. Sumbu 1 negatif dibentuk oleh nitrat dan intensitas cahaya. Sumbu 2 positif dibentuk oleh pH, dan sumbu 2 negatif dibentuk oleh suhu. Hasil AKU sumbu 1-2 (Gambar 2(A)) menunjukkan bahwa sumbu tersebut memiliki nilai ragam sebesar 84,5% dari sumbu utama. Berdasarkan hasil analisis, stasiun barat dicirikan oleh fosfat, salinitas, DO, kedalaman, dan kecepatan arus. Hal tersebut didukung oleh nilai dari parameter lingkungan fosfat, salinitas, dan DO yang tertinggi di stasiun barat (Tabel 2). Berdasarkan grafik AKU sumbu 1-2, parameter lingkungan fosfat, salinitas, DO, kedalaman, dan kecepatan arus berkorelasi negatif dengan nitrat, sedangkan berdasarkan sumbu 1-3, parameter lingkungan yang berkorelasi negatif dengan nitrat adalah kecepatan arus, salinitas, DO, fosfat, dan suhu.

**Tabel 1.** Kepadatan Dinoflagellata epibentik di Pulau Harapan, Kepulauan Seribu  
*Table 1. Epibentic dinoflagellate density in Harapan Island, Seribu Islands*

| No                            | Jenis                             | Lamun |     |    |    | Jumlah<br>(sel/cm <sup>2</sup> ) | Karang |     |    |    | Jumlah<br>(sel/cm <sup>2</sup> ) | Makroalga |    |    |    | Jumlah<br>(sel/cm <sup>2</sup> ) | Pasir |    |    |    | Jumlah<br>(sel/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------------|-----------------------------------|-------|-----|----|----|----------------------------------|--------|-----|----|----|----------------------------------|-----------|----|----|----|----------------------------------|-------|----|----|----|----------------------------------|
|                               |                                   | U     | T   | S  | B  |                                  | U      | T   | S  | B  |                                  | U         | T  | S  | B  |                                  | U     | T  | S  | B  |                                  |
| 1                             | <i>Amphidiniopsis hirsutum</i> ** | 0     | 0   | 0  | 0  | 0                                | 0      | 0   | 0  | 0  | 0                                | 0         | 0  | 0  | 0  | 0                                | 0     | 3  | 2  | 0  | 5                                |
| 2                             | <i>Amphidinium</i> sp.*           | 0     | 0   | 0  | 0  | 0                                | 0      | 0   | 0  | 0  | 0                                | 0         | 0  | 0  | 0  | 0                                | 0     | 3  | 0  | 0  | 3                                |
| 3                             | <i>Coolia</i> sp.                 | 0     | 0   | 0  | 0  | 0                                | 0      | 0   | 0  | 0  | 0                                | 0         | 0  | 0  | 0  | 0                                | 5     | 2  | 0  | 7  |                                  |
| 4                             | <i>Gambierdiscus toxicus</i> *    | 0     | 0   | 0  | 0  | 0                                | 0      | 0   | 0  | 0  | 1                                | 1         | 0  | 0  | 2  | 0                                | 0     | 0  | 0  | 0  |                                  |
| 5                             | <i>Ostreopsis lenticularis</i>    | 0     | 3   | 0  | 0  | 3                                | 0      | 5   | 0  | 0  | 5                                | 1         | 1  | 1  | 0  | 3                                | 0     | 0  | 0  | 0  |                                  |
| 6                             | <i>Ostreopsis owata</i> *         | 0     | 3   | 0  | 0  | 3                                | 0      | 0   | 0  | 0  | 0                                | 1         | 0  | 0  | 0  | 1                                | 0     | 0  | 0  | 0  |                                  |
| 7                             | <i>Ostreopsis siamensis</i> *     | 4     | 3   | 8  | 2  | 17                               | 0      | 5   | 7  | 0  | 12                               | 2         | 1  | 1  | 1  | 5                                | 0     | 0  | 0  | 0  |                                  |
| 8                             | <i>Prorocentrum concavum</i> *    | 10    | 13  | 4  | 2  | 29                               | 6      | 15  | 7  | 6  | 34                               | 3         | 5  | 5  | 3  | 16                               | 3     | 7  | 12 | 3  |                                  |
| 9                             | <i>Prorocentrum emarginatum</i>   | 7     | 6   | 4  | 2  | 19                               | 0      | 0   | 7  | 12 | 19                               | 1         | 2  | 3  | 1  | 7                                | 0     | 3  | 4  | 6  |                                  |
| 10                            | <i>Prorocentrum lima</i> *        | 7     | 21  | 8  | 10 | 46                               | 0      | 0   | 0  | 6  | 6                                | 1         | 4  | 3  | 4  | 12                               | 0     | 5  | 4  | 6  |                                  |
| 11                            | <i>Prorocentrum rhatymum</i> *    | 16    | 99  | 18 | 2  | 135                              | 12     | 70  | 0  | 18 | 100                              | 5         | 14 | 8  | 3  | 30                               | 8     | 11 | 10 | 11 |                                  |
| 12                            | <i>Sinophysis microcephalus</i>   | 4     | 3   | 0  | 2  | 9                                | 0      | 5   | 7  | 6  | 18                               | 1         | 1  | 1  | 1  | 4                                | 0     | 0  | 0  | 0  |                                  |
| Jumlah (sel/cm <sup>2</sup> ) |                                   | 48    | 151 | 42 | 20 | 261                              | 18     | 100 | 28 | 48 | 194                              | 16        | 29 | 22 | 13 | 80                               | 11    | 37 | 34 | 26 | 108                              |

Keterangan:

\* Berpotensi toksik

\*\* New record

Stasiun barat lebih dicirikan oleh parameter lingkungan seperti halnya fosfat, kecepatan arus dan DO. Hal tersebut kemungkinan dapat dihubungkan dengan waktu pengambilan sampel dilakukan pada musim peralihan I, yang masih dipengaruhi oleh musim barat. Pengaruh musim barat menyebabkan stasiun barat lebih terkena arus secara langsung yang juga menyebabkan

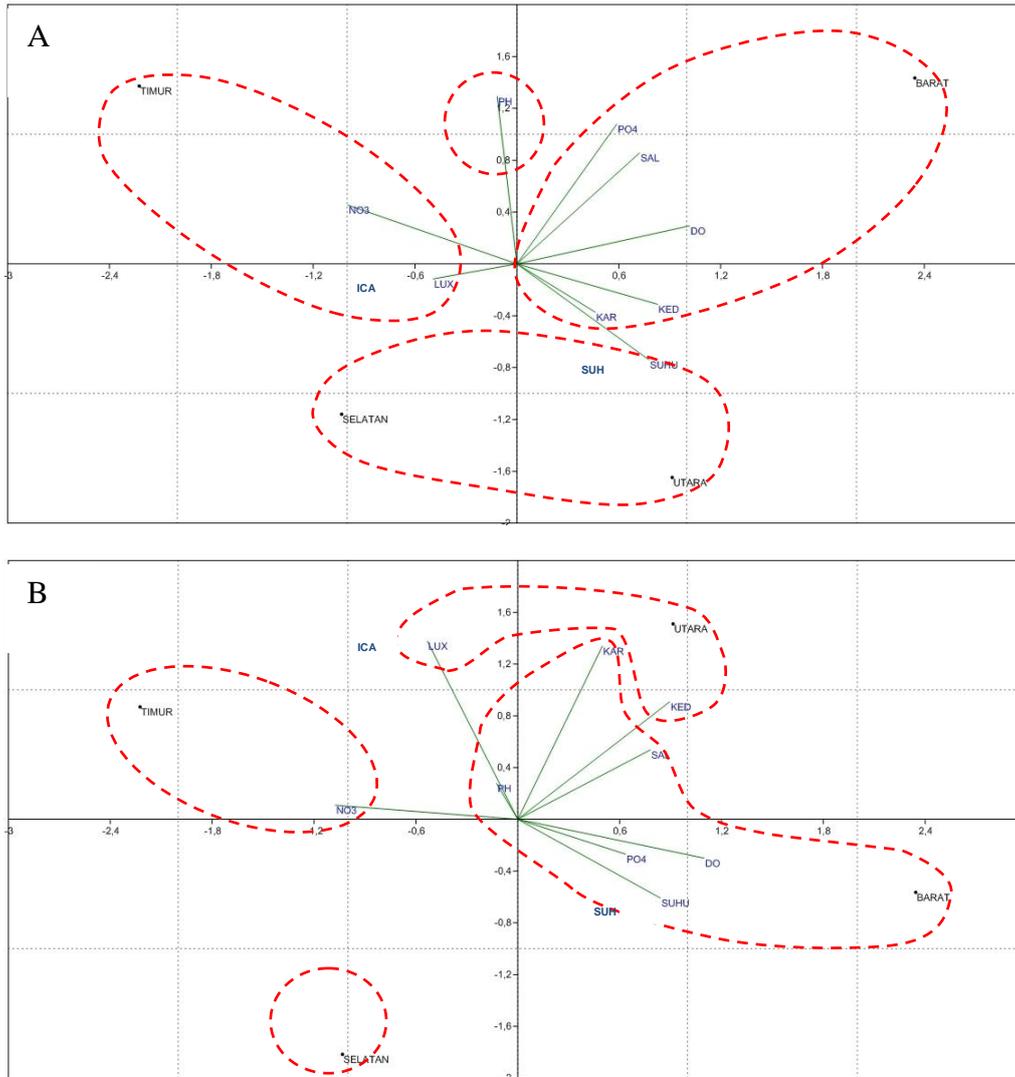
tingginya nilai DO akibat teraduknya perairan. Tingginya kadar fosfat di stasiun barat dapat terjadi karena nutrisi atau limbah anorganik dari aktivitas manusia, mengingat stasiun barat yang relatif lebih dekat dengan pemukiman warga (Tabel 2). Berdasarkan sumbu 1-3, stasiun barat juga dicirikan oleh fosfat, salinitas, DO, dan kecepatan arus (Gambar 2(B)).

**Tabel 2.** Hasil pengukuran parameter lingkungan  
*Table 2. The results of measurements environmental parameters*

| No. | Parameter Lingkungan                    | Stasiun |       |         |       |
|-----|---|---------|-------|---------|-------|
|     |   | Utara   | Timur | Selatan | Barat |
| 1   | Kedalaman (cm)                          | 86      | 56.5  | 53      | 75    |
| 2   | pH                                      | 6.8     | 7.3   | 6.8     | 7.2   |
| 3   | Salinitas (‰)                           | 31      | 31    | 30      | 32    |
| 4   | DO (mg/L)                               | 9.75    | 8.7   | 9.3     | 11.2  |
| 5   | Suhu (°C)                               | 30      | 29    | 30      | 30    |
| 6   | Kecepatan Arus (m/s)                    | 0.05    | 0.028 | 0.016   | 0.03  |
| 7   | Intensitas cahaya (μE/m <sup>2</sup> s) | 68.6    | 71.7  | 41.5    | 38.5  |
| 8   | Nitrat (mg/L)                           | 0.017   | 0.17  | 0.08    | 0.009 |
| 9   | Fosfat (mg/L)                           | 0.05    | 0.57  | 0.12    | 1.6   |

Berdasarkan sumbu 1-2, stasiun timur dicirikan oleh nitrat dan intensitas cahaya. Hal tersebut didukung pula oleh nilai dari parameter lingkungan nitrat dan intensitas cahaya yang paling besar di stasiun timur (Tabel 2) (Gambar 2(A)). Pencirian nitrat di stasiun timur juga ditunjukkan pula oleh sumbu 1-3 (Gambar 2(B)). Berdasarkan sumbu 1-2, stasiun selatan dan utara dicirikan oleh suhu. Hal tersebut didukung oleh nilai

dari parameter lingkungan suhu yang paling besar di stasiun selatan dan utara (Gambar 2(A)). Akan tetapi berdasarkan sumbu 1-3, stasiun selatan tidak dicirikan oleh faktor lingkungan apapun, sedangkan stasiun utara dicirikan oleh intensitas cahaya dan kedalaman. Hal tersebut didukung oleh nilai dari kedalaman yang paling tinggi di stasiun utara (Tabel 2) (Gambar 2(B)).



Keterangan:

|                       |                         |
|-----------------------|-------------------------|
| KAR : Kecepatan Arus  | ICA : Intensitas cahaya |
| KED : Kedalaman       | NO3 : Nitrat            |
| SAL : Salinitas       | PO4 : Fosfat            |
| DO : Oksigen terlarut | PH : Kadar keasaman     |
| SUH : Suhu            |                         |

**Gambar 2.** Grafik Analisis Komponen Utama sebaran stasiun penelitian berdasarkan parameter lingkungan (A) Sumbu 1-2 (F1xF2) (B) Sumbu 1-3 (F1xF3)

**Figure 2.** Principal Component Analysis graph of research stations distribution based on environmental parameters (A) axis 1-2 (F1xF2) (B) axis 1-3 (F1xF3)

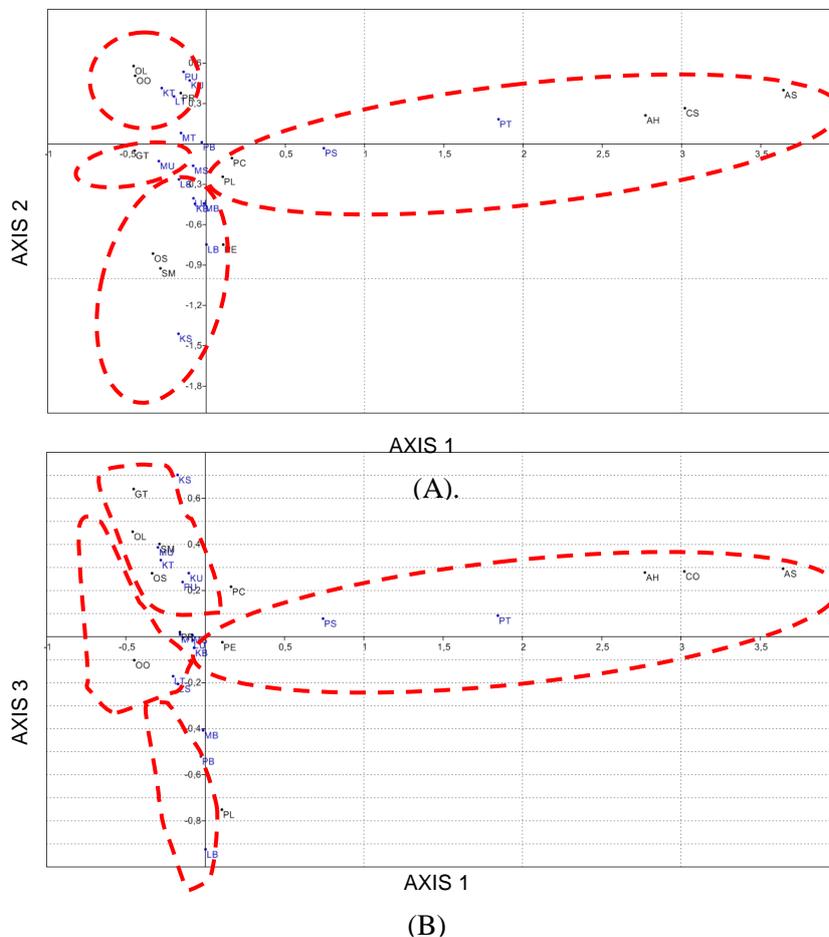
*Spesifisitas Substrat Dinoflagellata Epibentik dan Kaitannya dengan Parameter Lingkungan*

Hasil Analisis Faktorial Korespondensi (AFK) menunjukkan bahwa informasi utama terpusat pada sumbu faktorial 1,2, dan 3 dengan

persentase ragam total masing-masing sebesar 33,2%, 28,1%, dan 12,8%. Berdasarkan hasil analisis, sumbu 1-2 menunjukkan adanya empat kelompok yang terpisah (Gambar 3(A)), demikian pula dengan sumbu 1-3 (Gambar 3(B)).

Hasil AFK pada sumbu 1-2 (F1x2) dan 1-3 (F1x3) menunjukkan bahwa *G. toxicus* merupakan spesies yang mencirikan substrat makroalga pada stasiun utara dan timur; dan substrat pasir pada stasiun barat. Berdasarkan hasil penelitian, *G. toxicus* hanya ditemukan di makroalga yang berada di stasiun utara dan timur (Tabel 1). Berdasarkan hasil AKU, stasiun utara dicirikan oleh suhu, stasiun timur

dicirikan nitrat dan intensitas cahaya, dan stasiun barat dicirikan oleh fosfat, salinitas, DO, kedalaman, dan kecepatan arus. Hal tersebut menunjukkan bahwa *G. toxicus* dipengaruhi oleh suhu, nitrat, intensitas cahaya, fosfat, salinitas, DO, kedalaman, dan kecepatan arus. *Gambierdiscus toxicus* merupakan salah satu Dinoflagellata epibentik yang berasosiasi dengan makroalga karena



**Gambar 3.** Grafik Analisis Faktorial Korespondensi pada sumbu 1-3 (F1x3).  
**Figure 3.** Graph of Correspondence Factorial Analysis (A) axis 1-2 (F1x2); (B) axis 1-3

| Keterangan:            |                                    |                                     |
|------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| LU : Lamun Utara       | PU : Pasir Utara                   | SM: <i>Sinophysis microcephalus</i> |
| LT : Lamun Timur       | PT: Pasir Timur                    | PR: <i>Prorocentrum rhatyum</i>     |
| LS : Lamun Selatan     | PS: Pasir Selatan                  | PE: <i>Prorocentrum emarginatum</i> |
| LB : Lamun Barat       | PB: Pasir Barat                    | PL: <i>Prorocentrum lima</i>        |
| KU : Karang Utara      | AH: <i>Amphidiniopsis hirsutum</i> |                                     |
| KT : Karang Timur      | AS: <i>Amphidinium</i> sp.         |                                     |
| KS : Karang Selatan    | CS: <i>Coolia</i> sp.              |                                     |
| KB : Karang Barat      | GT: <i>Gambierdiscus toxicus</i>   |                                     |
| MU : Makroalga Utara   | OS: <i>Ostreopsis siamensis</i>    |                                     |
| MT : Makroalga Timur   | OL: <i>Ostreopsis lenticularis</i> |                                     |
| MS : Makroalga Selatan | OO: <i>Ostreopsis ovata</i>        |                                     |
| MB : Makroalga Barat   | PC : <i>Prorocentrum concavum</i>  |                                     |

besarnya luas permukaan dari makroalga dapat menyediakan ruang bagi Dinoflagellata epibentik untuk menempel. Sebagian besar makroalga juga melepaskan berbagai macam senyawa kimia dari polisakarida hingga enzim yang kompleks yang dapat digunakan untuk pertumbuhan Dinoflagellata epibentik (Steidinger and Baden, 1984).

Berdasarkan hasil AFK pada sumbu 1-2 dan 1-3, *A.hirsutum*, *P. concavum*, *Amphidinium* sp., dan *Coolia* sp. merupakan spesies yang mencirikan substrat pasir pada stasiun selatan dan timur, yang didukung oleh hasil penelitian yang menunjukkan bahwa *A. hirsutum* dan *Coolia* sp. hanya ditemukan di pasir yang berada di stasiun selatan dan timur, sedangkan *Amphidinium* sp. hanya ditemukan di substrat pasir pada stasiun timur, dan *P. concavum* dapat ditemukan di semua substrat (Tabel 1). Berdasarkan hasil AKU, stasiun timur dicirikan oleh nitrat dan intensitas cahaya, dan stasiun selatan dicirikan oleh suhu. Hal tersebut menunjukkan bahwa *A.hirsutum*, *P.concavum*, *Amphidinium* sp., dan *Coolia* sp. dipengaruhi oleh nitrat, intensitas cahaya, dan suhu.

Ditemukannya *A. hirsutum* pada substrat pasir karena anggota dari genus *Amphidiniopsis* merupakan Dinoflagellata epibentik yang memiliki habitat khusus di pasir dengan kemampuan menggali substrat pasir (*sand dwelling dinoflagellate*) (Hoppenrath dkk., 2009). Umumnya habitat yang disukai oleh *Coolia* sp. dan *Amphidinium* sp. adalah makroalga (Aligizaki dkk., 2006). Ditemukannya *Coolia* sp. dan *Amphidinium* sp. di pasir pada penelitian yang dilakukan di Pulau Harapan kemungkinan akibat dari resuspensi atau pelepasan dari permukaan makroalga seperti yang dikemukakan Vila dkk. (2001), yang diindikasikan oleh adanya korelasi positif secara signifikan antara kerapatan sel di kolom air dan sedimen dengan di makroalga.

Ditemukannya *P. concavum* di setiap substrat pada setiap stasiun sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa spesies-spesies dari genus *Prorocentrum* yang bersifat bentik dapat berasosiasi dengan sedimen, detritus, pasir, pecahan karang, permukaan makroalga, dan alga yang terbawa ombak (Steidinger and Baden, 1984; Faust dkk., 1999). *Prorocentrum concavum* umumnya berasosiasi dengan

makroalga merah dan hijau, sedimen, dan terumbu karang di daerah pesisir. *Prorocentrum concavum* terdapat di sedimen yang terlindungi dari ombak besar dan bersifat epifit serta umumnya berasosiasi dengan *P. lima* (Faust dkk., 1999).

*Ostreopsis ovata*, *O.lenticularis*, dan *P.rhatymum* mengelompok pada sumbu 2 positif dan mencirikan substrat lamun pada stasiun timur; substrat karang pada stasiun timur dan utara; dan substrat pasir pada stasiun utara. Hal tersebut menunjukkan bahwa *O. ovata*, *O. lenticularis*, dan *P. rhatymum* mencirikan substrat lamun, karang, dan pasir yang dipengaruhi oleh nitrat, intensitas cahaya, dan suhu. *Ostreopsis ovata* merupakan Dinoflagellata epibentik yang dapat berasosiasi dengan berbagai substrat biotik dan abiotik seperti makroalga, lamun, invertebrata bentik, pasir dan batu (Accoroni dkk., 2012). Menurut Loeblich and Indelicato (1986) habitat dari *P. rhatymum* adalah di daerah yang terlindung ombak. *P. rhatymum* umumnya ditemukan berasosiasi dengan *P. lima*, *P. emarginatum*, dan *G.toxicus* yang menempel di makroalga dan sedimen.

Berdasarkan hasil AFK pada sumbu 1-2, *P.emarginatum*, *O.siamensis*, *S. microcephalus*, dan *P.lima* mengelompok di sumbu 2 negatif yang mencirikan substrat karang pada stasiun selatan dan barat; makroalga pada stasiun selatan dan barat; dan lamun pada stasiun utara, barat, dan selatan. Hal tersebut menunjukkan bahwa *P. lima*, *P. emarginatum*, *O. siamensis*, dan *S. microcephalus* mencirikan stasiun utara, barat, dan selatan yang dipengaruhi oleh suhu, fosfat, salinitas, DO, kedalaman, dan kecepatan arus. *Sinophysis microcephalus* umumnya ditemukan berasosiasi dengan lamun, detritus dan sedimen (Faust, 1993). Carlson (1984) dalam Faust (1993) menemukan *S. microcephalus* menempel di sedimen dan permukaan makroalga. Berdasarkan hasil penelitian, *S. microcephalus* dapat dijumpai di substrat lamun, karang, dan makroalga, tetapi tidak dapat ditemukan di substrat pasir. Lebour dalam Fukuyo (1981) berasumsi bahwa habitat alami dari *P.lima* adalah pasir, sedangkan menurut Fukuyo (1981) *P. lima* dapat melimpah di makroalga. *Prorocentrum lima* umumnya hidup secara

bentik yang termasuk pasir dan epifit (Faust dkk., 1999).

*Gambierdiscus toxicus*, *P. concavum* dan *P. lima* merupakan spesies Dinoflagellata epibentik paling toksik yang berasosiasi dengan makroalga merah, cokelat, hijau dengan struktur berdaun atau berfilamen yang memiliki celah. Dinoflagellata dapat

### Simpulan

1. Telah ditemukan 7 spesies Dinoflagellata bentik toksik penyebab CFP di Pulau Harapan, Kepulauan Seribu, yaitu *Amphidinium* sp., *Ostreopsis ovata*, *O. siamensis*, *Gambierdiscus toxicus*, *Prorocentrum concavum*, *P. lima*, dan *P. rhatyumum*.
2. Berdasarkan analisis AFK, spesifitas substrat dari *Gambierdiscus toxicus* adalah makroalga dan pasir; *Prorocentrum concavum*, *Amphidiniopsis hirsutum*, *Amphidinium* sp., dan *Coolia* sp. adalah pasir; *Ostreopsis ovata*, *Ostreopsis lenticularis*, dan *Prorocentrum rhatyumum* adalah pasir, karang, lamun; *Ostreopsis siamensis*, *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum emarginatum*, dan *Sinophysis microcephalus* adalah makroalga, lamun, dan karang.
3. Berdasarkan analisis AFK-AKU, *Gambierdiscus toxicus* dicirikan oleh semua parameter lingkungan, *Amphidiniopsis hirsutum*, *Prorocentrum concavum*, *Ostreopsis ovata*, *Ostreopsis lenticularis*, *Prorocentrum rhatyumum*, *Amphidinium* sp., dan *Coolia* sp. dicirikan oleh suhu, nitrat, dan intensitas cahaya; *Ostreopsis siamensis*, *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum emarginatum*, dan *Sinophysis microcephalus* dicirikan oleh suhu, fosfat, salinitas, DO, kedalaman, dan kecepatan arus.

### Daftar Pustaka

- Accoroni S, T. Romagnoli, S. Pichierrri, F. Colombo and C. Totti. 2012. Morphometric analysis of *Ostreopsis* cf. *ovata* cells in relation to environmental conditions and bloom phases. *Harmful Algae* 19: 15--22.
- Aligizaki, K., G. Nikolaidis, P. Katikou, A. D. Baxevanis and T. J. Abatzopoulos. 2006. Potentially toxic epiphytic

menempel, terlepas, dan berada di sedimen atau dekat dengan *thallus* dari makroalga. Hal tersebut dapat terjadi karena sebagian besar makroalga melepaskan berbagai macam senyawa kimia dari polisakarida hingga enzim yang kompleks (Steidinger and Baden , 1984).

*Prorocentrum* (Dinophyceae) species in Greek coastal waters. *Harmful Algae* 8: 299--311.

- Al-Yamani, F. Y. and M. A. Saburova. 2010. *Illustrated guide on the flagellates of Kuwait's intertidal soft sediments*. Kuwait Institute for Scientific Research, Safat: xi + 197 hlm.
- Anderson, D. M. and P. S. Lobel. 1987. The Continuing enigma of ciguatera. *Biological bulletin* 172(1): 89--107.
- Anderson, D., P. Andersen, V.M. Bricelj, J.J. Cullen and J.E. Jack Rensel. 2001. *Monitoring and management strategies for harmful algae blooms in coastal waters*. APEC-IOCT, Singapura: ii +268 hlm.
- Bomber, J. W., D. R. Norris and L. E. Mitchell. 1985. Benthic dinoflagellates associated with Ciguatera from the Florida Keys. II. Temporal, spatial and substrate heterogeneity of *Prorocentrum lima*. Elsevier Science Publishing, New York: 45--50 hlm.
- De Sylva, D. P. 1994. Distribution and ecology of ciguatera fish poisoning in Florida, with emphasis on the Florida Keys. *Bulletin of Marine Science* 54(3):944--954.
- Faust, M. A. 1993. Surface morphology of the marine dinoflagellate *Sinophysis microcephalus* (Dinophyceae) from a mangrove island, twim gays, Belize. *J. Phycol.* 29: 355--363.
- Faust, M. A., J. Larsen and Ø. Moestrup. 1999. *Potentially toxic phytoplankton genus Prorocentrum*. ICES identification leaflets for plankton, Copenhagen: i + 24 hlm.
- Faust, M. A. and R. A. Gullledge. 2002. *Identifying harmful marine dinoflagellates*. Smithsonian Institution, Washington: iv + 144 hlm.
- Fraga, S., F. Rodríguez, I. Bravo, M. Zapata and E. Marañón. 2012. Review of the

- main ecological features affecting benthic dinoflagellate blooms. *Cryptogamie, Algologie* 33 (2): 171--179.
- Fukuyo, Y. 1981. Taxonomical study on benthic dinoflagellates collected in coral reefs. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 47(8):967--978.
- Graham, L. E. and L. W. Wilcox. 2000. *Algae*. Prentice-Hall, London: xvi + 640 hlm.
- Hoppenrath, M, P. Reinoud, T. Koeman and B. S. Leander. 2009. Morphology and taxonomy of a new marine sand-dwelling *Amphidiniopsis* species (Dinophyceae, Peridiniales), *A. aculeata* sp. nov., from Cap Feret, France. *Marine Biodiversity* 39: 1--7.
- Loeblich, A.R. and S.R. Indelicato. 1986. Thecal Analysis of the Tropical Benthic Dinoflagellate *Gambierdiscus toxicus*. *Marine Fisheries Review* 48(4): 38--43.
- Nontji, A. 2006. *Tiada kehidupan di bumi tanpa keberadaan plankton*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta: vi+252 hlm.
- Steidinger, K. A. and D. G. Baden. 1984. Toxic marine Dinoflagellates. *Dalam: Spector, D. C. (ed.)*. 1984. *Dinoflagellates*. Academic Press, New York: 201--261.
- Taylor, F. J. R., Y. Fukuyo and J. Larsen. 1995. Taxonomy of harmful Dinoflagellates. *Dalam: Hallegraeff, G.M., D.M. Andersen and A.D. Cambella (eds.)*. 1995. *Manual on harmful marine microalgae: IOC Manuals and guides no. 33*. UNESCO, Paris: 283--317.
- Tomas, C. R. 1997. *Identifying marine phytoplankton*. Academic Press, California: xv + 858 hlm.
- Vila, M., E. Garces and M. Maso. 2001. Potentially toxic epiphytic Dinoflagellate assemblages on macroalgae in the NW Mediterranean. *Aquatic Microbial Ecology* 26: 51--60.
- Widiarti, R. 2002. Dinoflagellata epibentik pada makroalga di rataan terumbu Pulau Penjaliran Barat, Teluk Jakarta. *Sains Indonesia* 1(7): 1-9.
- Widiarti, R. 2011. Dinoflagellata toksik penyebab Ciguatera Fish Poisoning di perairan Kepulauan Seribu, Jakarta Utara: Studi awal mengenai distribusi spesies. *Dalam: Nababan dkk. (ed.)*. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Nasional Tahun VIII ISOI 2011*. Hotel Sahid Jaya, Makasar, 25-27 September 2011: 130-139.