

Dinoflagellata epifitik pada makroalga yang berpotensi menyebabkan *Ciguatera Fish Poisoning* di perairan Pulau Weh, Aceh

Epiphytic Dinoflagellates on macroalgae which potentially cause *Ciguatera Fish Poisoning* in Weh Island waters, Aceh

RIANI WIDIARTI[✉], RAMADHAN KEMAL PUDJIARTO, IKIN FATHONIAH,
APRILIAN PRYSKI WASKITHO ADI

Laboratorium Biologi Kelautan, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia. Lantai Dasar Gedung E, Kampus UI Depok 16424, Jawa Barat. Tel. 021-7270163, Fax. 021-78849010, ✉email: rianiwid@yahoo.co.id

Manuskrip diterima: 18 Juni 2016. Revisi disetujui: 31 Agustus 2016.

Abstrak. Widiarti R, Pudjiarto RK, Fathoniah I, Adi APW. 2016. *Dinoflagellata epifitik pada makroalga yang berpotensi menyebabkan Ciguatera Fish Poisoning di perairan Pulau Weh, Aceh. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 97-102.* Makroalga merupakan sumber daya laut yang telah dimanfaatkan dalam berbagai kegiatan industri, antara lain industri makanan. Makroalga juga merupakan habitat dan tempat penempelan mikroalga epifitik yang memiliki hubungan timbal balik secara ekologis. Dinoflagellata epifitik yang dapat menghasilkan ciguatoksin penyebab *Ciguatera Fish Poisoning* (CFP) juga ditemukan menempel pada makroalga. CFP merupakan salah satu tipe keracunan pada manusia. Penelitian dilakukan di perairan Pulau Rubiah, Pulau Weh, Aceh pada tanggal 12 Desember 2015 dengan tujuan untuk melakukan inventarisasi terhadap jenis-jenis Dinoflagellata epifitik penyebab CFP. Penelitian dilakukan dengan mengoleksi makroalga *Padina* dari rataan terumbu, kemudian dimasukkan ke dalam wadah plastik berisi air laut. Untuk melepaskan Dinoflagellata epifitik dari makroalga, dilakukan proses pengocokan dan penyaringan dengan saringan bertingkat (125 µm dan 20 µm). Sampel yang telah disaring diamati dengan *Sedgewick rafter cells* di bawah mikroskop cahaya. Dari hasil penelitian diperoleh sembilan jenis Dinoflagellata epifitik, enam diantaranya berpotensi menyebabkan CFP yaitu *Amphidinium* sp., *Prorocentrum concavum*, *P. lima*, *P. rhatyumum*, *Ostreopsis ovata*, dan *O. siamensis* dengan kelimpahan tertinggi terdapat pada *Prorocentrum concavum* (34.000 sel/liter makroalga). Jenis-jenis Dinoflagellata toksik yang ditemukan pada penelitian ini mengindikasikan perlunya dilakukan *monitoring* di perairan Pulau Weh, mengingat potensinya sebagai kawasan wisata dan juga untuk kegiatan budi daya perairan (akuakultur).

Kata kunci: *Ciguatera Fish Poisoning*, Dinoflagellata epifitik, makroalga, Pulau Weh

Abstract. Widiarti R, Pudjiarto RK, Fathoniah I, Adi APW. 2016. *Epiphytic Dinoflagellates on macroalgae which potentially cause Ciguatera Fish Poisoning in Weh Island waters, Aceh. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 97-102.* Macroalgae is one of the marine resources which already been used for various industries, especially food industry. Macroalgae is also a habitat and an attachment site for epiphytic microalgae which ecologically have a reciprocal relationship. Epiphytic Dinoflagellates which can produce ciguatoxin and cause a *Ciguatera Fish Poisoning* (CFP) are also commonly found attached on macroalgae. CFP is one of the human poisoning symptoms. The research was conducted at Rubiah Island waters, Weh Island, Aceh, on December 12th, 2015, in order to conduct an inventory of epiphytic Dinoflagellates species which cause CFP. The research was carried out by collecting macroalgae *Padina* from the reef flat, and the sample was put into a plastic bottle containing sea water. In order to release epiphytic Dinoflagellates from macroalgae, the plastic bottle was shaken vigorously and then the sample was filtered through a series of sieves (125 µm dan 20 µm). The filtered sample was put inside Sedgewick rafter cells and observed under a light microscope. Nine species of epiphytic Dinoflagellates were found in this research, whereas six of them potentially caused CFP, those species namely *Amphidinium* sp., *Prorocentrum concavum*, *P. lima*, *P. rhatyumum*, *Ostreopsis ovata* and *O. siamensis* with the highest abundance was found in *Prorocentrum concavum* (34,000 cells/liter macroalgae). The toxic Dinoflagellates which found in this research indicated the need of monitoring at Weh Island waters, considering that it's potential as a tourist site and also for aquaculture.

Keywords: *Ciguatera Fish Poisoning*, epiphytic Dinoflagellates, macroalgae, Weh Island

PENDAHULUAN

Makroalga memiliki nilai ekonomis dan ekologis yang tinggi. Makroalga mengandung alginat dan karagenan yang dapat dimanfaatkan di berbagai kegiatan industri (Rasyid 2004). Secara ekologis, makroalga berperan sebagai produsen primer di perairan dan menjadi pakan alami bagi

hewan laut (Hatta 1991). Selain itu, makroalga juga menjadi habitat bagi mikroalga epifit (Marianingsih et al. 2013).

Mikroalga epifitik hidup melekat pada permukaan makroalga (Dawes 1998). Hal tersebut terjadi akibat adanya kompetisi untuk mendapatkan tempat menempel di dasar perairan (Hurd et al. 2014). Mikroalga epifitik

menempel pada makroalga karena makroalga dapat menjadi sumber zat hara bagi mikroalga ketika kadar zat hara di perairan rendah (Azim et al. 2005). Selain itu, mikroalga epifitik juga memanfaatkan talus makroalga yang rimbun sebagai tempat berlindung dari ombak dan arus laut. Beberapa jenis mikroalga epifitik dari kelompok Dinoflagellata mampu menghasilkan toksin sehingga mampu menurunkan tekanan herbivora (Marianingsih et al. 2013).

Dinoflagellata epifitik ditemukan menempel pada berbagai tipe substrat seperti makroalga, pecahan karang, dan sedimen (Steidinger dan Baden 1984). Penelitian mengenai spesifisitas substrat dari Dinoflagellata epifitik di Pulau Harapan, Kepulauan Seribu, menunjukkan bahwa Dinoflagellata epifitik ditemukan menempel di substrat pasir, makroalga *Padina*, karang mati, dan lamun *Thalassia* (Razi et al. 2014).

Beberapa jenis Dinoflagellata epifitik mampu menghasilkan senyawa toksik yaitu ciguatoksin yang dapat menyebabkan penyakit *Ciguatera Fish Poisoning* (CFP). CFP merupakan gejala keracunan yang dialami oleh manusia maupun hewan mamalia lain, yang umumnya dialami setelah mengonsumsi berbagai macam ikan laut tropis yang berasosiasi dengan terumbu karang (de Sylva 1994; Randall 1958). Ahmed (1991) menyatakan bahwa ikan-ikan yang memakan alga yang telah ditempel mikroorganisme epifitik tersebut akan menjadi bersifat toksik, dan melalui proses biomagnifikasi pada rantai makanan, ikan predator terbesar akan menjadi tempat penumpukan toksin terbanyak (de Sylva 1994). Ciguatoksin berasal dari jenis-jenis Dinoflagellata epifitik yaitu *Gambierdiscus toxicus*, *Ostreopsis ovata*, *O. siamesis*, *Prorocentrum lima*, *P. concavum*, *P. mexicanum* (*rhathymum*), dan *Amphidinium carterae* (Steidinger dan Baden 1984). Widiarti juga telah menemukan jenis-jenis Dinoflagellata epifitik yang berpotensi menyebabkan CFP di perairan Kepulauan Seribu (Pulau Penjaliran Barat, Pulau Pramuka, Pulau Panggang, Pulau Semak Daun, Pulau Pari, dan Pulau Air) dan Perairan Belitung, yaitu *Amphidinium* sp., *Gambierdiscus toxicus*, *Ostreopsis ovata*, *Prorocentrum concavum*, *P. lima*, dan *P. rhathymum* (Widiarti 2002; Widiarti 2010; Widiarti 2011).

Perairan Pulau Rubiah terletak di bagian tengah dari Pulau Weh, yang merupakan salah satu objek wisata yang terkenal. Beragamnya ekosistem mangrove dan terumbu karang di perairan tersebut, menyebabkan perairan Pulau Rubiah ditetapkan menjadi taman laut berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pertanian No. 928/Kpts/Um/12/1982 Tanggal 27 Desember 1982 (Purbani et al. 2014). Kegiatan pariwisata dapat menyebabkan penurunan kondisi terumbu karang di suatu perairan. Kerusakan terumbu karang yang sebagian besar disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti penambatan kapal, konstruksi, dan pembuangan limbah, berpotensi untuk menyediakan tempat tumbuh baru bagi berbagai macam makroalga yang merupakan substrat yang disukai oleh Dinoflagellata penyebab CFP (de Sylva 1994). Hal tersebut dapat mengakibatkan semakin besarnya kemungkinan ditemukannya Dinoflagellata epifitik yang berpotensi toksik di perairan tersebut.

Untuk mencegah dampak negatif dari CFP di perairan Pulau Weh, khususnya perairan Pulau Rubiah, diperlukan upaya pemantauan terhadap jenis-jenis Dinoflagellata penyebab CFP di perairan setempat. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk melakukan inventarisasi terhadap jenis-jenis Dinoflagellata epifitik penyebab CFP sebagai langkah awal dari upaya pemantauan. Dengan mengetahui distribusi dari Dinoflagellata toksik penyebab CFP di perairan tersebut, maka apabila ditemukan jenis Dinoflagellata yang berpotensi toksik dalam jumlah melimpah (*blooming*), wilayah perairan tersebut perlu dimonitor dan diwaspadai. Hal tersebut dilakukan untuk mencegah dampak negatif yang dapat ditimbulkan, baik dari segi kesehatan masyarakat maupun kegiatan perekonomian setempat.

BAHAN DAN METODE

Lokasi pengambilan sampel

Lokasi pengambilan sampel makroalga adalah di perairan Pulau Rubiah, bagian tengah Pulau Weh, Aceh (**Gambar 1**) yang ditentukan secara *purposive sampling* berdasarkan keberadaan makroalga. Pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 12 Desember 2015.

Pengambilan sampel dan observasi

Makroalga *Padina* spp. diambil secara acak di daerah rata-rata terumbu. *Thallus* makroalga diambil dan dimasukkan ke dalam botol plastik yang berisi air laut. Selanjutnya, makroalga dan air laut dalam botol plastik dikocok dengan kuat, lalu diawetkan hingga konsentrasi akhir mencapai 5%. Air laut yang telah dipisahkan dari makroalga disaring melalui saringan bertingkat dengan ukuran pori 125 μm dan 20 μm . Saringan atas (125 μm) digunakan untuk menyaring detritus maupun butiran pasir. Residu yang ada di dalam saringan bawah (20 μm), kemudian dicuci dengan air laut yang sudah disaring. Selanjutnya, 1 ml suspensi diteteskan dalam *Sedgewick rafter cell* untuk kemudian diamati di bawah mikroskop cahaya dengan perbesaran objektif x perbesaran okuler = $10 \times 10 = 100\times$.

Analisis data

Kelimpahan sel Dinoflagellata epifitik dinyatakan dalam jumlah sel/liter makroalga berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$N = \frac{n \times V}{V_m}$$

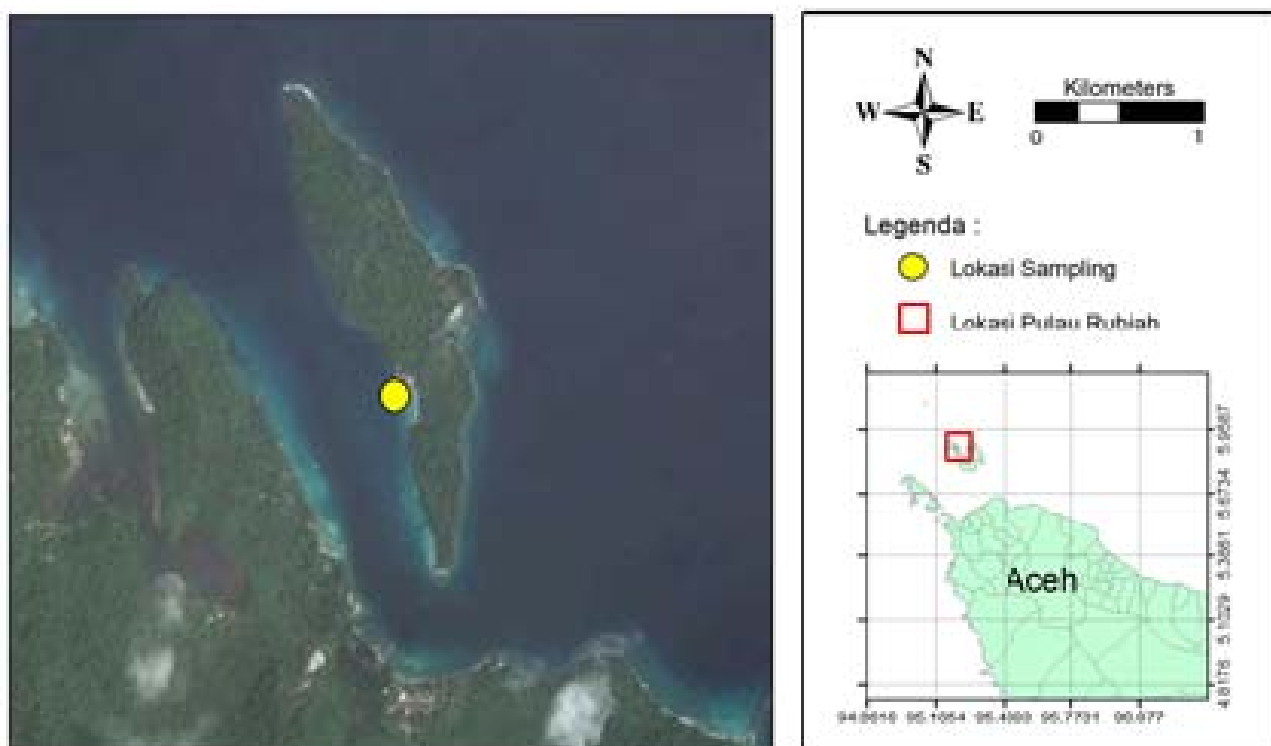
Keterangan:

N = kelimpahan mikroalga epifitik (sel/ml)

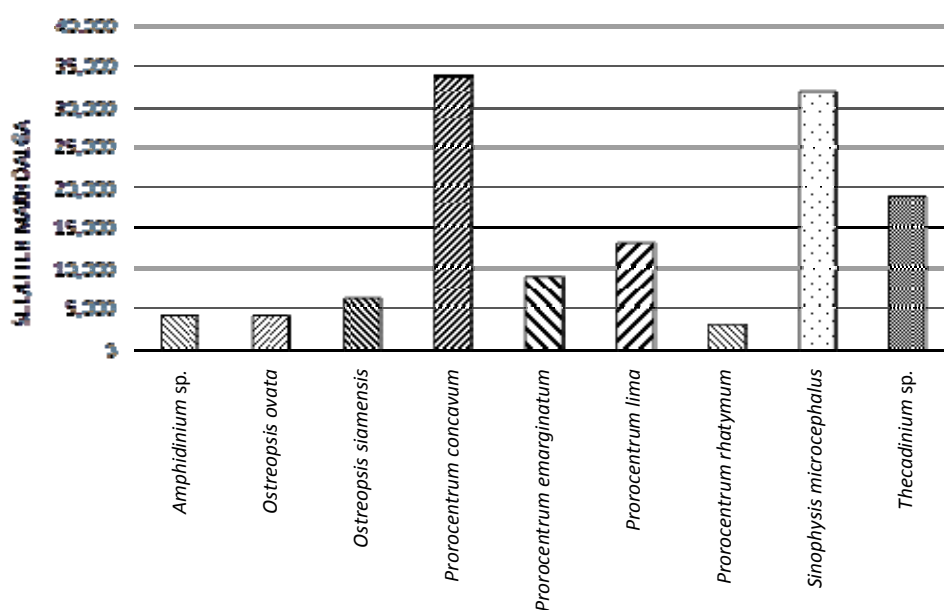
n = jumlah individu per mililiter

V = volume air dalam botol (ml)

V_m = volume makroalga (ml)



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel di perairan Pulau Rubiah, Pulau Weh, Aceh, Indonesia



Gambar 2. Kelimpahan *Prorocentrum concavum* dan *Sinophysis microcephalus* di perairan Pulau Rubiah, Pulau Weh, Aceh

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan makroalga sebagai substrat hanya dibatasi pada *Padina* yang merupakan makroalga kelompok alga cokelat dan ditemukan dalam jumlah dominan di lokasi penelitian. Makroalga yang disukai oleh Dinoflagellata epifitik sebagai substrat untuk menempel adalah makroalga yang bentuknya berdaun dan berfilamen dengan struktur

bercelah (Steidinger dan Baden 1984), seperti pada *Padina*. Pada tahun 1998, penelitian mengenai spesifisitas substrat makroalga dari jenis-jenis Dinoflagellata epifitik juga telah dilakukan di perairan Pulau Penjaliran Barat, Kepulauan Seribu, dan jenis makroalga yang paling banyak digunakan oleh Dinoflagellata epifitik sebagai substrat untuk menempel antara lain adalah *Padina* (Widiarti 2002).

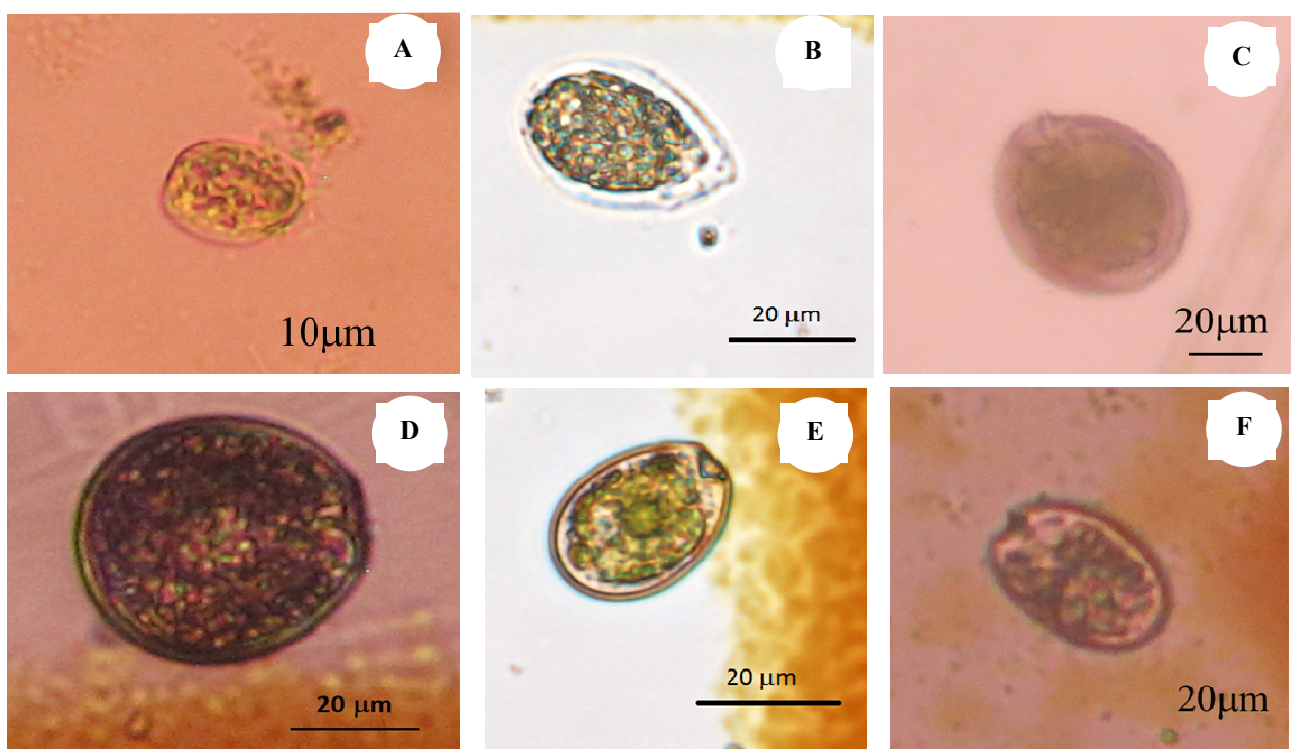
Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan sembilan jenis Dinoflagellata epifitik, enam diantaranya berpotensi menyebabkan CFP yaitu *Amphidinium* sp., *Prorocentrum concavum*, *P. lima*, *P. rhatymum*, *Ostreopsis ovata*, dan *O. siamensis* (Tabel 1, Gambar 2). *Prorocentrum concavum* dan *P. lima* merupakan spesies-spesies yang paling toksik dalam komunitas Dinoflagellata epifitik, selain *Gambierdiscus* sp., karena mengandung ciguatoksin dan maitotoksin (Steidinger dan Baden 1984). Spesies-spesies lain, seperti *Ostreopsis ovata*, hanya dianggap berasosiasi secara sekunder. *Prorocentrum emarginatum* dan *Sinophysis microcephalus* merupakan spesies-spesies yang tidak menghasilkan toksin (*nontoxic*).

Kelimpahan Dinoflagellata epifitik dalam jumlah tertinggi ditemukan pada jenis *Prorocentrum concavum* (34.000 sel/liter makroalga) (Gambar 2). Kelompok *Prorocentrum* diketahui merupakan Dinoflagellata epifitik yang memiliki tingkat adaptasi tinggi dengan distribusi yang luas dan ditemukan hampir di setiap substrat. Hal tersebut juga dapat dilihat dari ditemukannya *Prorocentrum concavum* di setiap lokasi penelitian yang telah dilakukan selama kurun waktu 2010-2015 yaitu di Perairan Belitung Barat, Perairan Kepulauan Seribu, Perairan Lombok Utara, dan Perairan Pulau Pahawang-Lampung (Widiarti 2010; Widiarti 2011; Widiarti et al. 2015; Widiarti dan Adi 2015).

Kelimpahan Dinoflagellata epifitik yang juga ditemukan dalam jumlah tinggi di lokasi pengambilan sampel adalah *Sinophysis microcephalus* (32.000 sel/liter makroalga) (Gambar 2). *Sinophysis microcephalus* merupakan Dinoflagellata epifitik yang berasosiasi dengan detritus di daerah bakau (Faust 1993). Pulau Rubiah merupakan daerah ekosistem mangrove dengan keanekaragaman hayati yang tinggi (Purbani et al. 2014). Hal tersebut menyebabkan ditemukannya *S. microcephalus* di lokasi penelitian dalam jumlah yang lebih tinggi dibandingkan dengan spesies lain.

Tabel 1. Kelimpahan Dinoflagellata epifitik pada makroalga *Padina* di perairan Pulau Rubiah, Pulau Weh, Aceh

Nama spesies	Kelimpahan (sel/liter makroalga)
<i>Amphidinium</i> sp.	4.000
<i>Ostreopsis ovata</i>	4.000
<i>Ostreopsis siamensis</i>	6.000
<i>Prorocentrum concavum</i>	34.000
<i>Prorocentrum emarginatum</i>	9.000
<i>Prorocentrum lima</i>	13.000
<i>Prorocentrum rhatymum</i>	3.000
<i>Sinophysis microcephalus</i>	32.000
<i>Thecadinium</i> sp.	19.000
Total	124.000



Gambar 3. Dinoflagellata bentuk toksik yang ditemukan di perairan Pulau Rubiah, Pulau Weh. A. *Amphidinium* sp., B. *Ostreopsis ovata*, C. *Ostreopsis siamensis*, D. *Prorocentrum concavum*, E. *P. lima*, F. *P. rhatymum*

Pada lokasi penelitian juga ditemukan *Thecadinium* sp. yang merupakan spesies non toksik. Spesies tersebut baru tercatat keberadaannya pada penelitian ini, dan belum pernah ditemukan pada beberapa penelitian sebelumnya. *Thecadinium* sp. merupakan Dinoflagellata yang hidup di antara butiran pasir (Hoppenrath et al. 2014). Ditemukannya spesies tersebut pada makroalga *Padina* diduga disebabkan oleh pengadukan air, sehingga sel-sel yang berada di substrat pasir terbawa ke kolom air dan menempel pada makroalga.

Perairan Pulau Rubiah merupakan salah satu lokasi yang telah dijadikan sebagai kawasan wisata. Kondisi terumbu karang di suatu perairan dapat menurun akibat tingkat aktivitas manusia yang tinggi, antara lain kegiatan permukiman maupun wisata. Kegiatan wisata diantaranya aktivitas *snorkeling* yang menginjak-injak karang atau penambatan jangkar kapal, dapat menyebabkan kerusakan ekosistem terumbu karang.

Kerusakan terumbu karang di lokasi penelitian juga telah terjadi akibat faktor alami seperti bencana alam. Menurut data hasil penelitian yang dilakukan oleh Purbani et al. (2014), persentase penutupan karang keras di perairan sekitar Pulau Rubiah berada dalam kategori sedang hingga baik (29,00-54,26%). Rusaknya terumbu karang dapat menyediakan tempat tumbuh baru bagi makroalga yang merupakan substrat ideal bagi Dinoflagellata epifitik untuk menempel. Persentase karang mati beralga yang mencapai 32,26% di lokasi tersebut juga dapat meningkatkan potensi ditemukannya spesies Dinoflagellata epifitik toksik dalam jumlah tinggi.

Kegiatan permukiman juga dapat menyebabkan peningkatan eutrofikasi di suatu perairan. Eutrofikasi merupakan salah satu penyebab terjadinya pertambahan populasi mikroalga, termasuk Dinoflagellata epifitik. Eutrofikasi tampaknya bukan merupakan faktor utama penyebab kelimpahan Dinoflagellata epifitik di lokasi penelitian, dilihat dari kandungan nitrat dan fosfat yang meskipun berada di atas ambang batas tetapi masih berada di dalam batas toleransi (Edyanto 2008). Kandungan nitrat dan fosfat yang lebih tinggi ditemukan di lokasi Pelabuhan Sabang (<1 ppm) meskipun dengan tingkat signifikansi yang rendah (Edyanto 2008).

Selain jenis-jenis Dinoflagellata epifitik, ditemukan juga Diatom yang menempel pada makroalga *Padina* di perairan Pulau Rubiah (Tabel 2). Diatom, terutama dari kelompok Pennatae, merupakan penyusun komunitas epifiton yang penting di suatu perairan. Pengaruh kelompok Diatom terhadap Dinoflagellata epifitik, diduga lebih berkisar pada persaingan tempat dalam usahanya mencari posisi terbaik dalam perolehan cahaya matahari.

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebanyak enam jenis Dinoflagellata epifitik yang berpotensi menyebabkan CFP telah ditemukan di perairan Pulau Rubiah, Pulau Weh, Aceh. Jenis-jenis tersebut adalah *Amphidinium* sp., *Prorocentrum concavum*, *P. lima*, *P. rhatymum*, *Ostreopsis ovata*, dan *O. siamensis*. Kelimpahan Dinoflagellata epifitik yang berpotensi toksik yang ditemukan di perairan Rubiah, menunjukkan perlunya

pengawasan dan pemantauan yang lebih intensif di kawasan tersebut.

Tabel 2. Diatom yang ditemukan menempel pada *Padina* di perairan Pulau Rubiah, Pulau Weh, Aceh

Nama genus

Asterionella
Bacteriastrum
Bellerochea
Biddulphia
Campylodiscus
Climacosphenia
Cocconeis
Coscinodiscus
Hemidiscus
Licmophora
Mastagloia
Navicula
Nitzschia
Pleurosigma
Podocystis
Rhabdonema
Surirella

DAFTAR PUSTAKA

- Azim ME, Verdegem MCJ, van Dam AA et al. 2005. Periphyton: Ecology, exploitation and management. SPI Publisher, Pondicherry.
- Dawes CJ. 1998. Marine Botany. 2nd ed. John Wiley & Son, New York.
- De Sylva DP. 1994. Distribution and ecology of ciguatera fish poisoning in Florida, with emphasis on the Florida Keys. Bull Mar Sci 54 (3): 944-954.
- Edyanto CBH. 2008. Penelitian aspek lingkungan fisik perairan sekitar Pelabuhan Sabang. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia 10 (2): 119-127.
- Faust MA. 1993. Surface morphology of the marine Dinoflagellates *Sinophysis microcephalus* (Dinophyceae) from a mangrove island, twin cays, Belize. J Phycol 29: 355-363.
- Hatta AM. 1991. Beberapa aspek interaksi antara herbivor dengan makroalga di perairan tropis (Indonesia dan sekitarnya). Oseana 16 (2): 1-20.
- Hoppenrath M, Murray SA, Chomerat N et al. 2014. Marine benthic Dinoflagellates: unveiling their worldwide biodiversity. Senckenberg-Reihe, Jerman.
- Hurd CI, Harrison PJ, Bischof K et al. 2014. Seaweed ecology and physiology. 2nd ed. Cambridge University Press, New York.
- Marianingsih P, Amelia E, Suroto T. 2013. Inventarisasi dan identifikasi makroalga di perairan Pulau Untung Jawa. Prosiding SEMIRATA. Universitas Lampung, Lampung, 10-12 Mei 2013.
- Purbani D, Keppel TL, Takwir A. 2014. Kondisi terumbu karang Pulau Weh pasca mega bencana tsunami (*Coral reef condition in Weh Island after mega tsunami disaster*). Jurnal Manusia dan Lingkungan 21 (3): 1-16.
- Randall JE. 1958. A review on Ciguatera, tropical fish poisoning, with a tentative explanation of its cause. Bull Mar Sci 8: 237-267.
- Rasyid A. 2004. Berbagai manfaat makroalga. Oseana 29 (3): 9-15.
- Razi F, Widiarti R, Yasman. 2014. Spesifisitas substrat Dinoflagellata epifitik penyebab *Ciguatera Fish Poisoning* di perairan Pulau Harapan, Kepulauan Seribu. Jurnal Akuatika 5 (1): 21-29.
- Steidinger KA, Baden DG. 1984. Toxic marine Dinoflagellates. In: Spector DC (ed). Dinoflagellates. Academic Press, New York.
- Widiarti R. 2002. Dinoflagellata epifitik pada makroalga di rataan terumbu Pulau Penjaliran Barat, Teluk Jakarta. Sains Indonesia 1 (7): 1-9.
- Widiarti R. 2010. Dinoflagellata penyebab *Ciguatera Fish Poisoning* (CFP) di Perairan Pulau Belitung, Bangka Belitung. Prosiding

- Pertemuan Ilmiah Tahunan VII. Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia, Pangkalpinang, 6-7 Oktober 2010.
- Widiarti R. 2011. Dinoflagellata toksik penyebab *Ciguatera Fish Poisoning* di perairan Kepulauan Seribu, Jakarta Utara: Studi awal mengenai distribusi spesies. In: Nababan S, Hartoko A, Syahailatua A (eds). Prosiding Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan VIII. Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia, Makassar, 25-27 September 2011.
- Widiarti R, Adi APW. 2015. Dinoflagellata bentik yang berpotensi toksik di rataan terumbu Pulau Pahawang Besar dan Pulau Kelagian Kecil, Lampung. Prosiding Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan XII. Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia, Banda Aceh, 10-12 Desember 2015.
- Widiarti R, Pudjiarto RK, Pratama IS. 2016. Dinoflagellata bentik yang berpotensi toksik di rataan terumbu Gili Meno dan Gili Air, Lombok. Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas: Biodiversitas untuk Industri Berkelanjutan. Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 7 November 2015.